

# O ENUM e as Redes de Nova Geração

**Workshop ANACOM “ENUM: Que futuro?” – 28 e 29 de Outubro de 2009**

**Rui Paulo Santos**

**Direcção de Planeamento e Implementação da Rede  
PT Comunicações**

- 1 – O que é o ENUM**
- 2 – Enquadramento Internacional**
- 3 – Variantes do ENUM**
- 4 - O ENUM e as RNGs – Aplicações**
- 5 - Resumo**

## 1 – O que é o ENUM

## O que é o ENUM

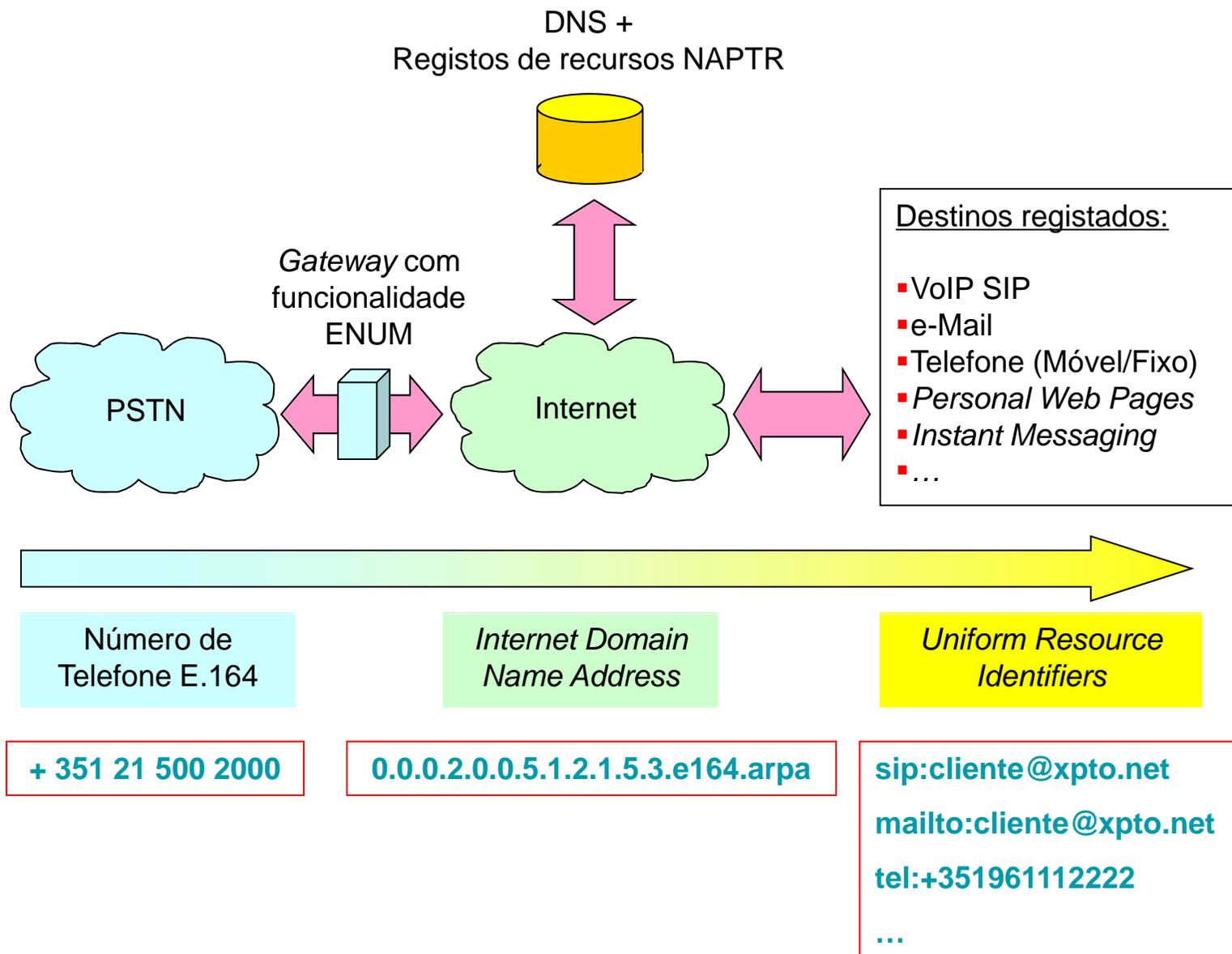
Na transição do “mundo PSTN/ISDN” para o “mundo IP”, a possibilidade de continuar a fazer chamadas telefónicas do modo habitual para os clientes é considerada crucial para:

- a coexistência e convergência do serviço telefónico clássico (PSTN/PLMN) e da telefonia sobre IP (VoIP), bem como
- o desenvolvimento de novos serviços multimédia IP,

colocando-se aqui também a questão da vantagem de ter um único identificador pessoal universal para aceder a múltiplos serviços de comunicações.

Um meio de resolver esta questão é o **ENUM** (ou *Electronic Number Mapping System* ou *Telephone Number Mapping* ou *Electronic Numbering*), desenvolvido pelo IETF (**RFC 3761**) como um protocolo e um método que, através dum só identificador pessoal (um número de telefone E.164), bem como de protocolos e infra-estruturas existentes (no DNS), permite aceder indirectamente a diferentes serviços, dum forma priorizada.

O ENUM visa assim ligar o “mundo PSTN” ao “mundo IP” de forma transparente, usando um meio de endereçamento global “entendível” pelos dois tipos de rede.



