

IX-Rank: uma plataforma para comparar pontos de troca de tráfego da Internet

Joaquim F. Pereira¹, Pedro Marcos¹

¹Universidade Federal do Rio Grande (FURG)
Rio Grande – RS – Brasil

{jocafp2002,pbmarcos}@furg.br

Abstract. *The present study analyzes routing data at Internet eXchange Points (IXPs), aiming to understand the characteristics of each IXP, such as member composition, announced prefixes, address space, and path sizes. The results can guide strategic decisions of Autonomous Systems (ASes) and enhance the management and expansion of IXPs. Therefore, the analyses aim to strengthen the Internet infrastructure, improving connectivity in an increasingly interconnected world.*

Resumo. *O presente estudo analisa dados de roteamento em Pontos de Troca de Tráfego (IXPs) da Internet, buscando compreender as características de cada IXP, tais como composição de membros, prefixos anunciados, espaço de endereçamento e tamanhos de caminhos. Os resultados podem orientar decisões estratégicas de Sistemas Autônomos (ASes) e aprimorar a gestão e expansão dos IXPs. Portanto, as análises visam fortalecer a infraestrutura da Internet, melhorando a conectividade em um mundo cada vez mais interligado.*

1. Introdução

A Internet é uma rede de conexões globais que permite o compartilhamento de dados entre dispositivos. De maneira mais técnica, a Internet consiste em milhares de sistemas autônomos interconectados. Tais sistemas autônomos se ligam diretamente ou através de IXPs (Internet eXchange Points) que são pontos onde ocorrem trocas de tráfego [Ager et al. 2012].

No contexto atual, com o crescimento e desenvolvimento da Internet, cada vez mais há um aumento de conexões dos Sistemas Autônomos (Autonomous System - AS) em IXPs [Prehn et al. 2022]. Ao realizar conexões através de IXP, os ASes encurtam o caminho para outras redes participantes, reduzindo assim a latência, melhorando o desempenho da troca de dados e diminuindo custos [Ahmed et al. 2017]. À medida que a Internet continua a se expandir, o número crescente de IXPs em uma determinada região apresenta um desafio complexo para os operadores de rede na escolha de quais IXPs se conectar. Além de considerar os custos de interconexão, os operadores devem ponderar fatores adicionais, como o número de Sistemas Autônomos presentes no IXP, a quantidade de prefixos anunciados por cada ASN, o espaço de endereçamento disponível e o tamanho dos caminhos de roteamento ofertados. Essa decisão requer uma análise detalhada que vai além dos custos, envolvendo a avaliação cuidadosa das necessidades específicas da rede, dos recursos disponíveis e das potenciais vantagens estratégicas.

Isto posto, o presente projeto busca oferecer ferramentas que auxiliem a diminuir a complexidade na hora do operador de rede selecionar onde deve se conectar. Por isso, através de uma extensa análise de dados está sendo desenvolvido um método que busca oferecer aos gestores de rede uma maneira fácil e eficiente de comparar as diversas opções de conexão disponíveis. A título de explicação, a análise de dados supracitada é feita a partir da coleta de dados públicos de roteamento obtidos nos Looking Glasses [Zhuang et al. 2021] dos principais IXPs do mundo. Tal coleta, busca agregar estes dados de maneira que faça sentido para a pesquisa, visando o desenvolvimento de uma plataforma online interativa em que estas comparações possam ser feitas facilmente.

2. Metodologia

O estudo de dados realizado no projeto tem como objetivo o desenvolvimento de uma análise de comparação dos múltiplos IXPs e o que são ofertados por cada um deles. Neste contexto, cabe salientar a respeito do método empregado que possibilitou a obtenção de resultados comparativos.

A coleta inicial dos dados foi feita utilizando as APIs disponíveis de cada localidade referente aos pontos de troca de tráfego. A partir disso, as informações relacionadas aos IXPs são baixadas e, em seguida, armazenadas localmente na máquina. Esse armazenamento local visa possibilitar análises futuras ao longo do tempo, permitindo a compreensão da evolução de um IXP e de suas mudanças. Após a coleta dos dados, eles são submetidos a uma conversão de formato para viabilizar análises posteriores.

