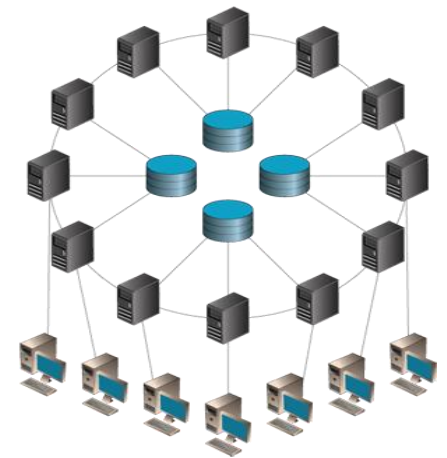


Arquiteturas P2P

1



Slides são baseados nos slides do Coulouris e Tanenbaum

O que é P2P?

- Peer-to-peer (do inglês par-a-par ou simplesmente ponto-a-ponto)
- Arquitetura de redes de computadores onde cada um dos pontos ou nós da rede funciona tanto como cliente quanto como servidor.
 - compartilhamentos de serviços e dados sem a necessidade de um servidor central



Diferenças entre P2P e Cliente-Servidor

- Descentralização



Cliente-Servidor



P2P

Origem do P2P

- Surgimento por volta do ano 2000
- Primeiros sistemas P2P parcialmente descentralizados
- A “cooperação” era o principal objetivo e o “valor” da rede



Características – P2P Ideal

- Cada participante age como cliente e servidor ao mesmo tempo
- Cada cliente “paga” a sua participação fornecendo acesso a (alguns de) seus recursos
- Sem coordenação central
- Sem banco de dados central
- Sem local único de falha ou gargalo



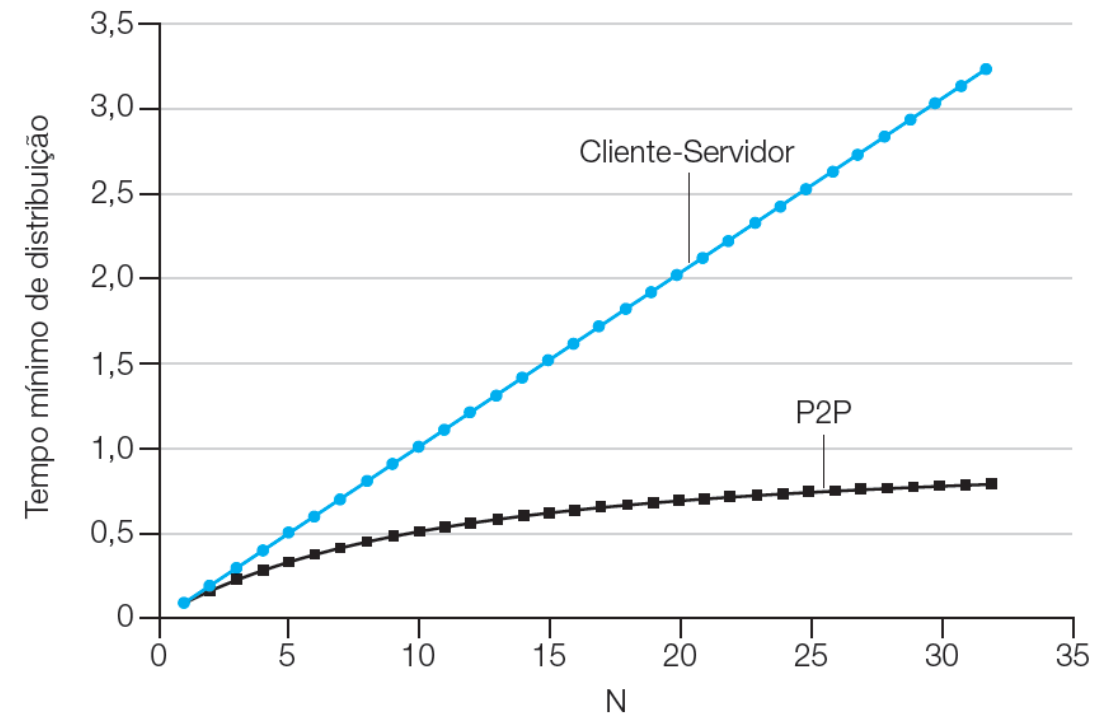
Características – P2P Ideal

- Nenhum ponto (peer) tem visão global do sistema
 - Pontos são autônomos
 - Pontos e conexões não são confiáveis
- Comportamento global definido por interações locais
 - Todos os dados e serviços são acessíveis de qualquer ponto



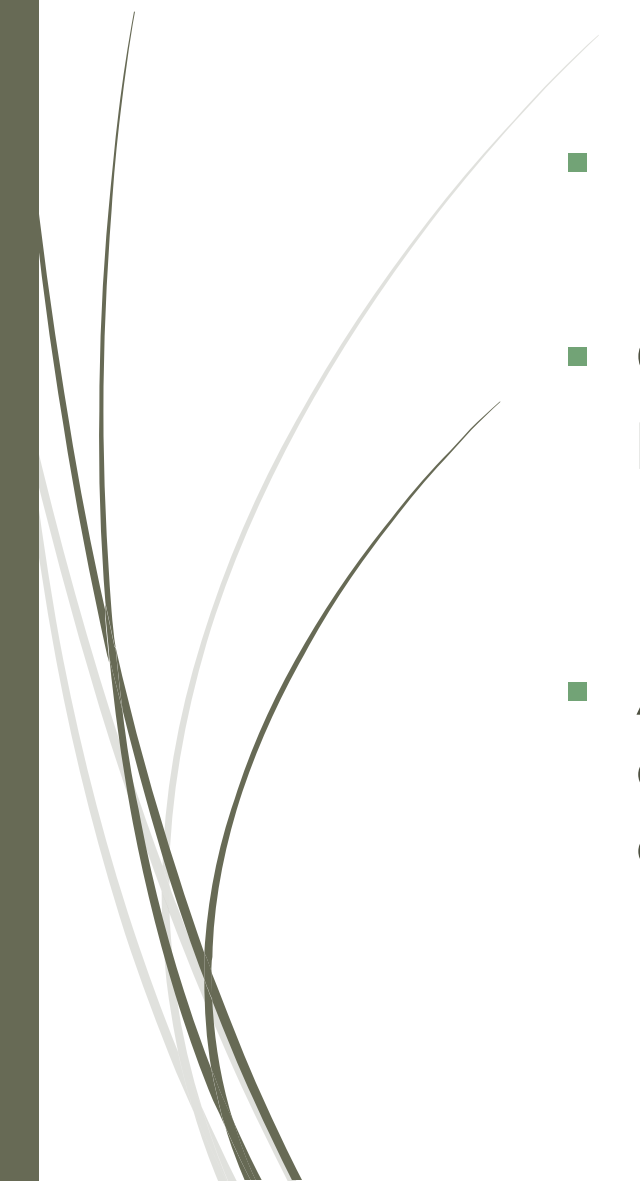
Distribuição de arquivos P2P

- Tempo de distribuição
- para arquiteturas P2P
- e cliente-servidor

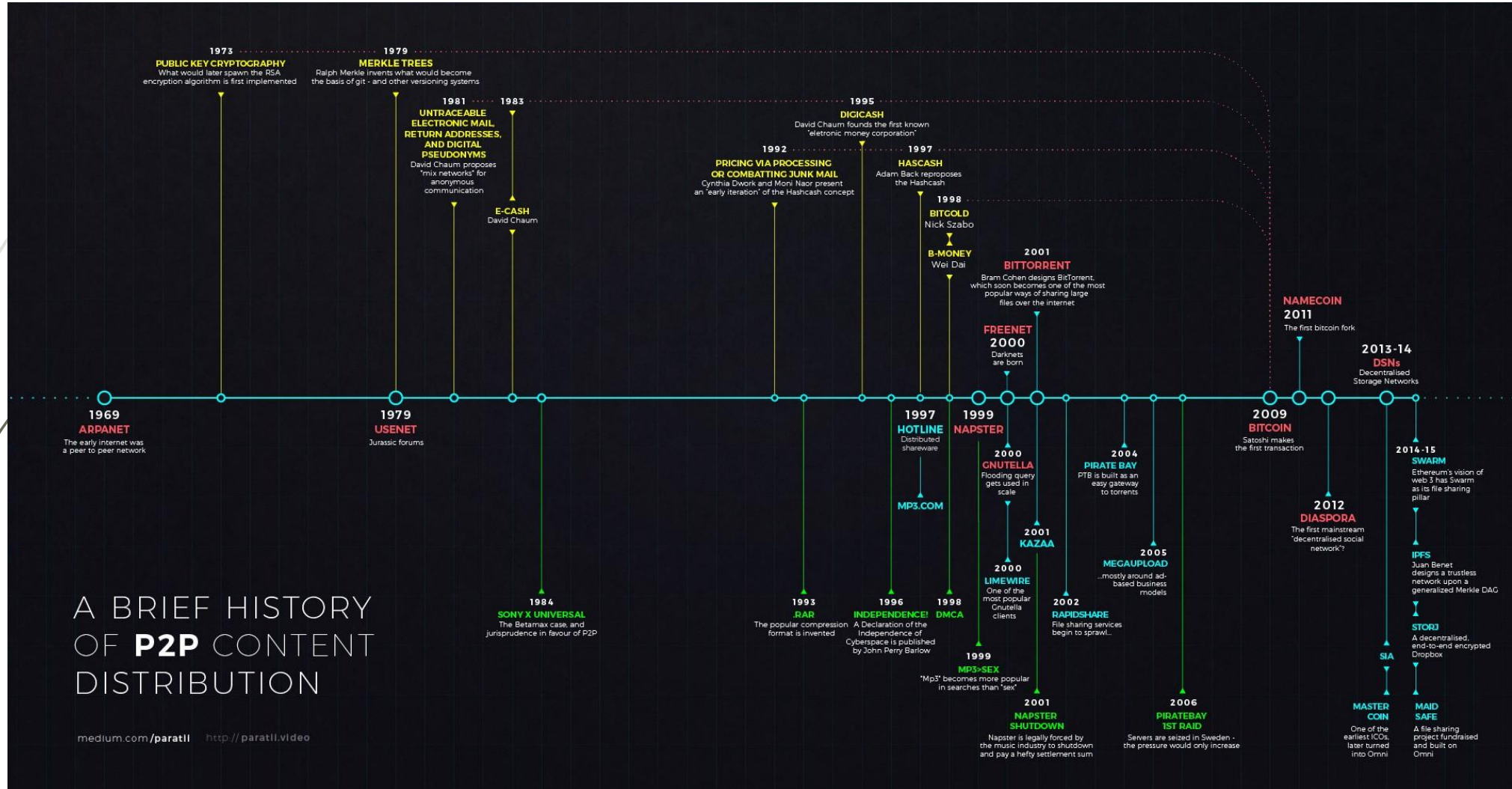




P2P- Redes de Sobreposição

- P2P – Distribuição horizontal
 - Processos são visto como “iguais”
 - Como consequência, grande parte da interação entre processos é simétrica
 - cada processo agirá como um cliente e um servidor ao mesmo tempo.
 - Arquiteturas peer-to-peer se desenvolvem em torno da questão de como organizar os processos em uma rede de sobreposição
- 

Timeline – História do P2P





Modelos de P2P e aplicações - Classificação

Centralized Service Location (CSL ou CIA)

- – Busca centralizada
- – Exemplo Napster -

<https://www.youtube.com/watch?v=7AF18DUIH1Y>



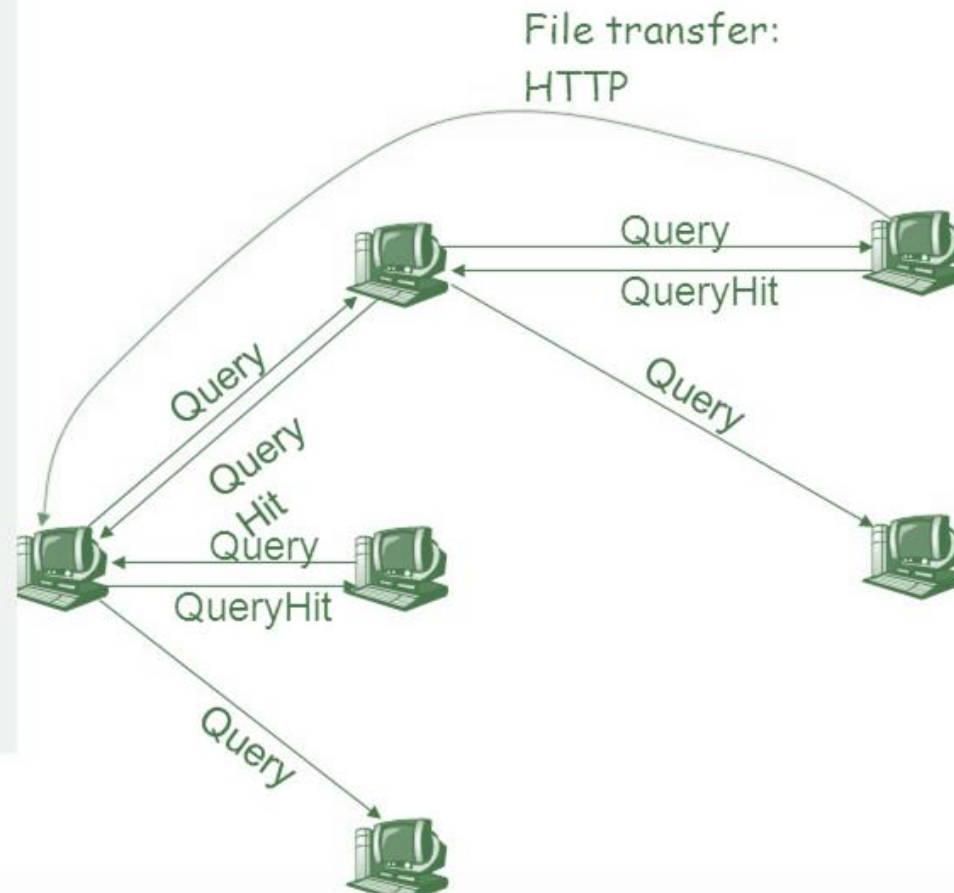
Modelos de P2P e aplicações - Classificação

- Flooding-based Service Location (FSL ou DIFA)
 - Busca baseada em inundação
 - Gnutella
- Distributed Hash Table-based Service Location (DHT ou DIHA)
 - Busca baseada em tabela de hash distribuída
 - CAN, Pastry, Tapestry, Chord

Modelos de P2P e aplicações – Gnutella Flooding

Query Flooding:

- **Join:** on startup, client contacts a few other nodes (learn from bootstrap-node); these become its “neighbors” (overlay!! 😊)
- **Publish:** no need
- **Search:** ask “neighbors”, who ask their neighbors, and so on... when/if found, reply to sender.
- **Fetch:** get the file directly from peer

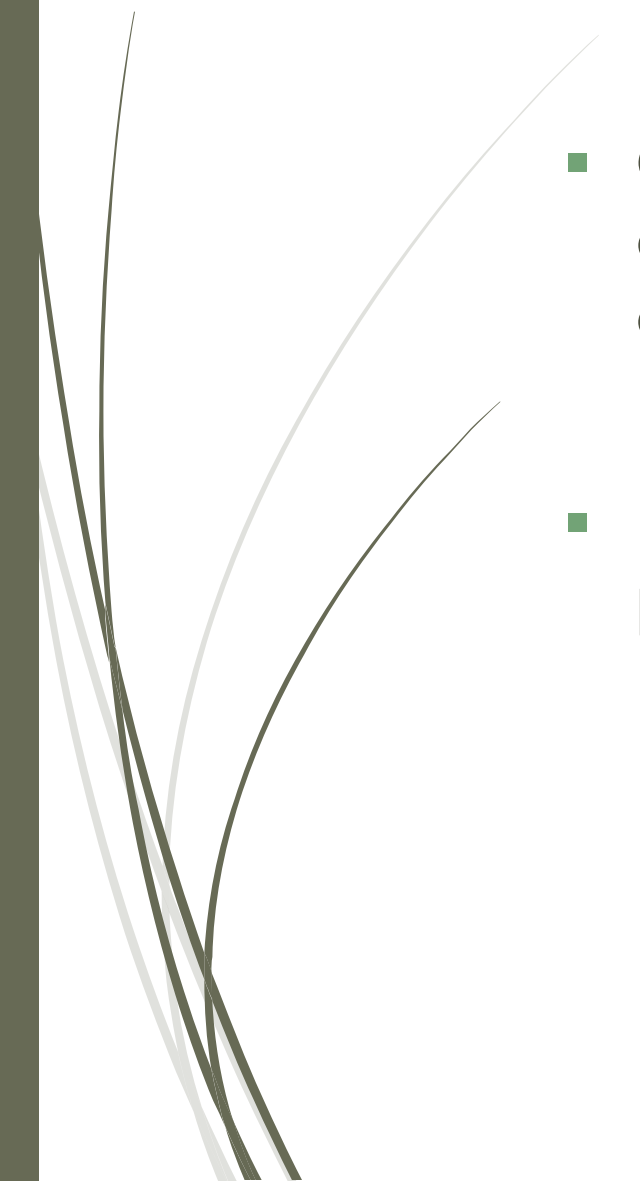


Exercício

- Quais são as vantagens e desvantagens do modelo de inundação em relação a arquitetura do Napster?
- Enumere uma possível solução para diminuir o número de mensagens e o tempo de resposta



Sistemas Distribuídos Colaborativos

- O mais importante é que, ao consultar um item de dado, o endereço de rede do nó responsável por aquele item de dado é retornado.
 - Na verdade, consegue-se isso roteando uma requisição para um item de dado até o nó responsável.
- 



Arquiteturas Estruturadas

Quando um usuário final estiver procurando um arquivo....

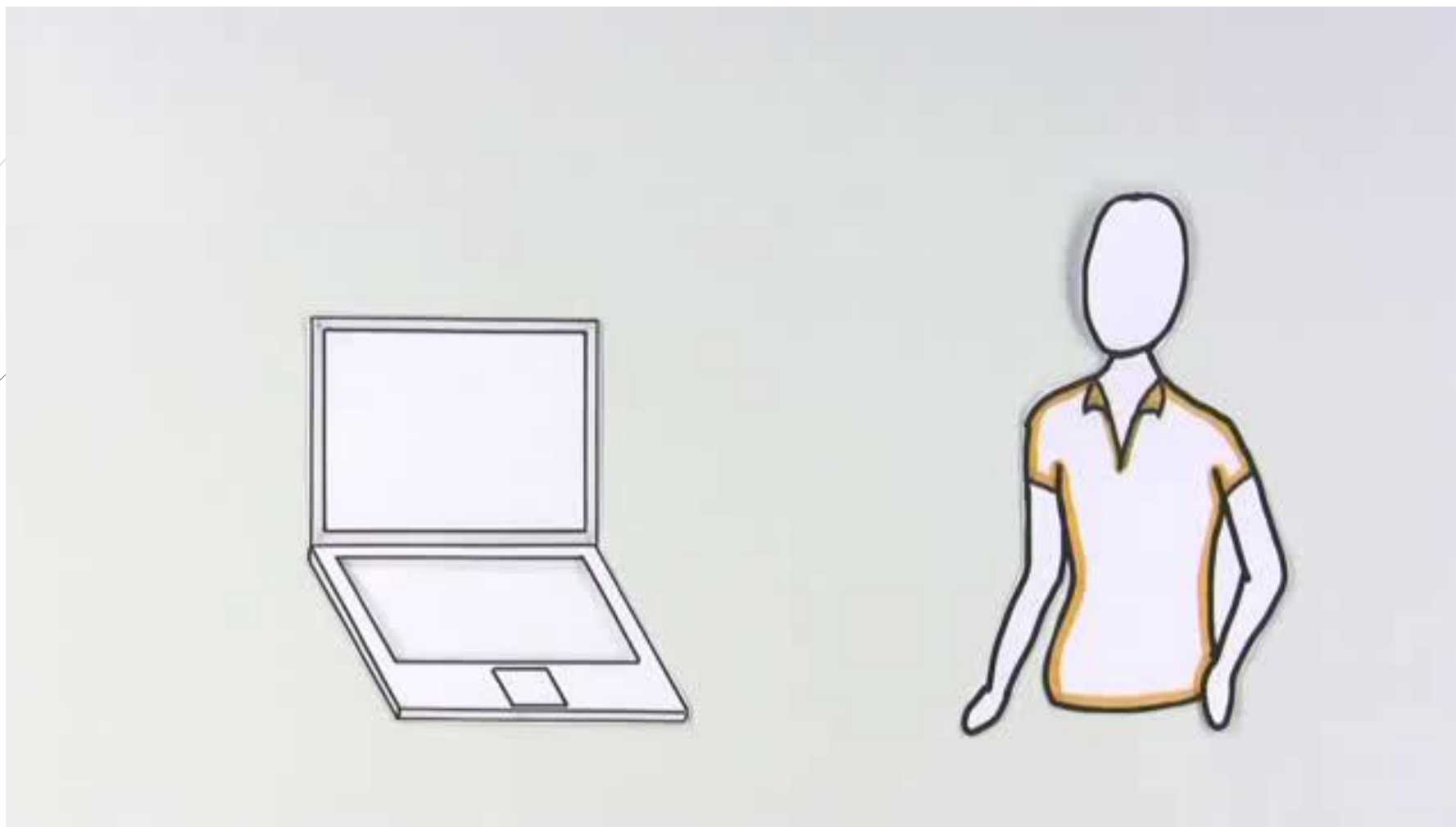
Ele baixa porções do arquivo de outros usuários até que as porções transferidas possam ser montadas em conjunto, resultando no arquivo completo



O que isso lembra?



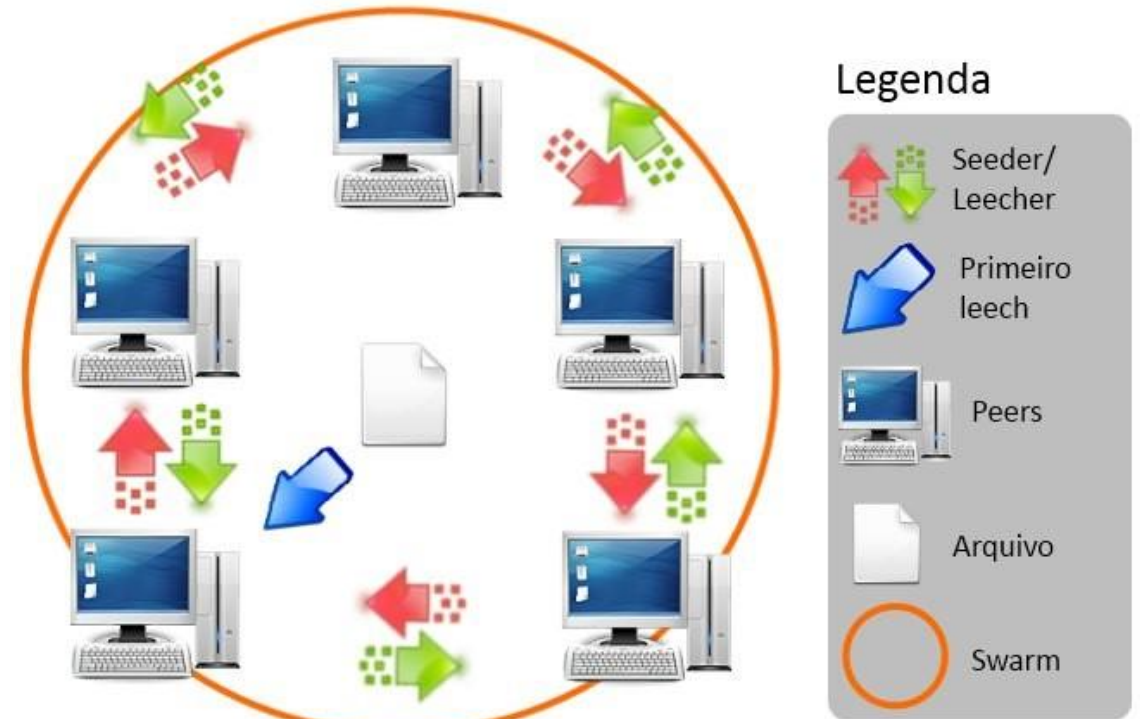
BitTorrent®



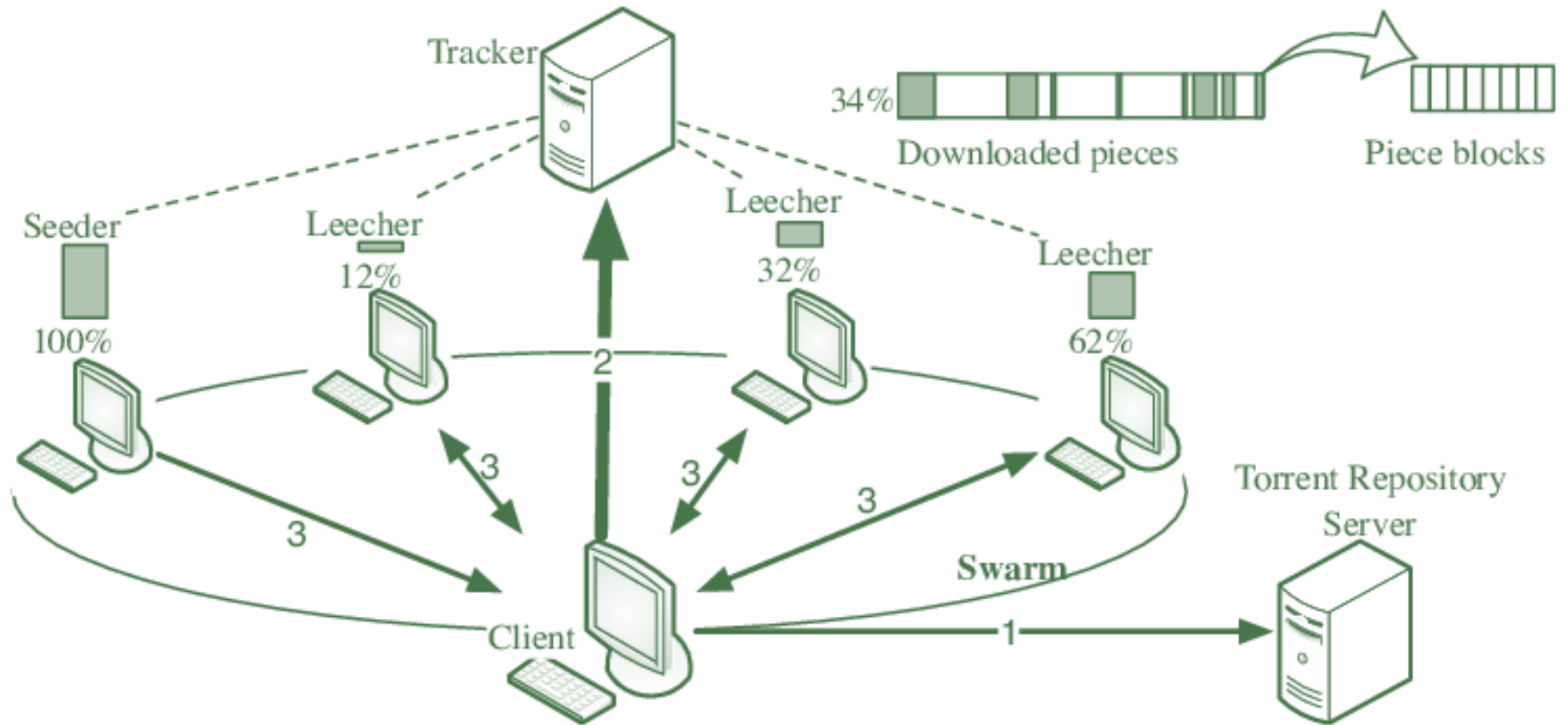
Estrutura

- Torrent descriptor
- Pieces
- Peers, leechers, seeds, trackers e swarm

Exemplo de rede P2P - Torrent



Passos para download



Um “navegador” de Torrentes



BitTorrent 7.8

Arquivo Opções Ajuda

★ Conteúdo em Destaque

Torrents (1)

Feeds (0)

Dispositivos (2)

| Nome | n. | Taman... | Status | Veloc. Down. | Veloc. Up |
|-------------------------------|----|----------|----------------|--------------|-----------|
| ubuntu-12.10-desktop-i386.iso | 1 | 753 MB | Baixando 16.9% | 443.9 kB/s | 0.6 kB/s |

INFOWESTER

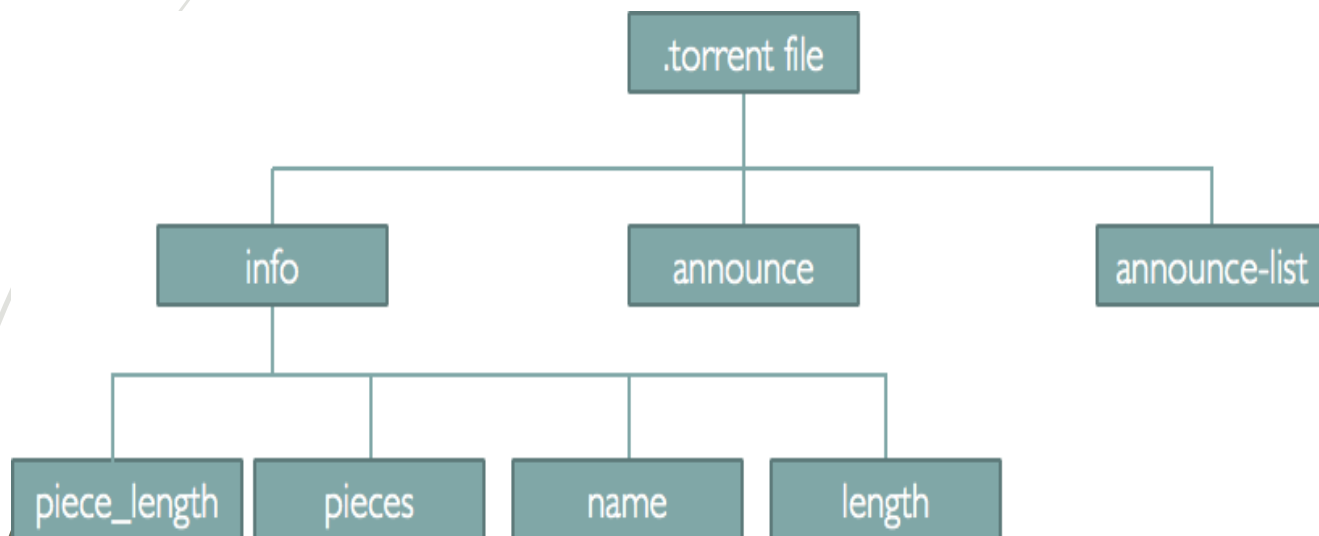
Arquivos Info Peers Avaliações Rastreadores Velocidade

| IP | Cliente | Flags | % | Veloc. Dow... | Veloc. Up | Requ... |
|-----------------------|-------------------|-------|-------|---------------|-----------|---------|
| 5-14-64-246.reside... | µTorrent 3.2.3 | D P | 100.0 | 0.9 kB/s | | 2 0 |
| 128-67-39-5.lrcm... | Transmission 2.77 | d HP | 100.0 | | | |
| c-50-152-42-188.h... | µTorrent 2.2.1 | D P | 100.0 | 29.9 kB/s | | 11 0 |
| 66-190-90-142.dh... | µTorrent 3.3 | D P | 100.0 | 43.0 kB/s | | 18 0 |
| 66-215-158-5.dhc... | µTorrent 3.3 | d P | 100.0 | | | |

DHT: 277 nós (Atualizando) D: 442.7 kB/s T: 51.8 MB U: 1.1 kB/s T: 256.5 kB

Facebook Twitter

Arquivo .Torrent



Campos

- **announce:** informa qual o Tracker que trata da distribuição do arquivo;
- **announce-list:** informa eventuais trackers auxiliares;
- **info:** contém todos os dados referentes ao arquivo, como nome, tamanho, código de verificação de integridade (hash), etc.

Outra visão

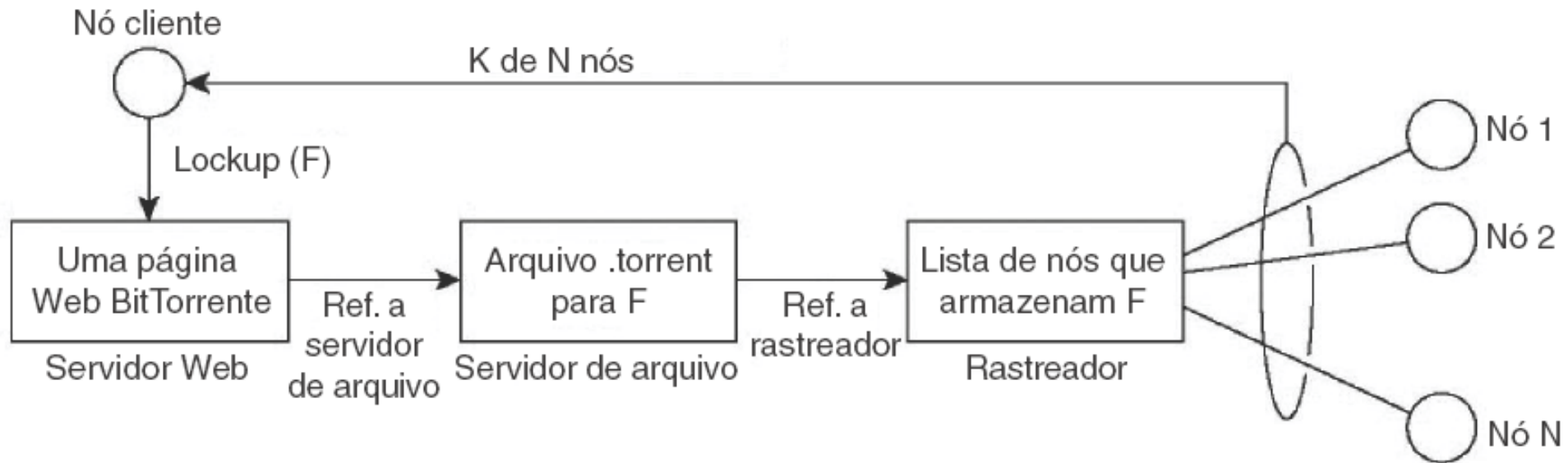
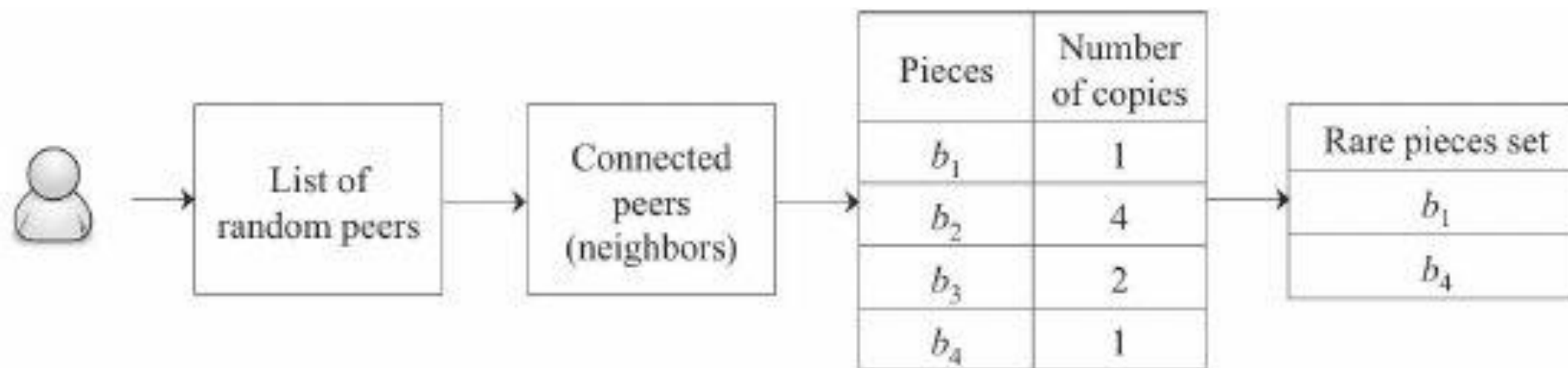


Figura 2.14 Funcionamento principal do BitTorrent [adaptado com permissão de Pouwelse et al. (2004)].

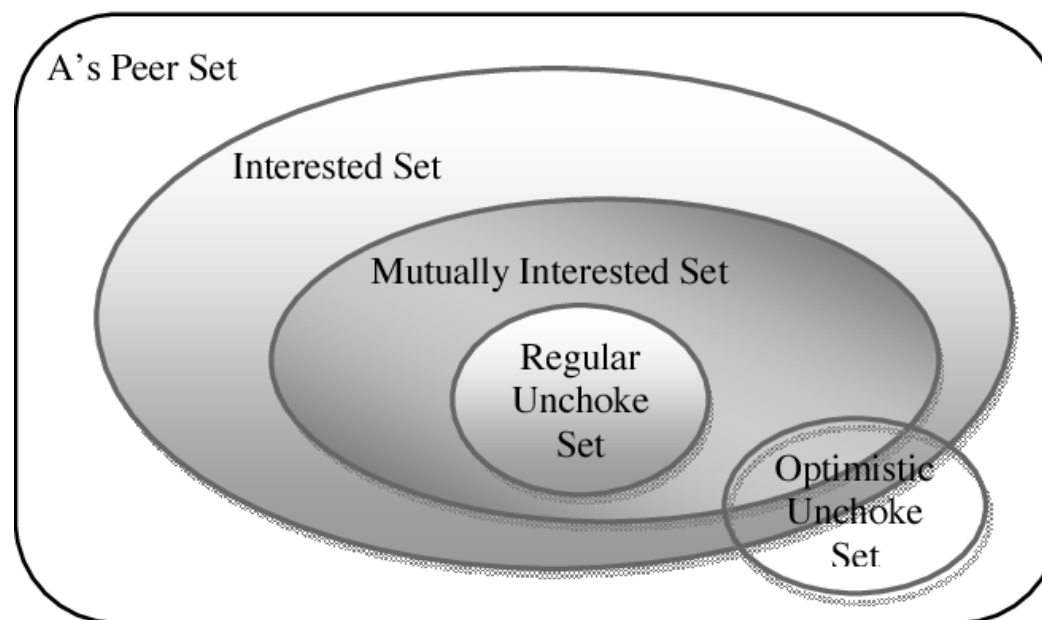
Políticas do BitTorrent

- Transmissão não sequencial de pedaços (chunks) dos arquivos
- Rarest First (política de download)
 - Os pedaços mais raros são baixados primeiro



Políticas do BitTorrent

- Tit-for-tat (política de reciprocidade)
 - Cada peer libera o download para três dos participantes que mais liberaram download para ele
 - Um quarto peer é escolhido aleatoriamente (Optimist Unchoke)





Vantagens

- Segurança

Protocolo do BitTorrent compartilha apenas o arquivo que você estiver baixando ou já baixou.

- Multiplataforma e Gratuito

o BitTorrent é multiplataforma, ou seja, não é destinado a um único sistema operacional.

- Continue de onde parou

- Distribuição barata

- A infra-estrutura de TI são os usuários



Desvantagens

- Velocidade inconstante

A velocidade de download é inconstante e depende do número de participantes do SWARM
- Upstream ocupado

Para participar da rede ativamente o peer terá que cooperar e portanto tráfego de saída será observado em sua rede
- Buffers TCP da rede ocupados
 - A taxa de ocupação da rede é alta. O uso do **μTP** (*μTorrent Transport Protocol*) pode reduzir o problema
- Seeds podem deixar de existir

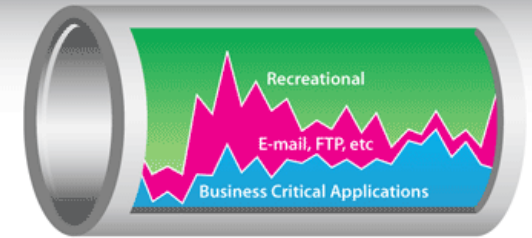
Questões legais



- Relação com compartilhamento ilegal
 - protocolo vs websites
 - responsabilidade legal
- Traffic Shaping
 - Operadoras de telefonia ou ISPs que bloqueiam ou reduzem a velocidade de mensagens Bit Torrent

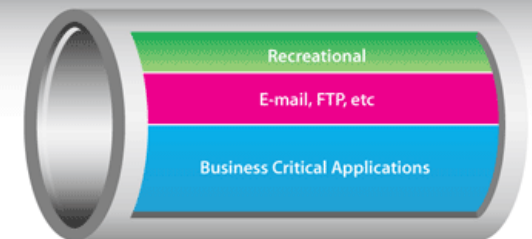


Specialist - Traffic Shaping Overview



Usage without shaping.

Specialist - Traffic Shaping Overview



Usage with shaping.

A arquitetura do Bit Torrent

Centralizada
ou Descentralizada?

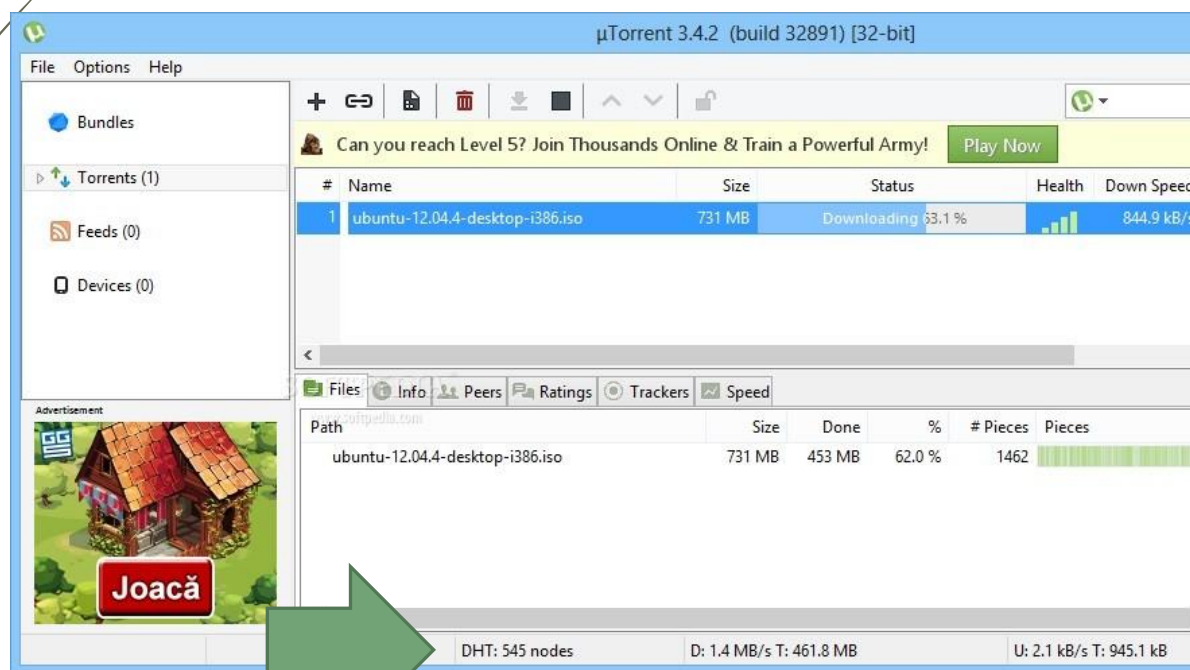
Peer Exchange e DHT

- PEX (Peer Exchange)

- Diminuição do número de mensagens intermediadas pelo tracker
- Troca de dados direta entre os peers que compõem o swarm

- DHT (Distributed Hash Table)

- Forma de indexação de arquivos distribuída baseada no hash do conteúdo
- Peers compõe uma rede de sobreposição baseada em anel no qual a posição indica onde o arquivo está armazenado ou onde existe informações sobre ele
- DHT no Torrent vai especificar outros Peers que compõe a rede e quais arquivos eles podem ter por meio do seu NodeID
- Todo Peer vira um Tracker

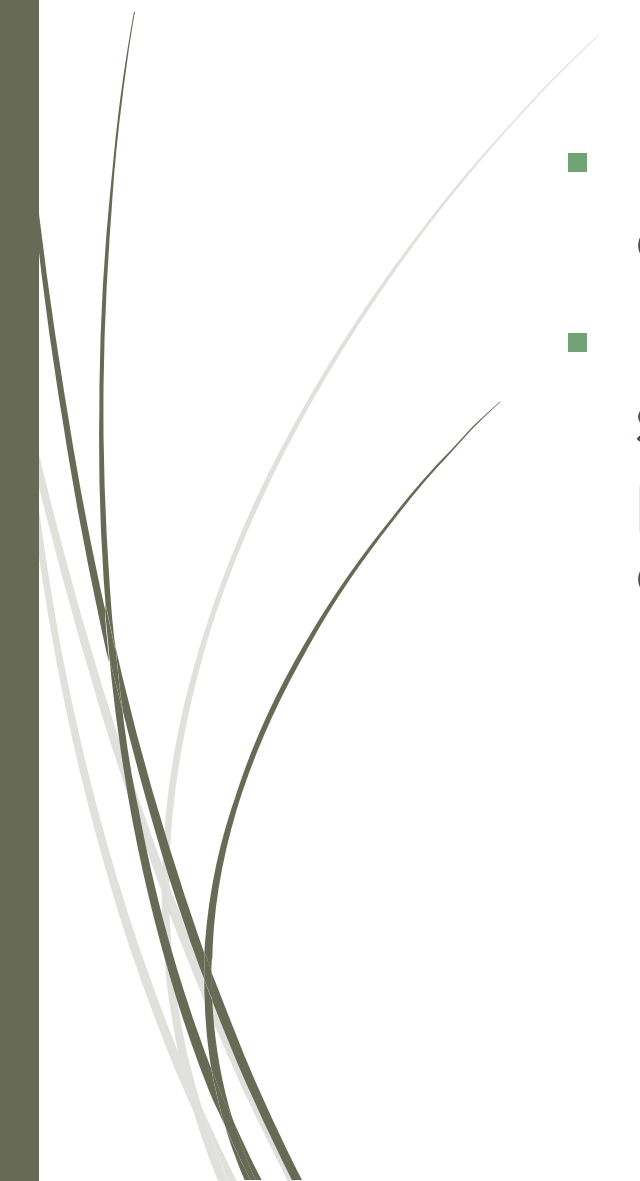




DHT

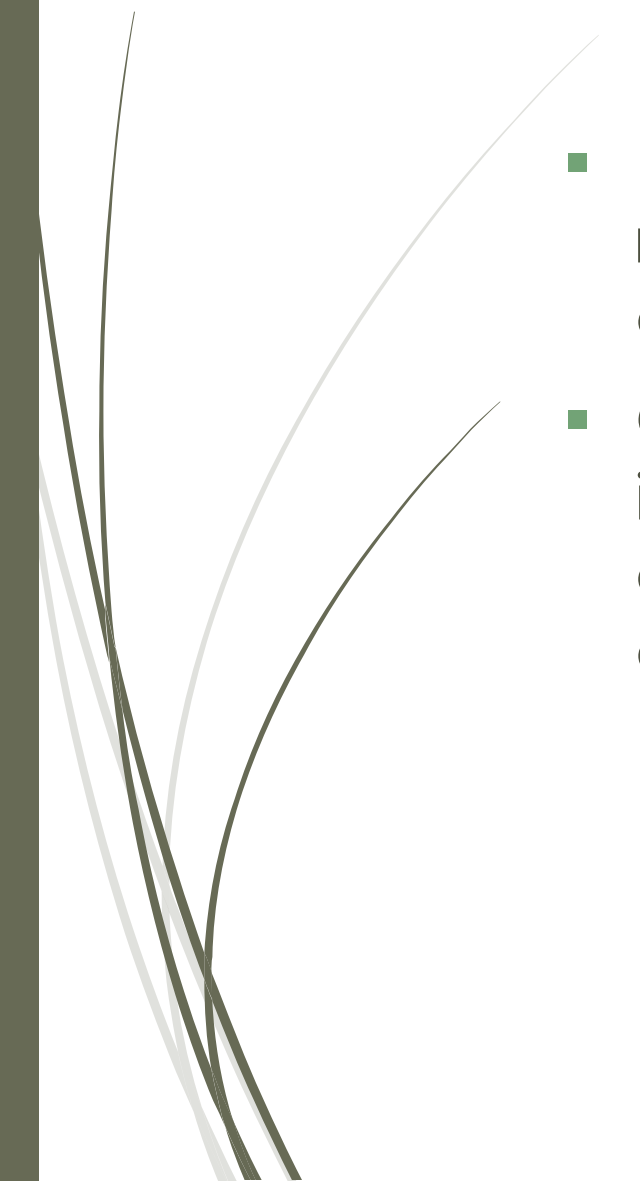


Redes de Sobreposição Estruturada

- Existem dois tipos de redes de sobreposição: as que são estruturadas e as que não são.
 - Em uma arquitetura peer-to-peer estruturada, a rede de sobreposição é construída com a utilização de um procedimento determinístico. O procedimento mais empregado é o DHT – Distributed Hash Table
- 

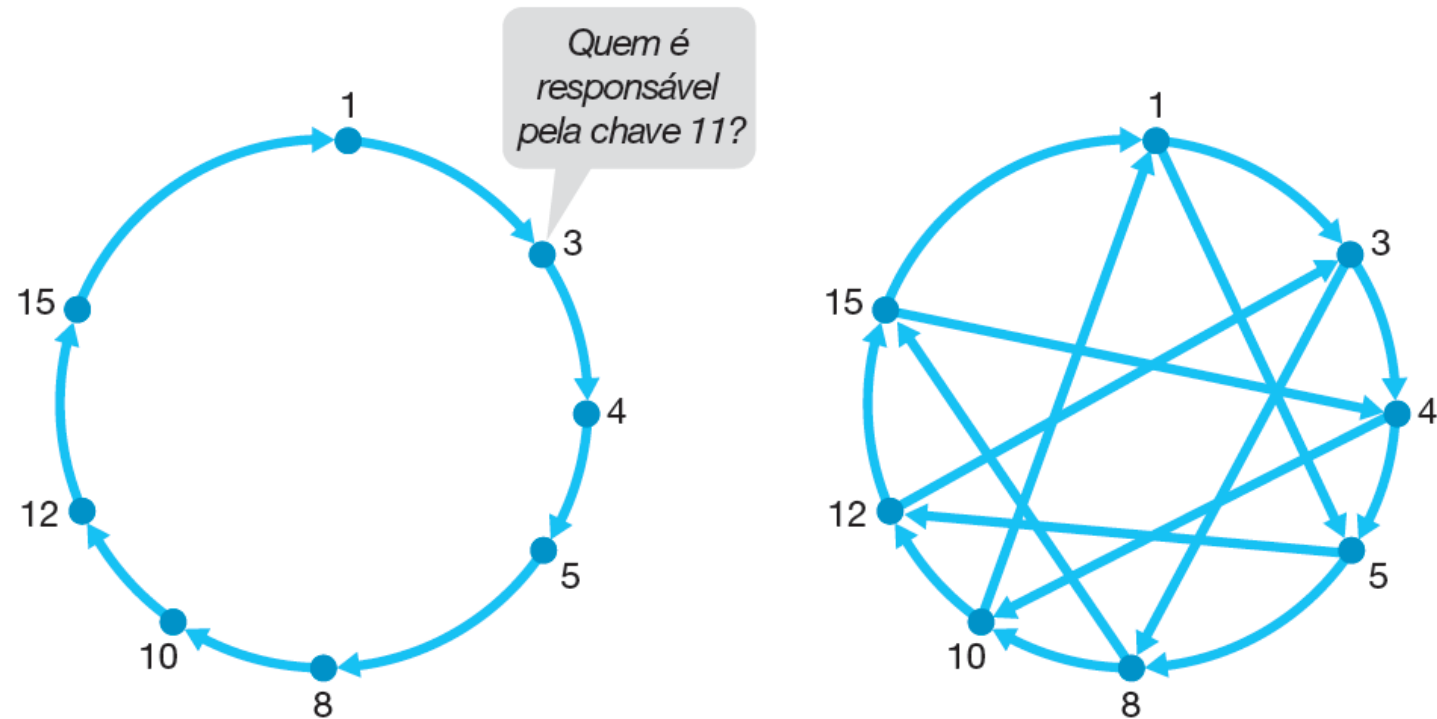


Redes de Sobreposição Estruturada

- Em um sistema baseado em DHT, os itens de dados recebem uma chave aleatória, como um identificador de 128 ou 160 bits.
 - O ponto crucial de todo sistema baseado em DHT é implementar um esquema eficiente e determinístico que mapeie exclusivamente a chave de um item de dado para o identificador de um nó.
- 


Exemplo de DHT - Chord

O DHT circular oferece uma solução bastante elegante para reduzir a quantidade de informação sobreposta que cada par deve gerenciar.

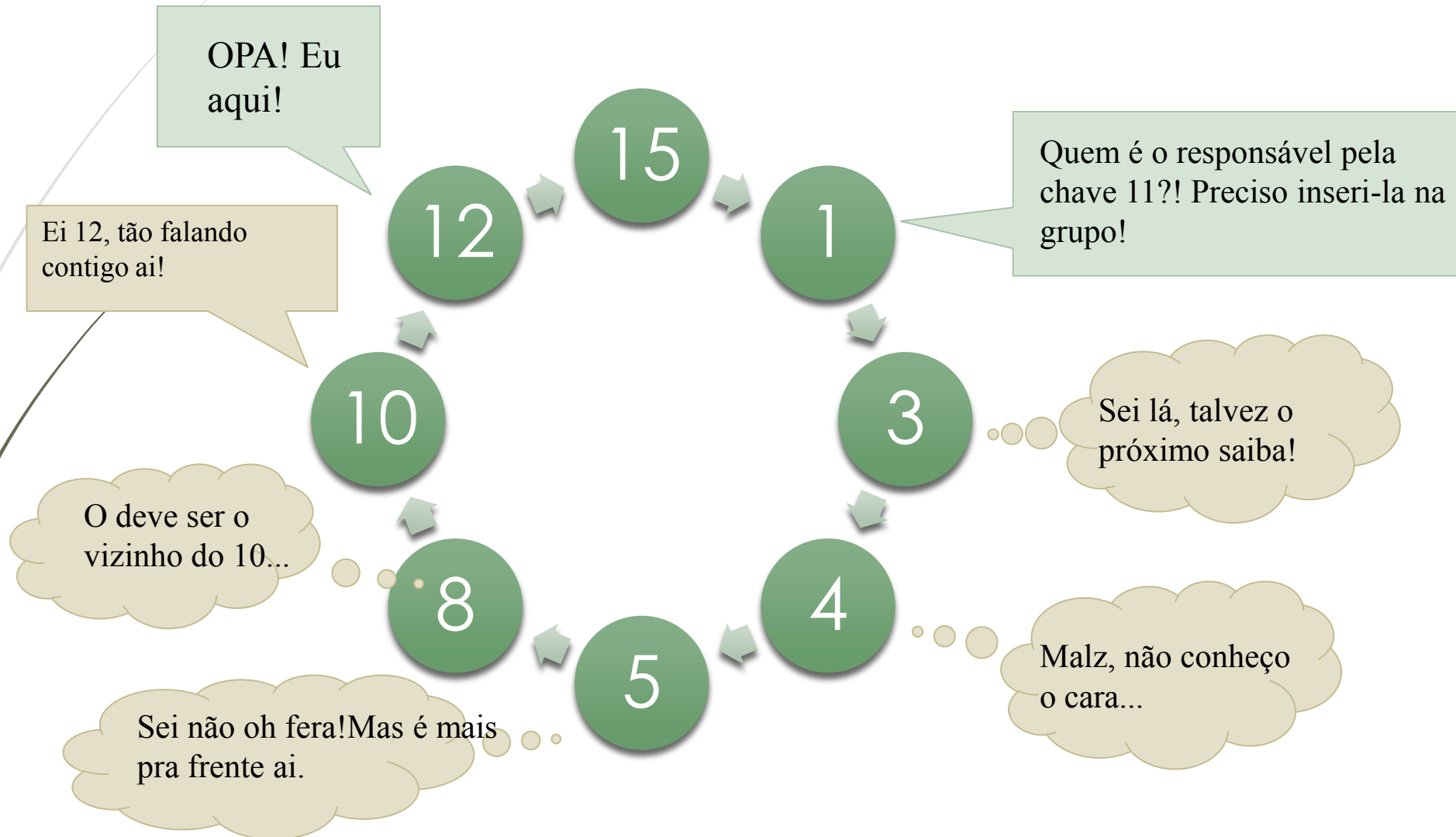




DHT – Circular ou CHord

- 
1. Protocolo consiste na utilização de chaves para mapear, localizar e remover nós em uma rede P2P.
 2. Consiste em mapear os peers conectados a rede através de um código hash que identifica cada elemento.
 3. Com esse código, cada peer pode localizar e identificar seus vizinhos através de um emaranhado de peers conectados.
 4. A maneira como é feita consiste em um única operação (lookup) que mapeia o endereço IP com o hash gerado

Identificador de Pares



Como gerar esses valores?

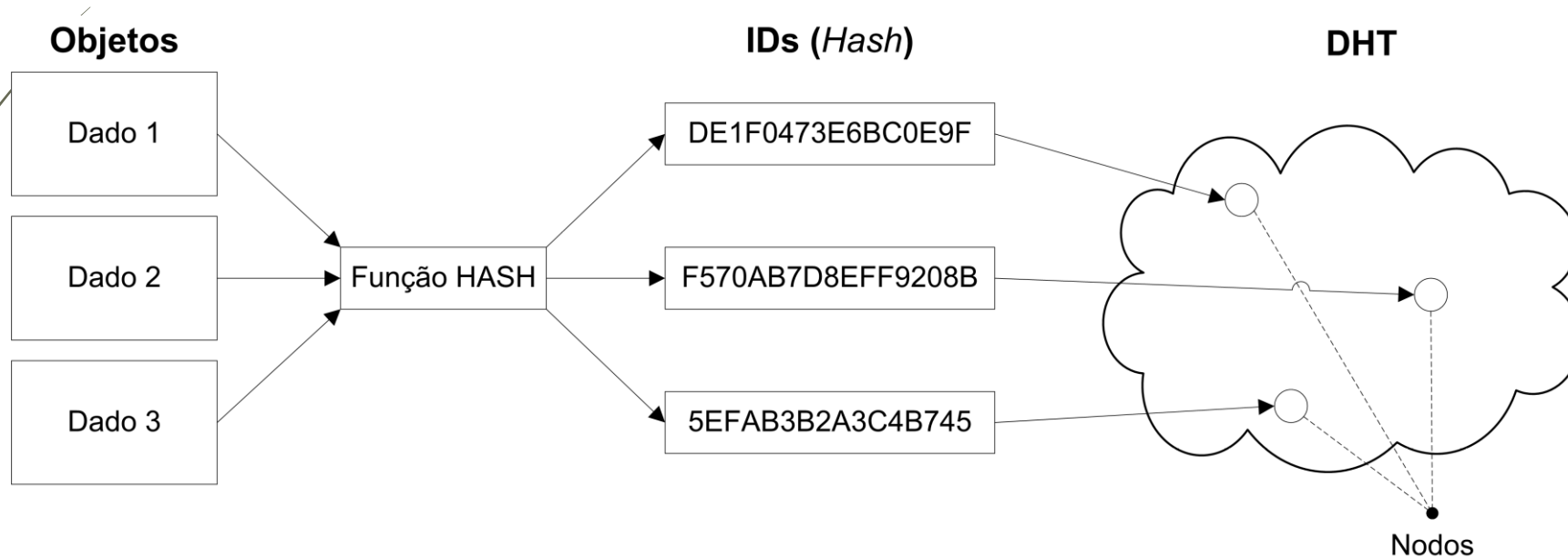


Hash

- A construção de uma DHT se dá de forma similar a uma tabela hash, também conhecida por tabela de dispersão ou tabela de espalhamento.
 - Uma tabela hash é uma estrutura de dados especial que usa uma função hash para associar uma identificação, conhecida por chave, e valores.
 - A função hash é empregada para transformar as chaves em índices de um vetor, no qual os valores são armazenados. O objetivo é, a partir de uma chave, fazer uma busca rápida para obter o valor desejado.

Hash

- Geração das chaves (IDs) e armazenagem de objetos em uma DHT





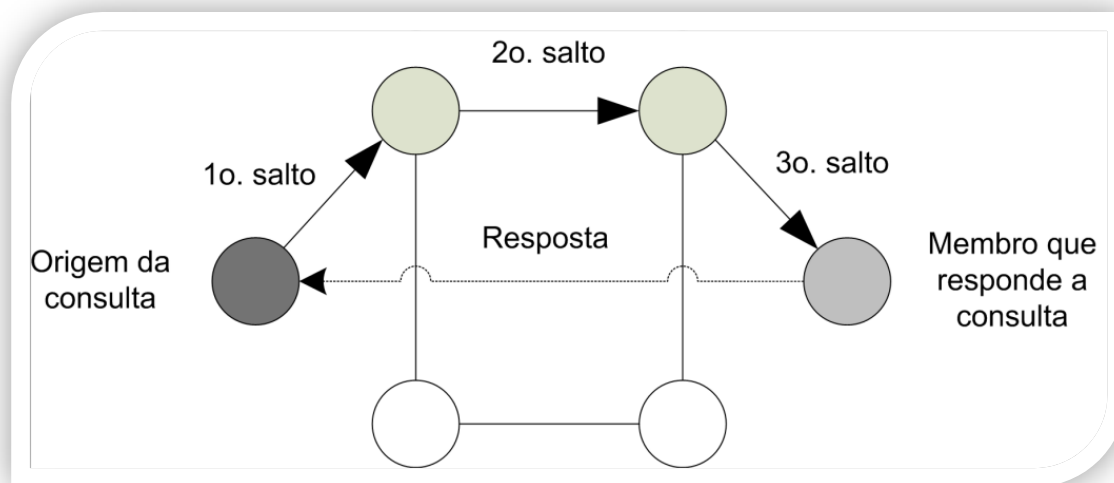
Hash

- A função hash de uma DHT deve ser elaborada de maneira a atribuir um identificador único para diferentes objetos.
- Quando dois ou mais objetos distintos recebem o mesmo identificador ocorre uma colisão, impossibilitando a diferenciação entre estes objetos.

Para evitar as colisões, adota-se um espaço de identificadores grande o suficiente => a probabilidade de dois objetos receberem a mesma chave torne-se praticamente nula.

DHTs

- As DHTs que mantêm tabelas de roteamento com N entradas são conhecidas por Single Hop DHTs pois a sua função lookup consegue resolver qualquer consulta usando apenas a tabela local.
- Esta abordagem requer que os eventos de entrada, saída ou falha de qualquer nó do sistema sejam reportados para todos os participantes sem falha



Mensagem Ping

- Rastreamento de pares próximos
- Numa rede p2p um par pode ir ou vir sem aviso. Existe então a exigência que cada par verifique se seus dois sucessores estão vivos, através do envio da mensagem ping e aguardo de resposta.





DHT de Múltiplos Saltos

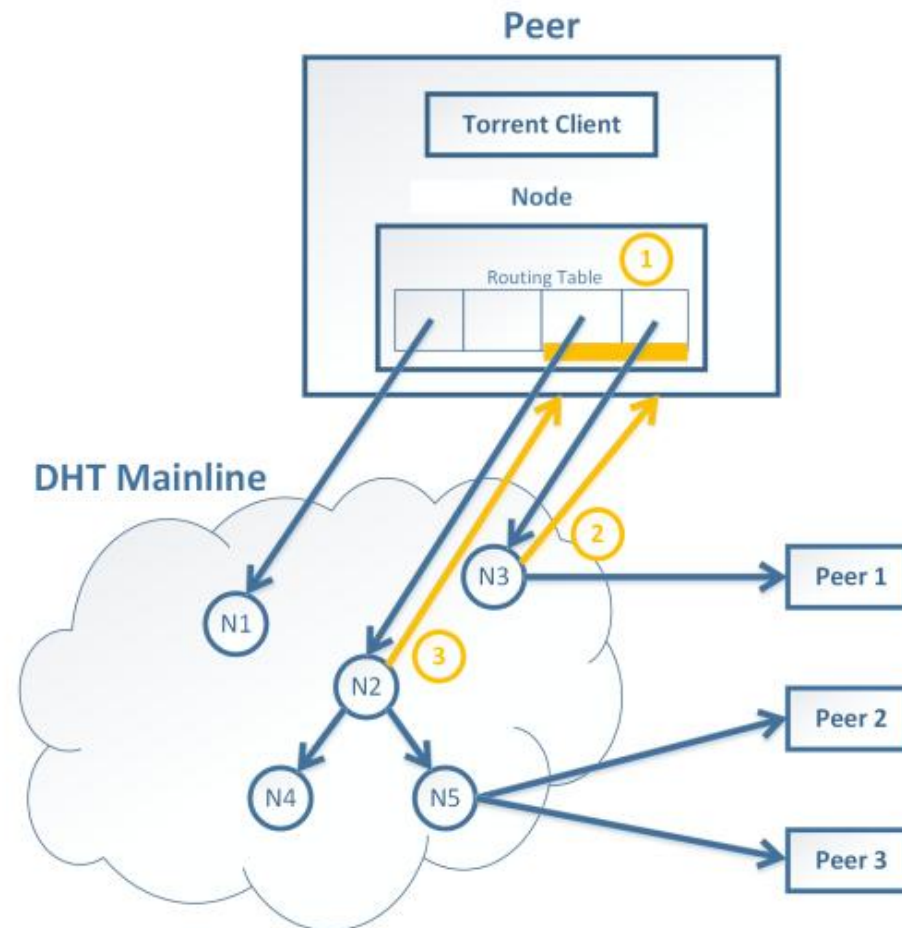


- CAN (Content Addressable Network) –
 - Nós são mapeados pseudo-randomicamente para um espaço cartesiano virtual de d-dimensões que se juntam nas extremidades (tours)
- Chord – Circular
 - Cada nó recebe um identificador de m-bits
 - Conhece o caminho para os vizinhos a distância $2^0, 2^1, 2^2$, etc.
- Pastry
 - Semelhante ao Chord
 - Conhece o caminho para apenas um vizinho
- Tapestry.
 - Baseada na técnica distribuída de Plaxton e estrutura de dados distribuídos Plaxton Mesh

DHT Mainline - Torrent

Todo Peer é um Tracker

- Os peers vão funcionar como nós de uma DHT gigantesca
 - Indexação de todos os Torrents possíveis
 - Uso do Infohash – SHA1 sobre o conteúdo do Torrent
- Os peers vão receber Node ID e devem guardar informações sobre outros nós que contém *infohashes* mais próximos desse valor
- Os peers mantêm uma lista de nós conhecidos



Exemplos do Mainline DHT

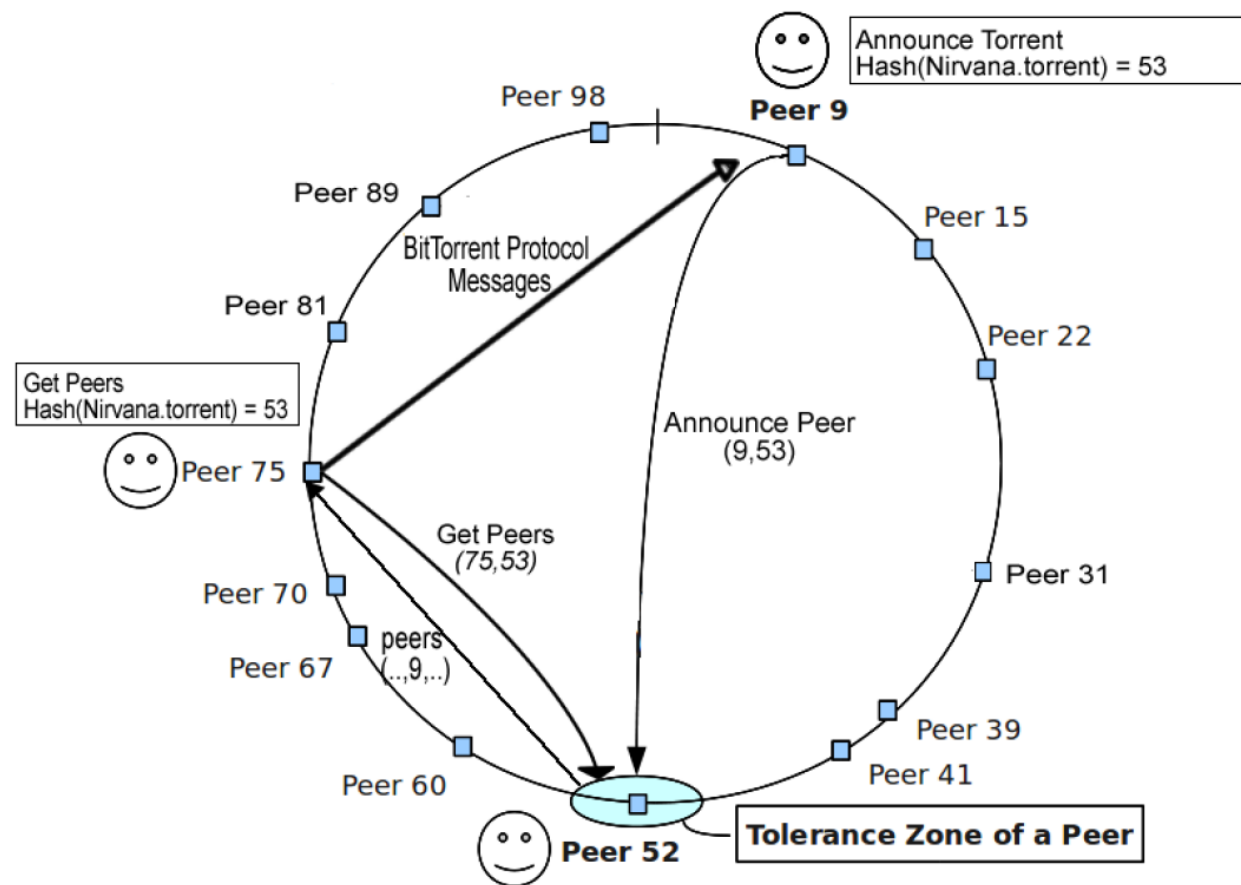
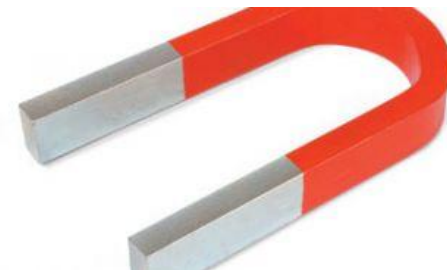


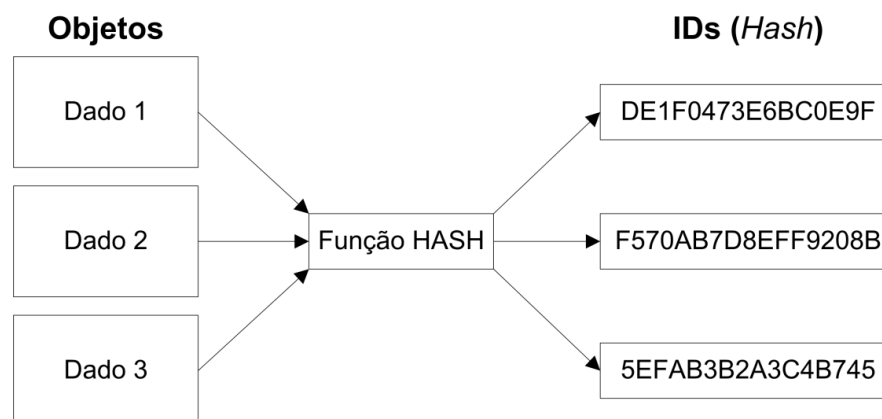
Fig. 1: BitTorrent DHT

Magnet Links



- Trackless download
- Um magnet link contém informação que podem levar aos seeders que detém um arquivo, e não do tracker ou da lista de trackers que o possui
- Hash do conteúdo compartilhado

magnet: (Identifica o link magnético)
?xt=urn:btih: (Define que este é um link de torrents, para que você use programas como o BitTorrent)
5dee65101db281ac9c46344cd6b175cdcad53426 (Hash do conteúdo)
&dn=name (Nome do arquivo)



Outros usos do BitTorrent



Outros usos do BitTorrent

- Download de softwares e atualizações
 - Distribuição de Linux (Ubuntu)
 - Jogos e atualizações
- Arquivar e estruturar grande quantidade de arquivos
 - BitTorrent Sync
- Distribuição interna em companhias
 - Facebook, Internet Archive



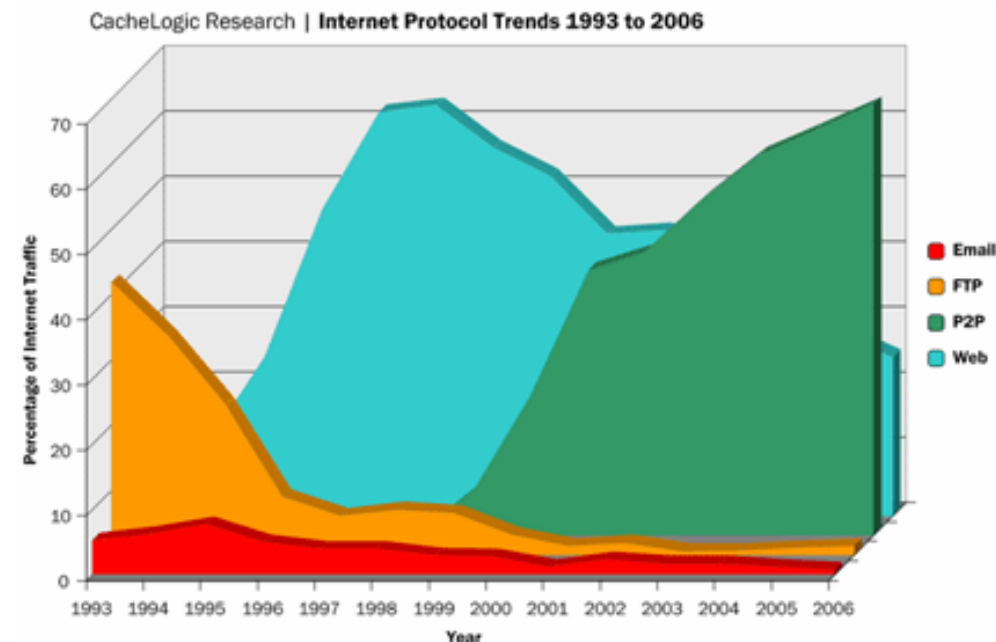
INTERNET ARCHIVE
WayBackMachine

Curiosidades

- Foi criado em 2001 por Bram Cohen
- Em 2004, chegou a ser quase 30% de todo o tráfego de dados da Internet*
- BitTorrent usa TCP, UDP e uTP** (uma variação do UDP) nas portas > 6881



Bram Cohen

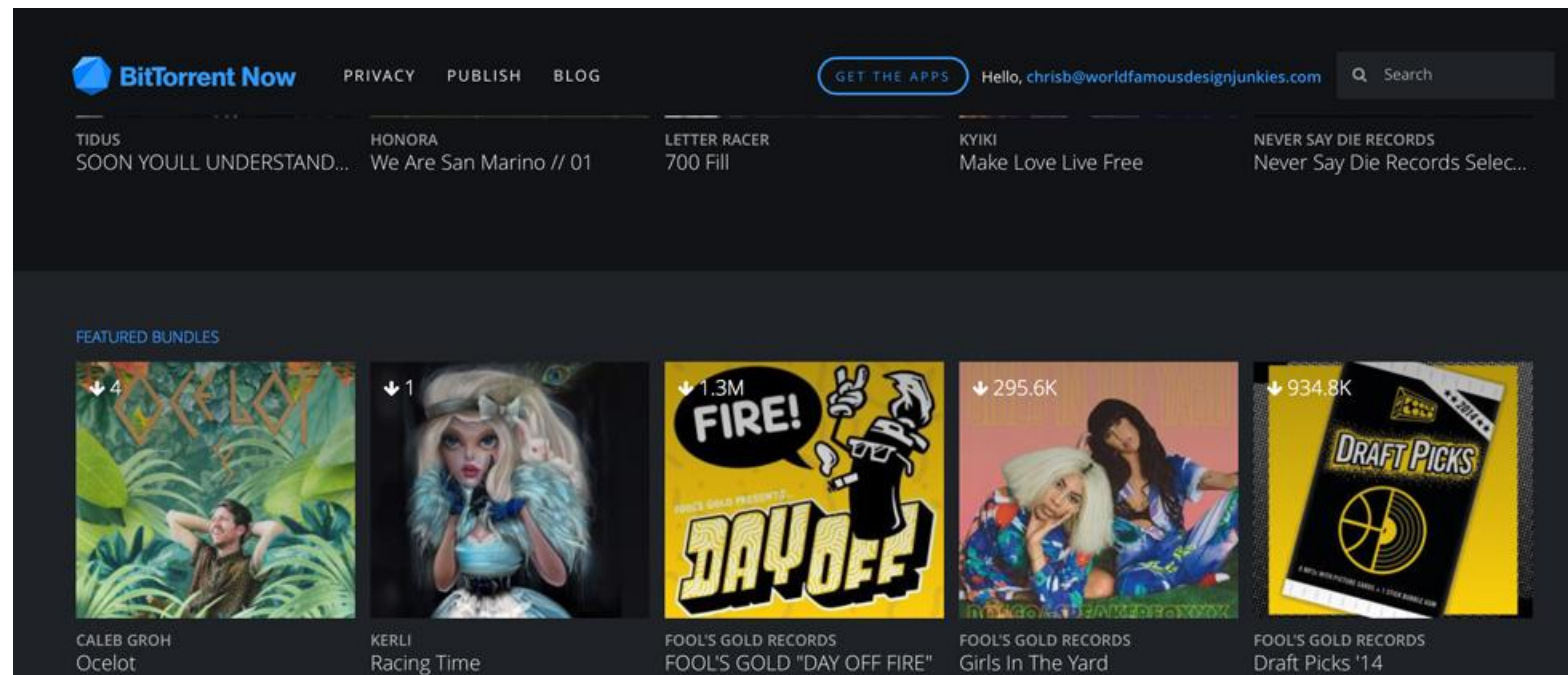


*<https://torrentfreak.com/bittorrent-the-one-third-of-all-internet-traffic-myth/>

** http://www.bittorrent.org/beps/bep_0029.html

A companhia BitTorrent

- Arquitetura Peer to Peer
 - Atualizações no Protocolo
- Produtos Free e Pagos
 - BitTorrent Now, BitTorrent Bundle, BitTorrent Sync, SoShare





Prêmios

- 2004 Wired Rave Award
- 2005 [MIT](#) Technology Review [TR35](#) as one of the top 35 innovators in the world under the age of 35.
- 2005 Time's 100 Most Influential People
- 2006 USENIX STUG Award
- 2010 Internet Evolution 100

Referências

- <https://www.infowester.com/bittorrent.php>
- <https://www.plagiarismtoday.com/2017/06/01/the-long-slow-decline-of-bittorrent/>
- <https://www.howtogeek.com/141257/htg-explains-how-does-bittorrent-work/>
- http://www.bittorrent.org/beps/bep_0029.html
- <https://www.tecmundo.com.br/torrent/3175-a-biblia-do-torrent.htm>
- https://www.bittorrent.org/beps/bep_0005.html