

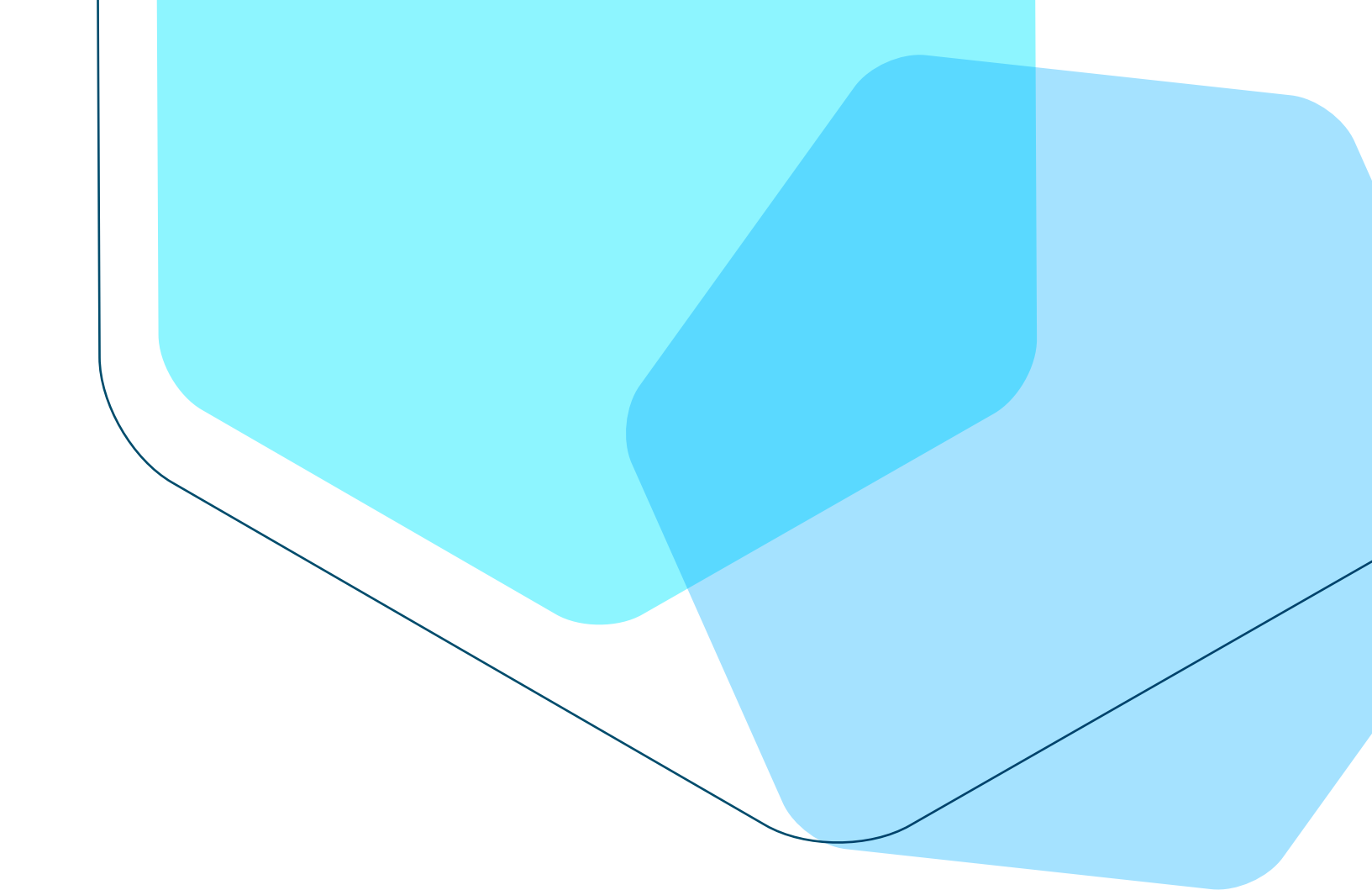


Como planejar CONECTIVIDADE

Sete passos para garantir
boa conexão Wi-Fi nas escolas

Marcelo Pérez Alfaro • Thomaz Galvao
Ana Luiza Prado de Almeida • Lilian Raquel da Silva Costa





Adaptação de projeto gráfico e diagramação: Estudio LABIRIN.TO
Projeto gráfico: MOKA.Diseño

Copyright © 2026 Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).

Esta obra está sujeita à Licença Pública Creative Commons Atribuição 4.0 Internacional CC BY 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/legalcode.pt>). Os termos e condições indicados no link da URL devem ser observados e o respectivo reconhecimento deve ser conferido ao BID.

Todas e quaisquer disputas que surgirem em relação a esta licença e que não possam ser resolvidas amigavelmente serão solucionadas de acordo com o seguinte procedimento. Mediante notificação de mediação, enviada por meios razoáveis por uma das partes à outra, a controvérsia será submetida à mediação não vinculativa, a ser conduzida em conformidade com o Regulamento de Mediação da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI). Qualquer controvérsia relacionada ao uso das obras do BID que não possa ser resolvida amigavelmente deverá ser submetida à arbitragem em conformidade com as regras da Comissão das Nações Unidas sobre Direito Comercial Internacional (CNUDCI). O uso do nome do BID para qualquer finalidade que não seja o devido reconhecimento, bem como o uso do logotipo do BID, não estão autorizados por esta licença e exigem um acordo de licença adicional.

Note que o link da URL inclui termos e condições que constituem parte integrante desta licença.

As opiniões expressas nesta obra são de responsabilidade dos autores e não refletem necessariamente o ponto de vista do BID, do seu Diretório Executivo, ou dos países que representa.



Como planejar CONECTIVIDADE:

Sete passos para garantir boa conexão Wi-Fi nas escolas

AUTORES

Marcelo Pérez Alfaro • Thomaz Galvao
Ana Luiza Prado de Almeida • Lilian Raquel da Silva Costa

Banco Interamericano de Desenvolvimento



Conteúdo

Sumário executivo	5
Introdução	7
Metodologia	9
Passo 1: Conhecer o ponto de partida	10
1.1. Levantamento inicial	11
1.2. Análise geoespacial	12
Passo 2: Definir parâmetros a partir da visão de sucesso	15
2.1. Indicadores de qualidade	15
2.2. Parâmetros de conectividade	17
Passo 3: Escolher a tecnologia de conexão	21
3.1. Conexões Cabeadas	21
3.2. Conexões sem fio	22
Passo 4: Entender a infraestrutura interna necessária	24
4.1. Distribuição de sinal Wi-Fi	26
4.2. Manutenção do serviço	27
4.3. Segurança digital	28
Passo 5: Realizar uma pesquisa de mercado	29
Passo 6: Mapear recursos disponíveis e estimar custos	31
6.1. Fontes de recurso	31
6.2. Custo por CE	32
Passo 7: Monitorar e fazer ajustes contínuos	34
7.1. Exemplos internacionais	35
Conclusão	37
Referências bibliográficas	39



Sumário executivo

Este documento oferece aos gestores públicos da América Latina e do Caribe um roteiro claro, prático e bem fundamentado para o planejamento da implementação de serviços de conectividade educacional nas redes de ensino e nas escolas.

Junto com o acesso a dispositivos digitais, recursos e plataformas educacionais, competências digitais e pedagógicas dos professores, e uma governança robusta, a conectividade significativa na escola é um dos cinco pilares essenciais para garantir que os investimentos em tecnologia realmente contribuam para melhorar os processos de ensino e aprendizagem, ampliar o acesso e a permanência escolar e aumentar a eficiência na gestão educacional (Arias Ortiz et al., 2025). Para que seja implementada com sucesso, é preciso garantir que a conexão seja (1) levada para dentro da escola e (2) distribuída por seus ambientes internos, de forma que sirva realmente para os fins pedagógicos estabelecidos.

Os sete passos para o planejamento desse processo sugeridos neste documento partem da análise de implementação da conectividade em países da região e dos aprendizados extraídos do trabalho da MegaEdu – organização sem fins lucrativos que trabalha para levar internet para as escolas públicas no Brasil. O quadro abaixo resume os destaques de como realizar cada um deles.

Já o processo de contratação do serviço de conectividade, também fundamental para levar internet aos centros educativos, é explorado no documento “**Como contratar conectividade nas escolas: caminhos e aprendizados da América Latina e Caribe**”, complementar a este. A partir dos aprendizados provenientes das experiências do Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Peru, Suriname e Uruguai, esse relatório complementar também indica passos e parâmetros ideais a serem seguidos para que o processo de licitação – que envolve avaliar os modelos de contratação disponíveis e mais adequados e desenhar e executar o processo de compra – permita transformar de fato a banda larga em política pública sustentável.

Juntos, estes dois documentos servem como um guia técnico que detalha processos, compartilha dicas e relata práticas essenciais para apoiar outros países da América Latina e do Caribe a superarem desafios similares, fortalecer as capacidades institucionais dos sistemas educacionais da região e avançar rumo a políticas de conectividade escolar que sejam eficazes, sustentáveis, equitativas e alinhadas às prioridades pedagógicas.

Quadro 1. Sete passos para garantir boa conexão Wi-Fi nas escolas

Passos do planejamento		Ações
1	Conhecer o ponto de partida	Fazer um diagnóstico contextualizado da realidade de conectividade, que inclua análise geoespacial da rede.
2	Definir parâmetros a partir da visão de sucesso	Determinar, a partir de um objetivo pedagógico claro, requisitos técnicos, indicadores de qualidade e parâmetros de conectividade a serem seguidos na contratação e na implementação da internet.
3	Escolher a tecnologia de conexão	Entender os diferentes tipos de tecnologia existentes (conexões cabeadas e sem fio) e definir qual é a mais adequada de acordo com o perfil territorial.
4	Entender a infraestrutura interna necessária	Saber medir a intensidade e a distribuição da rede Wi-Fi no CE, definir critérios e prazos para o serviço de manutenção e escolher uma solução de segurança digital.
5	Realizar uma pesquisa de mercado	Comparar alternativas e assegurar viabilidade técnica, custo-benefício e sustentabilidade da solução escolhida.
6	Mapear recursos disponíveis e estimar custos	Identificar as fontes de financiamento existentes e a viabilidade financeira da solução Wi-Fi, e estimar o investimento necessário a partir de custos fixos e variáveis.
7	Monitorar e fazer ajustes contínuos	Implementar sistema de acompanhamento que considere dados técnicos, pedagógicos e de gestão.

Fonte: Elaboração própria, com base em Giga & BCG (2021).

A photograph of a student with long, curly brown hair, seen from the side, sitting at a desk in a classroom. The student is wearing a light blue t-shirt and is looking at a laptop screen. The desk is cluttered with various items, including a red bag, a pink container, and some papers. In the background, other students are visible, though they are out of focus. A large, semi-transparent blue hexagonal overlay is positioned in the center of the image, containing the word 'Introdução' in white text.

Introdução

A implementação de conectividade na educação é uma prioridade global, já que ela é base para o processo de transformação digital no país.

Como aponta a UNESCO, “o direito à educação, cada vez mais, é sinônimo de direito à conectividade adequada; no entanto, há desigualdade no acesso”¹. Em um contexto em que a desigualdade digital continua a ser um desafio significativo, a adoção de políticas nacionais que garantam acesso à internet em todas as escolas públicas é também um passo crucial para promover a equidade educacional.

