

## Tutorial: **Extração de Parâmetros da Qualidade em Rede LTE Fazendo Uso do CDR (*Call Detail Record*)**

Esse tutorial apresenta uma forma de extrair indicadores de qualidade banda larga em redes 4G (LTE) por usuário, localidade e região. A extração dos indicadores pode abranger 100% da base de clientes do operador, com coletas centralizadas e baseadas no CDR (***Call Detail Record***) de dados. O CDR apresentado nesse tutorial é no formato DIAMETER, porém a extração também pode ser feita no CDR nos formatos da SGW ou PGW.

Categoria: Banda Larga, Infraestrutura para Telecomunicações e Telefonia Celular.

Nível: **Introdutório**

Enfoque: **Técnico**

**Inicial**

### **Luciano Henrique Duque**



Engenheiro Eletricista, com Ênfase em Eletrônica e Telecomunicações, pelo Instituto Nacional de Telecomunicações (INATEL, 1994) e Mestre em Engenharia Elétrica pela Universidade de Brasília (UnB, 2008).

É Professor Mestre do UniCEUB (Centro Universitário de Brasília) no curso de Graduação em Engenharia Elétrica e Pós-Graduação em Redes Com ênfase em Segurança.

Atuou como Engenheiro consultor em Redes na Oi/Brasil Telecom por 15 anos, e atualmente é Engenheiro Consultor de Telecomunicações em sua empresa LHD Engenharia.

Tem vasta experiência na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Telecomunicações e eletrônica, atuando principalmente nos seguintes temas: projetos para regularização de serviços junto a Anatel (SCM e SeAC), e Consultorias na área de Avaliação da qualidade de Rede de Banda Larga, TV Digital, IPTV.

Email: [luciano.duque@uniceub.br](mailto:luciano.duque@uniceub.br)

## Tema Principal: Introdução

### 1. Introdução a Arquitetura LTE (*Long Term Evolution*)

A arquitetura da rede 4G (LTE) reflete uma implementação de serviços baseados em IP, nas comunicações móveis, tal como a completa optimização do desempenho da rede. O aumento da velocidade das conexões e a qualidade do acesso a esta infraestrutura são considerados fatores importantes para o desenvolvimento de novos conteúdos e aplicações multimídia. Um fator preponderante para manter a qualidade do serviço nas redes 4G é um monitoramento adequado e efetivo da rede fim-a-fim.

A maioria dos os sistemas de monitoramento de rede baseiam-se em coletas SNMP (***Simple Network Management Protocol***) e com ferramentas personalizadas para geração de relatórios. A coleta SNMP pode gerar problemas de elevação de CPU nos equipamentos de rede, podendo ocorrer perda temporária ou total sobre a gerência do elemento de rede e com risco de não detectar uma falha grave no elemento por ingerência devido ao SNMP. Observa-se também que a utilização de coletas SNMP, leva a necessidade de implantação de elementos coletores na rede que aumentam a possibilidade de falha e ineficiência do processo de gerência. Tal estrutura de gerenciamento não permite a avaliar a qualidade da rede em sua totalidade em relação à qualidade do serviço (QoS) e qualidade de experiência do usuário (QoE) final.

Nesse contexto, avaliar a qualidade da rede móvel 4G (LTE) fazendo uso do CDR (***Call Detail Record***), torna-se uma alternativa interessante, pois pode possibilitar uma avaliação da qualidade do serviço fim-a-fim e ainda não onera os elementos de rede envolvidos. O LTE apresenta arquitetura plana e reduz os nós envolvidos nas ligações e também apresenta uma nova hierarquia, se comparada com as redes 3G e 2G. A figura 1 apresenta a arquitetura básica de uma rede LTE.

