

O que é PCI Express? (PCIe x1, x4, x8 e x16)

Introdução

PCI Express é um nome curto para *Peripheral Component Interconnect Express*, basicamente, um padrão que permite que diversos tipos de dispositivos, como placas de vídeo e [SSDs](#), sejam conectados a um computador. Esse padrão também é conhecido como **PCIe** ou, ainda, **PCI-E**.

Mas como exatamente o PCI Express funciona? No que o PCIe difere das portas USB, por exemplo? O que é PCI Express x1, x4, x8 e x16? Eu, Emerson Alecrim, explico tudo o que você precisa saber sobre essa tecnologia a partir de agora, me acompanhe.

Se preferir, clique em dos links abaixo para ir direto ao tópico do seu interesse:

- [PCI Express: definição](#)
- [Como o PCI Express surgiu](#)
- [PCI Express x1, x4, x8 e x16](#)
- [PCI Express 2.0](#)
- [PCI Express 3.0](#)
- [PCI Express 4.0](#)
- [PCI Express 5.0](#)
- [PCI Express 6.0](#)
- [Conclusão: as velocidades do PCIe](#)

PCI Express: definição

Para entendermos o PCI Express, é preciso olharmos para um passado relativamente distante, mais precisamente, para a década de 1990. Foi nela que o barramento PCI (*Peripheral Component Interconnect*) surgiu. Por vários anos, esse foi o padrão mais usado para conexão de placas de vídeo, placas de rede, modems e outros dispositivos a PCs e até servidores.

Por padrão, as conexões PCI trabalhavam com taxas de transferência de dados de até 132 MB/s ([megabytes](#) por segundo). Mas a tecnologia evolui constantemente, você sabe. Com o tempo, certos dispositivos, especialmente placas de vídeos, passaram a demandar velocidades maiores.

Variações do PCI conseguiam oferecer mais capacidade de transferência de dados, mas ainda não era suficiente. Foi aí que surgiu o AGP (*Accelerated Graphics Port*). Esse barramento foi introduzido no mercado com velocidades que iam, teoricamente, de 266 MB/s (AGP x1) a 2.128 MB/s (AGP x8).

Bem melhor, não? Tanto que o padrão AGP ficou alguns anos no mercado. Mas, adivinhe: com o tempo, as especificações do AGP começaram a não ser suficientes para os avanços que surgiam em aplicações gráficas. Além disso, esse padrão foi desenvolvido especificamente para placas de vídeo. Outros tipos de dispositivos também evoluem, certo?



Slots PCIe em uma placa-mãe (Imagem original: Asus)

Na busca de uma solução para essas limitações, a indústria desenvolveu — e continua desenvolvendo, daí o surgimento de novas versões — uma tecnologia chamada **3GIO** que, mais tarde, foi batizada como **PCI Express** ou, para facilitar, **PCIe**.

O PCIe tem velocidade inicial teórica de 250 MB/s (veja bem, inicial) e pode superar os 30 GB/s (gigabytes por segundo). Você já vai entender como.

Como o PCI Express surgiu

A [Intel](#) é uma grande precursora de inovações tecnológicas. Em 2001, durante um evento próprio, a companhia mostrou a necessidade de criação de uma tecnologia capaz de substituir os [padrões PCI e AGP](#): tratava-se do já mencionado 3GIO (*Third Generation I/O*).

Ainda naquele ano, um grupo de empresas formou o consórcio [PCI-SIG](#) (entre elas estão [IBM](#), [AMD](#), [Microsoft](#) e [Nvidia](#), além da própria Intel, obviamente) para tratar do assunto. As primeiras especificações do 3GIO foram aprovadas ali.

Entre os quesitos levantados nessas especificações estão: suporte ao barramento PCI, possibilidade de uso de mais de uma *lane* (você já vai entender o que isso), suporte a outros tipos de conexão, melhor gerenciamento de energia e mais proteção contra erros.

Em abril de 2002, o PCI-SIG aprovou um conjunto de especificações mais completas. Foi nessa época que a tecnologia 3GIO mudou seu nome para PCI Express.

Em julho de 2002, o consórcio aprovou as especificações finais do padrão e, como resultado disso, surgiu oficialmente o barramento **PCI Express 1.0**, que foi revisado posteriormente e se tornou **PCI Express 1.1**.