Junto com o acesso a dispositivos digitais, recursos e plataformas educacionais, competências digitais e pedagógicas dos professores, e uma governança robusta, a conectividade significativa na escola é um dos cinco pilares essenciais para garantir que os investimentos em tecnologia realmente contribuam para melhorar os processos de ensino e aprendizagem, ampliar o acesso e a permanência escolar e aumentar a eficiência na gestão educacional (Arias Ortiz et al., 2025).

Sendo assim, ela não se limita à disponibilidade técnica da internet. A conectividade deve estar alinhada com os usos pedagógicos pretendidos, para assegurar que tecnologias digitais – incluindo ferramentas de aprendizagem adaptativa, tutores baseados em IA e plataformas de gestão escolar – possam ser efetivamente integradas ao cotidiano escolar. Além de fortalecer os processos administrativos, a presença de internet de qualidade viabiliza o uso de metodologias de ensino inovadoras, fomenta o aprendizado colaborativo e permite a utilização de recursos educacionais digitais, aprimorando resultados educacionais e contribuindo para o alcance de objetivos e metas nacionais.

Para disponibilizar conectividade educativa significativa, são necessários dois componentes fundamentais: **velocidade de conexão** adequada e boa **infraestrutura de Wi-Fi**. A velocidade adequada permite que professores e alunos acessem conteúdos pedagógicos, ferramentas digitais e recursos online de maneira eficiente, enquanto uma rede Wi-Fi bem distribuída assegura que o sinal de internet esteja disponível em todos os ambientes pedagógicos da escola, de forma a não limitar o seu uso pedagógico a um único espaço, como um laboratório de informática.

Para garantir esses dois componentes nas escolas, é preciso realizar um planejamento minucioso e completo da política de conectividade. Neste documento, esse processo é composto por sete passos, que englobam desde o mapeamento da situação atual da rede em termos financeiros, tecnológicos e sociais, passando pela definição de parâmetros, pesquisa de mercado e estimativa de custos e recursos, até chegar no monitoramento e nos ajustes contínuos. Cada uma dessas etapas traz dicas, evidências e ferramentas que podem ajudar gestores educacionais a realizar seu próprio planejamento de implementação de conectividade com mais embasamento e foco.

Colocar este plano em prática por meio do processo de licitação é o foco do documento “Como contratar conectividade nas escolas: caminhos e aprendizados da América Latina e Caribe”, que detalha as diferentes maneiras de contratar conectividade, a importância de olhar quem é o responsável pela contratação e decidir o arranjo com fornecedores. **Assim, esse guia complementa o atual e fecha o ciclo de implementação da política de conectividade, trazendo também relatos das experiências de sete países da América Latina e do Caribe nessa jornada (Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Peru, Suriname e Uruguai).**

1. UNESCO (2025).



Metodologia

Este guia foi desenvolvido a partir do estudo realizado pela MegaEdu com apoio do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), que investigou as melhores práticas para implementar soluções Wi-Fi eficazes em escolas públicas do Brasil.

O estudo envolveu entrevistas com mais de 50 especialistas, gestores públicos e provedores de serviços, além da revisão de mais de 100 contratos de compra pública para a sistematização de boas práticas.²

Também são mencionadas algumas experiências nos Estados Unidos, Estônia, União Europeia, Espanha, Irlanda, Uruguai, Peru, Suriname, Costa Rica, Chile e Colômbia.

² O conhecimento adquirido neste estudo foi essencial no apoio à definição de parâmetros nacionais dentro da Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (Enec), iniciativa do governo federal do Brasil para coordenar as diversas políticas e os recursos existentes para a pauta de conectividade. ENEC (2024).

Passo 1

Conhecer o ponto de partida

Levar conectividade para um centro educativo (CE) é uma tarefa complexa que envolve não só instalar cabos: é preciso mapear a situação de cada CE, avaliar custos, conhecer ofertas tecnológicas disponíveis na região e estruturar estratégias sustentáveis de implementação.

Ainda que indispensável, realizar esse diagnóstico é uma etapa desafiadora por diversos motivos. Primeiro, porque grande parte da informação oficial sobre conectividade — presença ou ausência de internet, tipo de tecnologia utilizada (fibra, rádio, satélite, móvel), velocidade contratada ou status real do serviço — baseia-se em dados auto reportados pelos próprios diretores escolares, por meio de censos institucionais, formulários administrativos ou pesquisas periódicas – sendo que muitos desses profissionais são estranhos ao tema, que é muito técnico. Esses dados, embora úteis, são frequentemente incompletos, subjetivos ou não verificáveis, o que gera inconsistências.

Além disso, ainda é comum que a informação sobre conectividade escolar — fornecedores, contratos ativos, localização, velocidades, infraestrutura e custos — esteja dispersa entre distintas entidades (telecomunicações, educação, empresas públicas, governos subnacionais, reguladores). A ausência de uma coordenação institucional clara não significa falta de dados, mas sim dados desagregados, inconsistentes ou não interoperáveis.

Outro problema recorrente é a dificuldade para identificar a localização exata dos CEs e entender o território e os diferentes contextos que envolvem os centros como parte estrutural desse mapeamento.

Por último, a maioria dos diagnósticos nacionais limita-se a verificar se há ou não serviço contratado, sem avaliar a infraestrutura interna necessária para o uso da conectividade com fins educativos. Isso inclui equipamentos, energia elétrica, manutenção e suporte técnico. Dessa forma, os CEs continuam, na prática, “desconectados” por falta de infraestrutura interna funcional ou capacidade local de gestão³.

Para enfrentar esses problemas, é importante atentar-se ao levantamento de informações básicas e relevantes e fazer uma análise geoespacial que compreenda com precisão a realidade tecnológica, geográfica, financeira e social do entorno de cada centro educacional.

3. Mendez, Giambruno, Perez Alfaro, Gonzalez Santibanez, Galvao, Prado de Almeida, da Silva Costa (forthcoming).

1.1 Levantamento inicial

Pesquisas estatísticas com esse foco podem ajudar a qualificar as discussões iniciais sobre o tema, mas, idealmente, essa análise deve ser feita com dados censitários, pois dispor dessa informação escola a escola ajuda no planejamento e na execução das políticas públicas. **Assim, esse levantamento inicial deve responder perguntas simples, mas fundamentais, como:**

- > Quantos CEs existem no sistema público de ensino e onde estão localizados?
- > Destes, quantos já possuem contratos de internet ativos?
- > Qual é a qualidade do serviço contratado?
- > Qual é o preço médio pago pelos serviços?
- > Qual é a localização das redes de conectividades em relação a localização dos centros educativos?

Organizar essas informações é essencial para calcular custos, estimar demandas e planejar investimentos, estabelecendo o tamanho do desafio.



NA PRÁTICA: Para inferir se uma escola possuía solução Wi-Fi adequada, o estudo realizado pela MegaEdu com apoio do BID no Brasil analisou documentos oficiais de contratação de solução Wi-Fi para escolas (realizadas por entes governamentais) e utilizou dados públicos.

Do Censo escolar⁴ – principal pesquisa com escolas a nível nacional –, foram retiradas informações como acesso à internet e quantidade de ambientes pedagógicos na escola. Já o Guia Edutec⁵, também de abrangência nacional, consolidou tanto relevantes dados quantitativos (quantidade de pontos de acesso instalados) quanto qualitativos (se a escola possui Wi-Fi, se há acesso à internet em todas as salas, se uma turma inteira consegue se conectar à internet ao mesmo tempo etc.)

A partir do cruzamento desses dados, definiu-se que, para ser considerada com “solução Wi-Fi adequada”, uma escola precisava atender a duas premissas⁶:

- > **Qualitativa:** possuir acesso à internet em todas as salas e ao menos uma turma poder se conectar e navegar ao mesmo tempo.
- > **Quantitativa:** quantidade de pontos de acesso (APs) declarados respeita a proporção de ao menos um ponto para cada duas salas.

DICAS:

- > *É fundamental dispor de bases de dados bem estruturadas e abrangentes para realizar análises de diagnóstico e estimativas de custos.*
- > *Na coleta de dados, deve-se fazer perguntas sem termos técnicos ou dar todo o contexto necessário para garantir respostas mais acuradas de acordo com o conhecimento dos respondentes.*

4. INEP (2025).

5. CIEB (2025).

6. Para avaliar a acurácia da inferência, foi feito contato com algumas escolas que tiveram resultado de “solução Wi-Fi adequada” e constatou-se taxa de acerto de 79%. Novas análises e inferências foram realizadas após o término do estudo e, hoje, a metodologia de inferência mais utilizada separa as premissas quanti e quali de forma inclusiva. Ou seja, para uma escola ser considerada adequada, não é mais necessário atender a ambas as premissas, mas sim a apenas uma das duas.

Experiências internacionais mostram que políticas eficazes de conectividade educacional incorporam critérios de equidade territorial. No México, por exemplo, a definição explícita de cotas mínimas de atendimento em zonas rurais e indígenas permitiu ampliar o alcance da política além das áreas urbanas mais rentáveis. No Brasil, iniciativas como o Norte Conectado⁷ surgiram para enfrentar os desafios específicos da Amazônia, onde a baixa densidade populacional e a geografia impõem altos custos de infraestrutura.

Assim, identificar a localização exata dos CEs é fundamental porque permite distinguir dois tipos de desafios. O primeiro são os CEs localizados em áreas remotas ou isoladas, que frequentemente exigem o uso de tecnologias alternativas e de custo mais elevado, como conexões via satélite ou rádio. O segundo são os CEs situados em áreas urbanas ou de fácil acesso, onde a infraestrutura de fibra óptica já está disponível. Aqui, o principal desafio está na capacidade financeira das redes para contratar e manter planos de serviço adequados.

Para fazer isso, é preciso não só conhecer a infraestrutura existente e a oferta tecnológica disponível no território, mas também a sua localização em relação à rede troncal, os custos de implantação levando em conta a orografia, a hidrografia e a acessibilidade, bem como as características da população e do número de alunos matriculados. Sem esse diagnóstico geoespacial, existe um alto risco de tomar decisões equivocadas, priorizar áreas menos críticas, gerar ineficiências, aprofundar desigualdades e aumentar custos.



NA PRÁTICA: O BID, por meio de sua Divisão de Conectividade, Mercados e Finanças (IFD/CMF) e Divisão de Educação (SCL/EDU), com o apoio técnico da Deloitte, desenvolveu uma metodologia de análise geoespacial para avaliar lacunas e planejar a implantação de infraestrutura de conectividade digital em CEs.

A ferramenta agrega camadas geoespaciais a informações sobre centros educativos, população, redes de fibra óptica, infraestrutura de telecomunicações, hidrografia, orografia e infraestrutura civil. Dados educacionais — como matrícula, nível ou ciclo escolar e região administrativa — são vinculados a cada prédio escolar. Quando disponíveis, os atributos da infraestrutura de conectividade existente em cada escola também são incorporados. Se os dados não estiverem disponíveis no nível da escola, o modelo faz estimativas com base na conectividade disponível na área e em variáveis contextuais. Uma vez integradas essas camadas de dados educacionais e de telecomunicações, esse conjunto de variáveis é organizado para apoiar a tomada de decisões a partir de perspectivas complementares.

Uma dimensão fundamental da análise é a distância entre cada escola e a infraestrutura de fibra óptica principal, que permite classificar os CEs em diferentes faixas, representando níveis de viabilidade técnica e esforço econômico distintos. Dessa forma, o número total de CEs desconectados no país é distribuído entre cinco grupos, conforme o quadro a seguir.