## 2 – Variantes do ENUM

Uma fonte potencial de confusão, quando se fala de ENUM, é a diversidade de implementações possíveis e já existentes, como por exemplo:

- **Public ENUM:** Também referido como “*User ENUM*”, é o ENUM “original”, assente numa base de dados global e pública, com adesão dos utilizadores por *opt-in* e implicando delegações dentro do domínio “e164.arpa”, ao nível do Código de País, supervisionadas pelo ITU-T.
- **Carrier ENUM:** Operadores ou Grupos de Operadores ou Prestadores de Serviços de Comunicações usando o ENUM para partilha de informação de clientes em suporte das suas relações de *peering*, em adição ou substituição da conectividade PSTN. Também é por vezes referido como “*Infrastructure ENUM*”. Sob este nome, está a ser objecto do estudo de novos RFC no IETF, para suporte de *VoIP Peering*, num contexto público.

## Comparação

Questão	“Carrier ENUM”	“Public ENUM”
Quem decide a participação no esquema ENUM?	Prestador de Serviços	País (Administração) Clientes ENUM
Quem fornece a informação?	Prestador de Serviços	Clientes ENUM
Quem pode carregar informação?	Prestador de Serviços que detém o número E.164	Qualquer <i>ENUM Registrar</i> (único para o número E.164)
Como é seleccionada a informação?	Inseridos todos os números E.164, sem <i>opt-in</i> para cada cliente	<i>Opt-in</i> para cada cliente ENUM
Quem tem acesso à informação?	Apenas o Prestador de Serviços (em princípio)	Qualquer entidade
A obtenção de informação é controlada?	Sim	Não
Está definido um domínio?	Não	Sim: “e164.arpa”

Note-se que ambos os esquemas (“públicos” e “privados”) podem ser implementados de forma independente. E que tanto as variantes “*User*” e “*Carrier*” podem ter “declinações” privadas, i.e. restritas a uma empresa (*Carrier*, Operador VoIP, ISP, etc.) ou a determinado conjunto de parceiros, e as variantes e designações vão-se multiplicando:

- **Public ENUM:** O ENUM “original”, como base de dados global, pública e tipo directório, com adesão dos utilizadores por *opt-in* e delegações no domínio [e164.arpa](#) ao nível do Código de País. Também referido como *User ENUM*.
- **Private ENUM:** As técnicas do ENUM em uso interno a uma empresa, *Carrier*, Operador VoIP, ISP, grupo, etc.
- **Carrier ENUM:** Grupos de Operadores ou Prestadores de Serviços de Comunicações usam o ENUM para partilha de informação de clientes em suporte das suas relações de *peering*. Também é referido como *Infrastructure ENUM*, e está a ser objecto de novos RFC do IETF, para suporte de *VoIP peering*.

Todas estas diferentes variantes do ENUM, que não têm uma nomenclatura normalizada, podem ser tentativamente sistematizadas da seguinte maneira:

Variantes do ENUM	Orientado ao utilizador (publicitação de preferências de serviços, controlo pelo próprio)	Orientado ao Operador (encaminhamento e interligação, preocupações de segurança e escalabilidade)
Uso público	<p><b>“User ENUM”</b> (ou <b>“Public ENUM”</b>) (cf. RFC 3761; domínio “e164.arpa”, aceite pelo ITU)</p>	<p><b>“Infrastructure ENUM”</b> (cf. normas em desenvolvimento no IETF, RFC 5067 <i>et al</i>; domínio a definir: “ie164.arpa” ou outro)</p>
Uso privado	<p><b>“Private ENUM”</b> (usado internamente por Operadores e outras organizações; em domínios próprios, como “e164.org”, “e164.info”, “enum.org”, etc.)</p>	<p><b>“Carrier ENUM”</b> (ou <b>“Operator ENUM”</b>, <b>“Private Infrastructure ENUM”</b>, <b>“I-ENUM”</b>) (usado entre Operadores ou Grupos de Operadores, em domínios restritos, como “gprs” (GSM; usado para <i>roaming</i>), “e164enum.net” (GSMA, nova arquitectura IPX))</p>

O “*Public ENUM*” original não parece ter tido o grande sucesso esperado (embora seja certo que, em face das actuais condições económicas, alguns projectos possam ter sofrido atrasos e reduções).

Porém, há 2 contextos em que a tecnologia ENUM tem, no entanto, tido alguma adesão, na variante “*Carrier ENUM*”:

- na instalação de soluções **NGN/IMS** em diversos Operadores, fazendo normalmente parte delas uma solução ENUM privada para os seus fins próprios;
- no campo de “federações de *carriers*” (visando suportar o encaminhamento, o *wholesale* e a interligação IP)

No caso da aplicação do ENUM no seio de projectos de “*carrier federations*”, ter-se-á *ENUM servers* principalmente como pontos de agregação de dados de encaminhamento. Tem-se assim pontos específicos de *provisioning* e agregação para dados de encaminhamento e interligação, bem como de distribuição para os elementos de rede (CSCFs, *Gateways*, *Softswitches*, SBCs,...).

