

The logo for MegaEdu, featuring a stylized wave icon in blue and pink to the left of the text "MegaEdu" in white.

MegaEdu

A stylized graphic of a satellite in orbit above a blue Earth. The satellite is composed of three light blue cylindrical segments with red wireframe patterns. A red line represents the satellite's orbit. Three thick yellow curved lines are positioned between the satellite and the Earth. The Earth is a dark blue semi-circle with a red outline. Horizontal light blue bars are scattered around the Earth's surface.

INTERNET SATELITAL
**PARA ESCOLAS
PÚBLICAS
BRASILEIRAS**

INTERNET SATELITAL **PARA ESCOLAS PÚBLICAS BRASILEIRAS**

Recomendações para contratação
de internet satelital para fins educacionais

Sobre a MegaEdu

A MegaEdu é uma organização sem fins lucrativos que apoia lideranças de diversas esferas na missão de conectar todas as escolas públicas do Brasil à internet de qualidade.

Através de soluções baseadas em dados e evidências, desenvolvemos soluções simples e estratégicas para prestar apoio técnico às pessoas gestoras de escolas públicas e aos responsáveis pela elaboração de políticas públicas com a finalidade de levar conexão às escolas. Ajudamos a criar pontes entre quem pode ajudar a transformar a educação e as escolas públicas. Assim, atuamos para garantir que os(as) estudantes brasileiros(as) possam aprender por meio da tecnologia, ampliando as perspectivas de aprendizagem e contribuindo para um futuro com melhores oportunidades.

Sobre este documento

Esta Nota Técnica traz as principais referências sobre a tecnologia de conectividade por satélites, com foco em conectar escolas públicas. Os satélites podem fornecer conexão às escolas remotas, sendo uma opção abrangente, embora com algumas limitações, como custos operacionais mais altos, maior latência e capacidade de banda limitada. Atualmente, no Brasil, cerca de 10 mil escolas encontram-se localizadas em áreas mais remotas, onde existe uma grande complexidade para acesso a fibra ótica ou outras tecnologias de conexão. Para essas escolas, o acesso por satélite é considerado a solução mais adequada, dada sua funcionalidade independente de contexto e localização.



Este trabalho está licenciado sob uma licença CC BY-NC 4.0. Esta licença permite que outros remixem, adaptem e criem obras derivadas sobre a obra original, contanto que atribuam crédito ao autor corretamente e não usem os novos trabalhos para fins comerciais. Texto da licença: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

Foto de NASA na Unsplash

Introdução

Atualmente, cerca de 71% das escolas estão localizadas em região onde foi identificado conexão com fibra nas proximidades (até 1km). Outras 28,5 mil escolas estão localizadas a até 20km de um ponto de fibra, o que pode significar viabilidade para projetos governamentais de expansão de fibra.

Entretanto, atualmente existe uma quantidade considerável de escolas cuja distância de um ponto de fibra ultrapassa 20 km. Para tais distâncias, um projeto de implementação ou expansão de malha de fibra não teria um custo-benefício praticável. Segundo estimativas do modelo de inferência de tecnologia, há pouco mais de 10 mil escolas nessa situação.

Tais escolas precisam, portanto, de encontrar a tecnologia que garanta a melhor conexão possível – preferencialmente que atendam aos padrões de qualidade. As tecnologias via satélite são distintas de outras soluções de conectividade, principalmente porque não dependem da infraestrutura existente nas proximidades das escolas. Os satélites conseguem acessar sua largura de banda de origem (uplink) por meio de estações terrestres a partir de um ou vários pontos de troca localizados em diferentes países. Eles transmitem esse sinal para a localização das escolas em outro país, muitos milhares de quilômetros distantes. Embora haja diversas modalidades (tecnologias GEO, MEO e LEO) e métodos para otimizar o serviço, a tecnologia mais adequada é sempre aquela que se ajusta de forma mais eficaz às necessidades específicas dos usuários.