7. Norte Conectado: anadir Brasil, Ministerio das Comunicacoes (s.d.).

Quadro 2. Níveis de viabilidade técnica e esforço econômico para garantir conectividade

A partir da distância entre a escola e a infraestrutura de fibra óptica principal



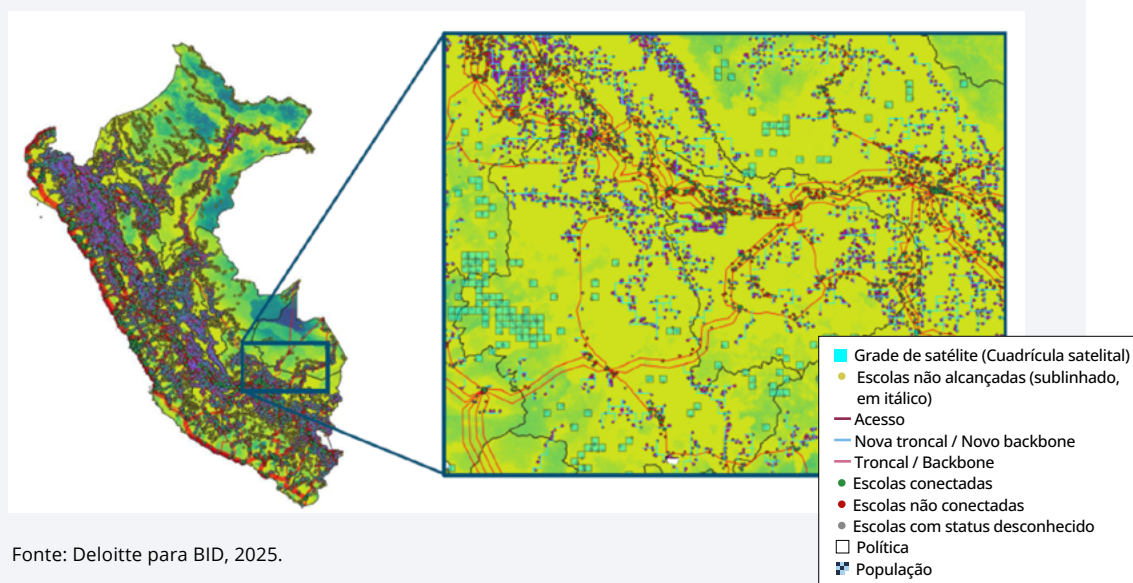
Fonte: Deloitte para BID, 2025

Aqueles centros localizados a menos de 5 km da rede principal são mais simples de conectar, pois um provedor precisa simplesmente estender um nó de fibra até a escola. Conforme os CEs são classificados nas outras faixas, essa conexão se torna mais complexa – ou seja, exige uma nova implantação de fibra de transporte e acesso, ou soluções alternativas como enlaces de rádio ou satélites em órbita baixa da Terra.

Além disso, com base na intersecção de múltiplas variáveis, a cada grupo é atribuído um investimento anual estimado, que pode então ser desagregado por nível administrativo.

O modelo permite ainda estimar os custos associados a cada solução tecnológica, incorporando variáveis como distância da rede principal, densidade populacional, infraestrutura existente, condições topográficas e obstáculos naturais como rios, florestas ou áreas montanhosas. Isso possibilita o cálculo tanto do investimento inicial (CAPEX) quanto dos custos recorrentes de operação e manutenção (OPEX), gerando cenários comparáveis entre diferentes tecnologias e contextos.

Figura 1. Intersecção de variáveis geoespaciais utilizadas no modelo de estimativa de custos



Fonte: Deloitte para BID, 2025.

Sendo assim, essa classificação permite avaliar a sequência ideal de implantação, priorizando grupos de CEs de acordo com critérios de eficiência, equidade territorial e impacto educacional. Em consonância com essa lógica de priorização, a ferramenta permite projetar o alcance potencial de cada cenário, estimar o número de CEs e alunos que seriam beneficiados e calcular a área de infraestrutura estimada e a cobertura territorial resultante.

Com esse diagnóstico contextualizado, gestores públicos podem diferenciar a natureza dos desafios, estimar o tamanho real da demanda e definir estratégias mais adequadas de intervenção. A partir daí, torna-se possível avançar para as etapas seguintes — como dimensionar as necessidades técnicas e analisar modelos de provisão.

POR QUE FUNCIONA:

- > *Fornece aos setores de educação e telecomunicações informações simétricas, claras e relevantes para suas respectivas áreas de atuação;*
- > *Enriquece o diálogo técnico com estimativas de custos e impactos de diferentes opções a serem consideradas na tomada de decisões executivas;*
- > *Facilita a coordenação mais eficiente com as partes interessadas privadas e subnacionais, permitindo uma compreensão mais clara das implicações técnicas e orçamentárias associadas a diferentes grupos de CEs;*
- > *Incorpora explicitamente uma perspectiva de equidade, identificando com precisão os CEs e as comunidades que enfrentam as maiores barreiras de acesso.*

Passo 2

Definir parâmetros a partir da visão de sucesso

Após a realização do diagnóstico, o próximo passo é definir a direção estratégica e a visão de sucesso para a conectividade nas instituições de ensino. O objetivo é estabelecer metas claras, mensuráveis e alinhadas à política educacional, evitando que a contratação de internet se limite só a parâmetros técnicos, como velocidade ou capacidade de banda, ou à oferta disponível no mercado.

Mais do que um serviço contratado, a conectividade deve ser compreendida como um instrumento pedagógico, planejada a partir das necessidades do processo de ensino. Por isso, é essencial que as metas estejam articuladas a uma visão educacional definida pelo governo, respondendo a perguntas fundamentais: quem vai usar, como vai usar e em quais contextos pedagógicos.

A visão de sucesso de uma solução de rede Wi-Fi implementada em uma escola é, portanto, aquela na qual turmas inteiras conseguem se conectar simultaneamente à rede Wi-Fi e acessar com segurança e sem interrupções conteúdos pedagógicos e plataformas educacionais em qualquer ambiente pedagógico da escola, viabilizando o uso de todo o potencial do link de internet contratado.

Para alcançar esse patamar, é preciso estabelecer indicadores de qualidade e definir parâmetros de conectividade que sustentem o uso da tecnologia em sala de aula.

2.1 Indicadores de qualidade

Na maioria dos casos, os contratos de internet na América Latina e no Caribe costumam considerar apenas a taxa de download. Mas existem outras métricas que ajudam a medir a estabilidade da conexão e que afetam o uso pedagógico, dependendo da tecnologia utilizada. O quadro a seguir mostra, na prática, como essas métricas são usadas dependendo das atividades realizadas nos centros educativos.

Quadro 3. Métricas de qualidade da conexão e seus usos pedagógicos

Métricas de conexão		
Métrica	O que mede	Exemplos de uso
TCP Download	Velocidade de recebimento de dados	Carregar vídeos educativos, fazer download de arquivos
TCP Upload	Velocidade de envio de dados	Enviar trabalhos em plataformas, realizar videoconferências
Latência	Tempo de resposta entre envio e recebimento	Rodar jogos educativos, fazer chamadas de vídeo
Jitter	Variação da latência	Realizar aulas síncronas e videoconferências
Perda de Pacotes	Percentual de dados que não chegam ao destino	Prejudica streaming, transmissões e estabilidade geral

Fonte: GICE, 2022⁸

Ou seja, enquanto assistir a um vídeo gravado precisa de uma alta taxa de download, chamadas de vídeo em tempo real exigem baixa latência e jitter. Jogos online em modo multiplayer são ainda mais sensíveis à latência, enquanto as atividades de streaming de vídeo representam um dos maiores desafios para a infraestrutura escolar. Cada tecnologia tem um teto de desempenho e a escolha da ferramenta precisa levar isso em consideração.

O quadro a seguir apresenta uma classificação dos principais usos da internet no contexto escolar e os indicadores de qualidade necessários para que cada um deles funcione adequadamente. A proposta é oferecer uma visão mais sistêmica sobre o desempenho da rede, traduzindo como diferentes tipos de atividades exigem velocidades e níveis de estabilidade distintos.

8. GICE (2022).

Quadro 4. Usos da internet no contexto escolar e os indicadores de qualidade

Tipos de atividades	Exemplos	Indicadores de qualidade			Requisitos técnicos para o bom funcionamento
		TCP Download (velocidade mínima ⁹)	Latência (atraso máximo em milissegundos ¹⁰)	Perda de pacotes ¹¹	
Áudio	Uso de podcasts, plataformas de streaming e chamadas por voz via internet (VoIP)	0,27 Mbps	1 dis ms	Até 2%	– Pouca banda; – Conexão estável, sem interrupções ou atrasos perceptíveis
Uso geral	Navegação em sites, envio e leitura de e-mails, acesso a redes sociais e trocas de mensagens	1 Mbps	300 ms	Até 2%	– Requisitos modestos, exceto quando ocorre de forma simultânea entre muitos usuários – possível sobrecarga da rede escolar
Download de arquivos	Materiais didáticos em PDF ou vídeos gravados	5 Mbps	80 ms	Até 2%	– Maior capacidade de transferência de dados, especialmente para arquivos grandes
Jogos educativos	Games online, jogados individualmente ou em modo multiplayer	3,75 Mbps	90 ms	Até 1%	– Conexão de baixa latência e estabilidade constante – pequenos atrasos de resposta podem comprometer a experiência
Streaming de vídeo	Chamadas em vídeo e transmissões em resolução HD ou 4K	3,44 – 8,25 Mbps	60 ms	Até 0,5%	– Boa velocidade, latência e jitter para que o vídeo seja integrado de forma fluida – O consumo de banda cresce de forma exponencial conforme aumenta a qualidade da imagem.

Fonte: GICE, 2022.

2.2 Parâmetros de conectividade

Tendo em vista os requisitos técnicos e os indicadores de qualidade necessários para cada atividade escolar, é hora de estabelecer parâmetros claros de conectividade para que a contratação e implementação da internet nos CEs atendam efetivamente às demandas pedagógicas. Sem critérios definidos, há risco de que a infraestrutura e a conexão sejam insuficientes, instáveis ou incompatíveis com o uso simultâneo de recursos digitais por alunos e professores.

⁹ FCC (2019), Liu et al. (2017), OECD (2014) e Stocker e Whalley (2016); Dille (2017), Warner (2018), Gonzalez (2020), George (2019) e Slattery (2014) apud Bettiga, Marin e Kuester Neto (2020, p. 151).

¹⁰ Liu et al. (2017); OECD (2014); Anders (2019), Microsoft (2020), George (2019), Slattery (2014) e Gridelli (2019) apud Bettiga, Marin e Kuester Neto (2020, p. 151).

¹¹ John e Oyekanlu (2010); OECD (2014); Betts (2019), Metzler e Metzler (2015) e Gridelli (2019) apud Bettiga, Marin e Kuester Neto (2020, p. 151).