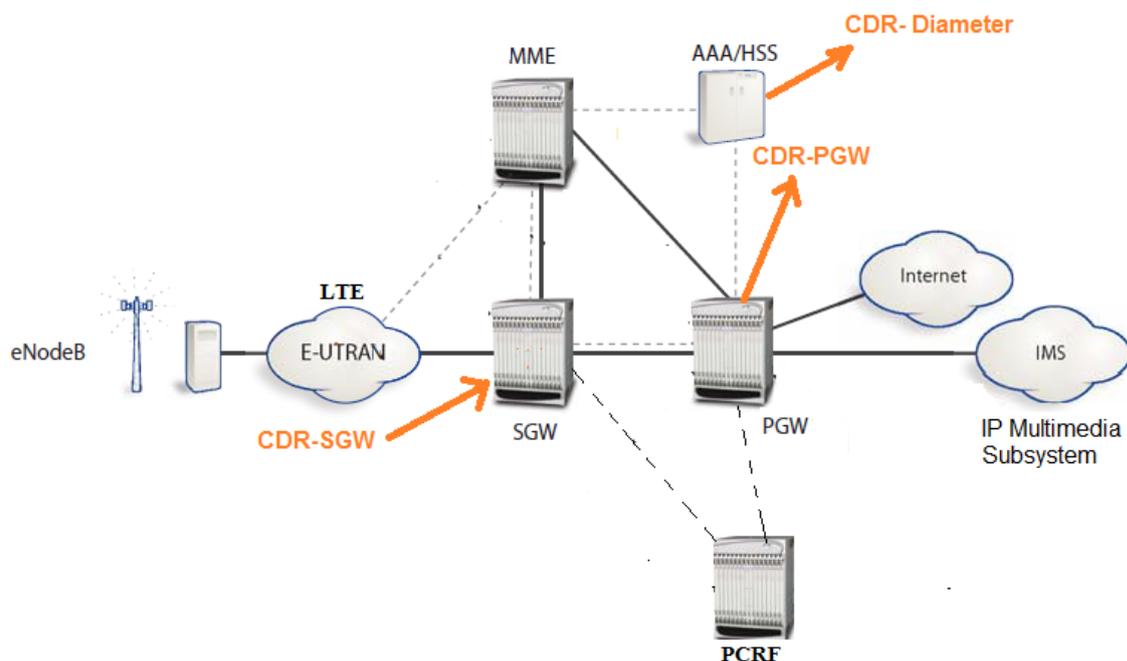


Figura 1: Arquitetura de rede Móvel 4G (adaptado de [15])

Os elementos de rede e suas funcionalidades são:

- **Mobility Management Entity (MME):** É equivalente ao *Home Location Register* (HLR) e ao *Visitor Location Register* (VLR) na rede UMTS. O MME lida com a sinalização e controle, a gestão da mobilidade e a distribuição da paginação das mensagens para o eNodeB. Isto facilita a optimização das redes implementadas e permite flexibilidade total na ampliação da capacidade. Ainda faz a gestão do acesso do UE à rede através da interação com o *Home Subscriber Server* (HSS) de forma a autenticar os utilizadores. Fornece a função do plano de controle para permitir a mobilidade contínua entre o LTE e redes móveis 2G/3G e também suporta as intercepções legais de sinalização.
- **Home Subscriber Server (HSS) ou AAA (Authentication, Authorization and Accounting):** Abrange funcionalidades semelhantes às do HLR com informação específica do utilizador e podem ser extraídos CDRs (Radius/Diameter), conforme sinalizado na figura 1.
- **Serving-Gateway (S-GW):** Atua como o ponto de terminação entre a rede de acesso rádio (E-UTRAN) e a rede Core. Encaminha os pacotes de dados para o eNodeB e realiza a contabilização e o controle dos dados do utilizador.

Também serve de âncora de mobilidade local para os **handovers** entre eNodeBs ou para a passagem entre redes 3GPP e informa o tráfego do utilizador no caso de interceptação legal. Na SGW também podem ser extraídos CDR's, conforme sinalizado na figura 1.

- **Packet Data Network Gateway (P-GW):** Serve como ponto de entrada e de saída do tráfego de dados do equipamento do usuário e de interface entre as redes LTE e as redes de pacotes de dados tais como a Internet ou redes fixas e móveis baseadas em protocolo de iniciação da sessão (SIP) ou protocolo internet de subsistemas de multimédia (IMS). Também faz a gestão da atribuição de endereços IP e suporta a filtragem de pacotes para cada utilizador. Ainda oferece suporte à tarifação e serve de âncora para a mobilidade entre redes 3GPP e redes não 3GPP, além da geração de CDR's, conforme figura 1.
- **Policy and Charging Rules Function (PCRF):** Dá permissão ou rejeita pedidos de multimídia. Cria e faz a atualização do contexto do protocolo de pacotes de dados (PDP) e controla a atribuição de recursos. Também fornece as regras de tarifação com base no fluxo de serviços de dados para o P-GW.