Conceito	#escolas
1 Acesso adequado fibra	98.214
2 Acesso inadequado menos de 20 km	28.568
3 Acesso inadequado mais de 20 km	10.144
4 Acesso inadequado localização imprecisa	1.430

Considerando possíveis estratégias para atender essas 10 mil escolas que não estão próximas à infraestrutura física de telecomunicações – pode-se considerar 3 tecnologias capazes de fornecer conexão adequada: 4G LTE, rádio e satélite (futuramente também poderá ser considerado o 5G).

Entendendo também que essas escolas já estariam há mais de 20 km de ponto de infraestrutura física de fibra ótica mais próximo, entende-se que para parte significativa delas a opção de 4G LTE e rádio também não serão viáveis. Em outras palavras, por mais que conexões, especificamente por rádio, possam ser viáveis para conectar algumas dessas escolas (inclusive com qualidade dentro dos parâmetros estabelecidos) – em vários casos a distância da infraestrutura física e a baixa densidade populacional pode ser limitadora para implementação dessa tecnologia. Dessa forma, por mais que o ideal seja avaliar caso a caso, para fins dessa análise, é razoável supor que a tecnologia de acesso por satélite pode ser a solução mais adequada para essas 10 mil escolas, entendendo essa tecnologia como a mais abrangente e funcional independente do contexto e localização da escola.

Satélites são boas opções para escolas isoladas, pois não exigem a implementação de infraestrutura física de telecomunicações na região da escola. Logo, os projetos de satélite podem ser implementados facilmente (em comparação com um projeto onde é necessário a construção de infraestrutura de fibra). No curto prazo, conexões satelitais podem ter um investimento inicial mais barato de implantar. Entretanto, é importante ressaltar que essa opção possui diversas limitações, a saber, normalmente são conexões com um investimento de custeio mais alto e costumam ter maior latência, menor velocidade e capacidade de banda limitada. Comumente, conexões satelitais tem dificuldade de atingir os parâmetros de qualidade de internet ideais supracitados para uma escola. Por isso, identificar as escolas com remotas que estão além do alcance de outras tecnologias é fundamental.

1. Sobre a internet satelital

Recentemente, o mercado de satélite vem passando por profundas transformações, especificamente considerando a entrada de novos atores no mercado, que impulsionou a modernização da tecnologia. Atualmente, existem três modalidades de satélites mais comuns:



Satélites GEO (satélite geoestacionário):

esses satélites normalmente orbitam sobre o mesmo lugar, um único equipamento pode cobrir grandes áreas. Normalmente esses satélites orbitam a 35 mil km da superfície terrestre, e essa distância tem um impacto significativo na latência (ou seja, demoram mais tempo para transmitir a informação). A latência é, geralmente, maior que 600 ms, o que impacta a experiência do usuário especialmente quando acessa conteúdos mais pesados (vídeos e jogos). A velocidade dos planos pode ir de 10 mbps a 100mbps, nos lançamentos de satélites recentes. Os planos de satélite normalmente possuem pacotes de dados pré-definidos, ou seja, possuem uma limitação de dados. Outro ponto a se considerar é a frequência de transmissão do sinal que pode ser feita em diferentes bandas (C, Ku e Ka). Normalmente, a frequência escolhida pode ter impactos consideráveis no preço e na experiência do usuário. A banda ka, por exemplo, tende a ser as antenas mais baratas, mas também costumam ser mais afetadas por fenômenos naturais, como chuvas, formação de nuvens e partículas de gelo. Já a banda Ku tem um bom custo-benefício para usuários, mas ainda assim é suscetível a interferência com chuvas fortes. De modo geral, o custeio de um satélite GEO varia bastante dependendo de i) dos equipamentos responsáveis pela frequência de transmissão da antena; ii) da velocidade e iii) das especificações sobre pacote de dados.



Satélites MEO (satélite de média órbita):

são satélites cuja órbita fica entre a GEO e a LEO, orbitam a 10.400 km da Terra. Os satélites MEO conseguem abranger uma área significativamente maior em comparação com seus equivalentes em órbita baixa (LEO). Adicionalmente, os satélites MEO oferecem uma conexão mais segura do que os satélites LEO, pois sofrem menos interferência da atmosfera terrestre e outros fatores, garantindo uma conexão mais confiável, pois são menos afetados pela atmosfera da Terra e outros elementos interferentes. Também garantem uma latência menor quando comparada com os satélites GEO. No mercado brasileiro, as empresas que operam em MEO tem baixíssima participação de mercado.