Nos últimos anos, diversos países estabeleceram **padrões técnicos mínimos** para garantir uma conectividade educacional significativa:

- > **Estados Unidos:** a organização *Education Superhighway* recomenda que cada estudante tenha acesso a **pelo menos 1 Mbps**, garantindo experiências de aprendizagem digital estáveis e eficazes (Education Superhighway, s.d.).
- > **Estônia:** referência mundial em digitalização educacional, o *Tiger Leap Program* assegura desde 2015 **1 Gbps por CE**, com cobertura Wi-Fi em todas as salas de aula (Education Estonia, 2024).
- > **União Europeia:** a **Comissão Europeia** recomenda **velocidades entre 30 Mbps e 100 Mbps por sala de aula**, dependendo da maturidade digital da CE e do tipo de atividade pedagógica (European Commission, 2019).
- > **Espanha:** o programa *Escuelas Conectadas* definiu **100 Mbps por CE**, seguindo as diretrizes do *Plan de Cultura Digital en la Escuela* (Red.es, s.d.).
- > **Irlanda:** o programa nacional de banda larga escolar conectou todos os CE de ensino médio com velocidade mínima de **100 Mbps** (HEAnet, s.d.).
- > **Brasil:** a **Estratégia Nacional de CEs Conectadas (Enec)**,¹² liderada pelo Ministério da Educação, recomenda uma velocidade mínima de **1 Mbps por aluno** para garantir o uso efetivo das tecnologias digitais em sala de aula.

Esses exemplos demonstram que existem diferentes formas de estabelecer esse parâmetro: seja considerando a demanda total da instituição de ensino, o uso médio por estudante ou mesmo a necessidade por sala de aula. Em todos os casos, a infraestrutura de conectividade é tratada como requisito fundamental para a equidade educacional.



NA PRÁTICA: no Brasil, o Grupo Interinstitucional de Conectividade na Educação (GICE) desenvolveu uma fórmula que auxilia no cálculo da velocidade ideal de internet para cada CE. Ela leva em consideração a quantidade de estudantes conectados simultaneamente e o tipo de atividade pedagógica realizada.

Como assistir a vídeos é a atividade que mais exige da rede, o cálculo utiliza essa situação como referência máxima. Dessa forma, se a conexão for suficiente para transmissões de vídeo, ela também será capaz de suportar ações menos intensivas, como pesquisas online ou o uso de plataformas educacionais.

Figura 2. Fórmula GICE para estimar a velocidade ideal de internet

número de alunos	x	% de alunos com acesso à internet	x	% de alunos com que assistem vídeos online	x 3	= Velocidade da internet (Mbps) a ser contratada
+ número de alunos	x	% de alunos com acesso à internet	x	(1 - % de alunos com que assistem vídeos online)		
0,8 [Supondo que o provedor entregue 80% da largura da banda]						

Fonte: GICE.

Como podemos ver, é uma fórmula geral que tem como premissa a possibilidade de estimar quantos estudantes assistirão a vídeos simultaneamente na rotina escolar. Na prática, muitas vezes é irreal esperar que diretores ou técnicos façam esse cálculo detalhado. Além disso, embora os CEs possam adaptá-la estimando o uso máximo simultâneo, aplicá-la em toda a rede pública de ensino — com contextos e infraestruturas tão diversos — é impraticável para formuladores de políticas que precisam definir velocidades mínimas contratadas.

12. CENEC (2024)

> Por isso, com base nessa fórmula, a recomendação de velocidade mínima é de 1Mbps por estudante.

Esse parâmetro foi pensado para atender à maior parte das atividades escolares — considerando acessos simultâneos e o uso frequente de recursos de vídeo, que exigem mais dados — e servir como um guia prático e objetivo para contratação de serviços de internet, especialmente em situações em que não seja viável uma análise detalhada de todas as variáveis do modelo.

O quadro a seguir ilustra as possibilidades de uso pedagógico da internet tendo como referência a recomendação de 1 Mbps por aluno para diferentes CEs, com três cenários de uso prático, oferecendo aos gestores públicos uma referência rápida e acionável para o planejamento da velocidade da internet.

Quadro 5. Cenários de uso pedagógico da internet

Exemplos	Cenários de uso	Quantidade de estudantes assistindo vídeos	Quantidade de estudantes navegando	Quantidade total de estudantes online (considerando a atividade realizada e o total de internet provido pelo CE)
1 CE com 500 estudantes e 500 Mbps	Somente atividades básicas de navegação, como pesquisas ou uso de plataformas educacionais	0	500	500
	Atividades básicas de navegação e streaming de vídeos ao mesmo tempo	83	167	250
	Somente streaming de vídeo	160	0	160
2 CE com 200 estudantes e 500 Mbps	Somente atividades básicas de navegação, como pesquisas ou uso de plataformas educacionais	0	200	200
	Atividades básicas de navegação e streaming de vídeos ao mesmo tempo	150	50	200
3 CE com 500 estudantes e 250 Mbps	Somente atividades básicas de navegação, como pesquisas ou uso de plataformas educacionais	0	250	250
	Atividades básicas de navegação e streaming de vídeos ao mesmo tempo	20	180	200

Fonte: Elaboração própria

As estimativas acima podem servir tanto como uma meta de referência como ponto de partida para gestores que queiram definir a banda adequada para cada contexto escolar. Essa abordagem também ajuda a evitar tanto a subprovisão (CEs grandes com velocidades insuficientes, como o caso 3) quanto a superprovisão (CEs pequenos com velocidades exageradas, caso do exemplo 2). Ao mesmo tempo, fornece uma premissa mais realista para estruturar editais e contratos.

Contudo, a realidade de muitos CEs, sobretudo aqueles atendidos apenas por conexões de satélite, pode tornar inalcançável a meta de 1 Mbps por aluno. Nessas situações, é possível adotar, em caráter excepcional, velocidades menores ou parâmetros diferenciados.

A partir do parâmetro de 1 Mbps por aluno, é possível definir um horizonte de qualidade a ser alcançado, que será diferente para cada CE por conta do contexto pedagógico de uso da conectividade. O importante é que cada passo esteja alinhado ao objetivo maior: garantir que a internet seja capaz de cumprir sua função pedagógica.

Quadro 6. Níveis de conectividade e contextos pedagógicos correspondentes

Nível de conectividade	Meta de uso da conectividade	Contexto pedagógico adequado (Atende CEs que...)
1	Todos os estudantes do turno poderão fazer uso geral da internet ao mesmo tempo, como acessar o e-mail, sites de notícias ou realizar buscas no Google.	Fazem pouco uso de jogos pedagógicos ou vídeos, mas pretendem inserir os estudantes no mundo digital.
2	Metade dos estudantes do turno poderão acessar a internet ao mesmo tempo, sendo que, destes, um em cada três poderá realizar atividades com vídeo.	Usam a internet com mais frequência nas práticas pedagógicas, com grupos de estudantes que assistem recursos de vídeo de forma compartilhada.
3	1/4 dos estudantes daquele turno poderão realizar atividades com vídeo na internet ao mesmo tempo.	Utilizam de forma sistemática atividades em vídeo em um determinado momento para cada turma.

Fonte: GICE, 2022¹³

Um padrão observado nos processos de contratação da América Latina e do Caribe é que a região tende a estabelecer parâmetros desconectados do uso pedagógico. Por exemplo, em alguns países como Suriname e Costa Rica foram definidos valores uniformes de velocidade por centro educativo (por exemplo, 10 Mbps por escola ou faixas únicas de 15 a 500 Mbps por CE), sem considerar o número de matrículas, o total de salas de aula ou as necessidades digitais reais. Essa abordagem “simétrica” pode ser suficiente para trâmites administrativos, mas é claramente insuficiente para suportar plataformas educativas, videoconferências, bibliotecas digitais ou ferramentas de IA generativa; e, quando esses valores são incorporados sem ajustes nos editais, acabam se traduzindo em contratos que não sustentam o uso real da tecnologia em sala de aula.

13. GICE (2022).

Passo 3

Escolher a tecnologia de conexão

Para atingir os requisitos de qualidade necessários, a decisão mais importante diz respeito ao tipo de tecnologia escolhida. No mercado atual, existem diversas opções de tecnologias de conexão à internet, e a escolha entre elas tem impacto direto na qualidade da conexão, nos custos de implementação e manutenção e, consequentemente, na viabilidade das políticas públicas de conectividade na educação.

Existem duas categorias de tecnologias disponíveis: cabeadas ou sem fio. Cada tipo de conexão apresenta vantagens, limitações e custos específicos, que devem ser avaliados com base em critérios objetivos, como disponibilidade geográfica, estabilidade, capacidade de banda, escalabilidade e custo-benefício.

3.1 Conexões Cabeadas

As tecnologias cabeadas geralmente oferecem maior estabilidade, velocidade e menor latência. São, portanto, a opção mais recomendada sempre que disponíveis em determinada região.

Dentro desse grupo, destacam-se três tecnologias principais:

- > **ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line):** utiliza a infraestrutura existente de linhas telefônicas. Embora tenha sido uma solução amplamente usada no passado, o ADSL é atualmente considerado insuficiente para as demandas da educação digital moderna, pois oferece velocidades muito baixas e alta instabilidade.
- > **Cabo coaxial:** opera por meio de redes de TV a cabo e proporciona velocidades superiores às do ADSL. Contudo, apresenta limitações de disponibilidade e compartilhamento de banda entre usuários, o que pode afetar o desempenho.
- > **Fibra óptica:** é a tecnologia mais avançada disponível, oferecendo altíssimas velocidades (podendo ultrapassar 1 Gbps), baixa latência e alta confiabilidade. A fibra é altamente escalável e considerada a solução prioritária para a conectividade escolar sempre que houver disponibilidade na região.



3.2 Conexões sem fio

As tecnologias sem fio são essenciais para ampliar o acesso em áreas sem infraestrutura cabeada, como regiões com baixa densidade populacional ou com particularidades no terreno (florestas, rios, montanhas). Entretanto, tendem a apresentar maior instabilidade, latência elevada e custos mais altos por megabit quando comparadas às conexões cabeadas. **Entre as principais soluções, estão:**

- > **Celular (4G/5G):** utiliza redes móveis e pode ser implementado rapidamente, por meio de roteadores com chip (SIM card), modems ou dispositivos móveis. Apesar da praticidade, o alto custo por gigabyte, os limites de dados e a variação do sinal restringem seu uso como solução principal de conectividade para os CEs.
- > **Rádio:** permite a transmissão de sinal via antenas, dispensando cabos físicos até o CE. É uma alternativa interessante para áreas isoladas, mas sofre interferências climáticas, de relevo e de obstáculos físicos (prédios, árvores e nuvens), o que pode comprometer a qualidade da conexão.
- > **Satélite:** utiliza equipamentos posicionados na órbita terrestre para estabelecer a conexão. O sinal de internet é enviado pelo provedor para uma grande antena no solo, que transmite o sinal via ondas de rádio até o satélite, que por sua vez reflete o sinal para uma antena parabólica nos CEs, casas etc. Deve ser considerado quando não houver outra opção de conexão disponível, já que apresenta instabilidade e velocidades de download limitadas. Pode ser do tipo GEO (Órbita Geoestacionária) ou LEO (Órbita Baixa da Terra). O quadro a seguir descreve melhor cada um e faz uma comparação entre eles.