Em novembro de 2003, os primeiros dispositivos com a tecnologia PCI Express passaram a ser desenvolvidos e, em 2004, esses produtos começaram a chegar ao mercado.

PCI Express x1, x4, x8 e x16

Uma das características mais notáveis do PCI Express é a sua capacidade de trabalhar com *lanes*, isto é, pistas ou vias de transmissão de dados. Para facilitar a compreensão, pense, por um momento, em uma rodovia: quanto mais faixas ela tiver, mais carros podem trafegar por vez. O princípio aqui é parecido com isso.

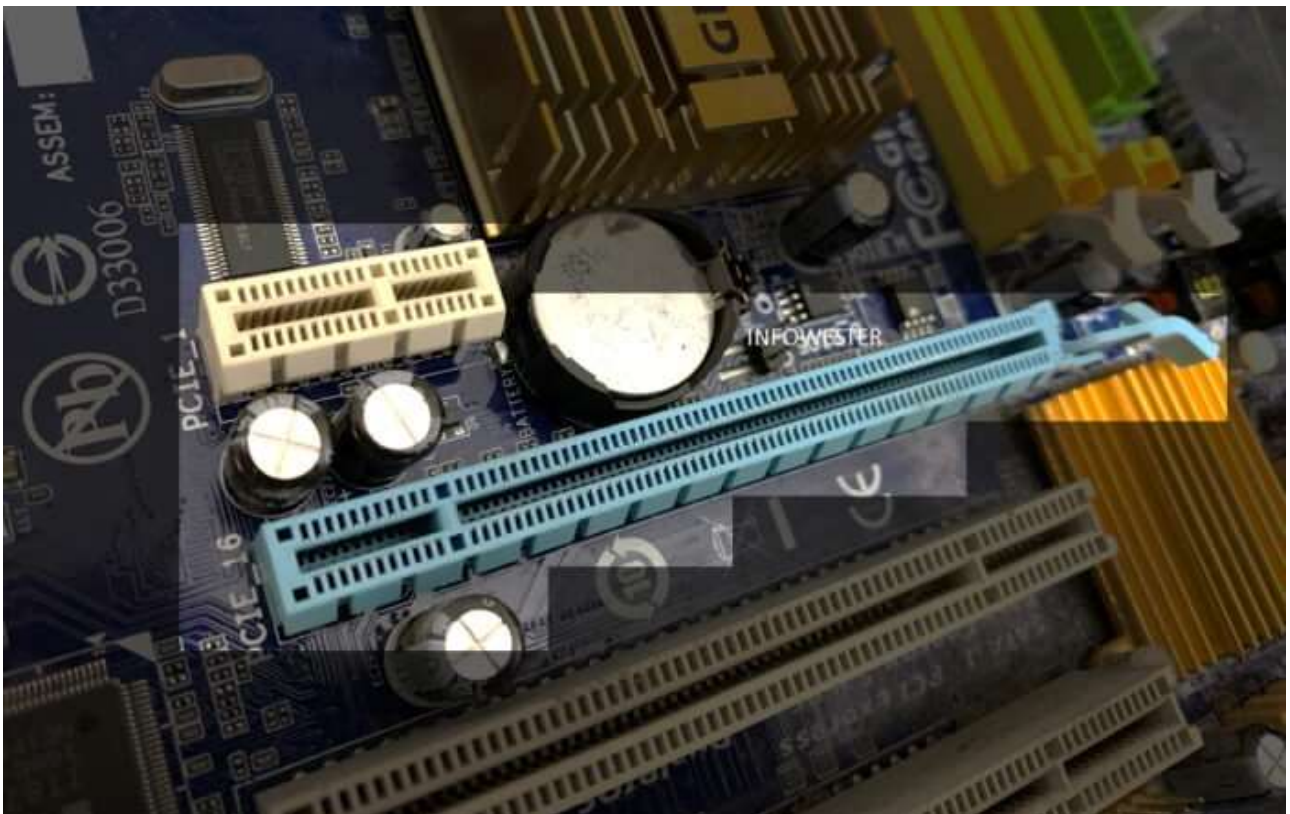
Se determinado dispositivo utiliza apenas uma via, dizemos que ele é **PCIe x1**. Se utiliza quatro pistas para transmissões de dados, ele é **PCIe x4**. Você já entendeu o resto: oito vias corresponde ao **PCIe x8**; 16 pistas, ao **PCI x16**.