Posto isto, são de salientar algumas notas sobre as variantes do tipo “*Infrastructure ENUM*” / “*Carrier ENUM*” e o interesse da sua aplicabilidade na NGN dum Operador:

- É implementado e gerido pelos Operadores (i.e. os Operadores é que controlam a informação).
- É útil para fins de suporte e garantia de continuidade aos serviços prestados pelo Operador, em ambiente PSTN, IP e multi-serviço;
- Oferece garantias de segurança, escalabilidade, fiabilidade, etc. (em resumo, é *carrier-grade*);
- Permite a ligação transparente entre clientes PSTN/ISDN e clientes IP (a utilização óbvia e inicial);
- Facilita a interligação em VoIP entre Operadores (mediante a possibilidade de criação de acordos e mecanismos que permitam a criação duma “federação de Operadores” que partilhem os dados e infra-estrutura ENUM, segundo modelos a definir);
- Possibilita a evolução da Portabilidade de Numeração (usando os mecanismos do ENUM para substituir as actuais soluções baseadas em IN, segundo modelos a definir, implicando naturalmente uma intervenção regulatória neste campo).

## 3 – Enquadramento Internacional

O **ENUM** foi concebido, segundo a RFC 3761, como uma estrutura global que, embora suportada na arquitectura e funcionalidades do DNS da Internet, **funcionará no contexto actual da administração da numeração telefónica a nível internacional e nacional.**

Isto implica que o ENUM seja coordenado com as regras e provisões estipuladas a esses dois níveis, **assegurando a integridade tanto do DNS da Internet como do plano de numeração telefónica internacional E.164.**

Tanto assim é, que o ITU-T tem a seu cargo a validação, mediante obtenção da concordância do Governo do País em causa, **das delegações de sub-domínios Internet para uso ENUM (i.e. “User ENUM”)** correspondentes a Códigos de País E.164 (como o hipotético “1.5.3.e164.arpa” para Portugal).

Esta delegação tem sido geralmente feita a uma entidade nacional reguladora e/ou gestora de domínios, sendo a gestão a partir daí uma questão nacional.

Embora o interesse dos Operadores não tenha sido entusiástico, existem diversas implementações no Mundo, estando já validadas pelo ITU-T 49 delegações de domínios (equivalentes a Códigos de País) para ENUM (cf. o documento *“Approved ENUM Delegations (18 June 2009)”*):

Zona do Mundo	Nº de delegações pelo ITU-T
“2” (África)	5
“3” (Europa)	13
“4” (Europa)	11
“5” (América do Sul)	5
“6” (Ásia do SE e Oceânia)	5
“8” (Extremo Oriente)	8
“9” (Médio Oriente)	2

Salienta-se, a propósito, que o ENUM foi já adoptado / integrado por diversas entidades da Indústria, em especial num contexto de **NGN/IMS**:

- **Normalização** – O **ETSI / 3GPP** incluíram-no como um dos elementos de suporte da arquitectura **NGN/IMS**.
- **Fornecedores** – Numerosos fornecedores de soluções NGN/IMS para Operadores têm nos seus *portfolios* soluções ENUM ou provisão de interfaces para o efeito. Alguns exemplos: **Ericsson, Nokia-Siemens Networks, Alcatel-Lucent, Sonus, Huawei, PT Inovação**, etc.
- **Operadores** – Um exemplo de implementação, entre outros, é o da **France Telecom**, onde se usa a solução da **Nominum** juntamente com a solução IMS da **NSN**.
- **Associações de Operadores** – Um exemplo marcante é o da **GSMA**, que integrou o mecanismo do ENUM no desenho do seu futuro *framework* global de serviços **IPX**, tendo iniciado em 2008 um serviço piloto do tipo “**Carrier ENUM**” (**PathFinder**, em parceria com a **Neustar**) que visa facilitar a transmissão de IM, MMS, e-mails, video e outros serviços de comunicações *IP-based*, entre terminais fixos e móveis.