Quadro 7. Tipos de Satélites: Órbita Geoestacionária ou Órbita Terrestre Baixa

Características	GEO (Órbita Geoestacionária)	LEO (Órbita Baixa da Terra)
Altitude	35.786 km acima da Terra	500 a 1.200 km (até 2.000 km)
Latência	Alta: 500-700 ms (atraso perceptível)	Baixa: 20-50 ms (semelhante à banda larga terrestre)
Cobertura	Muito ampla: um satélite pode cobrir um continente	Pequena: cada satélite cobre uma área reduzida, exigindo constelações com milhares de satélites
Uso mais indicado	Áreas extremamente remotas, onde não há outra alternativa e a latência não seja fator crítico (Ex: acesso básico à informação)	Regiões rurais e desconectadas que necessitam de internet de qualidade para atividades interativas, como educação a distância e telemedicina

Fonte: Elaboração própria

No contexto escolar, a recomendação geral é priorizar a fibra óptica, que oferece maior estabilidade e velocidade de download máxima. Sendo assim, sempre que disponível a preço acessível, ela deve ser adotada. No entanto, em áreas remotas da América Latina e do Caribe, onde a infraestrutura é limitada, alternativas como satélite ou rádio ainda são necessárias.

Para facilitar a comparação entre as tecnologias de conexão, o quadro a seguir resume as principais informações sobre elas e indica quando seu uso é recomendado.

Quadro 8. Principais informações sobre as tecnologias de conexão e quando seu uso é recomendado.

Tecnologia de acesso	Velocidade média (em megabits por segundo)	Latência (atraso em milissegundo)	Vantagens	Limitações	Uso recomendado
ADSL	1–24 Mbps	30–100 ms	– Baixo custo – Utiliza redes telefônicas existentes – Ampla disponibilidade urbana	– Baixa velocidade – Upload muito limitado – Conexão instável, obsoleta para demandas digitais atuais	Geralmente não recomendado
Cabo Coaxial	25–300+ Mbps	10–40 ms	– Mais rápido e estável que ADSL – Fácil implementação onde há infraestrutura de TV a cabo	– Limitado a áreas com rede de TV a cabo – Banda compartilhada reduz o desempenho em horários de pico	Geralmente não recomendado.
Rádio	1–50 Mbps	20–100+ ms	– Alcance em áreas remotas – Implantação rápida – Não exige cabeamento	– Instabilidade possível devido a clima ou interferência – Alta latência – Velocidade variável	Recomendado para CEs em casos específicos.
Móvel (4G)	15–50 Mbps	30–60 ms	– Mobilidade – Ampla cobertura – Instalação simples	– Limites de dados (data caps) – Alto custo por GB – Instabilidade de sinal em áreas remotas ou congestionadas	Recomendado para CEs em casos específicos.
Fibra Óptica	100 Mbps – 10 Gbps	<10–20 ms	– Velocidade muito alta – Baixa latência – Conexão estável – Escalável	– Alto custo inicial de implantação – Cobertura limitada a áreas urbanas e redondezas	Melhor opção
Satélite GEO	10–100 Mbps	500–700 ms	– Cobertura global e estável (chega qualquer lugar) – Poucos satélites necessários – Posição fixa, facilitando o apontamento das antenas	– Alta latência – não é adequado para atividades em tempo real (Ex: aulas síncronas) – Velocidades menores em comparação com a banda larga moderna – Limites de dados – Alto custo – Dependente das condições climáticas	Recomendado onde nenhuma alternativa é viável.
Satélite LEO	50–250 Mbps	20–50 ms	– Ampla cobertura – Menor latência, comparado ao GEO (adequada para videoconferências, ensino remoto e jogos online) – Velocidades mais altas e estáveis – Planos de dados ilimitados	– Necessidade de milhares de satélites – Cobertura ainda em expansão em algumas regiões – Alto custo inicial – Custos elevados de infraestrutura e manutenção (superior a redes cabeadas)	Recomendado em áreas remotas quando a fibra não está disponível.

Fonte: Elaboração própria

Passo 4

Entender a infraestrutura interna necessária

Dentro dos centros educativos (CEs), a solução completa de rede Wi-Fi cabeada é basicamente composta por:

- > **estabilidade elétrica;**
- > ativos centrais de rede, como **firewall** com funções de segurança e **switch de distribuição;**
- > camada de serviços para **manutenção e gerenciamento** da solução.
- > **pontos de acesso** (APs) cabeados.

Quadro 9. Representação dos componentes de uma solução Wi-Fi

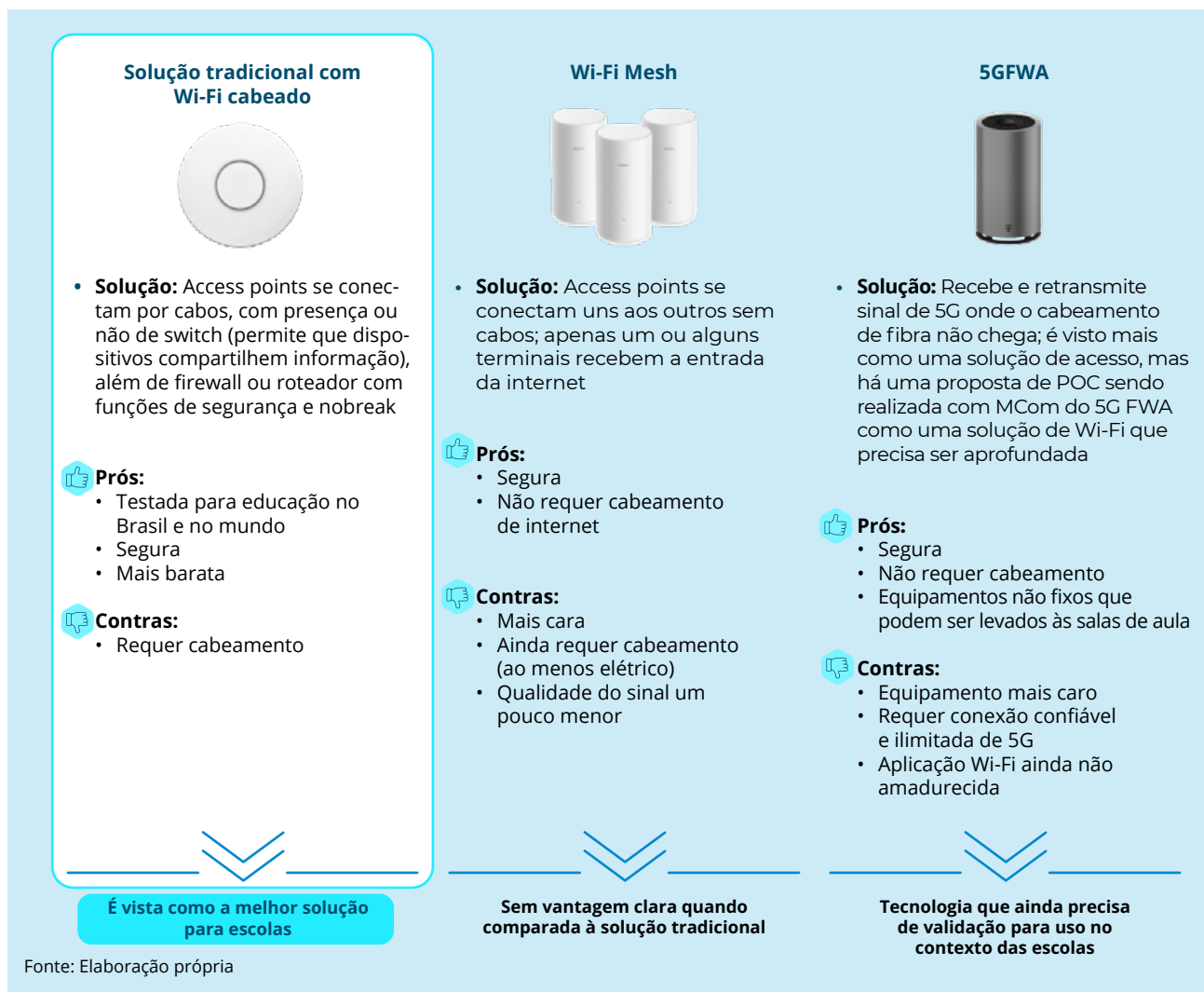
Solução recomendada					
Estabilidade elétrica	Rede interna			Serviços	
	Roteamento e segurança	Distribuição	Cobertura de sinal		
					
Nobreak	Roteador/ Firewall	Switch + Cabeamento	Access point	Manutenção	Gerenciamento
Protege os equipamentos de oscilações elétricas e atua como uma bateria no caso de queda de energia.	Conecta a rede interna à internet e possui funções de segurança como filtro de conteúdo, proteção de dados, etc.	Distribui acesso cabeado e todos os dispositivos da rede.	Distribui o sinal sem fio (wi-fi) pelos ambientes da escola.	Serviço de suporte e manutenção quando necessário.	Dashboards e acesso remoto centralizado a escolas e equipamentos.

Fonte: Elaboração própria

É fundamental lembrar que todos os equipamentos e materiais que compõem a rede lógica da escola até os APs devem ter capacidade de trafegar a velocidade total do link de internet contratado, viabilizando o uso potencial de toda a banda contratada em qualquer ponto da rede.

No Brasil, apesar da predominância de projetos de solução Wi-Fi com APs cabeados, existem ainda outros tipos de soluções de rede sem fio¹⁴. O quadro a seguir faz uma comparação entre elas.

Quadro 10. Comparação entre soluções de conectividade Wi-Fi para centros educativos



Mesmo apresentando as outras opções, a solução de Wi-Fi tradicional com APs cabeados foi unanimemente citada como a mais confiável¹⁵. **Sendo assim, e com base na visão de sucesso descrita no Passo 2, os componentes de uma solução de Wi-Fi adequada são listados e descritos a seguir.**

¹⁴. As soluções Wi-Fi Mesh e 5G FWA foram mencionadas nas entrevistas do estudo realizado pela MegaEdu com apoio do BID.

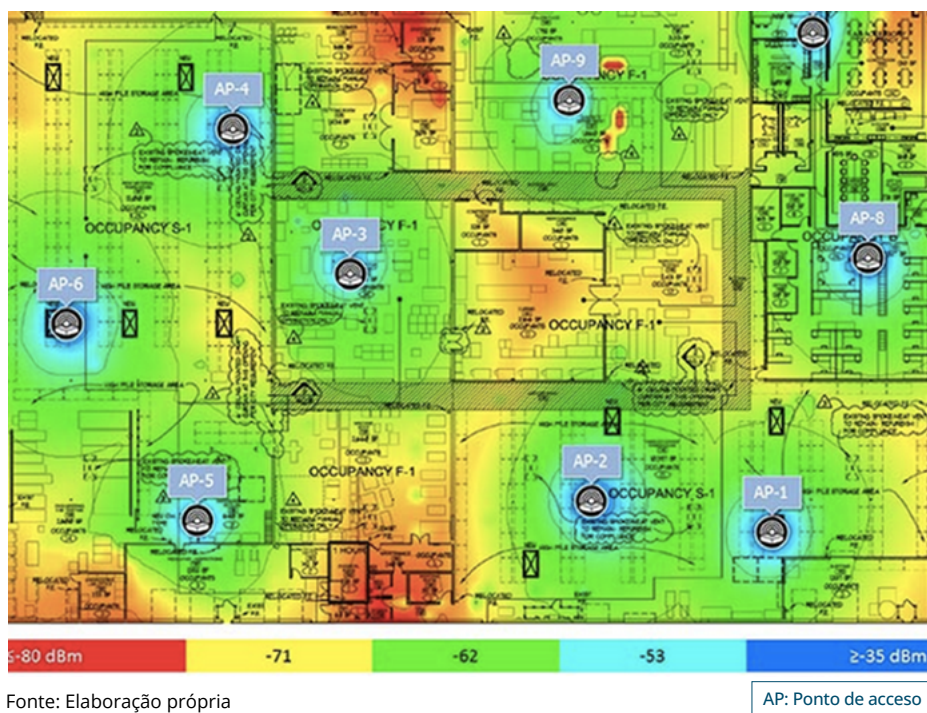
¹⁵. Segundo as entrevistas realizadas no estudo da MegaEdu com apoio do BID sobre as melhores práticas para implementar soluções de Wi-Fi eficazes em escolas públicas do Brasil.