## 2. Campos CDR Diameter LTE para Avaliação da Qualidade

### 2.1 Identificação de usuário

O diagrama em blocos abaixo (figura 2) ilustra os campos mínimos necessários para montagem de qualquer solução LTE via CDR-Diameter.

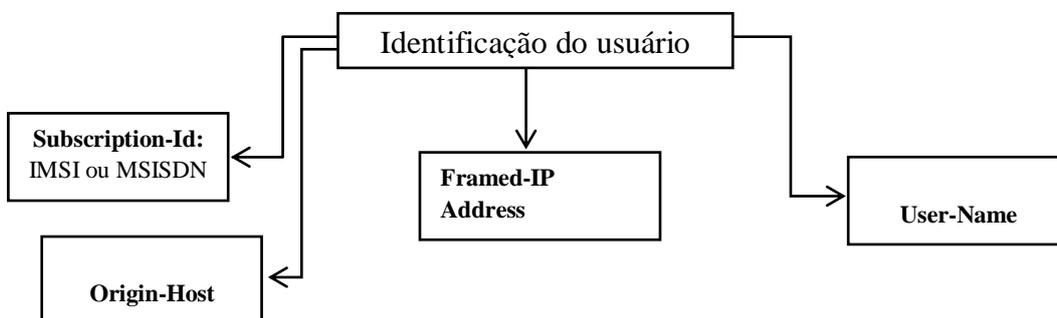


Figura 2: Requisitos mínimos para identificação do usuário na rede LTE

Os campos CDR apresentados na figura 2 possibilitam identificar o usuário na rede, seu endereço IP, IMSI ou MSISDN. Esses campos mapeiam o usuário na rede LTE. Os campos CDR são definidos abaixo:

- **User-Name:** representa o nome do usuário na rede LTE em um formato NAI (Network Access Identifier), conforme exemplo: [fulano@beltrano.com.br](mailto:fulano@beltrano.com.br).
- **Subscription-Id:** identifica o IMSI (International Mobile Subscriber Identity) ou o MSISDN (Mobile Service ISDN Number ) do usuário na rede LTE. Exemplo 55 61 84471390;
- **Framed-IP-Address:** Contém o endereço IP do utilizador na rede 4G/3G, quando o PDP é IPv4.
- **Origin-Host** : Representa nome do host do nó que originou a solicitação de serviço. O nome do host de origem é construído fixando o nome do host configurado com o nome do nó. Exemplo: gateway-service7-10-01.my.configuration.in.dia.server.com

Os campos apresentados acima são obrigatórios para avaliação correta da qualidade do serviço em relação à identificação do usuário na rede. O CDR pode ser extraído em três pontos, conforme é ilustrado na figura 1, no entanto, o presente tutorial apresenta a coleta via Diameter.

## 2.2 Identificação do usuário na rede

O diagrama em blocos abaixo (figura 3) ilustra os campos mínimos necessários para identificação da conexão via CDR-Diameter.

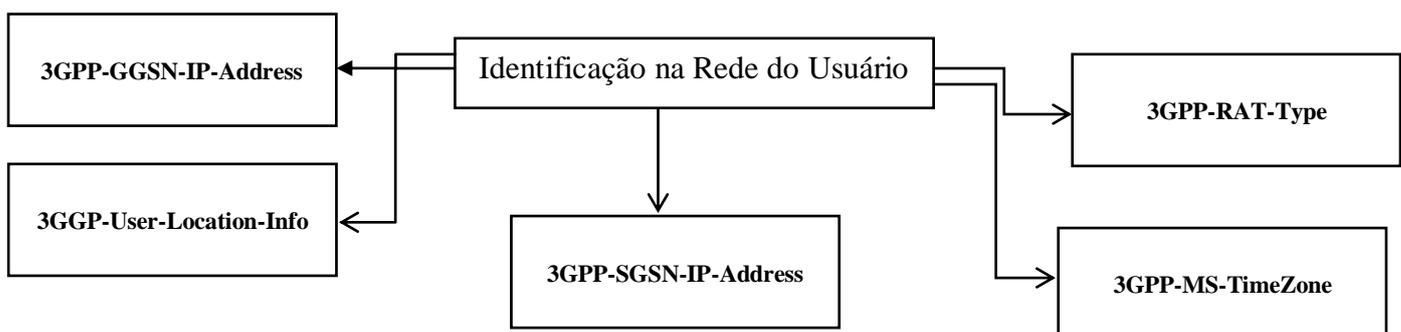


Figura 3: Requisitos mínimos para identificação do usuário na rede LTE

- **3GPP-User-Location-Info:** indica a área geográfica do usuário.
- **3GPP-GGSN-IP-Address** : indica o endereço IP da rede GGSN .
- **3GPP-SGSN-IP-Address** : indica o endereço IP da rede GGSN interface Gn.