Por que tantas variações? Para controle de custos, essencialmente. Um dispositivo que não precisa lidar com grandes volumes de dados simultâneos — como uma placa de rede simples — vai funcionar bem com o PCI Express x1, formato cuja implementação é mais barata.

Agora, uma GPU exigente precisa de muitos dados. É por isso que a ampla maioria das placas de vídeo é baseada no PCI Express x16. Como você já sabe, quanto mais lanes ou vias, mais dados são trafegados ao mesmo tempo. Essas são as taxas máximas teóricas:

- **PCIe x1:** 250 MB/s
- **PCIe x4:** 1.000 MB/s (ou 1 GB/s)
- **PCIe x8:** 2.000 MB/s (ou 2 GB/s)
- **PCIe x16:** 4.000 MB/s (ou 4 GB/s)

Esses números dizem respeito ao PCI Express 1.0 e 1.1. A tecnologia alcança taxas de transferência de dados mais elevadas. Você vai entender mais nos tópicos sobre as versões do padrão. Mas, antes, vamos dar uma olhada nos conectores PCIe.



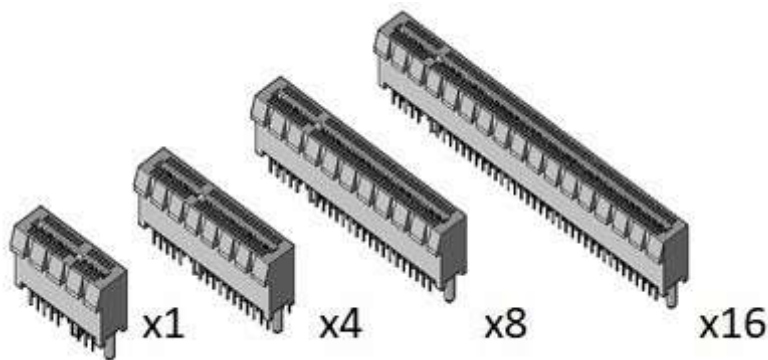
Slots PCIe x1 (menor) e x16 (maior)

Conectores PCI Express (slots)

Ao contrário do [USB](#) ou do [HDMI](#), o PCI Express é um padrão *interno* de conexão, o que significa que você não vai encontrar uma porta específica para essa tecnologia na traseira do seu desktop ou na lateral do seu notebook. É necessário abrir o computador para encontrar, na placa-mãe, os slots (encaixes) para dispositivos PCIe.

Esses slots têm tamanhos diferentes, que variam conforme os tipos de PCI Express que a placa-mãe suporta. Quanto mais pistas ou lanes houver, maior o conector. Por conta disso, um PCIe x1 é curto; já um PCIe x16 é alongado — e extremamente comum, afinal, esse é o padrão mais empregado em placas de vídeo:

- **PCI Express x1:** 25 mm de comprimento; 18 pinos
- **PCI Express x4:** 39 mm de comprimento; 32 pinos
- **PCI Express x8:** 56 mm de comprimento; 32 pinos
- **PCI Express x16:** 89 mm de comprimento; 82 pinos



PCIe x1, x4, x8 e 16 (Imagem original: PCI-SIG)

Duas observações importantes: a primeira é que esses slots nem sempre são obrigatórios. Muitos modelos de [SSD M.2](#), por exemplo, têm um conector totalmente diferente, mas podem se comunicar com a placa-mãe via interface PCI Express.

A segunda é que esses tamanhos de slots são padronizados, ou seja, as versões posteriores do PCIe também as utilizam. Falando nisso, vamos a elas.

PCI Express 2.0

Até agora falamos apenas do PCI Express 1.0 e 1.1 (vamos chamá-los de 1.x). Mas, em 2007, o grupo PCI-SIG apresentou o **PCI Express 2.0**. A principal característica dessa nova versão é a maior largura de banda (*bandwidth*) de cada lane: até 500 MB/s. Isso significa que uma conexão PCIe 2.0 com x16 pode alcançar até 8 GB/s na transferência de dados (16 x 500 MB/s).