4.1 Distribuição de sinal Wi-Fi

A forma mais comum de medir a intensidade do sinal Wi-Fi é em dBm (decibéis relativos a um miliwatt) e é expresso como um número negativo de 0 a -100. **Quanto mais distante do 0 e mais próximo de -100dBm, pior a intensidade do sinal Wi-Fi.** Publicações brasileiras¹⁶ e internacionais¹⁷ apontam que uma intensidade de sinal Wi-Fi superior a -70dBm é o nível mínimo necessário para viabilizar atividades de “uso geral” na internet, como pesquisas na web, leitura de notícias, envio de e-mails etc.

Idealmente, recomenda-se a realização de uma pesquisa in loco (site survey) para garantir uma cobertura ou “iluminação” de sinal Wi-Fi de qualidade em todos os ambientes, com validação presencial após a instalação. Isso também pode ser feito previamente à instalação e de forma remota, por meio de softwares de mapa de calor que utilizam a planta baixa da escola. Nestes casos, recomenda-se considerar uma margem de erro pois, como toda simulação em software, os valores podem diferir da realidade, resultando em ambientes com intensidade de sinal inferior ao planejado.

Figura 3. Exemplo de site survey em software de mapa de calor



Fonte: Elaboração própria

*O estudo realizado pela MegaEdu com o apoio do BID no Brasil recomenda a instalação de **um ponto de acesso (AP) a cada dois ambientes escolares**, buscando instalá-los de forma a otimizar a distribuição de sinal Wi-Fi por todo o CE. Apesar dessa proporção não resultar sempre na quantidade exata de APs necessária para um dado centro educativo, ela é uma proxy já conhecida pelo mercado e foi citada repetidas vezes nas entrevistas realizadas no estudo como uma boa estimativa quando a validação lógica é inviável.*

16. NetSpot (s.d.)

17. MetaGeek (s.d.)

4.2 Manutenção do serviço

Quando se trata de tecnologia, um serviço de suporte e manutenção é essencial para garantir a perenidade da solução Wi-Fi implementada. Peru e Costa Rica são exemplos de países da região em que os serviços foram instalados, mas não houve mecanismos adequados de manutenção, resultando em interrupções frequentes. Assim, a disponibilização ou contratação desses serviços deve assegurar o pleno funcionamento da solução de rede Wi-Fi pelo período de duração do contrato, podendo incluir manutenções preventiva, programada e corretiva.

Para isso, os critérios e prazos para o tempo de atendimento a chamados devem estar bem definidos no Acordo de Nível de Serviço (SLA) do contrato firmado com o prestador de serviços. Enquanto prazos longos demais prejudicam a experiência dos centros educativos, prazos muito exigentes podem encarecer o contrato, principalmente quando há CEs remotos e de difícil acesso.



NA PRÁTICA: Para otimizar o custo-benefício do SLA, defina um prazo de atendimento que se baseie em duas variáveis:

- > urgência do problema;
- > distância do CE à capital ou a centros urbanos.

Centros mais próximos ou problemas mais urgentes devem ter prazos de atendimento mais exigentes, enquanto aqueles mais remotos ou problemas de menor urgência podem apresentar limites mais longos, permitindo um tempo maior para atendimento e resolução, como exemplifica o quadro a seguir.

Quadro 11. Classificação dos chamados de suporte ao cliente e prazos de atendimento por distância do CE

Classificação do chamado	Descrição	Tempo de início do atendimento	Tempo de solução para CEs distantes até 50 km da cidade-polo mais próxima	Tempo de solução para CEs distantes até 100 km da cidade-polo mais próxima	Tempo de solução para CEs distantes a mais de 100 km da cidade-polo mais próxima
1. Urgente	Indisponibilidade dos ativos de rede e identificação de falha na solução com interrupção do serviço em toda a unidade escolar	Em até 4 horas	Em até 8 horas	Em até 12 horas	Em até 24 horas
2. Muito importante	Erros ou problemas recorrentes que impactam no acesso aos ativos e conteúdos educacionais	Em até 6 horas	Em até 12 horas	Em até 24 horas	Em até 36 horas
3. Importante	Reconfiguração de ativos instalados na infraestrutura	Em até 8 horas	Em até 24 horas	Em até 48 horas	Em até 48 horas
4. Contínuo	Consulta técnica, dúvidas em geral, monitoramento e gerenciamento da infraestrutura	Suporte remoto			

Fonte: Elaboração própria

DICA: Para viabilizar o atendimento dos serviços de manutenção em grandes extensões territoriais, é importante permitir que a empresa contratada terceirize o atendimento em determinadas regiões através de parceiros locais. Os SLAs acordados com a empresa principal, entretanto, também serão exigidos no serviço da terceirizada.

4.3 Segurança digital

A segurança digital é a prática de proteger sistemas, redes e programas contra ameaças virtuais. **No contexto escolar, recomenda-se que uma solução de segurança digital possibilite, pelo menos:**

- > Aplicação de **filtros de conteúdo** para controle ou bloqueio de acesso a determinados sites e aplicativos;
- > **Monitoramento e análise** do conteúdo acessado para fins de segurança;
- > **Proteção** contra ameaças externas e internas, bem como a proteção de dados pessoais dos usuários.

A utilização de dados pessoais é comum no âmbito educacional para fins de acompanhamento do desempenho dos estudantes, avaliação dos educadores e formulação de políticas educacionais. Contudo, é essencial que o uso desses dados seja feito com responsabilidade e precaução, especialmente quando se trata de informações de crianças e adolescentes. No contexto global, a proteção de dados pessoais tem sido regulamentada em diversos países, visando garantir o direito à privacidade e o controle sobre as informações individuais.

A definição dos conteúdos a serem filtrados é um aspecto crucial e deve ser realizada por um grupo multidisciplinar que inclua educadores, gestores e especialistas técnicos. Além disso, a promoção de uma cidadania digital é fundamental para conscientizar estudantes e educadores sobre o uso responsável e seguro das tecnologias digitais, incentivando reflexões críticas e boas práticas no ambiente online.

Por fim, as redes de ensino devem assegurar a disponibilização de estrutura tecnológica adequada, incluindo sistemas de gestão capazes de configurar filtros de conteúdo, monitorar o uso seguro e proteger os dados dos usuários.

Passo 5

Realizar uma pesquisa de mercado

O principal objetivo da pesquisa de mercado é comparar alternativas e assegurar viabilidade técnica, custo-benefício e sustentabilidade da solução. Uma investigação sólida não só permite conhecer o que está disponível, mas também antecipar o que é possível exigir — evitando que a estratégia de contratação se baseie em premissas irrealistas.

Os passos já listados neste guia funcionam como um processo incremental da pesquisa de mercado. Diagnosticar a realidade dos centros educativos (CEs), definir parâmetros técnicos e entender quais tecnologias e infraestruturas são necessárias para levar a conectividade para dentro da sala de aula são formas de aproximar a demanda educativa da oferta existente. No entanto, somente uma investigação de mercado estruturada permite responder com realismo: o que o mercado consegue oferecer — e em quais condições — para viabilizar a conectividade significativa?

Uma pesquisa rigorosa deve ir além da identificação de fornecedores, incluindo:

- > Disponibilidade real de tecnologia por território;
- > Capacidades de banda e limitações da infraestrutura;
- > Cobertura geográfica (urbana, periurbana, rural e remota);
- > Custos praticados, condições contratuais, capacidade de manutenção e continuidade do serviço.

Além disso, a pesquisa de mercado deve identificar a estrutura real do mercado e a disposição dos provedores em participar. Países que promoveram consultas técnicas e diálogo com o mercado — como Chile e Brasil — conseguiram ajustar exigências técnicas e reduzir o risco de licitações fracassadas. Onde isso não ocorreu — como Peru e Costa Rica — observaram-se processos declarados desertos ou inviáveis.

As experiências de diferentes países latino-americanos¹⁸ mostram ainda que é um erro assumir, sem comprovação prévia, que aquilo que se deseja contratar é tecnicamente viável. No Chile, pretender fibra em áreas remotas implicava custos desproporcionais. No Peru, a licitação foi cancelada por falta de orçamento e por sobrestimar a capacidade do mercado. Por isso, a pesquisa deve partir de um diagnóstico realista da infraestrutura disponível e das tecnologias adequadas a cada contexto.

A combinação de tecnologias, como observada no Brasil — fibra em áreas densas, rádio enlace em zonas intermediárias e satélite em localidades remotas — mostrou que a pesquisa de mercado também é uma oportunidade para ampliar soluções, não apenas verificá-las.

Outro componente fundamental é a segmentação adequada de zonas ou lotes, utilizando critérios técnicos e geográficos. Nos países onde os lotes foram dimensionados sem considerar a capacidade real dos fornecedores, observou-se baixa participação, pouca competitividade e custos elevados. Onde houve segmentação por zonas mais homogêneas, como em partes do Chile e Brasil, aumentou-se a atratividade do mercado.

DICA: *Diversos fabricantes no mercado fornecem bons modelos de ponto de acesso (AP) e atendem com abrangência nacional. Inclusive, os modelos de AP de entrada das principais marcas disponíveis atualmente já são capazes de atender às necessidades do ambiente escolar. A recomendação é que se garanta que os equipamentos Wi-Fi comprados sejam, de fato, APs (equipamento corporativo), e não roteadores Wi-Fi “caseiros”, que, por diversos motivos – como capacidade de gerir conexões simultâneas, potência de sinal etc. –, não são recomendados para ambientes com grande volume de usuários, como é o caso de um centro educativo.*

Passo 6

Mapear recursos disponíveis e estimar custos

Esta etapa é fundamental para entender a viabilidade financeira da implementação e a sustentabilidade da solução Wi-Fi em todos os centros educativos (CEs) do território. Esse processo envolve identificar as fontes de financiamento existentes, além de estimar os investimentos necessários para infraestrutura, equipamentos, serviços de conectividade e manutenção numa escala regional ou nacional.

6.1 Fontes de recurso

Além dos recursos próprios dos governos locais, fundos e programas nacionais desempenham um papel essencial no financiamento de soluções de conectividade em escala, garantindo que os investimentos cheguem a todos os CEs de maneira equitativa e sustentável, viabilizando projetos de conectividade de grande escala e colaborando para a democratização do acesso à internet.

Tomando o contexto do Brasil como exemplo, destacam-se iniciativas como:

- > **FUST (Fundo de Universalização dos Serviços de Telecomunicações):** criado para promover a universalização de serviços de telecomunicações, o FUST recentemente também passou a financiar infraestrutura de telecomunicações em áreas remotas, e tem um potencial acumulado de mais de R\$ 20 bilhões.
- > **Lei 14.172/2021:** Determina o repasse de R\$ 3,5 bilhões para estados e municípios investirem em conectividade e dispositivos para escolas públicas, priorizando a inclusão digital de estudantes e professores.
- > **Programa de Inovação Educação Conectada (PIEC):** Programa nacional voltado para a implementação de conectividade e infraestrutura digital nas escolas públicas, com recursos do governo federal e parceiros.
- > **Leilão do 5G:** Parte do valor arrecadado com o leilão de frequências 5G (2021) é destinado à construção de redes de fibra óptica para conectar escolas públicas, com um investimento estimado em R\$ 3,1 bilhões.