- **3GPP-RAT-Type** : Define o método utilizado para acessar a rede. Os seguintes valores podem ser enviados: UTRAN (1), GERAN (2), WLAN (3), HSPA Evolution (5), E-UTRAN (6) quando for tecnologia 4G.
- **3GPP-MS-TimeZone**: Indica a diferença entre o tempo universal e hora em intervalos de 15 minutos de onde o equipamento móvel reside atualmente.

## 2.2 Identificação da conexão do usuário na rede

O diagrama em blocos abaixo (figura 4) ilustra os campos mínimos necessários para identificar a conexão e total de tráfego upload/download.

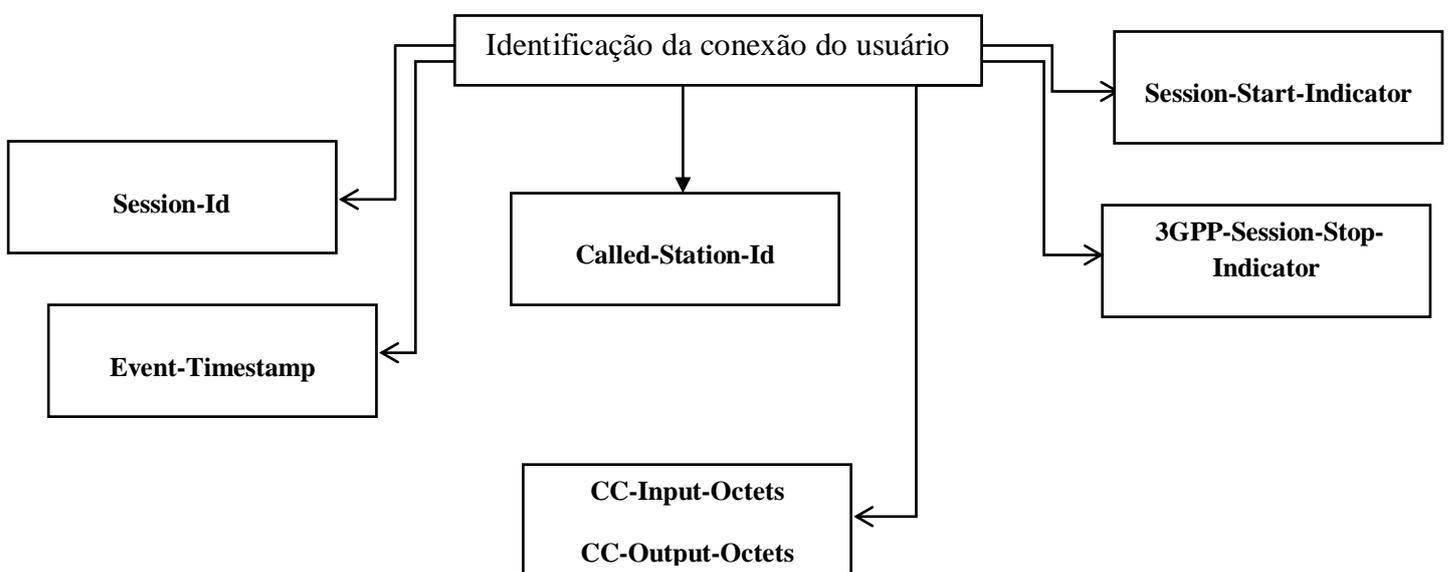


Figura 4: Identificação da conexão do usuário

- **Session-Id**: indica a sessão do usuário na rede: exemplo gateway-service7-10-0.NG1.nokiasiemensnetworks.com;84734828.
- **Event-Timestamp**: indica a data e a hora de início da sessão.
- **CC-Input-Octets**: indica a taxa consumida no uplink em bytes da conexão.
- **CC-Output-Octets**: indica a taxa consumida no downlink em bytes da conexão.