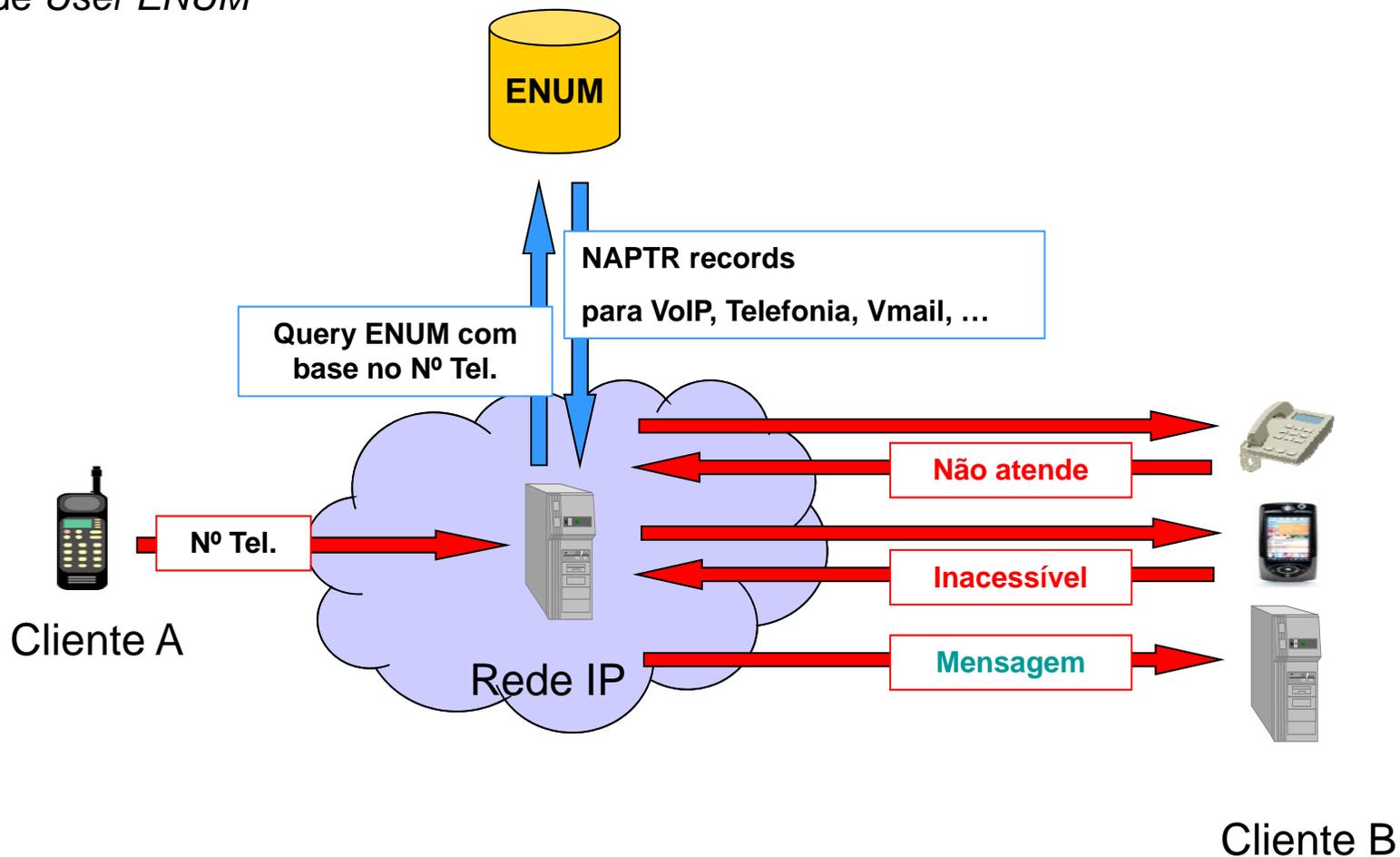
## 4 – O ENUM e as RNG - Aplicações

Aplicação do ENUM em redes de Operador de nova geração (NGN/IMS):

- Estas redes podem ter pontos terminais PSTN (nos quais os utilizadores são identificados por um número E.164) ligados a *Access Gateways*, por exemplo. *Trunk Gateways* e *Session Border Controllers* suportam a interligação com outras redes. Nota: Estas redes tipicamente replicam os padrões de tráfego tradicionais, interna e externamente, o que pode requerer planos de encaminhamento mais complexos e suporte de *origin-based routing*.
- As redes IMS têm pontos terminais com conectividade directa IP à rede através dum SBC e usam o protocolo SIP. Os utilizadores são identificados por URIs, mas terão também uma identidade pública E.164, permitindo a recepção de chamadas de redes *legacy*. E têm também múltiplos URIs para identificar os diferentes terminais que podem terminar uma chamada a eles dirigida.