Satélites LEO (satélite de baixa órbita):

esses satélites orbitam bem mais próximos à superfície terrestre, entre 250 – 2 mil quilômetros de distância. Isso exige que para cobrir uma área é necessário uma constelação de satélite. Além disso, enquanto toda uma constelação não está lançada e em posição ideal, pode não ser possível fornecer o sinal e/ou o sinal ser fraco. Em contrapartida, a distância reduzida permite latências consideravelmente menores. Essa tecnologia é recente no mercado e ainda enfrenta questões regulatórias e pouca disponibilidade de fornecedores no mercado. Atualmente, existem duas empresas com constelações de satélites LEO que dominam o mercado: Starlink e Oneweb. A última ainda está em fase de posicionamento da constelação para atender a América Latina, o que deve ocorrer no 2º semestre de 2023. A Amazon já anunciou o projeto do Kuiper que visa lançar uma constelação para também oferecer serviço de satélite LEO a preços acessíveis. Ainda assim, o projeto ainda não lançou e posicionou os satélites.

2. Parâmetros de qualidade de internet para escolas

A educação vem se transformando nos últimos anos e o processo de ensino e aprendizagem vem sendo debatido à luz de recursos tecnológicos que podem contribuir para uma aprendizagem mais significativa. Mas enquanto a internet pode ser um importante instrumento para potencializar a qualidade da educação, a falta dela expõe e aprofunda desigualdades históricas. Garantir que todos os estudantes brasileiros tenham acesso a conectividade de qualidade é também assegurar o direito pleno à educação.

Segundo a nota técnica publicada pelo Grupo Interinstitucional de Conectividade para a Educação (GICE) “QUAL A VELOCIDADE DE INTERNET IDEAL PARA MINHA ESCOLA” e o estudo TIC educação, publicado pelo Cetic, para ter uso pedagógico da internet – contemplando testes online, vídeos e jogos – é necessário uma velocidade mínima de internet considerando **1mbps por estudante no maior turno e uma conexão com no máximo 60ms de latência.**



Este parâmetro está diretamente associado ao conceito de Conectividade Significativa, estruturado pela Alliance for Affordable Internet (A4AI), uma coalizão global formada para garantir acesso universal a uma internet de qualidade. Atualmente, apenas dizer se um cidadão está on-line ou off-line não retrata as disparidades de condições de acesso a um mundo cada vez mais digital e conectado.

Ao olhar para a realidade das escolas públicas brasileiras, dizer que determinada escola possui ou não acesso à internet não revela o cenário real das possibilidades de uso pedagógico dessa conectividade. Considerar uma conectividade significativa para as escolas significa garantir que todos os docentes e estudantes conseguem utilizar a internet para potencializar os processos de ensino e aprendizagem.

Foi com esse contexto em mente que os parâmetros mínimos de qualidade foram estabelecidos, definindo cenários em que as escolas consigam utilizar a internet de forma a trazer mais qualidade para a aprendizagem dos estudantes.

3.1.

Componentes para prestação de serviço de internet satelital

Para a implementação de uma conexão de satélite é necessário o chamado “Customer premise equipment (CPE)”, ou em outras palavras equipamentos que ficam na localidade da escola para que o serviço seja instalado. Normalmente são necessários:



Antena:

equipamento externo que normalmente fica instalado no telhado ou no chão, e necessita de visibilidade para o céu. Este equipamento vai captar e decodificar o sinal recebido pelo satélite no espaço.



Roteadores e cabos:

equipamentos internos que são conectados à antena e garantem a distribuição do sinal pelo ambiente.