- **Called-Station-Id:** Contém um identificador do ponto de acesso ao qual o usuário está conectado.
- **Session-Start-Indicator:** o usuário iniciou uma determinada conexão.
- **3GPP-Session-Stop-Indicator (3GPP/11VM) :** indica que sessão do usuário finalizou conforme 3GPP TS 29.061 .

Os campos listados na figura 4 identificam a conexão do usuário na rede e a quantidade de tráfego consumida, ou seja, é possível verificar para cada conexão a taxa consumida e o tempo que cada conexão durou. Essas informações podem ser extraídas via CDR Diameter, conforme apresentado na figura 1. Também é possível monitorar via CDR o motivo de encerramento de uma conexão, conforme ilustrado na figura 5.

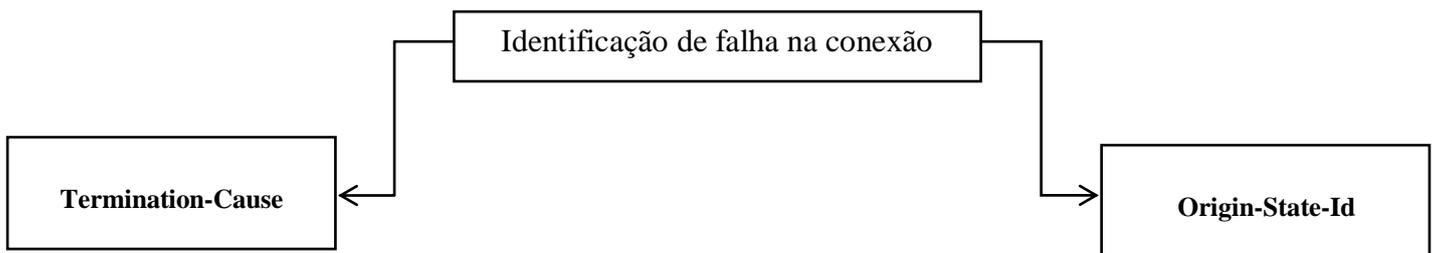


Figura 5: Identificação de falha na conexão do usuário

- **Termination-Cause:** que indica o motivo pelo qual a sessão foi encerrada. Este código de causa de terminação é usado quando Flexi NG satisfaz as seguintes condições:
  - ✓ **Código 1 (LOGOUT):** Ele é usado se o motivo para fechar a sessão não é nenhum dos motivos listados nos códigos 1,2,3,4,5 e 6.
  - ✓ **Código 2 (DIAMETER\_SERVICE\_NOT\_PROVIDED) :** Este valor é utilizado quando o usuário desligada antes da recepção da mensagem de resposta de autorização.
  - ✓ **Código 3 (BAD\_ANSWER):** Este código de terminação é usado sempre que um código ou atributo inesperado surge.
  - ✓ **Código 4 (ADMINISTRATIVE):** Esse código informa limite de crédito do usuário excedido (Código número 4012) ou que a conexão do usuário não foi autorizada na rede (Código número 5003).

- ✓ **Código 5 (DIAMETER\_LINK\_BROKEN):** O link de comunicação com usuário teve uma interrupção.
- ✓ **Código 6 (DIAMETER\_AUTH\_EXPIRED):** O acesso do usuário foi encerrado devido ao tempo de autenticação inspirado.
- **Origin-State-Id:** Infere o encerramento de sessão. É utilizado para permitir a rápida detecção de sessões terminadas (STR-Session terminate request), devido ao encerramento inesperado de um dispositivo de acesso.

Com os dados levantados até o momento, é possível, identificar o usuário, a conexão e suas características de banda consumida e as possíveis falhas. Porém, a análise somente desses campos não é suficiente para avaliar a qualidade do serviço e qualidade de experiência do usuário na rede. Nesse cenário, torna-se necessário avaliar outros campos que nos possibilite identificar de forma clara a qualidade da rede e do serviço.

### 3.0 Campos de QoS e Taxa negociada

A figura abaixo (figura 6) ilustra a solução velocidade e QoS que pode ser implementada na rede.