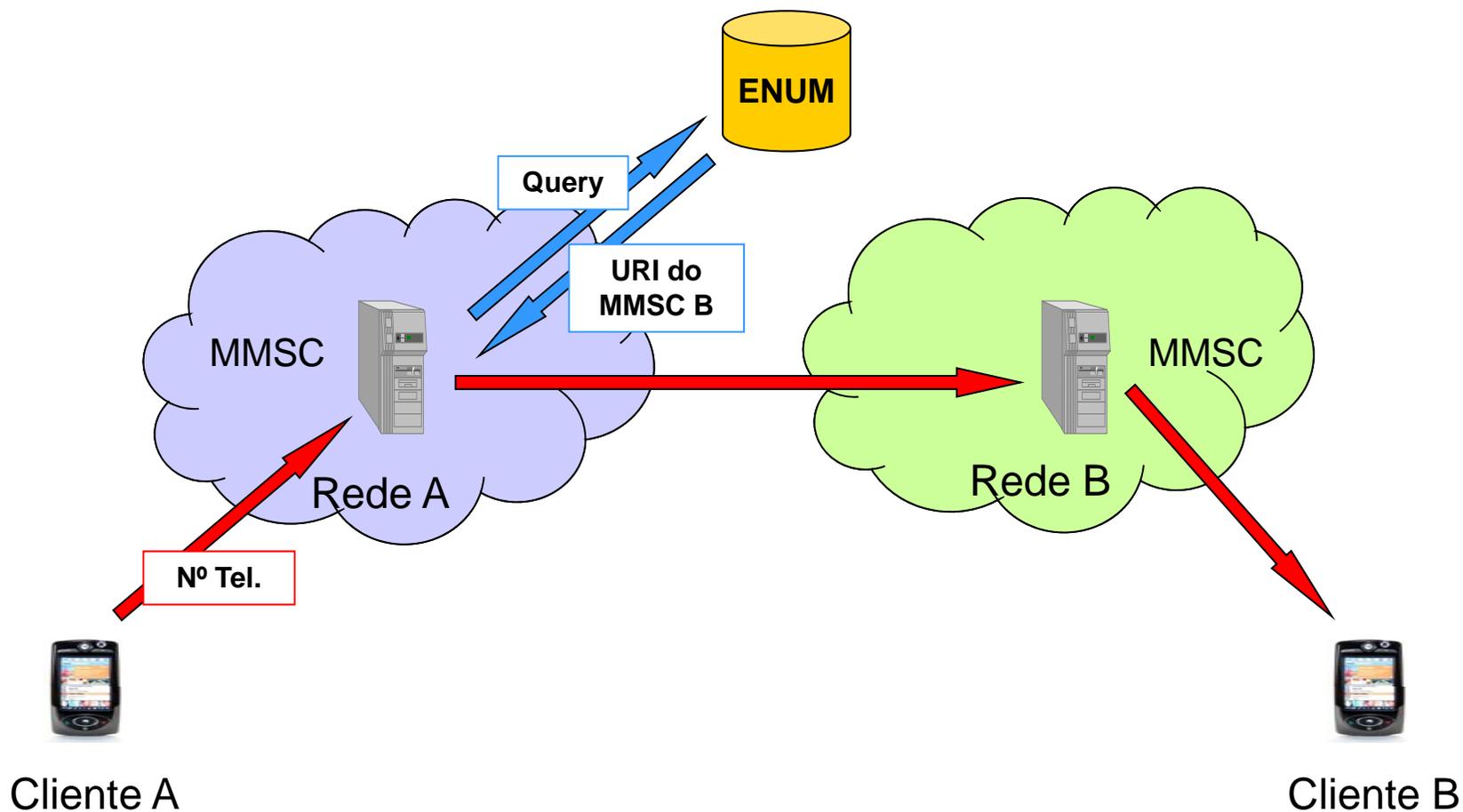
## Terminação de chamadas

Exemplo de *User ENUM*



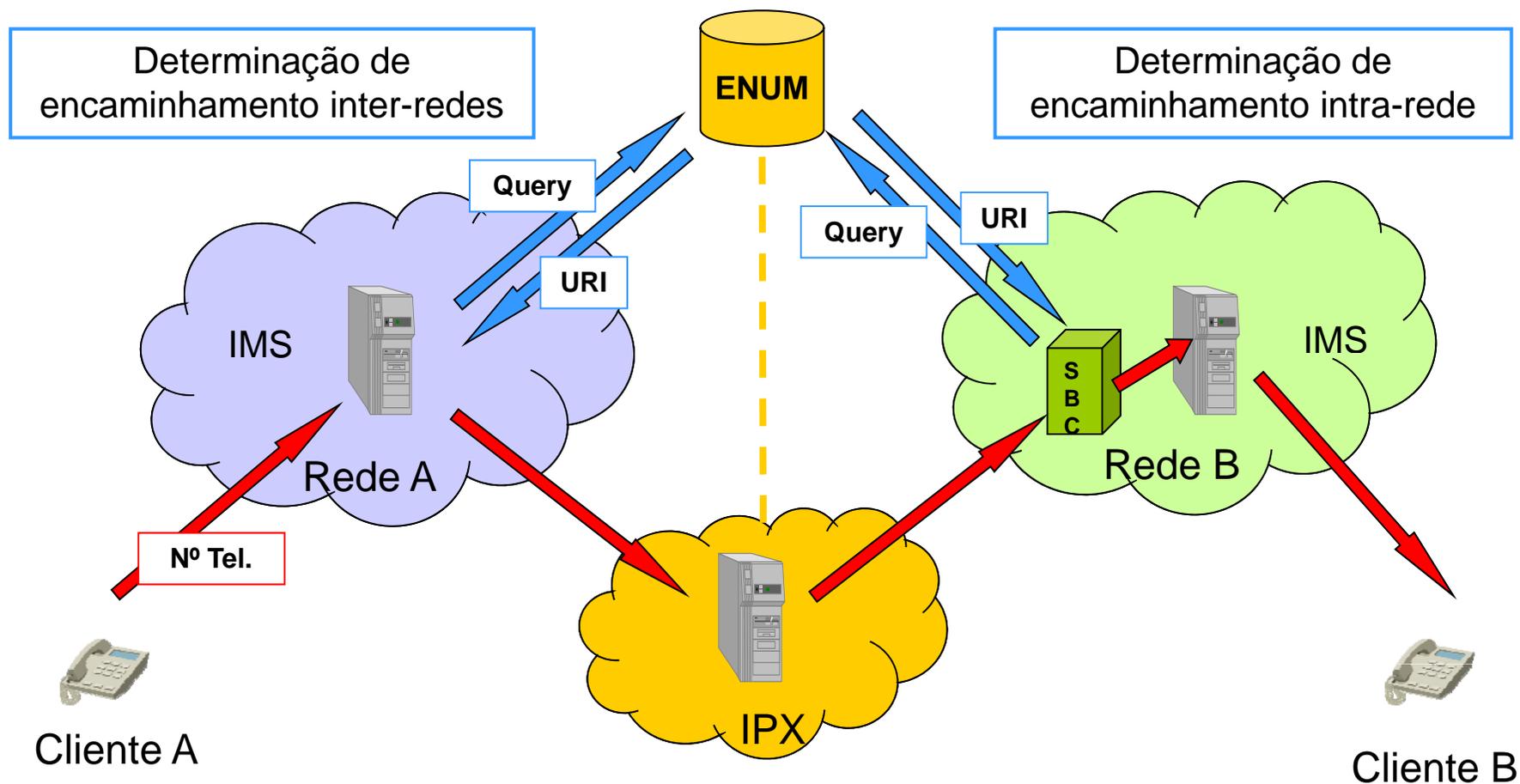
## Encaminhamento inter-redes

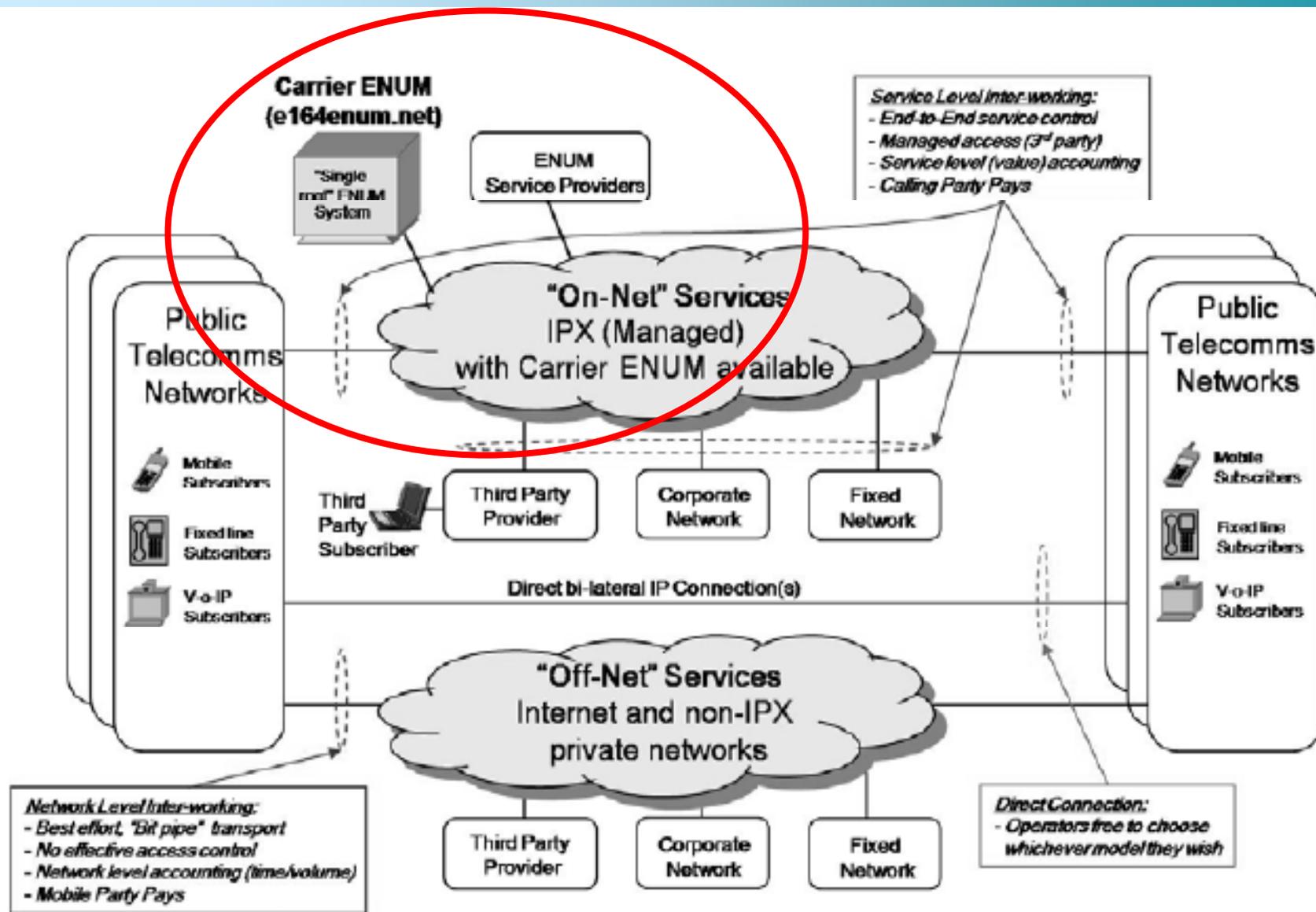
Exemplo para MMS



## Encaminhamento inter e intra-redes

Exemplo com uso do IPX





Fonte: GSM Association

### Public ENUM:

- Usa a infra-estrutura pública DNS da Internet.
- Os dados podem ser lidos por qualquer pessoa.
- Usa o TLD [e164.arpa](#)
- A intenção é oferecer um directório *on-line* a clientes finais.
- Dados populadas pelos clientes finais aderentes ([opt-in](#)).
- Dados podem ficar desactualizados, porque essa função cabe ao cliente final.
- Podem conter dados “pessoais”, gerando preocupações de privacidade, embora isso seja uma questão do cliente final.

### Carrier ENUM (solução do IPX):

- Usa uma infra-estrutura DNS privada no GRX/IPX.
- A intenção é oferecer uma tecnologia de suporte ao encaminhamento, transparente para o cliente final.
- Não é atingível por clientes finais ou utilizadores da Internet
- Usa o TLD [e164enum.net](#), para evitar efeitos negativos de fugas de informação para a Internet, causadas por erros
- Os dados só podem ser lidos pelos parceiros ligados ao GRX/IPX (p.ex.: Operadores, *MMS providers*, ...)
- Dados populadas pelos Operadores.
- Dados têm que ser mantidos actualizados pelo respectivo Operador, senão os serviços falham.
- Não contém dados “pessoais”, só os necessários para encaminhamento de chamadas e serviços.

**Nome de domínio ENUM** - Será usado o "**e164enum.net**" para o *Carrier ENUM* no GRX/IPX. Foi escolhido pelo seguinte:

- Garantir ausência de conflitos com o *Public ENUM*.
- Registado na Internet para o GSMA.
- Neutral em relação a móvel/fixo e grupos de normalização.
- Tem uma indicação do seu fim, i.e. "E.164" e "ENUM".
- O sufixo ".net" foi considerado relevante neste contexto (IETF RFC 1032).
- Pode suportar a futura ligação de Operadores fixos e não-GSM/UMTS ao GRX/IPX.

**URI** - O formato dos URI IMS no ENUM será:

- **sip:<MSISDN>@<xxx>.mnc<MNC>.mcc<MCC>.3gppnetwork.org** (para *SIP phones* com ISIM), onde "<xxx>" pode ser quaisquer caracteres ou *null*, e <MNC>/<MCC> são os MNC/MCC atribuídos ao MNO.
- Exemplos:
  - **sip:+447700900123@mnc001.mcc234.3gppnetwork.org,**
  - **sip:+447700900123@ims.mnc001.mcc234.3gppnetwork.org,**
  - **sip:+447700900123@imsnetwork.mnc001.mcc234.3gppnetwork.org**

As bases de dados distribuídas no IPX potencialmente acabarão por cobrir, no futuro, os 3.000 milhões de clientes móveis abrangidos pela GSMA, constituindo assim uma poderosa federação, com uma sólida malha de redes de acesso.

O IPX estará disponível comercialmente para uso global, por parte de qualquer Operador, móvel ou fixo, que se deseje ligar a ele, e o ENUM será uma parte integrante e importante da solução.

O ENUM “original” apenas fornece um destino, em função dum dado número E.164, **independentemente da origem da chamada**.

Porém, para redes NGN com interligação a redes TDM (do mesmo ou de outros Operadores), **poderá ser conveniente para os Operadores dispor da possibilidade de encaminhar chamadas em função da sua origem**.

Assim, alguns fornecedores propõem já um “*Extended ENUM*” ou “*ENUM +*” nos seus produtos ENUM (*ENUM Servers*), por exemplo introduzindo 2 “*labels*” adicionais antes do nome de domínio gerado pelo mecanismo do ENUM já visto:

- Identidade da linha de origem da chamada (nº de telefone).
- Identidade da origem da chamada, na topologia da rede IP (p.ex. um *edge router* ou *trunk gateway*).

Uma *query* “ENUM +” assentaria assim num nome de domínio ainda baseado no número E.164 marcado, mas expandido, do tipo:

351215001111.Lisboa01.2.2.2.2.0.0.5.1.2.1.5.3.e164.ptc.pt

Este nome traduz uma chamada telefónica do número 21500 1111 de Lisboa (Portugal), que entra na rede IP num *router* identificado como “Lisboa01”, para telefone com o número 21 500 2222 de Lisboa (Portugal).

Note-se que se está a considerar uma árvore ENUM privada hipotética, pelo que o domínio e164.arpa não é usado. São retirados aos números os zeros iniciais (por não-significativos) e adicionados os códigos de país.

Não se impede que as *queries* ENUM *standard* (i.e. sem extensões) também sejam processadas. Internamente, as *labels* opcionais serão colocadas num valor de “*wildcard*”.

Outra funcionalidade interessante poderia ser um *presence-enhanced ENUM*, com perfis que mudassem automaticamente em função da disponibilidade e conveniência do interlocutor.

### Encaminhamento

As funcionalidades do ENUM também podem ter aplicação como funções de suporte em termos de encaminhamento, podendo antever-se possibilidades e utilização em contextos intra e inter-Operadores.

Note-se que a implementação dum lógica de encaminhamento numa rede, com o suporte do ENUM, deverá beneficiar do **uso de procedimentos centralizados (i.e. suportados nos OSS) - a desenvolver** - para o *provisioning* e gestão da informação na base de dados de encaminhamento *ENUM-based*.

Uma desvantagem que pode ser apontada para estes usos do ENUM será o facto de introduzir uma infra-estrutura completamente nova de encaminhamento. Mas o ENUM é baseado no DNS, e uma infra-estrutura ENUM/DNS será normalmente parte de qualquer NGN.

Ainda que o ENUM apresente um conjunto de vantagens, **são necessários melhoramentos e mais trabalhos de normalização nas especificações e normas do ENUM**, de modo a torná-lo numa cabal e poderosa solução de encaminhamento para as NGN.

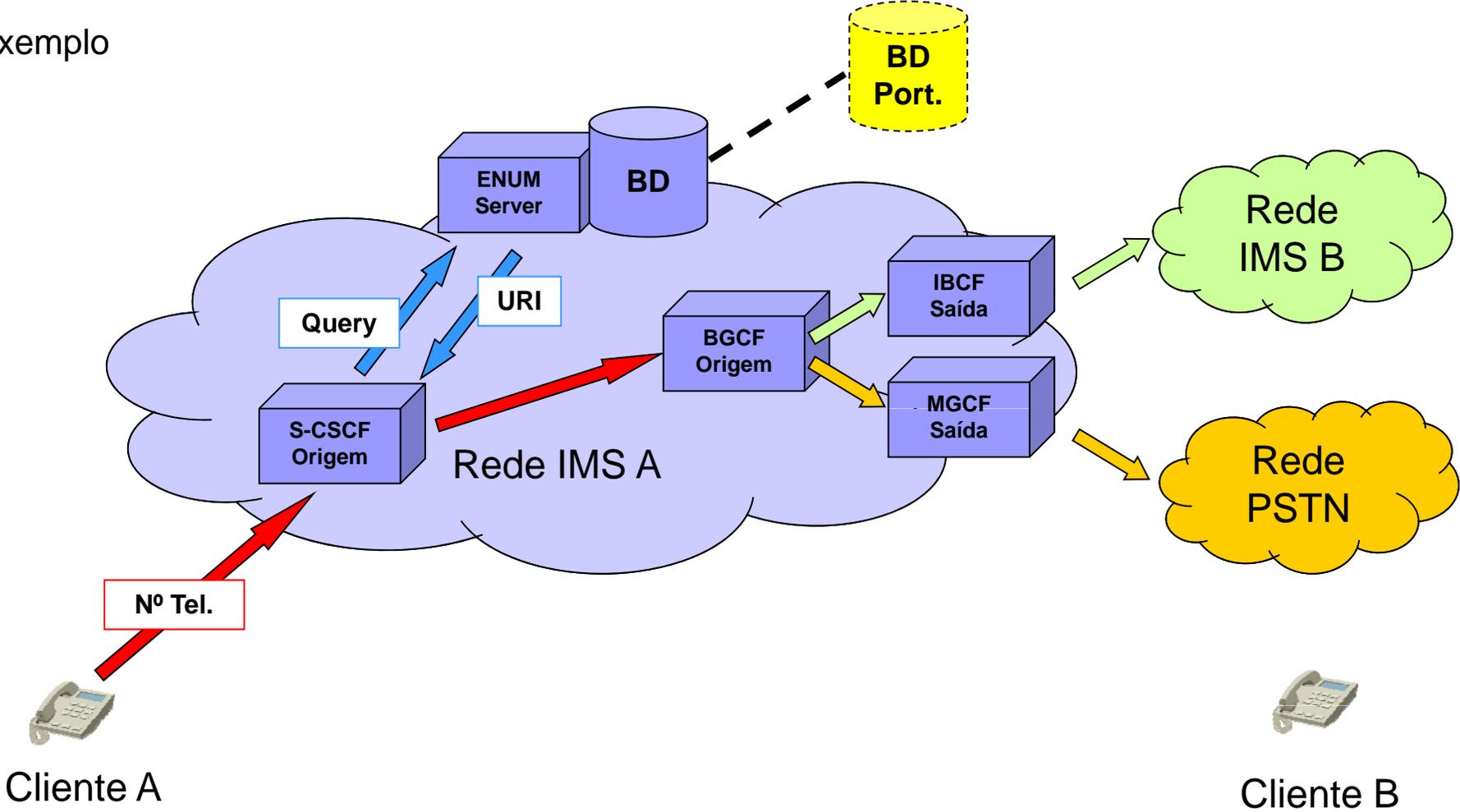
### Portabilidade de Número

O ENUM pode servir como meio para tornar acessível qualquer número de cliente em qualquer elemento de controlo da rede, removendo assim a limitação de um dado elemento apenas gerir um determinado conjunto de números. Pode dizer-se então que suporta inerentemente a portabilidade dos clientes, e assim, aproveitando esta potencialidade, **poderá constituir um meio de implementar a portabilidade de números no novo ambiente NGN/IMS.**

Com o ENUM funcionando como base de dados geral de encaminhamento e de portabilidade, **pode-se mesmo obter os dados de encaminhamento e portabilidade numa só *query*, eliminando a necessidade de múltiplas *queries*.**

## Portabilidade de Número

Exemplo



- **Ambiguidade** – Surgiram já **serviços alternativos públicos *ENUM-like***, sob outros nomes de domínio, como o **e164.org**, que podem traduzir números de telefone e ser usados em paralelo ao **e164.arpa**.

Porém, isto leva a confusão e complexidade. Podem ser necessárias várias pesquisas DNS em árvores ENUM distintas, sendo possível que um número E.164 esteja registado em várias. Mais, o “dono” do número até pode nem saber disso, nem saber que informação consta associada a ele. E, por outro lado, os conteúdos podem ser não-confiáveis e/ou ficar desactualizados.

- **Latência** – Num cenário de múltiplas árvores ENUM, e em que todas ou um apreciável número delas fossem pesquisadas antes de se tomar uma decisão de encaminhamento, surgiria um problema de latência e tempo de estabelecimento.
- ***Business case*** - Como se disse, o *Public ENUM* original não tem tido o sucesso esperado (e um exemplo disso é Portugal), sendo possivelmente uma das causas o facto dos Operadores não considerarem haver *business case* favorável numa configuração que assenta na Internet, via a qual efectua não só a pesquisa de endereços, como se pode cursar o próprio tráfego.

Problemas como estes colocam exigências aos sistemas ENUM:

- **Escalabilidade / desempenho** - É requerida uma latência consistentemente baixa (<1ms), em qualquer escala, uma vez que se poderá ter que processar centenas de milhões de *records* em potencialmente muitas zonas.
- **Provisioning** - Actualizações em tempo real, e distribuição e replicação de dados intra-rede, para distribuir os dados o mais perto possível dos pontos terminais.
- **Gestão de dados** - Tratamento de múltiplas *authorities*, *roots* e *peers*, e ainda da portabilidade de número.
- **Encaminhamento** – Suporte a algoritmos de encaminhamento *least-cost*, com decisões baseadas no chamador, no chamado, etc.
- **Segurança / privacidade** – Transacções certificadas, e suporte para DNSSEC (*DNS Security Extensions*) no ENUM público.

## 5 – Resumo

Em resumo, o **ENUM** visa ligar o “mundo PSTN” ao “mundo IP” de forma transparente, usando um meio de endereçamento global “entendível” pelos dois tipos de rede (o número **E.164**).

O ENUM é uma questão incontornável no enquadramento presente e futuro das telecomunicações, tendo em atenção a evolução para as redes de próxima geração (nomeadamente as redes NGN/IMS), ao nível de:

- **Multi-serviços e convergência;**
- **Inter-funcionamento das redes IP com as redes PSTN/ISDN e PLMN.**

Os cenários e modalidades da sua implementação e uso (em especial na variante “**Carrier ENUM**”), devem ser estudados e preparados pelos *players* do mercado (Operadores, Regulador, etc.) também com atenção a vertentes futuras como:

- **Encaminhamento e Interligação IP;**
- **Evolução da Portabilidade de Numeração.**

---

Obrigado pela vossa atenção.

Questões?