É de extrema importância que se pense o foco e escopo de cada fonte de recurso, para definir em que a verba pode ser gasta e, assim, definir quem deve recebê-la, buscando evitar sobreposições e alcançar o maior número de CEs possível. Desenhar essa coordenação é essencial para sua efetividade. Recursos destinados à contratação do link de internet, por exemplo, devem estar alinhados com recursos para solução Wi-Fi, uma vez que um link de alta velocidade não atende aos alunos sem uma solução Wi-Fi e vice-versa.

No Brasil, foi criada a Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (ENEC)¹⁹, que tem como uma de suas atribuições pensar a coordenação de políticas e recursos relacionados à conectividade.

6.2 Custo por CE

Segundo as entrevistas realizadas no estudo da MegaEdu com apoio do BID no Brasil, é essencial ter informações sobre diferentes variáveis para definir o custo total de uma solução Wi-Fi para um centro educativo. **Isso significa levar em consideração que:**

- > A **quantidade de ambientes** que se deseja distribuir sinal Wi-Fi influencia a quantidade de equipamentos de rede necessários.
- > A **área dos ambientes** a serem iluminados influencia a potência que devem ter os pontos de acesso (APs) para iluminar uma área maior ou menor.
- > A **densidade de usuários** por ambiente influencia a robustez dos equipamentos que precisam gerir mais ou menos conexões simultâneas.
- > Características prediais, disposição espacial dos ambientes na planta, largura e material das paredes etc.

No entanto, o estudo mostrou que é possível estimar o custo de implantação de uma solução Wi-Fi dividindo-o em duas categorias principais: custo fixo, que independente das características físicas do CE, e custo variável, dependente principalmente do tamanho da escola. Cada uma dessas categorias olha para diferentes variáveis, como demonstra o quadro a seguir.

Quadro 12. Composição dos custos fixos e variáveis de uma solução Wi-Fi por centro educativo

	Custo fixo	Custo variável
Ativos de rede	Ativos de rede centrais, como firewall e switch	Quantidade de APs necessários para iluminar os ambientes desejados
Camada de serviço	Instalação e manutenção dos ativos listados acima (apenas uma unidade por CE, independentemente do seu tamanho), locomoção até o CE etc.	Instalação e manutenção aumentam de forma proporcional à quantidade de ativos de rede instalados. Ou seja, quanto maior o CE, maior a quantidade de APs.

Fonte: Elaboração própria

19. MegaEdu & BID (s.d.)

Assim sendo, a quantidade de ambientes a serem conectados se torna o principal fator para estimar o custo total da solução Wi-Fi por CE²⁰ e, conseqüentemente, do país. **A partir do quadro acima, esse cálculo segue os seguintes passos:**

- 1 Utilizando o parâmetro já citado de um AP a cada dois ambientes do CE, estima-se a quantidade necessária de APs por escola a partir da quantidade de ambientes de cada CE²¹.
- 2 Com a quantidade de APs a serem instalados em cada CE e o custo estimado da solução Wi-fi para cada quantidade de APs²², obtém-se o custo específico por CE.
- 3 Com os custos específicos de todos os centros educativos, estima-se o custo total do país.²³

DICA: Fontes de dados estruturadas com informações detalhadas e atualizadas de cada centro educativo são essenciais tanto para a realização do diagnóstico da situação atual (Passo 1) quanto para o cálculo do custo total para implementar Wi-Fi em todo o país. Sem elas, a complexidade dessa estimativa seria muito maior.

20. (CG-FURST, 2025)

21. (INEP, s.d.)

22. (SEI/MCOM, 2025)

23. Dados do diagnóstico realizado para saber o ponto de partida pode ser subtraído da estimativa de custo total, retirando o total de escolas que já possuem solução adequada.

Passo 7

Monitorar e fazer ajustes contínuos

O monitoramento transforma a conectividade escolar em uma política viva, capaz de se adaptar, corrigir rumos e responder às necessidades reais dos centros educativos (CEs). Quando os países implementam sistemas permanentes de acompanhamento, o diagnóstico deixa de ser uma fotografia inicial e passa a ser um instrumento dinâmico de gestão.

Diversos casos na América Latina e no Caribe mostram que um monitoramento eficaz integra três camadas:

- > dados técnicos (velocidade, estabilidade, rede interna, falhas);
- > dados de gestão (contratos, cobertura, custos, prestadores);
- > dados pedagógicos (uso educacional, número de usuários, plataformas e aplicações).

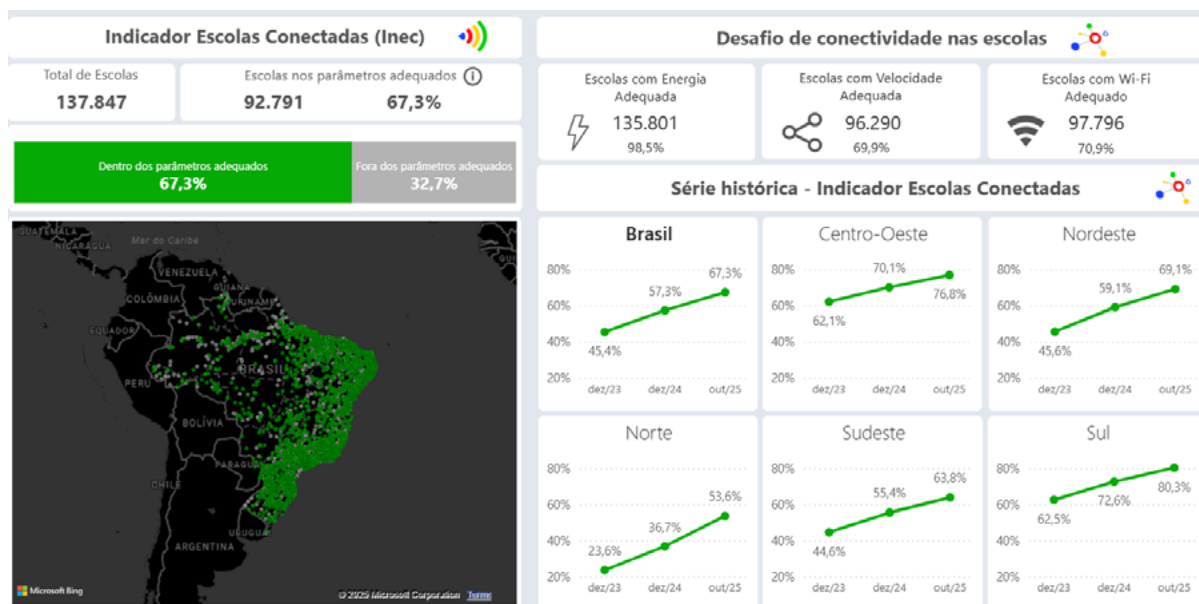
Essa integração permite superar a lógica de “escola conectada” como ponto de acesso e avançar para “conectividade significativa” como condição para participação, aprendizagem e gestão escolar. Alguns países já caminham nessa direção, como mostram os exemplos a seguir.

7.1 Exemplos internacionais

Brasil: Painel de Monitoramento do Ministério da Educação (MEC)²⁴

Ferramenta que apresenta os resultados do Indicador Escolas Conectadas (Inec) em três dimensões: energia elétrica, velocidade de internet e rede Wi-Fi.

Figura 4. Resultados do Indicador Escolas Conectadas no Brasil e por região



Fonte: Ministério da Educação do Brasil

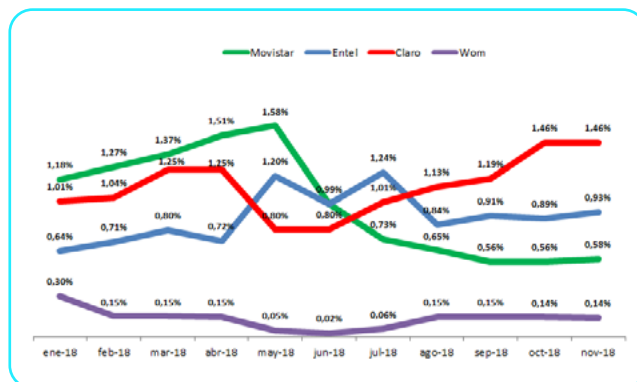
Uruguai: Plano Ceibal²⁵

Mantém indicadores permanentes sobre conectividade nos CEs, integrando dados técnicos e pedagógicos em relatórios públicos.

Chile: Subtel²⁶

Publica informações sobre cobertura e qualidade da conectividade em centros educativos públicos, com acesso via painéis interativos.

Figura 5. Indicadores de qualidade das redes moveis urbanas publicados pela Subtel, Chile



Fonte: Subsecretaría de Telecomunicaciones del Chile

24. MEC (s.d.)

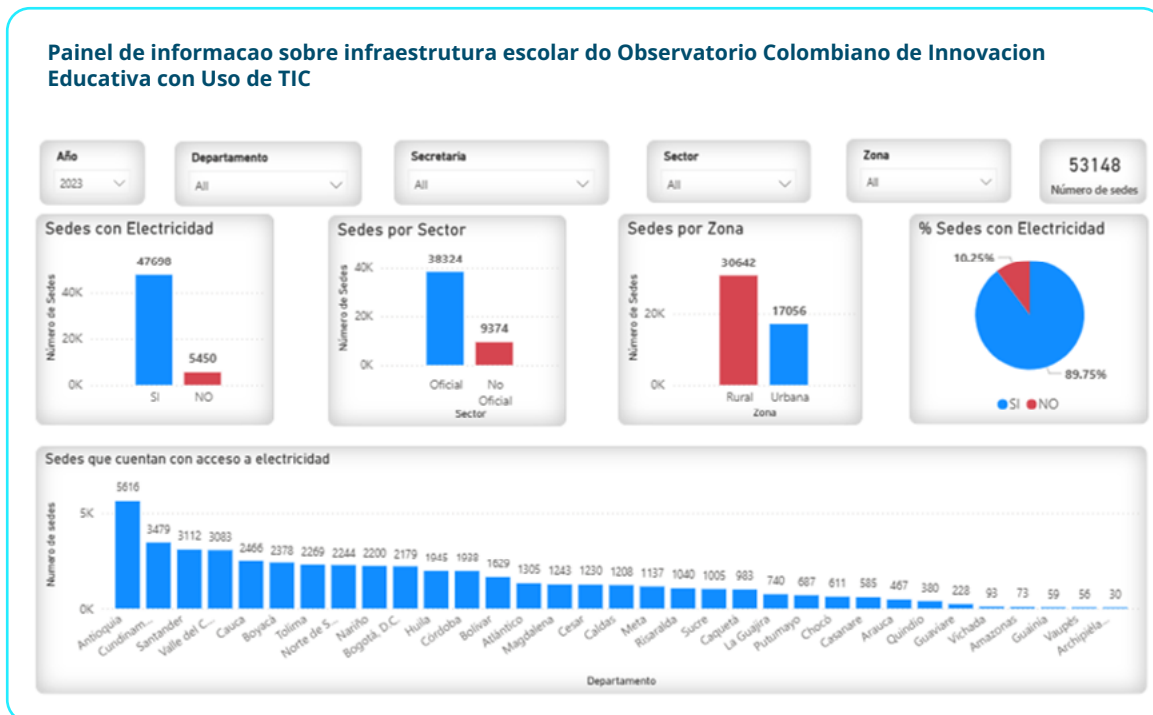
25. Plan Ceibal (2024)

26. Subtel (s.d.)

Colômbia: MinTIC²⁷

Desenvolveu sistemas de acompanhamento de conectividade – como o Observatório Colombiano de Innovación Educativa con Uso de TIC –, vinculando-os a programas educacionais e de inclusão digital.