Ao analisar os dados coletados, aplicaremos algumas métricas de comparação. A primeira métrica destina-se a examinar os sistemas autônomos presentes em cada ponto de troca de tráfego. Isso nos permitirá identificar sobreposições e possíveis exclusividades de membros em diferentes pontos de troca de tráfego. A segunda métrica tem o propósito de investigar os prefixos anunciados pelos mesmos ASes que estão conectados a múltiplos IXP's, a fim de determinar se esses membros estão oferecendo rotas semelhantes ou distintas. A última métrica envolve a análise do espaço de endereçamento anunciado por cada AS, permitindo-nos discernir se eles estão oferecendo um espaço de endereçamento exclusivo em cada localidade ou se esses espaços são idênticos. É importante notar que essas análises são conduzidas a partir de três perspectivas distintas. A primeira perspectiva considera o IXP de uma localidade como um todo, ou seja, a junção de todos os sistemas autônomos nele presente. A segunda perspectiva leva em consideração os ASes que estão presentes em várias localidades. Por fim, a terceira perspectiva expande a análise anterior ao avaliar o tamanho do caminho relacionado aos prefixos.

Logo, com o desenvolvimento da metodologia de comparação dos múltiplos IXPs mencionada anteriormente, torna-se possível compreender alguns aspectos. Um exemplo seria a possibilidade de entender se dois pontos de troca de tráfego são iguais, se possuem uma sobreposição de ASes, prefixos anunciados e espaço de endereçamento alcançável.

3. Resultados e Discussão

A primeira análise foi feita considerando a primeira perspectiva, ou seja, o IXP como um todo. Para isto, foi utilizado o conjunto de dados provenientes dos IXPs do ecossistema IX.br. Esta plataforma oferta pontos de troca de tráfego em 36 localidades e seus respectivos dados (ASes, prefixos e espaço de endereçamento). Devido a limitação de espaço,

os resultados apresentados nestes estudos irão se restringir a análise das 2 maiores localidades e a versão 4 do Protocolo de Internet (IPv4).

A seguir, a Tabela 1 ilustra as quantidades de Sistemas Autônomos (ASes), prefixos e endereços referentes aos pontos de troca de tráfego em sua totalidade. Os dados mencionados foram adquiridos em 16 de setembro de 2023, tomando como referência as cidades de São Paulo (SP) e Fortaleza (CE) como exemplos.

Tabela 1. Características V4 IXPs SP e CE

Local	Ases	Prefixos	Endereços
SP	2031	180922	240208384
CE	545	146569	156381440

A partir dos dados obtidos e posteriormente analisados, tornou-se possível a realização de algumas inferências. Neste sentido, com relação aos membros (Ases), há uma sobreposição de 335 Ases. Com relação aos prefixos, há uma sobreposição de 143229. Este valor corresponde a 97,7% e 79,1% do total de prefixos anunciados pelos membros conectados a Fortaleza e São Paulo, respectivamente. A grande semelhança entre os prefixos anunciados pelas duas localidades impacta diretamente no espaço de endereçamento ofertado por cada IXP. Neste sentido, através de análises, o IXP de São Paulo oferta do total 35% de endereços exclusivos. Em contrapartida, o IXP Fortaleza oferta aproximadamente 1% de endereços exclusivos do total.

Com os dados expostos e complementados com o trecho acima, fica evidente que o espaço de endereçamento de CE está quase em sua totalidade contido em SP. Logo, um operador de rede que está priorizando aumentar seu espaço de endereçamento poderia escolher se conectar no IXP de São Paulo visto a grande gama de novos endereços ofertados.

Além da análise que tratou os dois IXPs como um todo, também foi realizado um estudo considerando os ASes presentes nas duas localidades, isto é, em SP e CE. Tal observação, busca compreender o comportamento dos ASes em diferentes pontos de troca de tráfego. A Tabela 2 a seguir fornece informações sobre o comportamento dos ASes com relação aos prefixos anunciados. Neste contexto, um ASN pode anunciar os mesmos prefixos em ambos os IXPs, anunciar todos os prefixos de um IXP no outro ou anunciar prefixos exclusivos em ambos os IXPs.