A aquisição da antena representa um investimento considerável para instalação da conexão (muitas vezes sendo cobrada à parte). Em alguns casos, a antena de um satélite GEO pode funcionar para outros satélites da mesma modalidade (interoperabilidade). Mas os satélites LEO normalmente precisam de antenas específicas (ou seja, caso se mude de provedor é necessário ter um novo investimento nestes equipamentos). O equipamento da Starlink, por exemplo, disponibiliza um roteador que possui algumas limitações de operabilidade com outros equipamentos (necessita itens periféricos exclusivos da própria marca), o que pode inclusive ser um desafio na implementação da rede interna das escolas (é necessário comprar adaptadores adicionais da própria empresa).

SLA necessário de serem observados

Além dos requisitos de Velocidade e Latência previstos para uma escola ideal, é necessário checar outros parâmetros na contratação de um satélite:

Pacote de Dados:

diferentemente de serviços de banda larga fixa tradicionais (onde não há restrição sobre a quantidade de dados consumidos), os pacotes de satélite comercializados normalmente possuem um limite. Nos contratos atuais do governo, não há limite para o uso – ou seja, as empresas fazem também contratos com acesso ilimitado – entretanto, isso impacta o preço. Ainda assim, entende-se que o pacote ilimitado é o ideal para escolas.

Taxa de Contenção:

essa taxa diz respeito ao número de usuários que podem acessar a rede simultaneamente. É possível ter linhas dedicadas e não se preocupar com o tráfego da rede. Nesse caso, a velocidade contratada é a velocidade que deve ser entregue. A taxa de contenção é uma opção mais barata, mas que pode impactar a experiência do usuário. Se a taxa de contenção for de 1:10, isso significa que 10 usuários podem utilizar o mesmo canal. Se todos eles estiverem online ao mesmo tempo, o provedor pode garantir no máximo 10% da velocidade. Ou seja, a velocidade contratada é o máximo, a velocidade mínima é a taxa de contenção x velocidade.

Extra:

No contrato do Gesac, por exemplo, é possível observar taxas de contenção de 1:100. Essa taxa significa que caso a rede esteja congestionada (especificamente em horários de pico) o provedor precisa garantir apenas 1% da velocidade. A maioria das escolas está no pacote de velocidade de 10mbps, com essa taxa de contenção, isso significa que o provedor precisa garantir 100kbps.

3.2.

Mercado de satélites no Brasil

O mercado de satélite está em constante transformação. A entrada de opções de satélites de baixa órbita no mercado pode garantir latência e velocidade mais adequadas. Mas por não se tratar de um mercado devidamente consolidado, os preços dos serviços e equipamentos associados ainda oscilam consideravelmente.

As principais empresas que devem se estabelecer no mercado ainda estão em níveis diferentes de maturidade e possuem prós e contra:



Starlink:

A empresa começou a operar no Brasil no 1º semestre de 2022 e já no 1º Semestre de 2023 atingiu cobertura total do território nacional. A empresa disponibiliza planos de conectividade diretamente para o consumidor final. (site). A mensalidade do plano residencial começou a ser comercializada por R\$ 530 mensais (maio de 2022¹), após sucessivas reduções chegou a R\$ 184 (maio 2023²). Entretanto, a empresa não oferece serviços de instalação – a expectativa é que o consumidor final seja responsável por sua própria instalação.

Uma solução para este desafio é contratar a tecnologia de um revendedor autorizado da Starlink³ que possa oferecer esse serviço adicional. Dois exemplos são a Via Direta⁴ e a Anuvu⁵. Essa última foi uma das empresas que apresentou proposta para a conexão de escolas do Projeto Aprender Conectado (EACE). Um ponto de destaque é que os revendedores não vendem o plano residencial, mas comercializam outros pacotes, como pacote prioritário/business⁶ (que pode ser de 2 a 11 vezes mais caro, dependendo do pacote de dados escolhido).

Extra:

A proposta da Anuvu para 7 escolas da EACE foi estimada em aproximadamente R\$ 765 mil. Considerando que o equipamento ideal da Starlink está estimado em 2500 dólares – seriam cerca de R\$ 88 mil de hardwares mais uma mensalidade R\$ 2700 (para 36 meses no plano com franquia de 1TB).

1. <https://tecnoblog.net/noticias/2022/05/13/internet-starlink-ja-e-oficial-no-brasil-mas-nao-cobre-todo-o-pais/>
2. <https://exame.com/tecnologia/starlink-servico-de-internet-via-satelite-de-elon-musk-reduz-precos-em-20-no-brasil/>
3. <https://support.starlink.com/?topic=9b7746f8-e2ee-0fd4-7ffb-3bbe0ab35cbc>
4. <https://diariodopoder.com.br/brasil-e-regioes/ttc-brasil/starlink-de-elon-musk-credencia-via-direta-sua-1a-revendedora-no-brasil>
5. <https://spacenews.com/anuvu-gets-deal-to-resell-starlink-to-maritime-customers-amid-tesat-uncertainty/>
6. Comparação de Planos Starlink: <https://api.starlink.com/public-files/Starlink%20Service%20Plans.pdf>



Oneweb:

Muitas vezes a empresa é apontada como principal competidor do Starlink⁷. Atualmente, a empresa está em processo de posicionamento dos satélites para começar a operar no 2º semestre de 2023. Tem um modelo de negócio B2B, e busca parcerias com provedores de telecom já firmados para garantir a entrada no mercado. A Hughes, forte competidora no mercado GEO no Brasil, é parceira da Oneweb e está esperando o posicionamento dos satélites para começar a fornecer os serviços LEO. Assim, a relação “simbiótica” das empresas permitirá a entrada e consolidação da Oneweb no mercado (diminuindo custos de regulamentação e aquisição de clientes), enquanto a Hughes vai poder incluir serviços de ponta de LEO⁸ ao seu portfólio de soluções.

Extra:

A parceria com a Hughes também pode ser benéfica em termos de participação em compras públicas. Como a Hughes já está há mais tempo no mercado brasileiro e conta com um time de operação local, a participação no processo de compras públicas pode ser feita para aquisição da tecnologia. Em estimativas iniciais, funcionários da Hughes preveem uma mensalidade do serviço LEO cerca de 4 vezes maior que foi proposto no edital de Escolas Conectadas da RnP (o preço da Hughes no edital foi de 800 reais, logo a estimativa é de R\$4000). É importante ressaltar que o preço varia de acordo com a quantidade de pontos (há ganhos de escala) e de acordo com a especificação do edital (velocidade, franquia de dados, etc).

7. <https://www.aquaswitch.co.uk/blog/oneweb/>
8. <https://teletime.com.br/06/04/2023/hughes-espera-lancar-conectividade-leo-da-oneweb-no-terceiro-trimestre/>

Outras empresas que estão planejando entrar no mercado de satélite LEO são a Telesat e a Amazon. A primeira vem sofrendo atrasos e questionamentos por parte de credores⁹. O projeto Kuiper da Amazon pretende iniciar produções de satélites em 2023 e ter clientes até 2024¹⁰, focando em produzir terminais de baixo custo¹¹.

Além disso, as empresas de satélites tradicionais, focadas em satélites geoestacionários estão também buscando aprimorar os serviços entregues para os clientes.



ViaSat:

A ViaSat está presente no Brasil desde 2018 em parceria com a Telebras. Assim, a empresa utiliza da capacidade do satélite controlado pela Telebras e o SGDC-1 (Satélite Geoestacionário de Defesa e Comunicações Estratégicas) com a infraestrutura e a rede terrestre da Viasat, viabilizando conexões do Gesac para conexão de escolas e outros pontos públicos. Recentemente, a empresa lançou o ViaSat-3 (abril 2023), com ultra capacidade para atender a América¹². Pela alta distância da superfície terrestre, a latência ainda deve ser alta, entretanto o novo equipamento pode aumentar a velocidade (até 100 mbps) e também aumentar os limites de dados comercializados. O governo brasileiro assinou um memorando de entendimento¹³ em fevereiro de 2022, se comprometendo a “estudar oportunidades de uso dos satélites da constelação Viasat 3 para persecução do atendimento de Políticas Públicas voltadas à conexão de escola”.