Assim como as versões 1.x, o PCI Express 2.0 é baseado na codificação 8b/10b, que indica que cada grupo de 8 bits é codificado em sinal de 10 bits em cada transmissão.

Além disso, o PCIe 2.0 pode trabalhar com 5 GT/s (gigatransfers por segundo) — um gigatransfer corresponde a um bilhão de transferências de dados por segundo, basicamente. Para fins de comparação, o PCIe 1.x trabalha com até 2,5 GT/s.

PCI Express 3.0

O **PCI Express 3.0** surgiu em 2010. Em 2019, quando este texto foi escrito, esse padrão ainda era bastante usado pela indústria, afinal, ele proporciona até o dobro de desempenho do PCIe 2.0.

Essa versão trabalha com 8 GT/s. A largura de banda de cada lane é de 1 GB/s. Isso significa que um dispositivo PCIe 3.0 com x16 pode lidar com até 16 GB/s.

Em parte, o desempenho melhorado do PCI Express se deve ao uso da codificação 128b/130b em vez de 8b/10b. Essa codificação mais generosa, por assim dizer, é um dos fatores que permitem ao PCI Express 3.0 ser mais rápido.



Placa de vídeo PCI Express 3.0 (Imagem original: Gigabyte)

PCI Express 4.0

As especificações do **PCI Express 4.0** foram finalizadas em 2017. Sim, o intervalo em relação à geração anterior foi de sete anos. É muito tempo, mas o PCI-SIG teve dificuldades para fazer o desempenho dobrar em relação ao PCIe 3.0 e manter a compatibilidade com as versões anteriores.

Mas os esforços valeram a pena: o PCIe 4.0 é capaz de trabalhar com 16 GT/s e 2 GB/s por pista. Em virtude disso, uma conexão PCI Express 4.0 x16 tem velocidade teórica de até 32 GB/s.

Aqui, a codificação também é 128b/130b.

PCI Express 5.0

O **PCI Express 5.0** foi anunciado oficialmente em junho de 2019, um intervalo de mais ou menos um ano e meio em relação ao PCI Express 4.0. Uma das razões disso é que as duas versões são, tecnicamente, muito parecidas, tanto que o PCIe 5.0 é visto como uma extensão do PCIe 4.0.

Pode até ser uma extensão, mas a lógica de dobrar a velocidade foi mantida: conexões PCIe 5.0

Foi até ser uma extensão, mas a lógica de dobrar a velocidade foi mantida. Conexões PCIe 5.0 podem trabalhar com 32 GT/s e até 4 GB/s por lane, ou seja, 64 GB/s em x16. A codificação 128b/130b foi mantida.

Vale destacar que o PCI Express 5.0 é compatível com dispositivos baseados nas versões anteriores da tecnologia, assim como estas são compatíveis com as antecessoras — um dos requisitos de cada nova versão é ter retrocompatibilidade.

Saiba mais no texto que explica [as diferenças entre o PCI Express 4.0 e o PCI Express 5.0](#).

PCI Express 6.0

Pode parecer brincadeira, mas não é: o PCI-SIG confirmou o desenvolvimento do **PCI Express 6.0** em junho de 2019, apenas alguns dias depois do anúncio oficial do [PCIe 5.0](#).

O PCI Express 6.0 deverá ser anunciado *oficialmente* em 2021, no entanto. A nova versão deverá ainda ter mais largura de banda: até 128 GB/s (o dobro da largura do PCI Express 5.0). Se essa característica for confirmada, a tecnologia terá as seguintes velocidades:

- **PCIe 6.0 x1:** 8 GB/s
- **PCIe 6.0 x4:** 32 GB/s
- **PCIe 6.0 x8:** 64 GB/s
- **PCIe 6.0 x16:** 128 GB/s

O que mais surpreende é que os planos para o PCIe 6.0 foram revelados quando os primeiros dispositivos baseados no PCI Express 4.0 estavam apenas começando a chegar ao mercado.

Se não houver nenhuma mudança ou contratempo pelo caminho, o PCI Express 6.0 será lançado em algum momento de 2021, mas os primeiros dispositivos baseados na tecnologia só chegarão ao mercado no ano seguinte, provavelmente.