Tabela 2. Características dos ASN's iguais nos IXPs SP e CE

ASN anuncia os mesmos prefixos	ASN anuncia todos prefixos de SP em CE	ASN anuncia todos prefixos de CE em SP	Prefixos diferentes ambas localidades
118	18	90	109

A partir dos dados da Tabela 2, é possível aprofundar a compreensão sobre a sobreposição de prefixos nos ASes. Neste sentido, é possível inferir que apenas 5,3% dos membros anunciam todos os prefixos de SP em CE. De maneira contrária, 26,8% dos membros de CE anunciam todos os prefixos de CE em SP. Ademais, de maneira complementar a este estudo é possível evidenciar o percentual de prefixos exclusivos

anunciados em cada localidade para os 335 ASes que estão conectados aos dois IXP's. O gráfico com as informações obtidas pode ser visto na Figura 1.

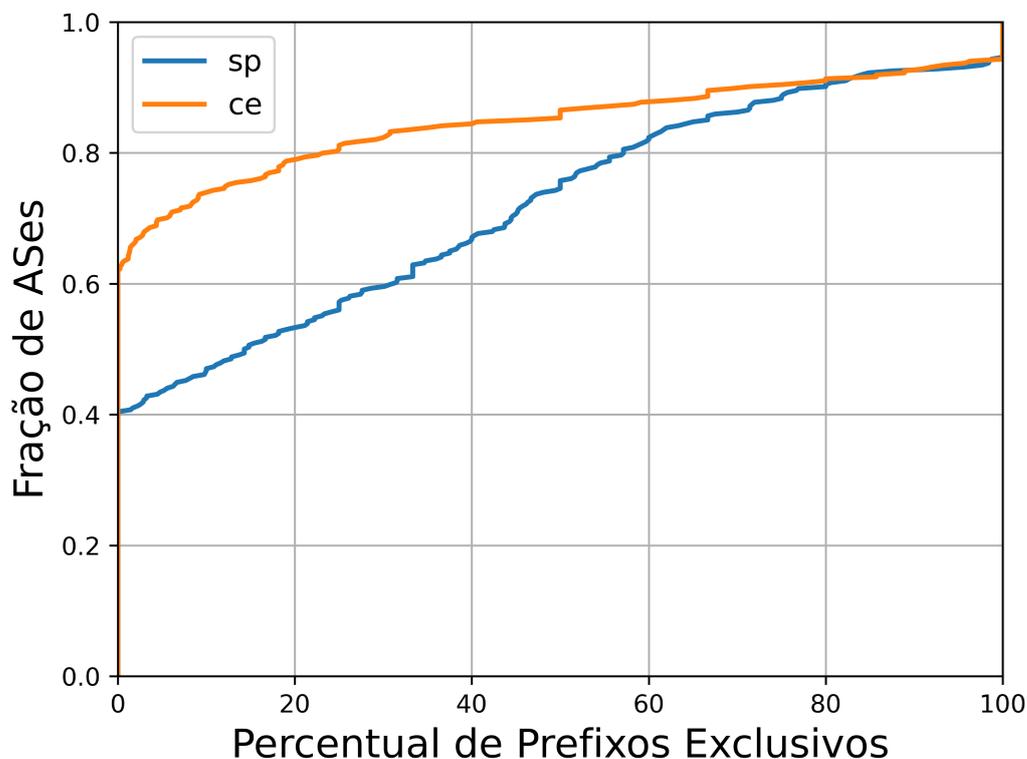


Figura 1. IXP's SP e CE considerando os ASes iguais. Fonte: Os autores.

A partir da Figura 1, é possível inferir observações importantes. A primeira, para a minoria (45%) dos ASes presentes nas duas localidades o percentual de prefixos exclusivos em ambas é baixo. Isto é, estes ASes anunciam os mesmos prefixos nos dois IXP's. A segunda, para 91% dos ASes presentes nas duas localidades, observa-se que até 80% dos prefixos anunciados são exclusivos. Ou seja, para o restante (9%) dos membros presentes nas duas localidades observa-se que pelo menos 80% dos prefixos anunciados por eles são exclusivos. Ademais, vale ressaltar que no caso em que os prefixos anunciados são iguais, o espaço de endereçamento é o mesmo. Por outro lado, no caso em que prefixos anunciados são diferentes (exclusivos), pode ser que os endereços sejam os mesmos. Neste sentido, o presente estudo busca expandir a análise para a relação aos endereços ofertados pelos prefixos.