9. <https://www.theglobeandmail.com/business/article-telesat-canadian-space-company/>

10. <https://olhardigital.com.br/2023/04/25/pro/internet-via-satelite-da-amazon-decola-em-breve/>

11. <https://www.aboutamazon.com/news/innovation-at-amazon/heres-your-first-look-at-project-kuipers-low-cost-customer-terminals>

12. <https://olhardigital.com.br/2023/04/25/ciencia-e-espaco/satelite-com-internet-para-o-brasil-tenta-frear-planos-de-elon-musk/>

13. <https://www.rad.cvm.gov.br/ENET/frmExibirArquivoIPEExterno.aspx?NumeroProtocoloEntrega=944778>



Hughes:

Conforme dito anteriormente, um dos planos da empresa é utilizar e comercializar planos LEO da OneWeb. Além disso, a Hughes também está lançando um novo satélite para garantir mais capacidade de atendimento e garantir um portfólio com maior qualidade para os usuários¹⁴. A empresa está chegando ao limite da capacidade, logo o lançamento de um novo satélite será necessário para garantir a transmissão de dados necessária. Ainda assim, a latência dos novos pacotes deve ser alta.

Comparação dos Serviços:

Empresa	cumpre velocidade	cumpre latência	cobertura atual	serviço de instalação
Starlink	SIM	SIM	SIM	Com revendedores
OneWeb	SIM	SIM	NÃO	Com revendedores
ViaSat	POTENCIAL- MENTE SIM	NÃO	SIM	Sim
Hughes	POTENCIAL- MENTE SIM	NÃO	SIM	Sim

Segundo reporte da Ookla¹⁵, nenhum provedor de satélites no Brasil consegue ter dados comparáveis com provedores de banda larga fixa. Entretanto, a Starlink desponta com mediana de mais de 70 mbps de velocidade de download (Viasat fica com 14,4 mbps e Hughes fica abaixo dos 10 mbps). A latência também é um ponto de destaque: Starlink registra 75 ms (Viasat 685 ms e Hughes 869 ms).

14. <https://telefime.com.br/06/04/2023/apos-atrasos-hughes-espera-lancamento-do-jupiter-3-em-meados-de-julho/>

15. <https://www.ookla.com/articles/starlink-hughesnet-viasat-performance-q1-2023>

4. Recomendações gerais para internet satelital

a)

É necessário lançar editais para contratação de internet satelital que não deixem pré-determinado o tipo de tecnologia (GEO, MEO ou LEO), mas especificar parâmetros mínimos aceitáveis relacionados à velocidade a ser contratada e a latência máxima esperada do serviço de conexão – ampliando a competitividade do processo.

Exemplo 1:

[edital de Escolas Conectadas publicado pela Rede Nacional de Ensino e pesquisa \(RnP\), onde foi atribuído um sistema de pontos para classificar as tecnologias](#)

Exemplo 2:

[Edital lançado pela prefeitura de Manaus para contratação de internet satelital para 75 escolas rurais do município](#)

b)

Buscar especificar que é necessário compatibilidade dos equipamentos com outros acessórios (Ex: os hardwares da Starlink Corporativo precisam de um adaptador de ethernet que precisa ser adquirido à parte no site da própria Starlink). Prever isso na compra é importante para garantir que as escolas tenham possibilidade de configurar sua rede interna.

c)

Estabelecer um Acordo de Nível de Serviço (SLA) padronizado com todos os provedores de satélite selecionados, monitorar a conformidade e deixar claro o que acontece se as metas de serviço não forem atendidas. Os serviços oferecidos pelas empresas levam em consideração toda a vida útil da provisão de conectividade. No entanto, muitas empresas trabalham por meio de subcontratados ou parceiros locais e, em alguns casos, é necessário contratar diferentes empresas para acessar todos os serviços. Recomenda-se estabelecer um Acordo de Nível de Serviço (SLA) com o contratante final. O SLA deve ter indicadores claros e uma metodologia pré-acordada para o cálculo, a fim de avaliar o desempenho dos provedores na entrega de conectividade às escolas.