Figura 7. Acesso à eletricidade nas unidades escolares da Colômbia



Fonte: Observatorio Colombiano de Innovación Educativa con Uso de TIC

Essas experiências²⁸ demonstram que monitorar não é apenas medir: é governar. Assim, o monitoramento torna-se o elo que fecha – e ao mesmo tempo reinicia – o ciclo de conectividade escolar, consolidando políticas públicas sustentáveis, equitativas e alinhadas às transformações educacionais.

²⁷. MinTIC (s.d.)

²⁸. Para mais informações sobre todas essas experiências, consulte a Parte 2 do documento “Como contratar conectividade nas escolas: caminhos e aprendizados da América Latina e Caribe”. MegaEdu & BID (s.d.)

Conclusão



A implementação de soluções Wi-Fi eficazes nas escolas públicas é um passo fundamental para transformar a educação e reduzir desigualdades no acesso à tecnologia. Este documento buscou trazer os principais aprendizados do Brasil e de países da América Latina, apresentados em forma de sete passos essenciais para o planejamento da implementação de redes Wi-Fi escolares que sejam robustas e adequadas ao contexto pedagógico.

- > **O primeiro passo (conhecer o ponto de partida)** enfatiza a importância de realizar um diagnóstico preciso da infraestrutura existente, que leve em consideração uma análise geoespacial da rede de ensino. Compreender quais escolas já possuem soluções adequadas, quais ainda precisam de investimento e onde estão localizadas é crucial para priorizar ações e otimizar recursos.
- > **O segundo passo (definir parâmetros a partir da visão de sucesso)** é essencial para garantir que as soluções adotadas atendam plenamente às necessidades pedagógicas. Estabelecer padrões claros de qualidade e conectividade desde o início permite alinhar as expectativas de desempenho e criar uma base sólida para todo o projeto.
- > **O terceiro passo (escolher a tecnologia de conexão)** apresenta as vantagens, as limitações e diversos critérios que devem ser avaliados na hora de entender quais dos diferentes tipos de tecnologia existentes se encaixam melhor nas necessidades e na realidade da rede de ensino. Sempre que possível e disponível, deve-se priorizar a fibra óptica, que oferece maior estabilidade e velocidade de download máxima.
- > **No quarto passo (entender a infraestrutura interna necessária)**, olha-se para os requisitos necessários para viabilizar a conectividade dentro dos centros educativos, o que inclui a distribuição uniforme de sinal Wi-Fi, e segurança digital e manutenção adequada. Também destaca-se o papel central dos pontos de acesso (APs) e a superioridade da solução cabeada tradicional em termos de confiabilidade e eficiência.
- > **No quinto passo (realizar uma pesquisa de mercado)**, é possível identificar fornecedores, tecnologias e custos, garantindo sustentabilidade e melhor custo-benefício.
- > **O sexto passo (mapear recursos disponíveis e estimar custos)** reforça a necessidade de alinhar as fontes de financiamento, como fundos nacionais e programas federais, com as demandas específicas das escolas. Além disso, a estimativa de custos deve considerar tanto os investimentos iniciais quanto os custos recorrentes, garantindo que a solução seja viável no longo prazo.
- > Por fim, **no sétimo passo (monitorar e fazer ajustes contínuos)**, fica evidente que somente com dados atualizados é possível ajustar contratos, revisar padrões técnicos, reorientar recursos, priorizar centros educativos vulneráveis e planejar expansões.

Seguindo esses sete passos, esperamos que governos e instituições de toda a América Latina e Caribe possam estar mais preparados para o processo de contratação do serviço de conectividade²⁹, entendendo o impacto direto de um bom planejamento na equidade. Afinal, com um diagnóstico incompleto ou fragmentado, os processos de licitações se tornam inviáveis e os centros educativos (CEs) mais isolados continuam excluídos. Ou seja, sem um bom ponto de partida, aumenta-se o risco de perpetuar desigualdades educacionais derivadas do acesso desigual à tecnologia.

²⁹. Para saber mais sobre o processo de licitação de conectividade e conhecer melhor as experiências de conectividade em sete países da América Latina, recomenda-se a leitura do documento “Como contratar conectividade nas escolas: caminhos e aprendizados da América Latina e Caribe”.

Referências bibliográficas

Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel). (2021). Edital de Licitação nº 1/2021-SOR/SPR/CD-Anatel — faixas de 700 MHz, 2,3 GHz, 3,5 GHz e 26 GHz (Leilão do 5G). Brasília: Anatel.

Arias Ortiz, E., Castro, N., Forero, T., Gambi, G., Giambruno, C., Pérez-Alfaro, M., & Rodríguez-Segura, D. (2025). IA e educação: construindo o futuro pela transformação digital. Washington, DC: Banco Interamericano de Desenvolvimento.

Banco Interamericano de Desenvolvimento. (s.d.-a). Como contratar conectividade nas escolas: caminhos e aprendizados da América Latina e Caribe. Washington, DC: BID.

Banco Interamericano de Desenvolvimento & Deloitte. (2025). Metodologia de análise geoespacial para avaliar lacunas e planejar a implantação de infraestrutura de conectividade digital em centros educativos. Washington, DC: BID (IFD/CMF e SCL/EDU).

Bettega, E. T., Marin, G., & Kuester Neto, P. (2020). Os limites da banda larga: o papel da conectividade nos usos das TIC para o desenvolvimento das competências digitais nas escolas públicas brasileiras. In Nucleo de Informacao e Coordenacao do Ponto BR (Ed.), Pesquisa sobre o uso das tecnologias de informacao e comunicacao nas escolas brasileiras: TIC Educacao 2019 (pp. 147–161). Comitê Gestor da Internet no Brasil. https://cetic.br/media/docs/publicacoes/2/20201123090444/tic_edu_2019_livro_eletronico.pdf

Brasil. (2021). Lei nº 14.172, de 10 de junho de 2021: dispõe sobre a garantia de acesso à internet, com fins educacionais, a alunos e a professores da educação básica pública. Diário Oficial da União. https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2021/lei/l14172.htm

Brasil. Comitê Executivo da Estratégia Nacional de Escolas Conectadas. (2024a). Resolução CENEC nº 2, de 22 de fevereiro de 2024. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cenec-n-2-de-22-de-fevereiro-de-2024-546279176>

Brasil. Comitê Executivo da Estratégia Nacional de Escolas Conectadas. (2024b). Resolução CE-ENEC nº 3, de 11 de julho de 2024. Diário Oficial da União. <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-ce/enec-n-3-de-11-de-julho-de-2024-572637374>

Brasil. Comitê Gestor do FUST (CG-FUST). (s.d.). Diretrizes para abertura de edital de projeto não reembolsável — 1 — OGU. Brasília: Ministério das Comunicações. <https://sei.mcom.gov.br/>

Brasil. Ministério da Educação. (s.d.-a). Estratégia Nacional de Escolas Conectadas (ENEC). <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas>

Brasil. Ministério da Educação. (s.d.-b). Painel de Monitoramento das Escolas Conectadas. <https://www.gov.br/mec/pt-br/escolas-conectadas/painel-de-monitoramento>

Brasil. Ministério da Educação. (s.d.-c). Programa de Inovação Educação Conectada (PIEC). <https://www.gov.br/mec/pt-br/educacao-conectada>

Brasil. Ministério das Comunicações. (s.d.). Programa Norte Conectado. <https://www.gov.br/mcom/>

Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB). (2022). Relatório Guia Edutec. São Paulo: CIEB. <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2022/12/2022-12-12-Relatorio-Guia-Edutec.pdf>

Education Estonia. (s.d.). How Estonia ensures internet access for schools. Tallinn: Education and Youth Board (HARNO). <https://www.educationestonia.org/internet-infrastructure-school/>

EducationSuperHighway. (s.d.). K-12 bandwidth goals. San Francisco: EducationSuperHighway. <https://www.educationsuperhighway.org/upgrade/k-12-bandwidth-goals/>

European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology. (2019). 2nd survey of schools: ICT in education — Objective 2: Model for a “highly equipped and connected classroom”. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Federal Communications Commission (FCC). (2014). Modernizing the E-rate program for schools and libraries (Report and Order and Further Notice of Proposed Rulemaking, FCC 14-99). Washington, DC: FCC.

Giga (UNICEF & UIT) & Boston Consulting Group. (2021). [Título por confirmar].

Grupo Interinstitucional de Conectividade na Educação (GICE). (2021). Guia de conectividade na educação: passo a passo para a conectividade das escolas públicas brasileiras. São Paulo: GICE / CIEB / NIC.br. <https://cieb.net.br/guia/>

Grupo Interinstitucional de Conectividade na Educação (GICE). (2022). Nota técnica: qual a velocidade de internet ideal para minha escola? Como definir o plano de internet baseado em parâmetros técnicos e pedagógicos. São Paulo: GICE / CIEB / GMB / MegaEdu / NIC.br. ISBN 978-65-5854-681-8. <https://nic.br/publicacao/nota-tecnica-qual-a-velocidade-de-internet-ideal-para-minha-escola/>

HEAnet. (s.d.). Schools network. Dublin: HEAnet. <https://www.heanet.ie/schools-network>

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2018). Regiões de influência das cidades (REGIC). Rio de Janeiro: IBGE. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/redes-e-fluxos-geograficos/15798-regioes-de-influencia-das-cidades.html>

Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). (s.d.). Censo Escolar da Educação Básica. Brasília: INEP. <https://www.gov.br/inep/pt-br/areas-de-atuacao/pesquisas-estatisticas-e-indicadores/censo-escolar>

MegaEdu & Banco Interamericano de Desenvolvimento. (s.d.-b). Estudo sobre melhores práticas para implementar soluções Wi-Fi eficazes em escolas públicas do Brasil.

MetaGeek. (s.d.). Wi-Fi signal strength basics. <https://www.metageek.com/training/resources/wifi-signal-strength-basics/>

Ministerio de Educacao Nacional da Colômbia. (s.d.). Observatorio Colombiano de Innovación Educativa con Uso de TIC. <https://obsedutic.mineduccion.gov.co/>

NetSpot. (s.d.). O que é a força do sinal WiFi e por que devo me importar com isso? <https://www.netspotapp.com/pt/wifi-signal-strength/wifi-signal-strength-and-its-impact.html>

Plan Ceibal. (2024). Memoria institucional 2020–2024. Montevideo: Ceibal. <https://ceibal.edu.uy/institucional/memoria-2020-2024/>

Red.es. (s.d.). Escuelas Conectadas. Madrid: Red.es. <https://www.red.es/es/iniciativas/escuelas-conectadas>

Subsecretaría de Telecomunicaciones de Chile (Subtel). (s.d.). Internet y sociedad de la información. Santiago: Subtel. <https://www.subtel.gob.cl/estudios/internet-y-sociedad-de-la-informacion/>

UNESCO. (2023). Relatório de monitoramento global da educação 2023 — Tecnologia na educação: uma ferramenta a serviço de quem? Paris: UNESCO. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_por