Através da primeira análise, é possível compreender algumas características gerais dos IXP's. Neste contexto, tornou-se evidente a sobreposição de membros e prefixos, o que, por consequência, impactou significativamente no espaço de endereçamento do IX. Para complementar o estudo dos IXP's, a segunda análise fornece informações sobre os prefixos anunciados pelos ASes e o percentual de prefixos exclusivos de cada ASN que está presente em ambas as localidades. Essas informações podem ser utilizadas para inferir a respeito do espaço de endereçamento de cada ASN. Entretanto, para um operador de

rede, compreender os membros, a sobreposição de prefixos e o espaço de endereçamento pode não ser o suficiente para tomar decisões informadas, considerando que é necessário levar em consideração os tamanhos dos caminhos para chegar nestas rotas.

Desta maneira, é importante aprofundar a segunda análise a título de compreender os prefixos que são anunciados pelos dois IXP's em termos do tamanho do caminho oferecido por cada AS. Isto posto, um prefixo pode ter o mesmo tamanho de caminho em ambas as localidades, um caminho menor na localidade A ou um caminho menor na localidade B. A Tabela 3 ilustra os resultados obtidos.

Tabela 3. Tamanho de caminhos ofertados pelos prefixos nos ASN's iguais

Prefixo tem o mesmo tamanho de caminho	Prefixo tem menor caminho na localidade SP	Prefixo tem menor caminho na localidade CE
124607	9135	9487

A partir dos dados da Tabela 3 é possível realizar algumas conclusões importantes. Nota-se que, dos 143229 prefixos que estão presentes nas duas localidades, em 86,9% dos casos, o tamanho do caminho do prefixo é idêntico. No entanto, ao analisar o IXP SP, 6,3% dos prefixos apresentam caminhos mais curtos. Por outro lado, no caso de CE, 6,62% dos prefixos apresentam caminhos menores. A título de explicação, ao analisar tais porcentagens, é possível inferir que os ASes iguais presentes em ambas as localidades possuem uma preferência por trocar tráfego no IXP de Fortaleza.

Assim, através dos dados expostos no trabalho e complementados acima, um operador de rede consegue tomar uma decisão mais informada. Isto ocorre, pois ele possui uma visão geral sobre as características dos IXP's, bem como as diferenças ofertadas por cada ASN presente em ambas as localidades em termos de prefixos exclusivos e tamanho de caminho.

4. Considerações finais

O presente trabalho busca melhorar e facilitar o entendimento com relação às diferenças e similaridades entre pontos de troca de tráfego, através de uma série de análises. Ademais, possui como objetivo final o desenvolvimento de uma plataforma online interativa que permita uma fácil visualização e comparação dos dados entre IXPs e entre seus membros.

Para isso, o projeto busca estender tais análises para todo o conjunto de localidade do IX.br, assim como para a sobreposição de espaços de endereçamento. Ademais, o presente estudo busca engrandecer e detalhar cada vez mais suas análises, podendo futuramente separar os ASes que são membros do IXP (conectados ao ponto de troca de tráfego), membros conectados ao servidor de rotas (Route Server) e membros indiretos, ou seja, ASes que anunciam prefixos que são repassados para o Route Server do IX através de um membro do servidor de rotas. Por fim, procura-se realizar esses estudos no decorrer do tempo, para que se possa entender as alterações de longo prazo nos IXPs.

Referências

- Ager, B., Chatzis, N., Feldmann, A., Sarrar, N., Uhlig, S., and Willinger, W. (2012). Anatomy of a large european ixp. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, 42.

- Ahmed, A., Shafiq, Z., Bedi, H., and Khakpour, A. (2017). Peering vs. transit: Performance comparison of peering and transit interconnections. In *2017 IEEE 25th International Conference on Network Protocols (ICNP)*, pages 1–10.
- Prehn, L., Lichtblau, F., Dietzel, C., and Feldmann, A. (2022). Peering only? analyzing the reachability benefits of joining large ixps today. In *Passive and Active Measurement: 23rd International Conference, PAM 2022, Virtual Event, March 28–30, 2022, Proceedings*, page 338–366, Berlin, Heidelberg. Springer-Verlag.
- Zhuang, S., Wang, J. H., Wang, J., Pan, Z., Wu, T., Li, F., and Zhang, Z. (2021). Discovering obscure looking glass sites on the web to facilitate internet measurement research. In *Proceedings of the 17th International Conference on Emerging Networking EXperiments and Technologies, CoNEXT '21*, page 426–439, New York, NY, USA. Association for Computing Machinery.