Conclusão: as velocidades do PCIe

Para finalizar, devo fazer duas considerações. A primeira diz respeito às **velocidades máximas do PCI Express**. Esse é um padrão capaz de trabalhar em modo *full duplex*: a transmissão é feita de modo bidirecional, ou seja, dados são enviados e recebidos ao mesmo tempo.

Pois bem, as velocidades abordadas neste texto dizem respeito às velocidades máximas em apenas uma única direção (só envio ou só recebimento de dados), mas você pode encontrar com relativa facilidade fabricantes e veículos especializados usando medições que consideram envio e recebimento simultâneo de dados (bidirecional).

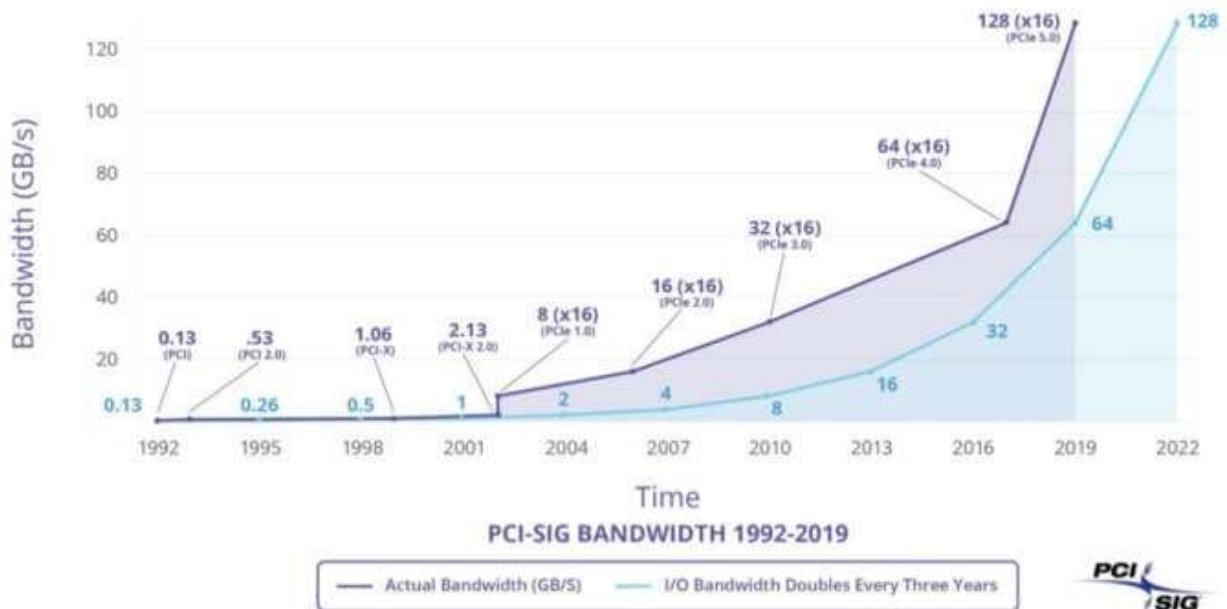
Sempre que a abordagem for bidirecional, as velocidades do PCI Express aparecerão dobradas, observe:

- **PCIe 1.0:** 8 GB/s
- **PCIe 2.0:** 16 GB/s
- **PCIe 3.0:** 32 GB/s
- **PCIe 4.0:** 64 GB/s
- **PCIe 5.0:** 128 GB/s
- **PCIe 6.0:** 256 GB/s (previsto)

PCI-SIG History



I/O BANDWIDTH DOUBLES Every 3 Years



Evolução do PCI Express (Imagem original: PCI-SIG)

Outra consideração importante é que, neste texto, largura de banda e velocidade aparecem como sinônimos, mas por mera questão de conveniência: comercialmente, essa abordagem é muito frequente.

Porém, conceitualmente, essas duas métricas não são iguais. A largura de banda indica, na verdade, a quantidade de dados que podem ser transmitidos dentro de determinado período de tempo em uma conexão, mas não necessariamente a velocidade em que isso ocorre.

Mas como largura de banda e velocidade são métricas diretamente relacionadas, é comum ambas serem tratadas como a mesma coisa.

Assuntos que podem te interessar: