

IPv6.br

Planejando o endereçamento IPv6 de uma rede

Antonio M. Moreiras

moreiras@nic.br

Rodrigo Regis dos Santos

rsantos@nic.br

Núcleo de Informação e Coordenação
do Ponto BR – NIC.br

28º. Reunião do GTER

04 de Dezembro de 2009 – São Paulo - Brasil

Motivação

- Um bom planejamento permite:
 - Distribuição hierárquica dos endereços
 - Agregação
 - Obter blocos de tamanho adequado
 - Evitar modificações futuras
- Algumas mudanças de paradigma
- Muitas dúvidas
 - Falta de boas práticas
 - Experiência praticamente nula

Agenda

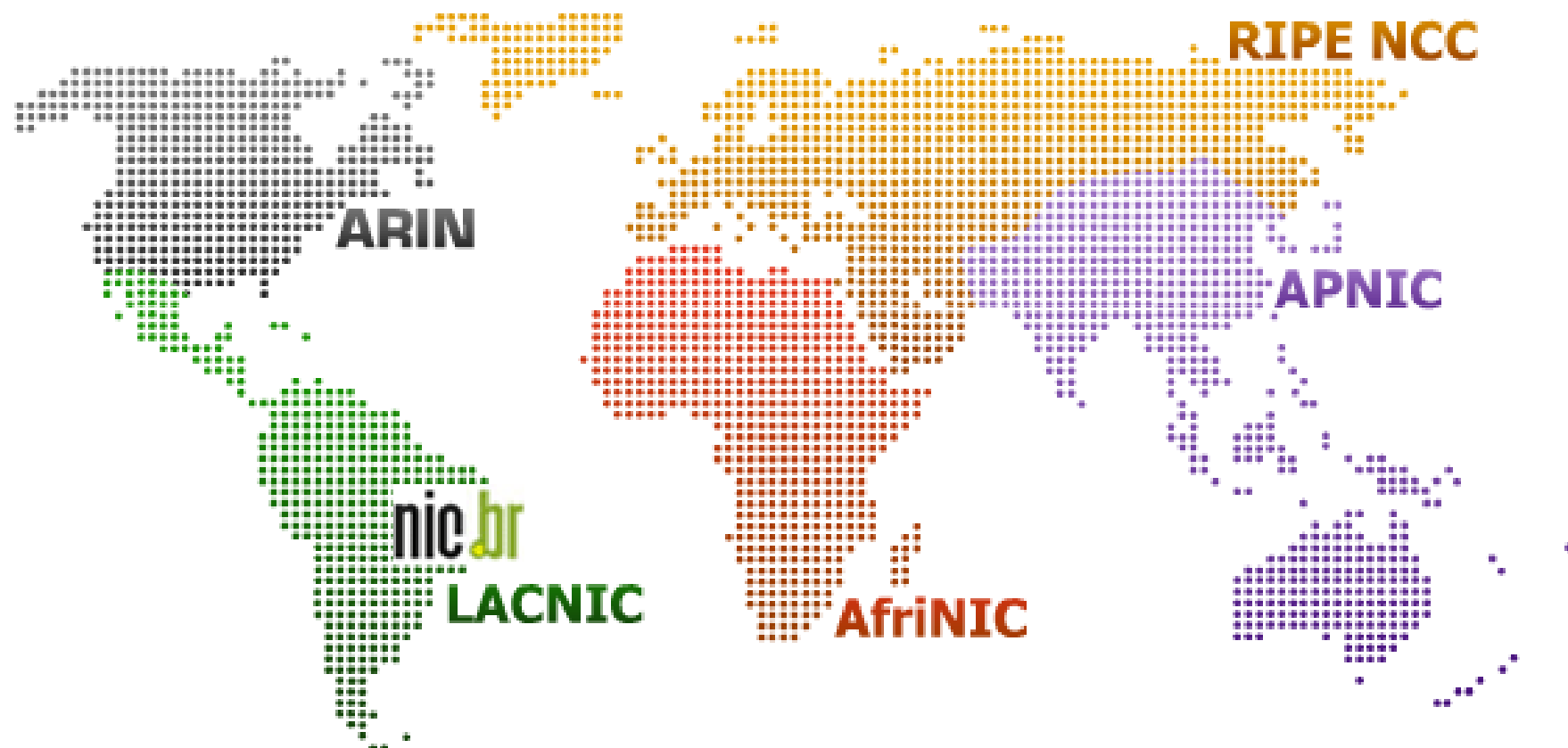
- Situação atual – esgotamento e implantação...
- Endereçamento v6
- Mudanças de paradigma
- Documentos e práticas
- Exemplo

Situação atual

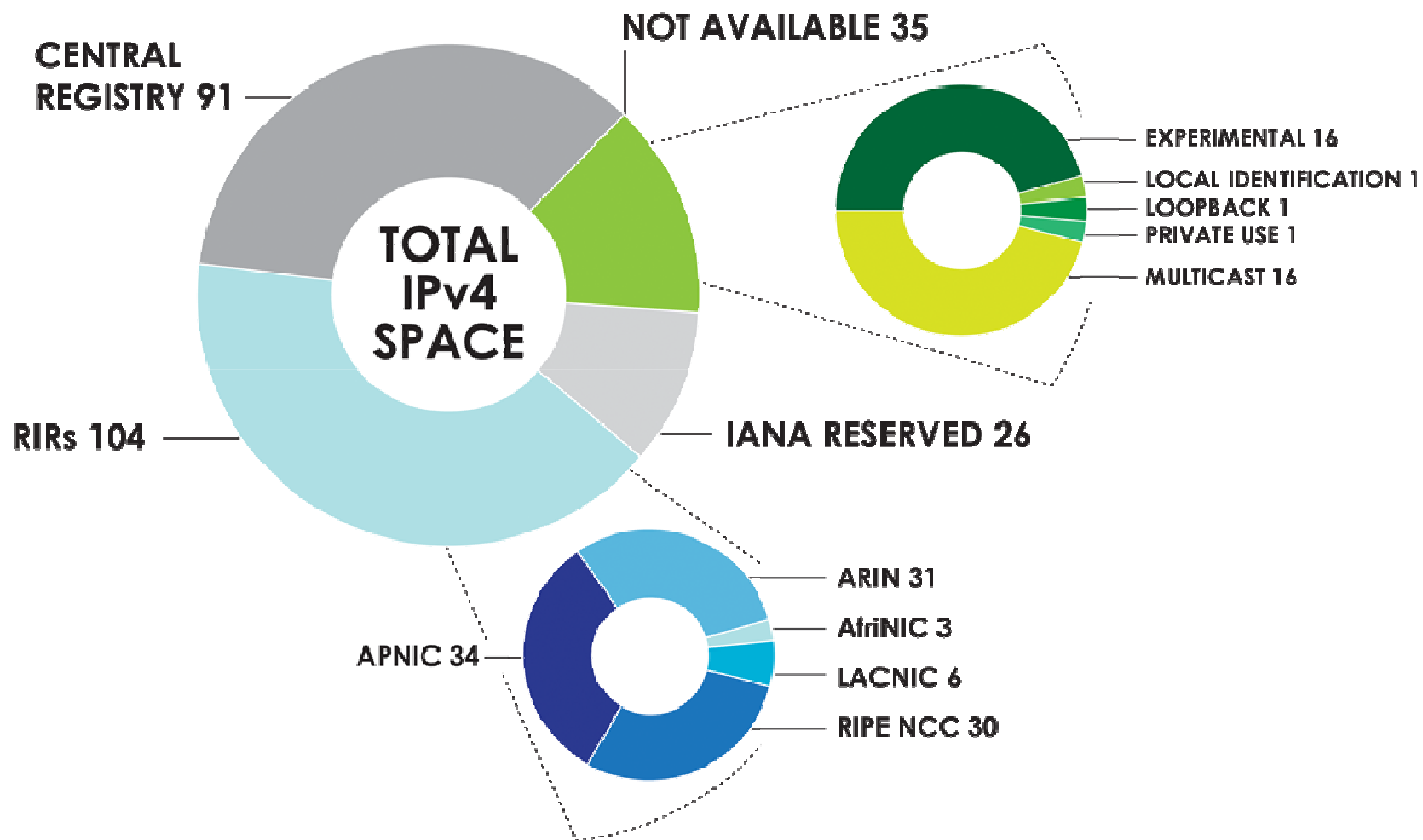
- Esgotamento do IPv4
- Implantação do IPv6



Gerenciamento de IPs na Internet

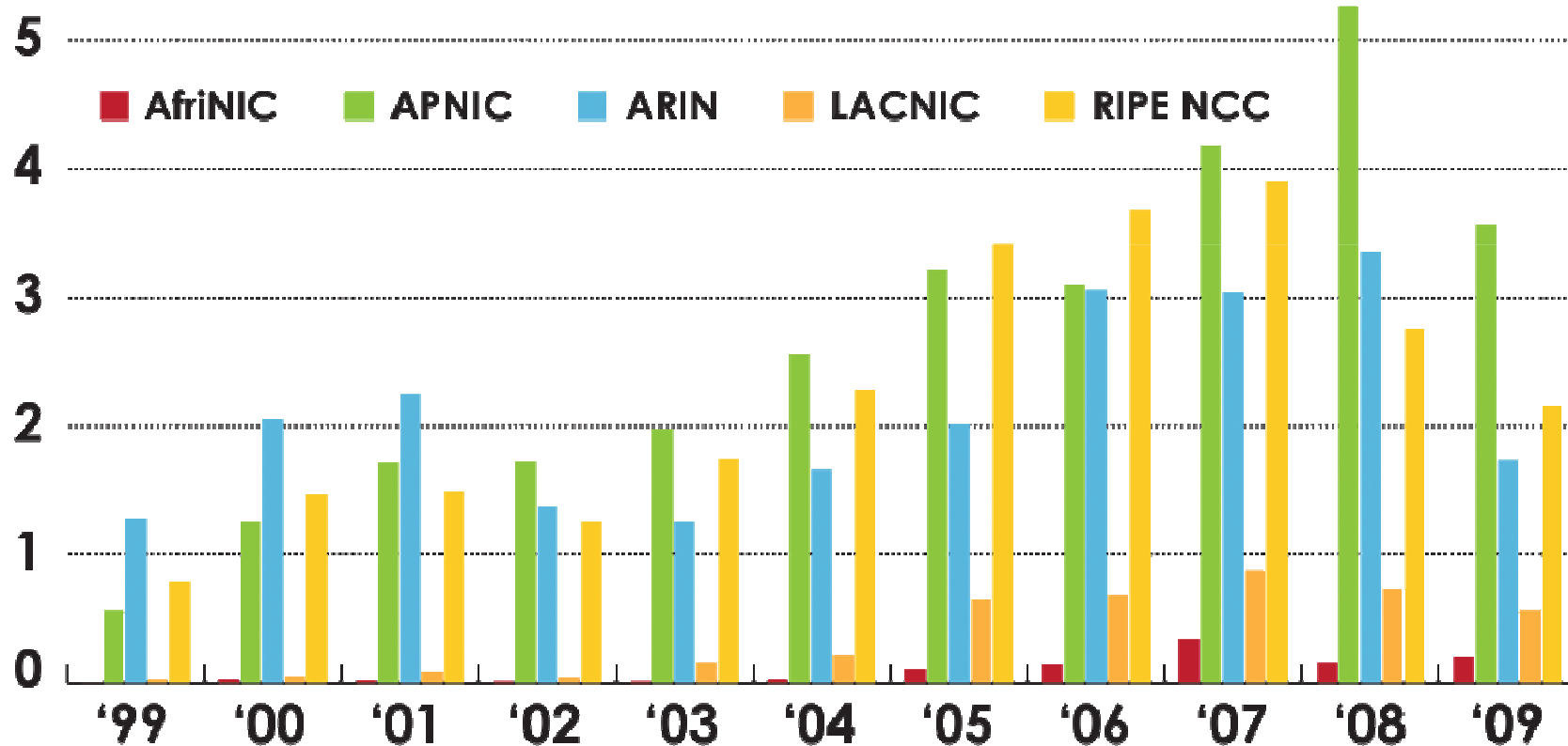


IPv4?

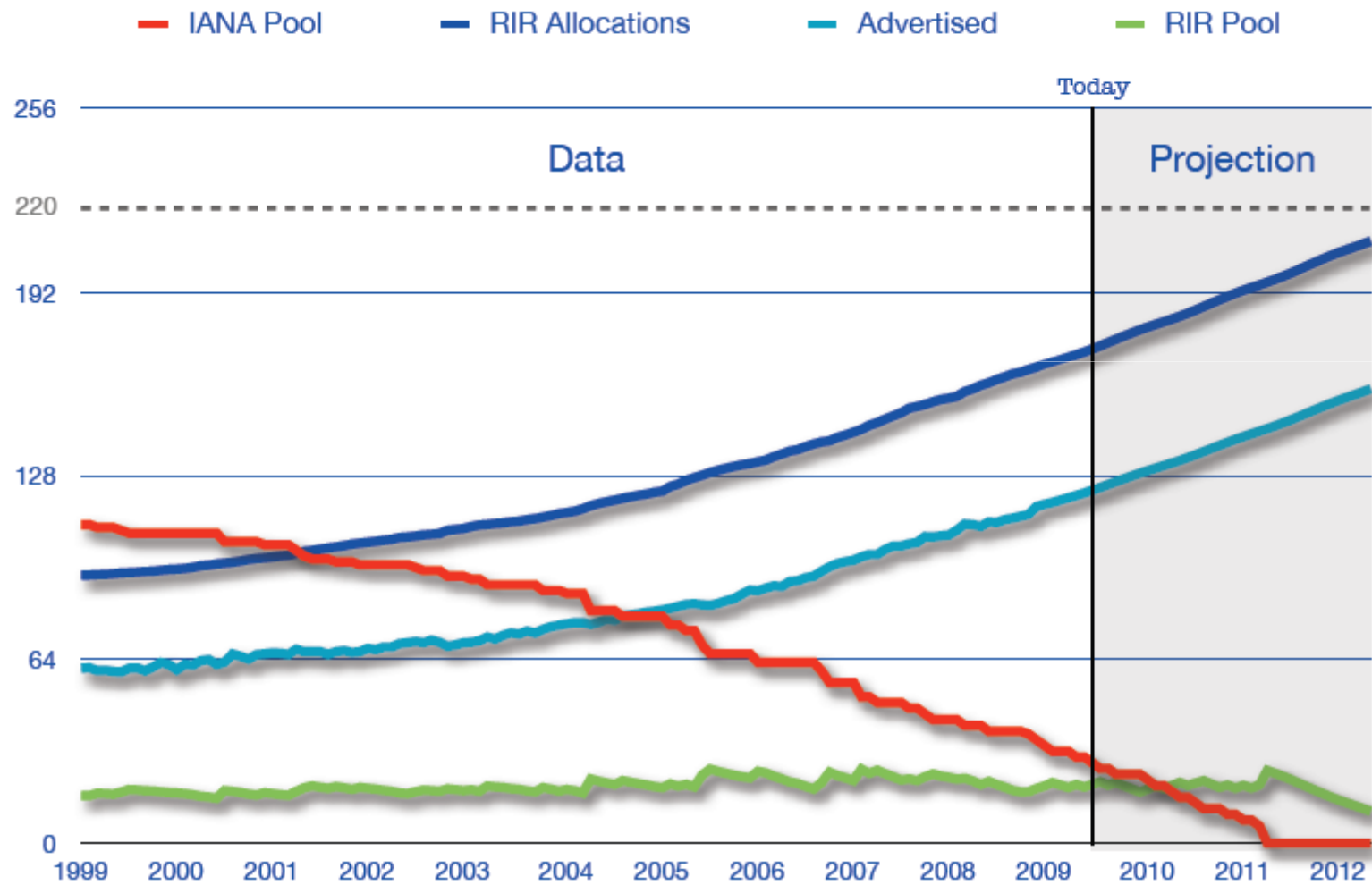


IPv4?

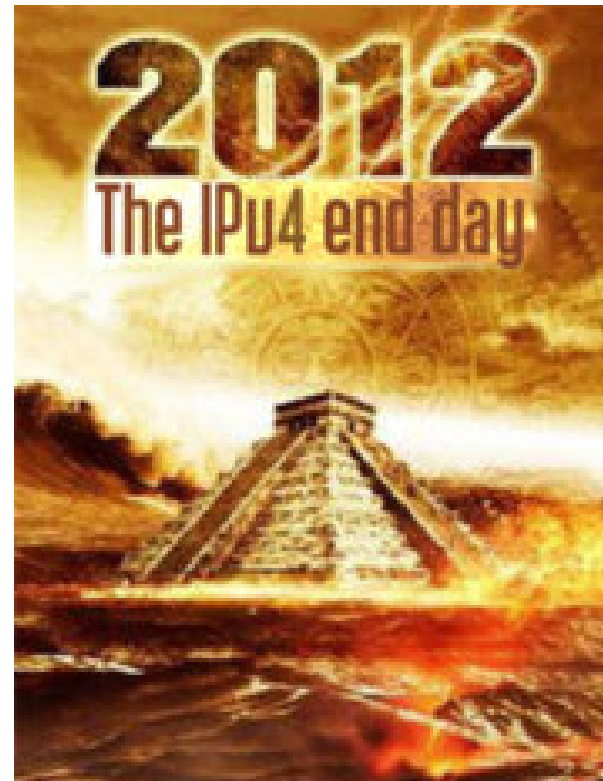
6 /8s



IPv4?

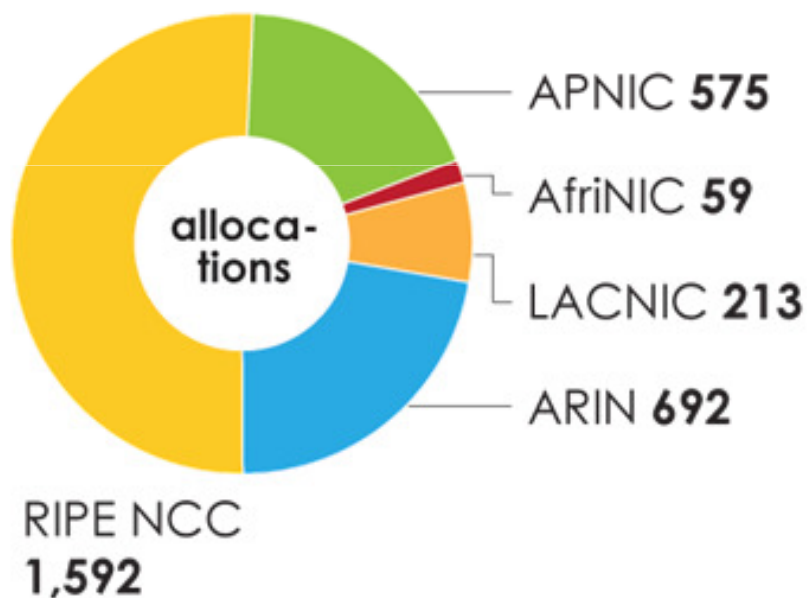


2012

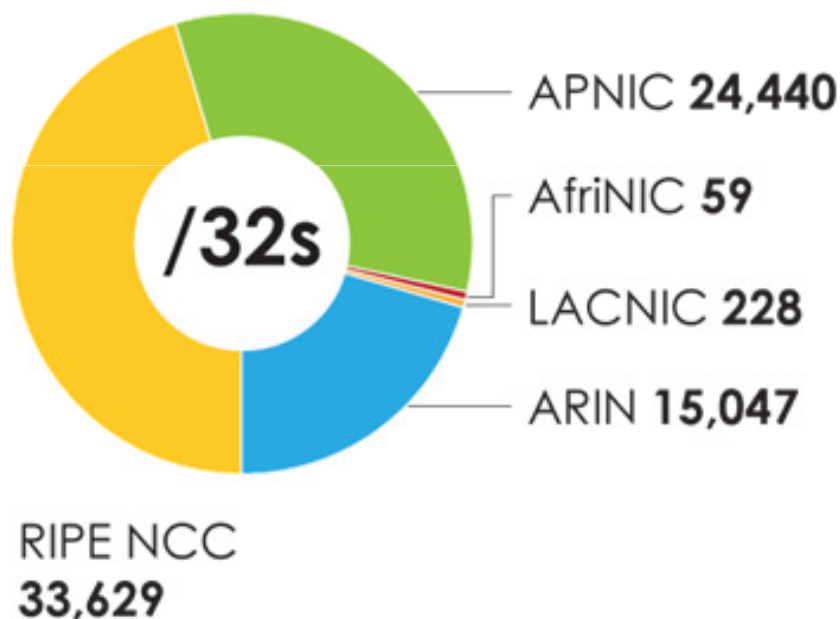


IPv6 – como vai a implantação?

How many total allocations have been made by each RIR?

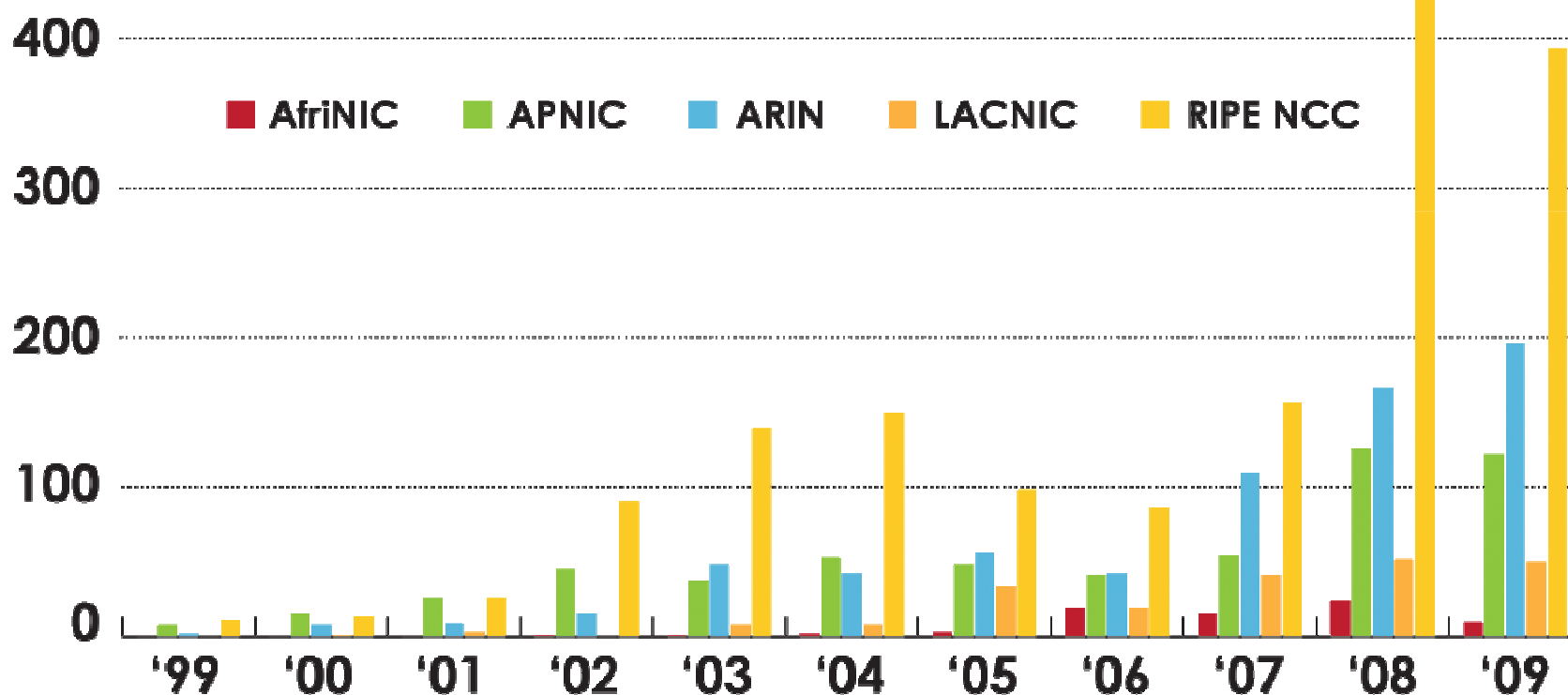


In terms of /32s, how much total space has each RIR allocated?

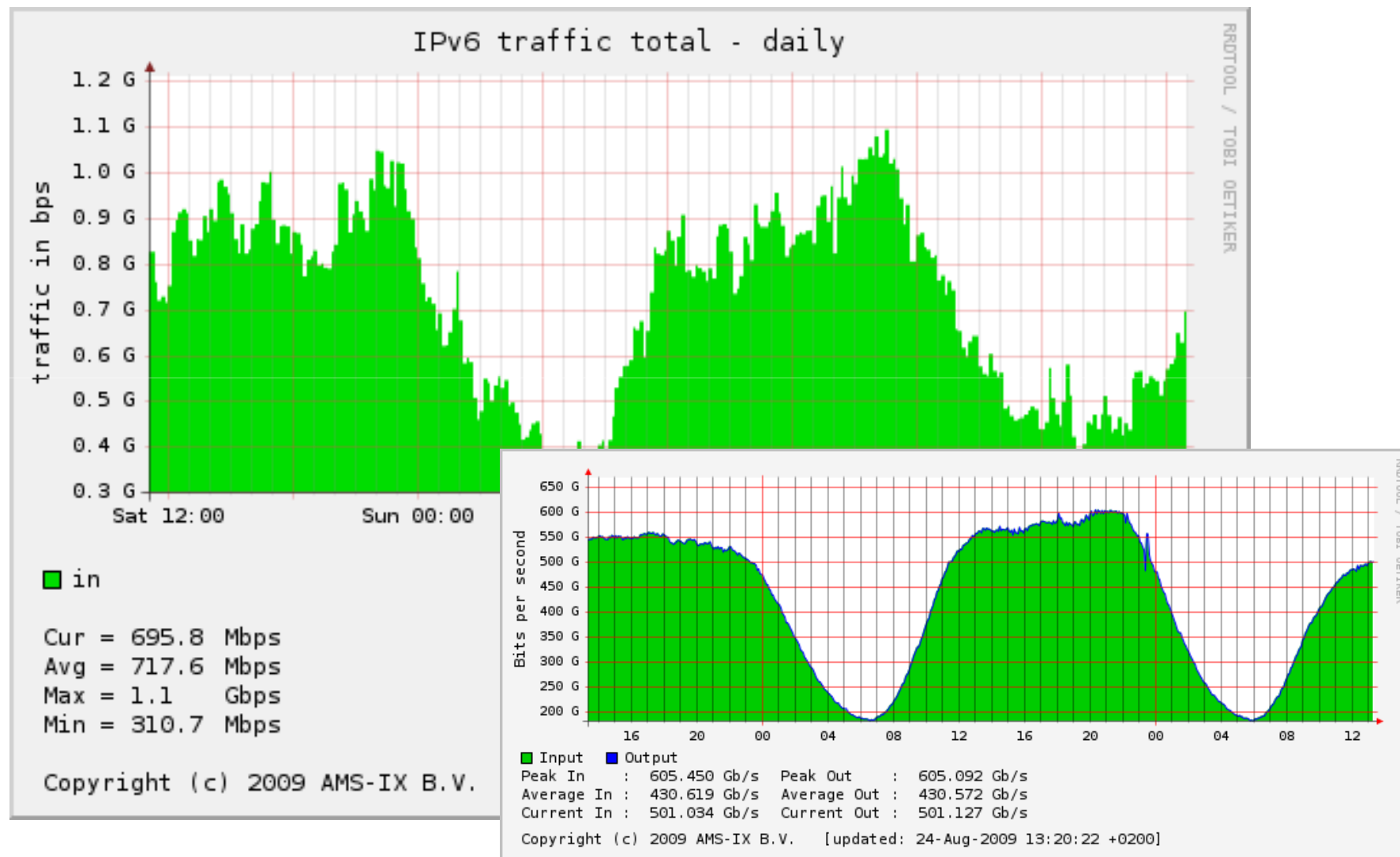


IPv6 – como vai a implantação?

500 allocations

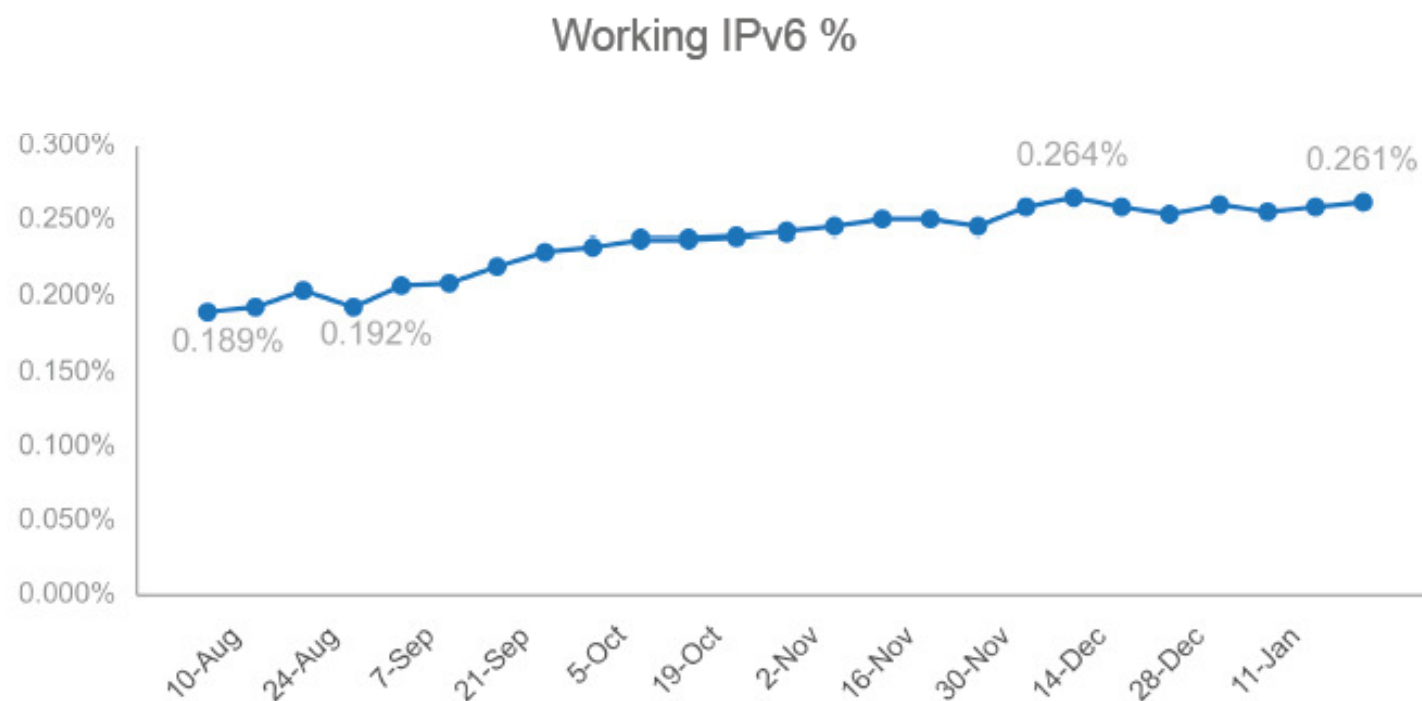


IPv6 – como vai a implantação?



IPv6 – como vai a implantação?

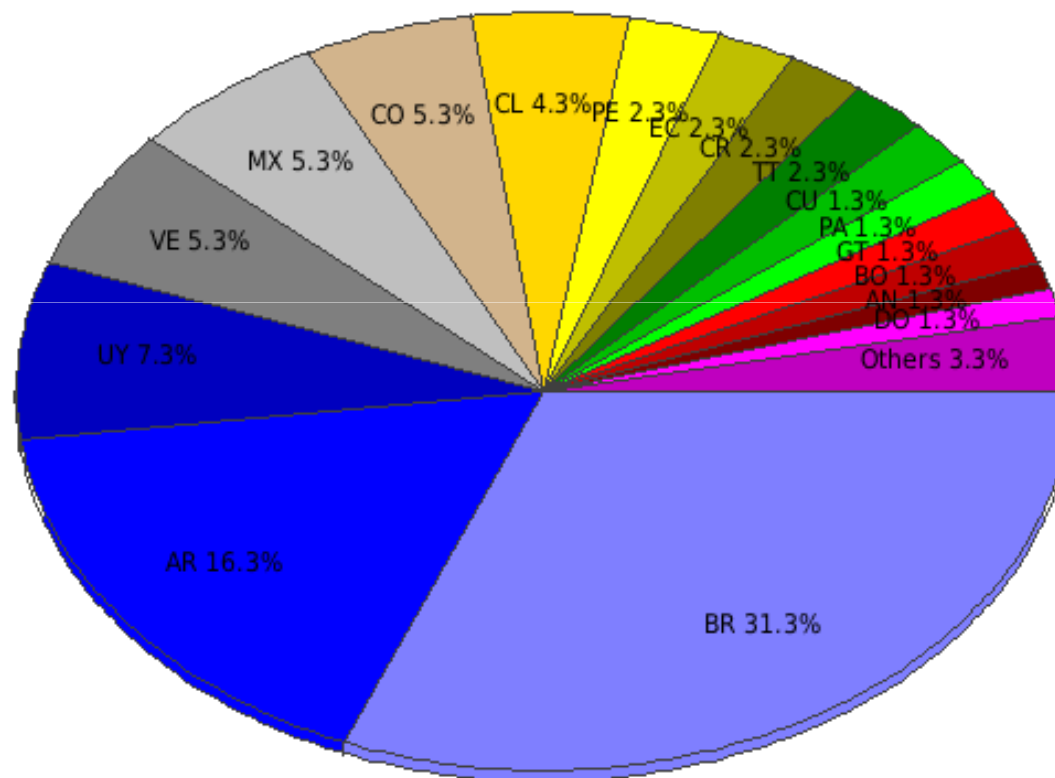
Connectivity Growth



IPv6 – como vai a implantação?

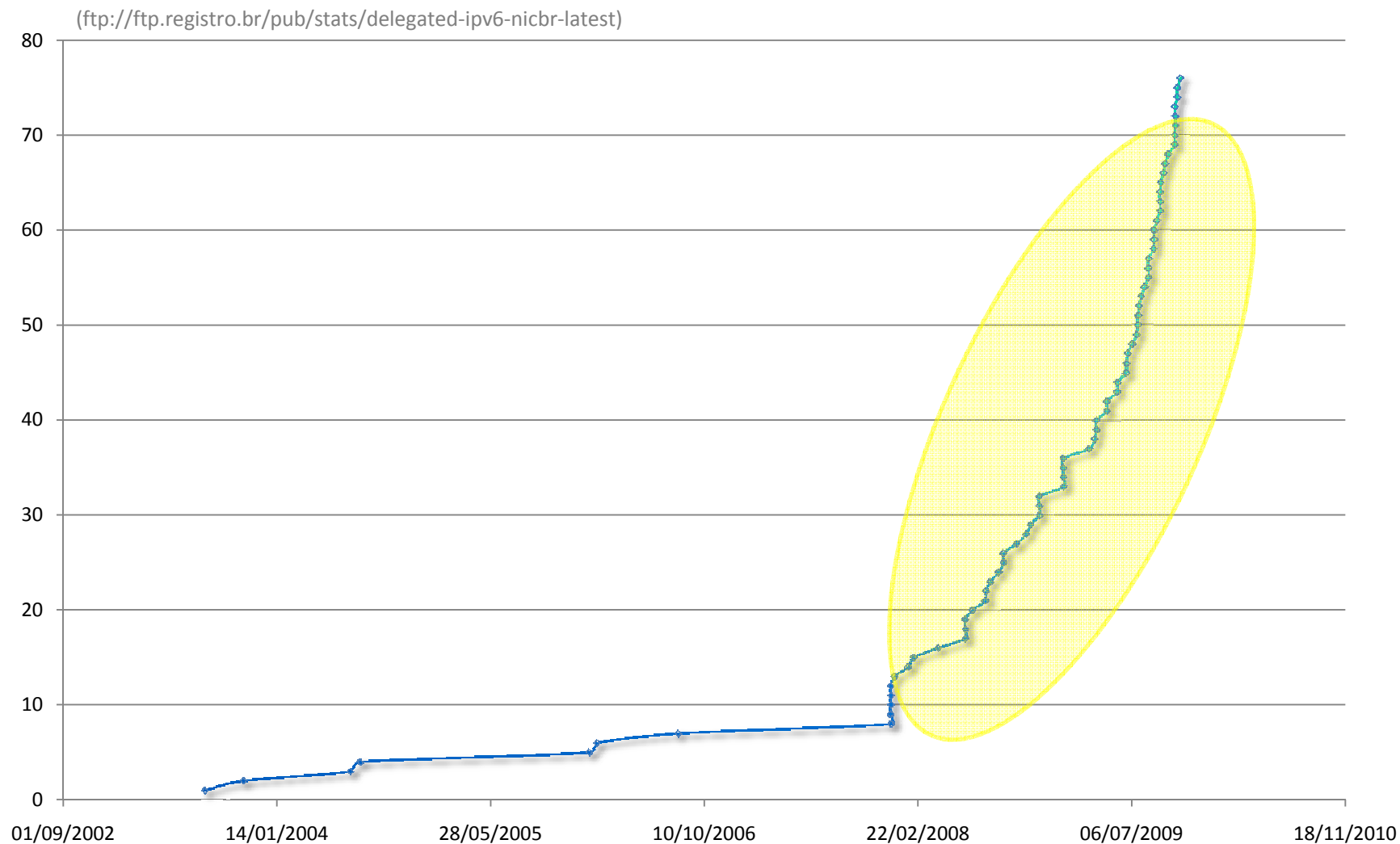
Distribuição de IPv6 entre os países da região do LACNIC

IPv6 distribution, total of 250.004180908203 /32 (as at 2-Dec-2009)



Este gráfico apresenta a distribuição dos endereços /32 IPv6 já alocados pelo LACNIC entre os países da região.

IPv6 – como vai a implantação?



IPv6 – como vai a implantação?



- Alguns provedores implantando IPv6, com sites funcionando:

www6.terra.com.br

www.acessa.com.br

www.onda.net.br

www.nipcable.com.br

(...)

- Governo começa a solicitar IPv6, como usuário:



(<http://www.governoeletronico.gov.br/anexos/e-ping-versao-4-0-in-english>)



(<http://www.prodesp.sp.gov.br/NOTICIAS/noticia-45.htm>)

Endereçamento IPv6



Endereçamento

- Um endereço IPv4 é formado por 32 bits.

$$2^{32} = 4.294.967.296$$

- Um endereço IPv6 é formado por 128 bits.

$$2^{128} = \mathbf{340.282.366.920.938.463.463.374.607.431.768.211.456}$$

~ 56 octilhões ($5,6 \times 10^{28}$) de endereços IP por ser humano.

~ 79 octilhões ($7,9 \times 10^{28}$) de endereços a mais do que no IPv4.

Endereçamento

A representação dos endereços IPv6, divide o endereço em oito grupos de 16 bits, separando-os por “:”, escritos com dígitos hexadecimais.

2001:0DB8:AD1F:25E2:CADE:CAFE:F0CA:84C1

2 Bytes

Na representação de um endereço IPv6 é permitido:

- . Utilizar caracteres maiúsculos ou minúsculos;
- . Omitir os zeros à esquerda; e
- . Representar os zeros contínuos por “::”.

Exemplo:

2001:0DB8:0000:0000:130F:0000:0000:140B

2001:db8:0:0:130f::140b

Formato inválido: **2001:db8::130f::140b** (gera ambiguidade)

Endereçamento

- Representação dos Prefixos
 - Como o CIDR (IPv4)
 - ♦ “endereço-IPv6/tamanho do prefixo”
 - Exemplo:

Prefixo **2001:db8:3003:2::/64**

Prefixo global **2001:db8::/32**

ID da sub-rede **3003:2**

□ URL

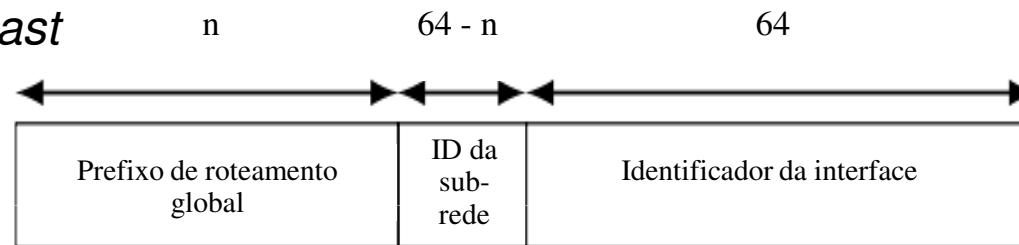
• [http://\[2001:12ff:0:4::22\]/index.html](http://[2001:12ff:0:4::22]/index.html)

• [http://\[2001:12ff:0:4::22\]:8080](http://[2001:12ff:0:4::22]:8080)

Endereçamento

Unicast

▪ *Global Unicast*



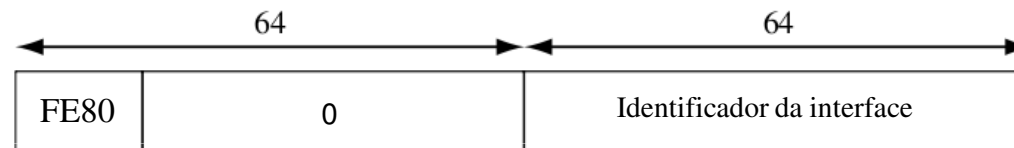
▪ **.2000::/3**

- Globalmente roteável (similar aos endereços públicos IPv4);
- 13% do total de endereços possíveis;
- $2^{(45)} = 35.184.372.088.832$ redes /48 distintas.

Endereçamento

Unicast

▪ *Link local*



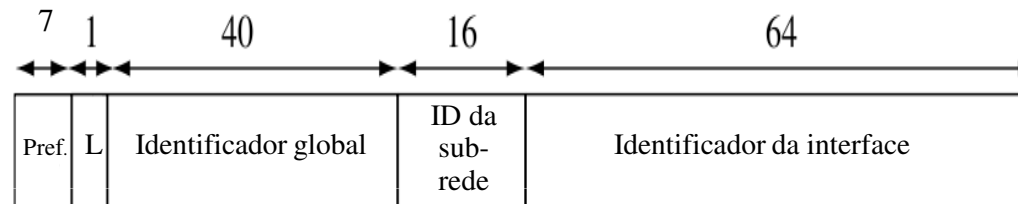
▪ **FE80::/64**

- Deve ser utilizado apenas localmente;
- Atribuído automaticamente (autoconfiguração *stateless*);

Endereçamento

Unicast

▪ *Unique local*



▪ **FC00::/7**

- Prefixo globalmente único (com alta probabilidade de ser único);
- Utilizado apenas na comunicação dentro de um enlace ou entre um conjunto limitado de enlaces;

Não é esperado que seja roteado na Internet.

Endereçamento

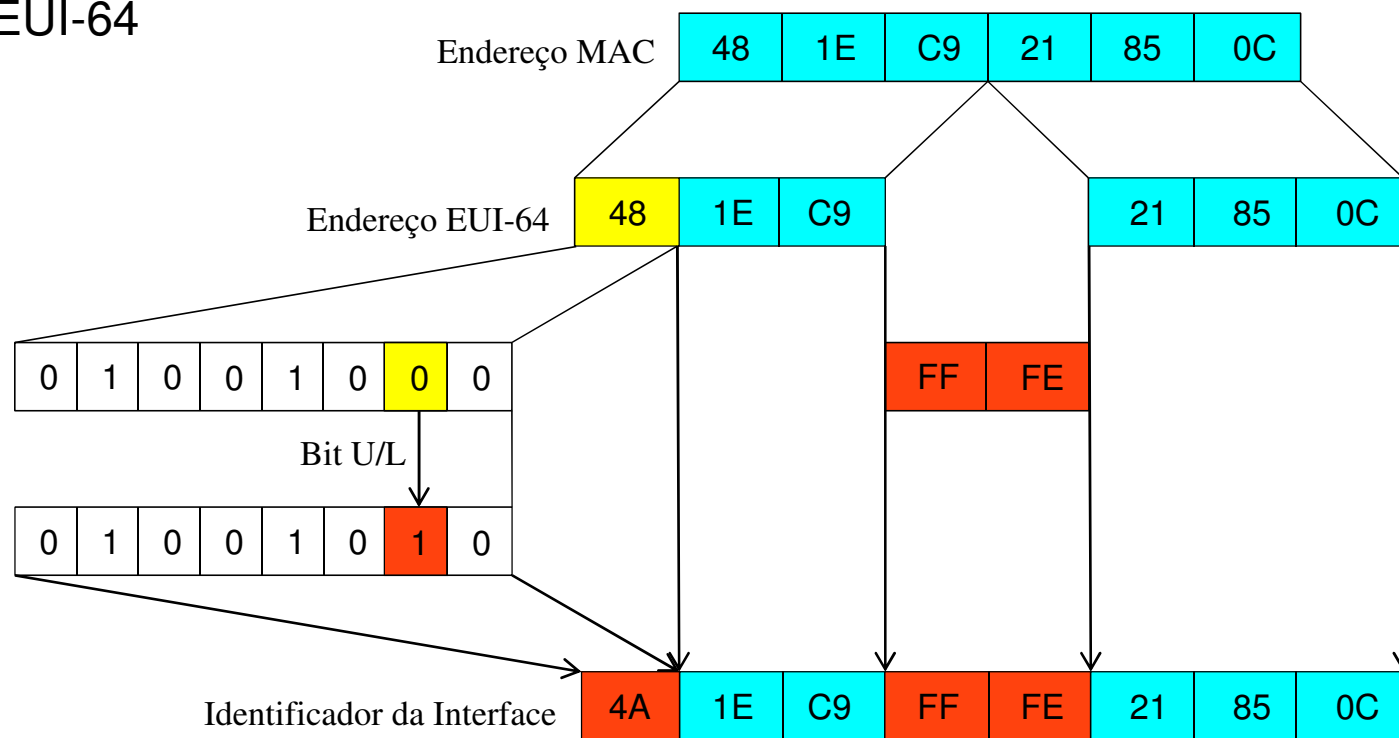
Unicast

- .Identificador da Interface (IID)
- .Devem ser únicos dentro do mesmo prefixo de sub-rede.
- .O mesmo IID pode ser usado em múltiplas interfaces de um único nó, desde que estejam associadas a sub-redes diferentes.
- .Normalmente utiliza-se um IID de 64 bits, que pode ser obtido:
 - .Manualmente
 - .Autoconfiguração *stateless*
 - .DHCPv6 (*stateful*)
 - .A partir de uma chave pública (CGA)
- .IID pode ser temporário e gerado randomicamente.
- .Normalmente é baseado no endereço MAC (Formato EUI-64).

Endereçamento

Unicast

■ EUI-64



Mudanças de paradigma



Mudanças

- Ausência de NAT
- Abundância de IPs
- Internet FIM a FIM
- IPs fixos e válidos
- Necessidade de redes /64

Redes Ubíquas

- Mark Wiser (1991)
 - Os computadores não deveriam ser difíceis de usar
 - Deveriam integrar-se a nosso ambiente de forma invisível – facilitando as tarefas do dia a dia.

Redes Ubíquas

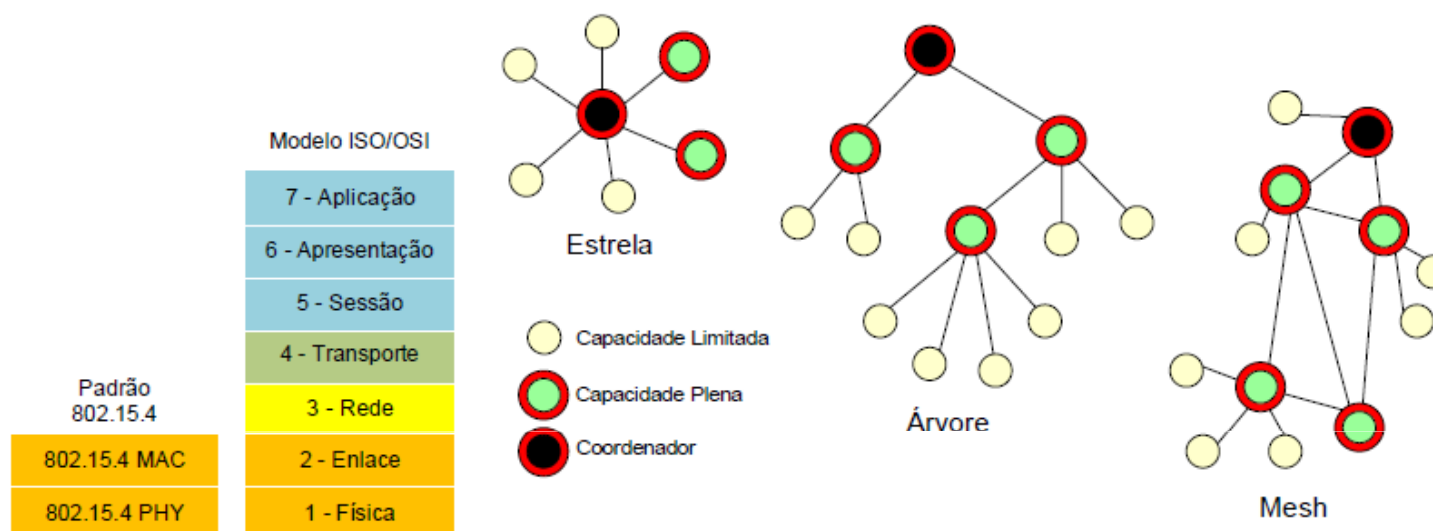
- Redes ubíquas:
 - Redes Pervasivas
 - +
 - Redes Móveis

Redes Ubíquas



Outros
Exemplos?

IEEE 802.15.4

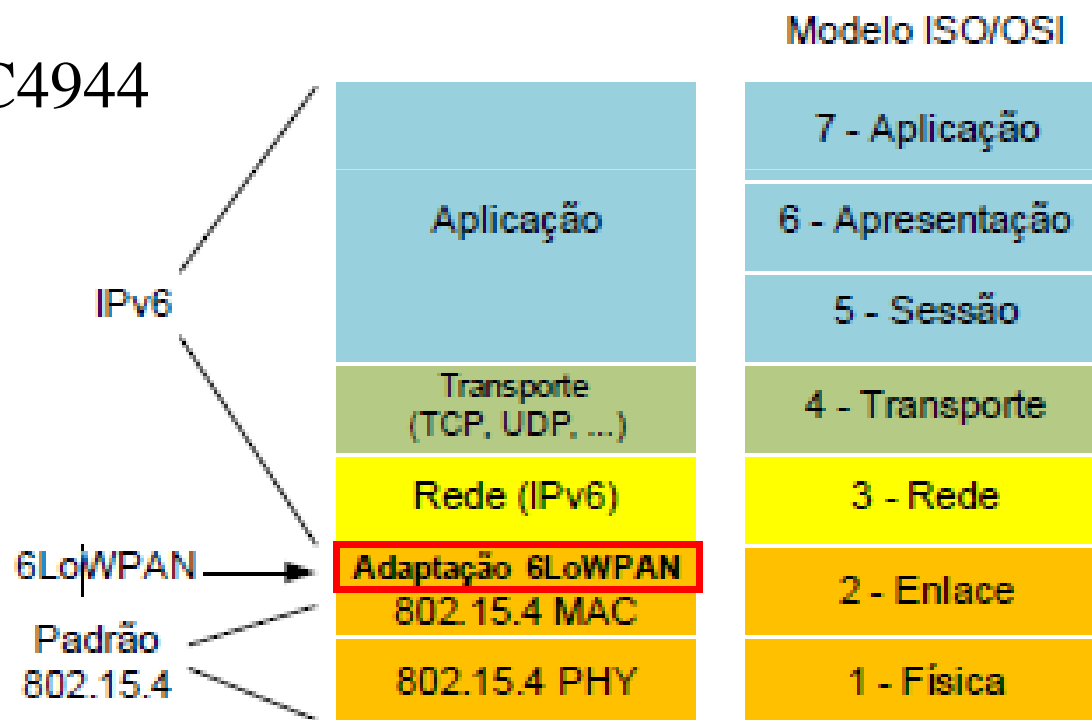


- Camada 2
- As vezes (erroneamente) chamada de ZigBee
- Dispositivos FFD (Full Function Devices) e RFD (Reduced Function Devices)

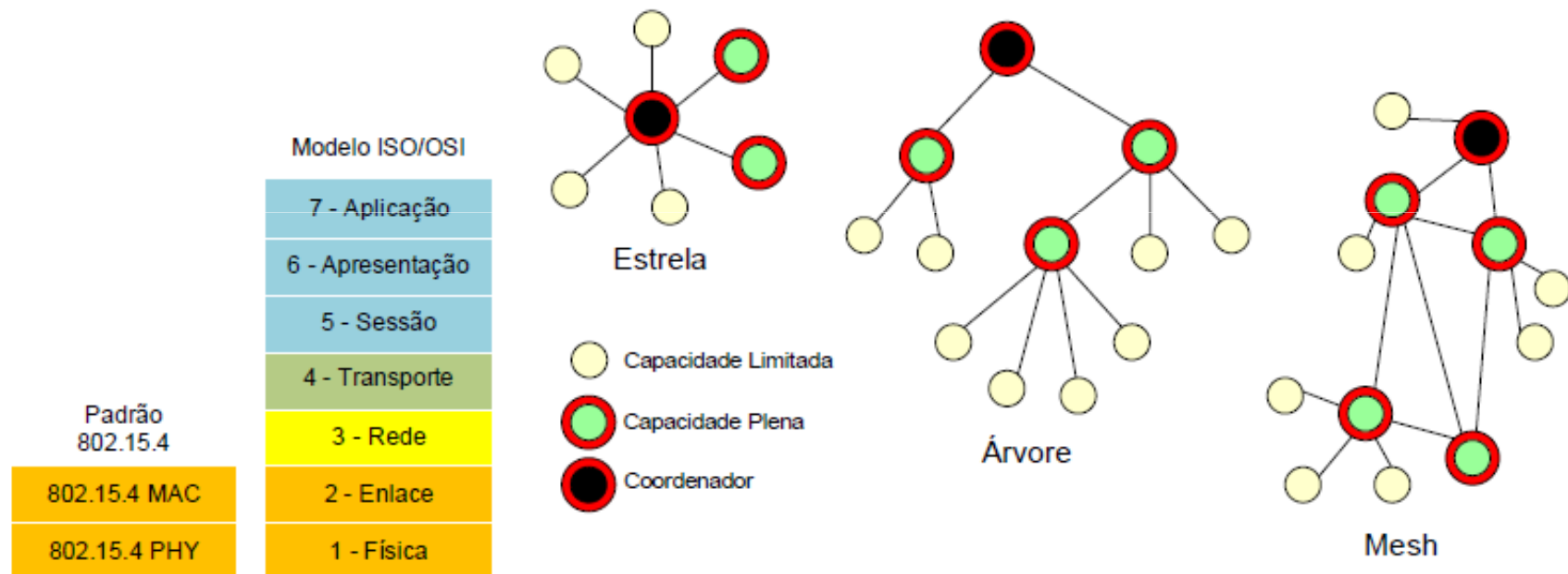
IEEE 802.15.4



- RFC4944



Roteamento camada 2 ou camada 3??



Documentos e práticas

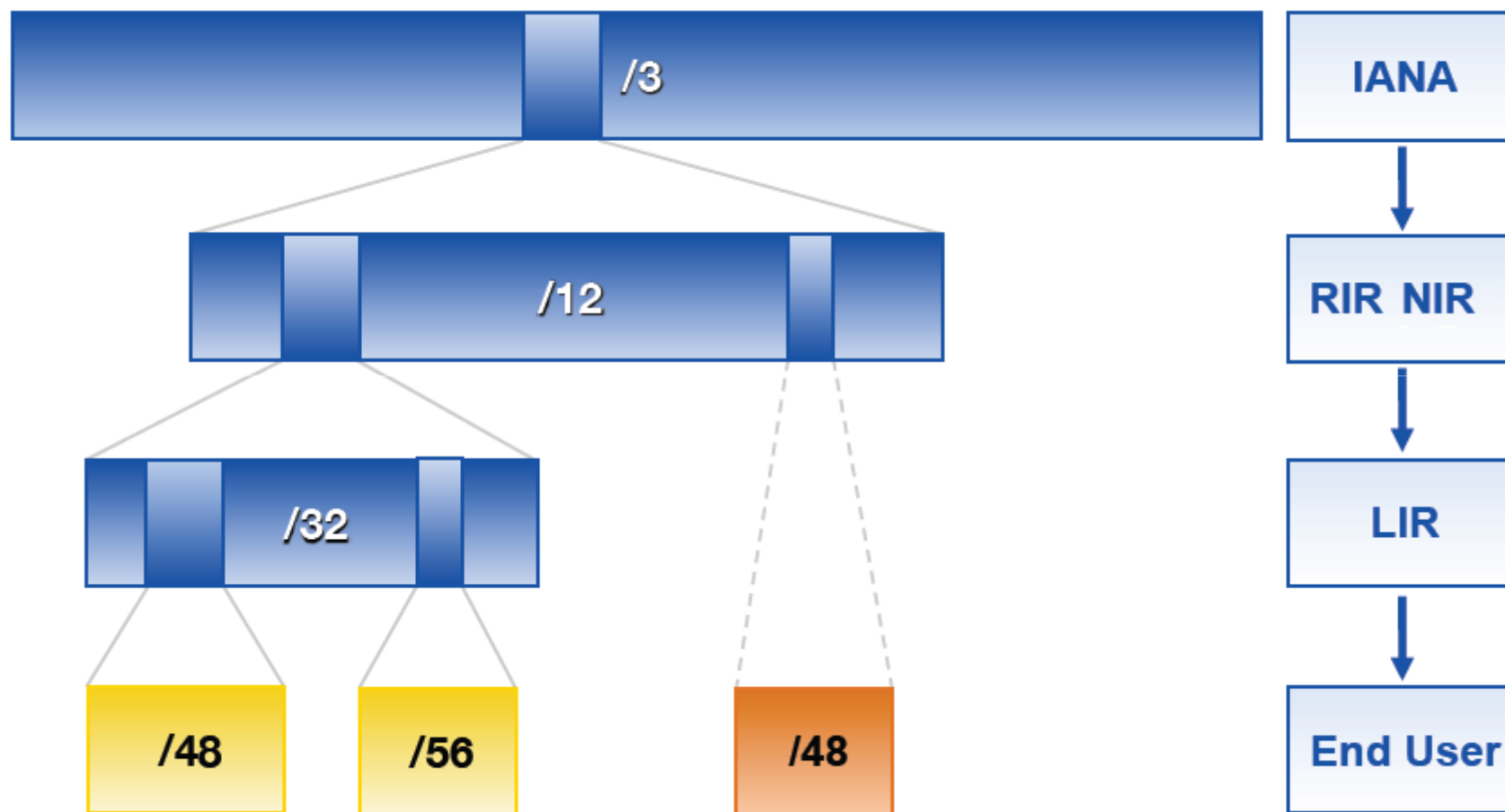


Políticas de alocação e designação

- Cada RIR recebe da IANA um bloco /12
- A alocação 2800::/12 corresponde ao espaço reservado para o LACNIC – o NIC.br trabalha com um /16 que faz parte deste /12
- A alocação mínima para ISPs é um bloco /32
- Alocações maiores podem ser feitas mediante apresentação de justificativa de utilização

ATENÇÃO! Diferente do IPv4, com IPv6 a utilização é medida em relação ao número de designações de blocos de endereços para usuários finais, e não em relação ao número de endereços designados aos usuários finais

Gerenciamento de IPs na Internet



Abordagem: one size fits all

- Recomendações para designação de endereços (RFC3177):
 - De um modo geral, redes /48 são recomendadas para todos os tipos de usuários, sejam usuários domésticos, pequenos ou grandes empresas;
 - Empresas muito grandes podem receber um /47, prefixos um pouco menores, ou múltiplos /48;
 - Redes /64 são recomendadas quando houver certeza que uma e apenas uma sub-rede é necessária, para usuários 3G, por exemplo;
 - Uma rede /128 pode ser utilizado quando houver absoluta certeza que uma e apenas uma interface será conectada.

Abordagem: one size fits all

- Facilita a renumeração da rede em caso de troca de provedor (troca de prefixo);
- Permite a expansão da rede sem a necessidade de solicitar mais endereços ao provedor;
- Facilita o mapeamento entre o endereço global e o endereço unique local (ULA fc00:xyzw:klmn::/48);
- Há redes que já utilizam prefixos /48 6to4.
- Permite que se mantenha regras únicas para zonas reversas de diversos prefixos
- Facilita a administração
- Há quem acredita que desperdiça demasiados endereços e que pode gerar problemas em algumas décadas

Abordagem conservadora

- Se usarmos “one size fits all...”
 - um /32 possibilita 65.536 /48.
 - um ISP com 2,8M de clientes precisa de um bloco de que tamanho?
- Não delegar /48 a todos, atribuindo um /56 para usuários domésticos - SOHOs.
- Reduz o consumo total de endereços de 6 a 7 bits.

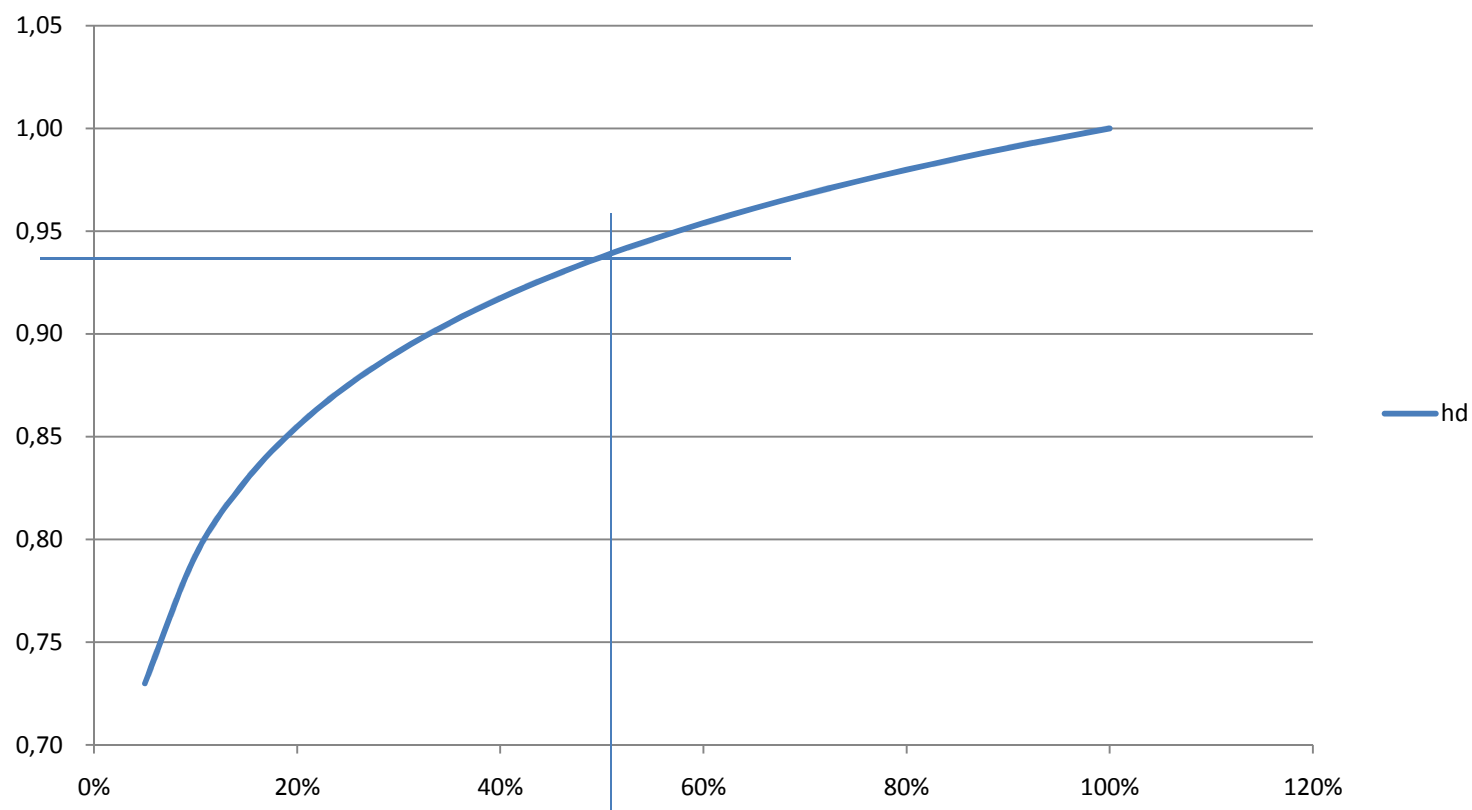
O que os RIRs e ISPs têm praticado?

- LACNIC e AFRINIC
 - Avaliam a requisição de blocos adicionais por parte dos ISPs baseando-se na quantidade de blocos /48 designados.
 - Threshold → HD-Ratio = 0.94.
- APNIC, ARIN e RIPE
 - Avaliam a requisição de blocos adicionais por parte dos ISPs baseando-se na quantidade de blocos /56 designados.
 - Threshold → HD-Ratio = 0.94.

$$HD = \frac{\log(\text{número de objetos alocados})}{\log(\text{número de objetos alocáveis})}$$

HD ratio

hd ratio (qtde /48 em um /32)



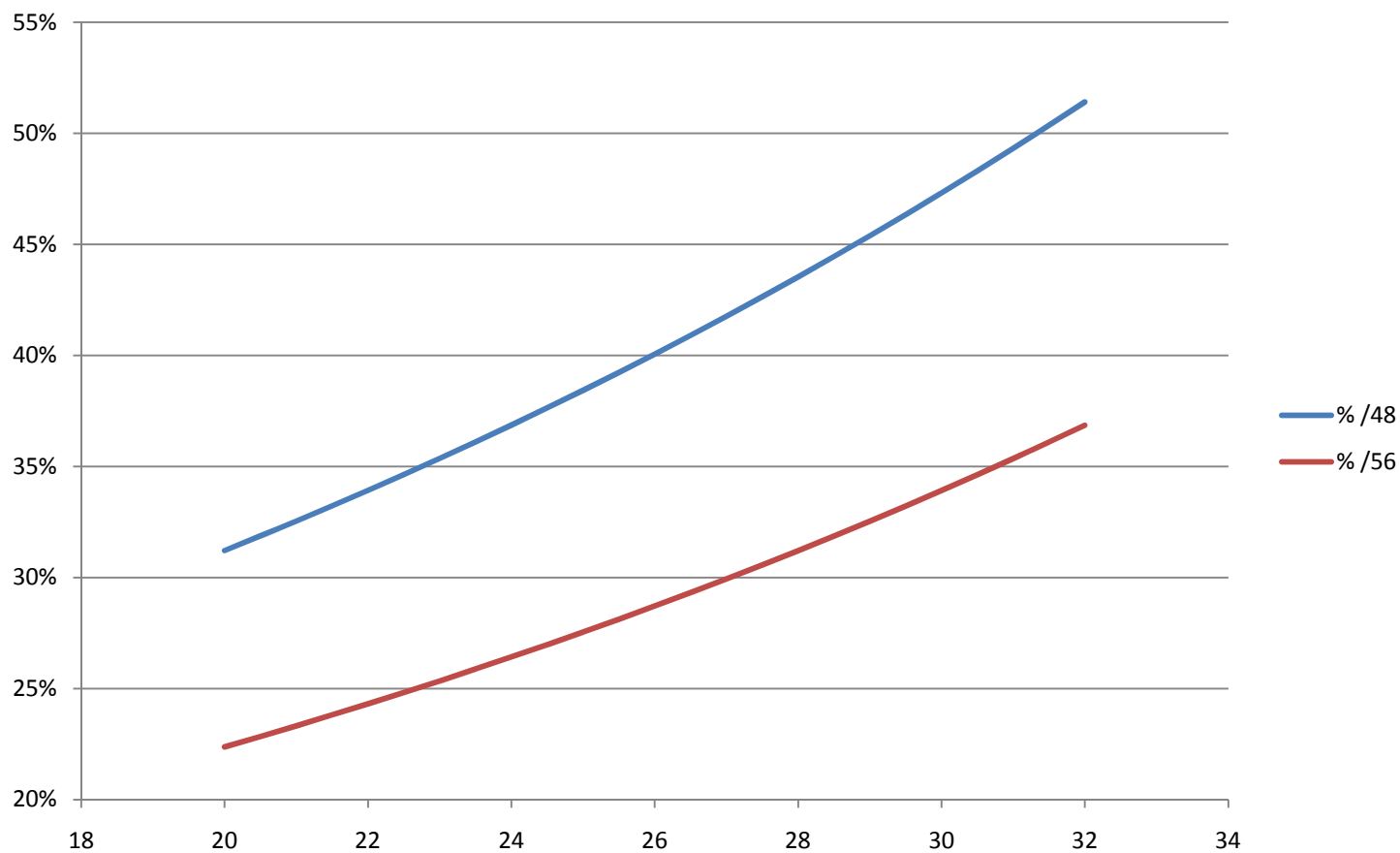
O que os RIRs e ISPs têm praticado?

Bloco	Qtd. /48	Threshold (HD=0,94)	% de Utilização
/32	65.536	33.689	51,41%
/31	131.072	64.634	49,31%
/30	262.144	124.002	47,30%
/29	524.288	237.901	45,38%
/28	1.048.576	456.419	43,53%
/27	2.097.152	875.653	41,75%
/26	4.194.304	1.679.965	40,05%
/25	8.388.608	3.223.061	38,42%
/24	16.777.216	6.183.533	36,86%
/23	33.554.432	11.863.283	35,36%
/22	67.108.864	22.760.044	33,92%
/21	134.217.728	43.665.787	32,53%
/20	268.435.456	83.774.045	31,21%

O que os RIRs e ISPs têm praticado?

Bloco	Qtd. /56	Threshold (HD=0,94)	% de Utilização
/32	16.777.216	6.183.533	36,86%
/31	33.554.432	11.863.283	35,36%
/30	67.108.864	22.760.044	33,92%
/29	134.217.728	43.665.787	32,53%
/28	268.435.456	83.774.045	31,21%
/27	536.870.912	160.722.871	29,94%
/26	1.073.741.824	308.351.367	28,72%
/25	2.147.483.648	591.580.804	27,55%
/24	4.294.967.296	1.134.964.479	26,43%
/23	8.589.934.592	2.177.461.403	25,35%
/22	17.179.869.184	4.177.521.189	24,32%
/21	34.359.738.368	8.014.692.369	23,33%
/20	68.719.476.736	15.376.413.635	22,38%

Hd ratio /48 e /56

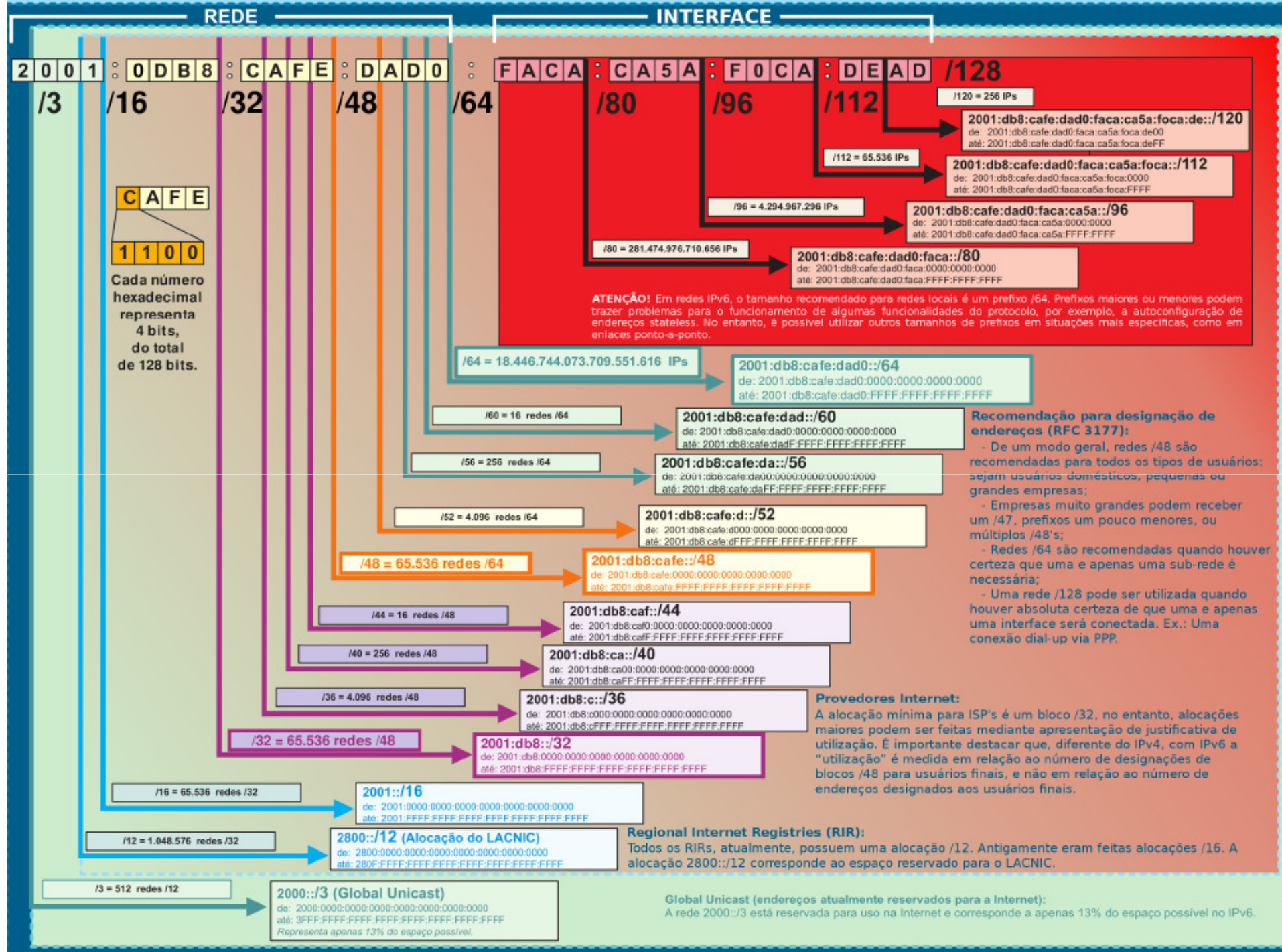


Provedores

- NTT Communications
 - Japão
 - IPv6 nativo (ADSL)
 - /48 a usuários finais
 - http://www.ntt.com/business_e/service/category/nw_ipv6.html
- Internode
 - Australia
 - IPv6 nativo (ADSL)
 - /64 dinâmico para sessões PPP
 - Delega /60 fixos
 - <http://ipv6.internode.on.net/configuration/adsl-faq-guide/>

Provedores

- IJ
 - Japão
 - Túneis
 - /48 a usuários finais
 - <http://www.ij.ad.jp/en/service/IPv6/index.html>
- Arcnet6
 - Malásia
 - IPv6 nativo (ADSL) ou Túneis
 - /48 a usuários finais
 - /40 e /44 podem ser alocados (depende de aprovação)
 - <http://arcnet6.net.my/how.html>



~~Exemplos~~

Apenas algumas
considerações



Considerações

- /32 =
 - 65 mil redes /48 (33 mil, se considerarmos desperdício)
 - 16 milhões de redes /56 (6 milhões, se cons. hd ratio)
 - é suficiente para seu provedor?
- Reservar um bloco (/48 ?) para infraestrutura...
- Links ponto a ponto:
 - /64? /112? /120? /126? /127?
- RFC 3531

	--		--		--		--		--		--		--		--		--
1							2										
			3							4							
	5			7				6				8					

Documentos para ler e discutir

- <http://www.potaroo.net/ispcol/2005-07/ipv6size.html>
- RFC 5375 - <http://tools.ietf.org/html/rfc5375> - IPv6 Unicast Address Assignment Considerations
- RFC 3177 - <http://tools.ietf.org/html/rfc3177> - IAB/IESG Recommendations on IPv6 Address Allocations to Sites
- RFC 3531 - <http://tools.ietf.org/html/rfc3531> - A Flexible Method for Managing the Assignment of Bits of an IPv6 Address Block
- RFC 3627 - <http://tools.ietf.org/html/rfc3627> - Use of /127 Prefix Length Between Routers Considered Harmful
- RFC 3194 - <http://tools.ietf.org/html/rfc3194> - The Host-Density Ratio for Address Assignment Efficiency: An update on the H ratio
- RFC 4692 - <http://tools.ietf.org/html/rfc4692> - Considerations on the IPv6 Host Density Metric
- <http://www.lacnic.net/en/politicas/manual12.html>
- <http://tools.ietf.org/html/draft-narten-ipv6-3177bis-48boundary-04>
- https://www.arin.net/policy/proposals/2005_8.html
- <http://www.apnic.net/policy/ipv6-address-policy#2.7>
- <http://www.ripe.net/ripe/docs/ipv6-sparse.html>
- <http://www.ipv6book.ca/allocation.html>
- <http://tools.ietf.org/html/draft-kohno-ipv6-prefixlen-p2p-00>
- http://www.swinog.ch/meetings/swinog18/swissix_swinog_18.pdf
- https://www.arin.net/participate/meetings/reports/ARIN_XXIV/PDF/wednesday/ipv6_implementation_fundamentals.pdf
- http://www.6deploy.org/workshops/20090921_bogota_colombia/Consulintel_IPv6_3-Direccionamiento_IPv6.pdf

Dúvidas? Sugestões? Críticas?

Antonio M. Moreiras

moreiras@nic.br

inoc-dba: 22548*amm

Rodrigo Regis dos Santos

rsantos@nic.br

ipv6@nic.br

<http://ipv6.br>

<http://ceptro.br>

<http://nic.br>