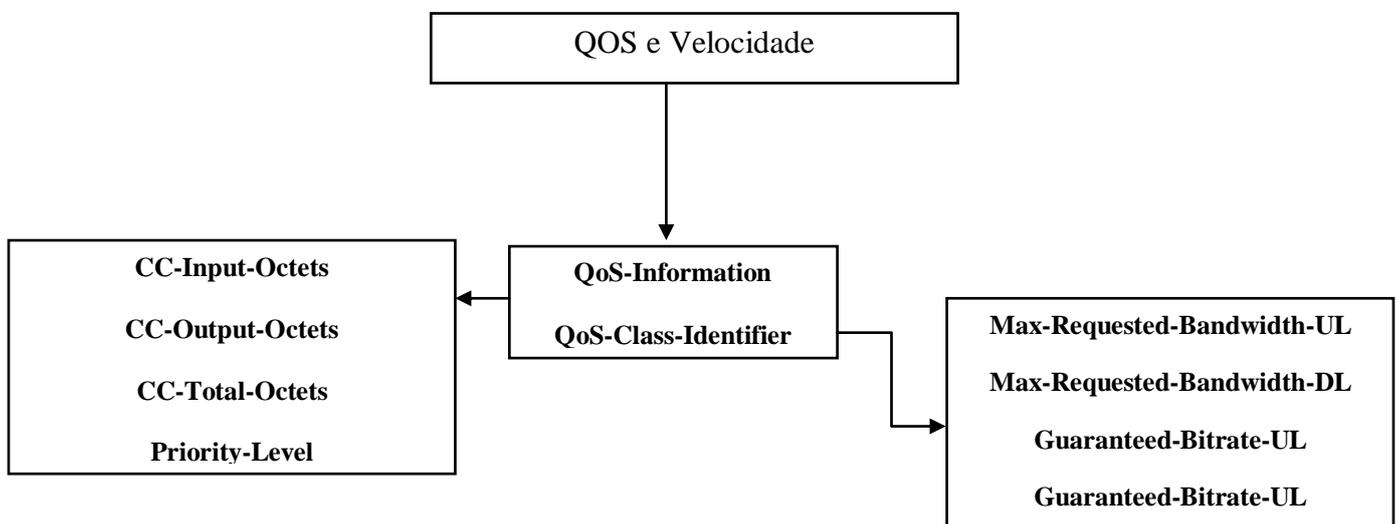


Figura 6: Campos que identificam a QoS

- **QoS-Information:** contém a informação de QoS aplicável para o usuário ao qual se refere a sessão Diameter.

- **QoS-Class-Identifier:** Identifica um conjunto de parâmetros específicos de QoS que definem a QoS autorizada, conforme 3GPP 32.299 [8] e 3GPP 29.212 [13].  
QoS-Information ::= < AVP Header: 1016 >  
  - [ QoS-Class-Identifier ]
  - [ Max-Requested-Bandwidth-UL ]
  - [ Max-Requested-Bandwidth-DL ]
  - [ Guaranteed-Bitrate-UL ]
  - [ Guaranteed-Bitrate-DL ]
- **Max-Requested-Bandwidth-UL:** Define a taxa de bits máxima permitida para a informação no uplink. , conforme 3GPP 29.214 [14].
- **Max-Requested- Bandwidth-DL:** Define a taxa de bits máxima permitida para a informação no downlink, conforme 3GPP 29.214 [14].
- **Guaranteed-Bitrate-UL :** Define a taxa de bits garantida permitida no uplink, conforme 3GPP 29.212 [13].
- **Guaranteed-Bitrate-DL:** Define a taxa de bits garantida no downlink, conforme 29.212 [13].
- **Priority- Level:** Indicador da prioridade de alocação e retenção do fluxo de dados de serviço. Para mais informações, conforme 3GPP 29.212.

Com a Identificação do usuário, identificação da conexão, QoS e velocidade, avaliar a qualidade do serviço e da rede torna-se uma realidade. Essa avaliação é fundamentada na análise dos campos e relatórios podem ser gerados no âmbito do usuário e da rede. A análise pelo CDR não onera os elementos de rede e possibilita uma avaliação fim-a-fim da arquitetura LTE.

### 3.1 Campos mapeados na arquitetura LTE

A figura 7 ilustra os campos de usuário extraídos via CDR Diameter. Essas informações possibilitam identificar o usuário, a conexão, o tipo de tecnologia, o endereço IP, a origem da conexão, quantidade de dados consumidos e informação da localização da célula por onde o usuário passou ou está.

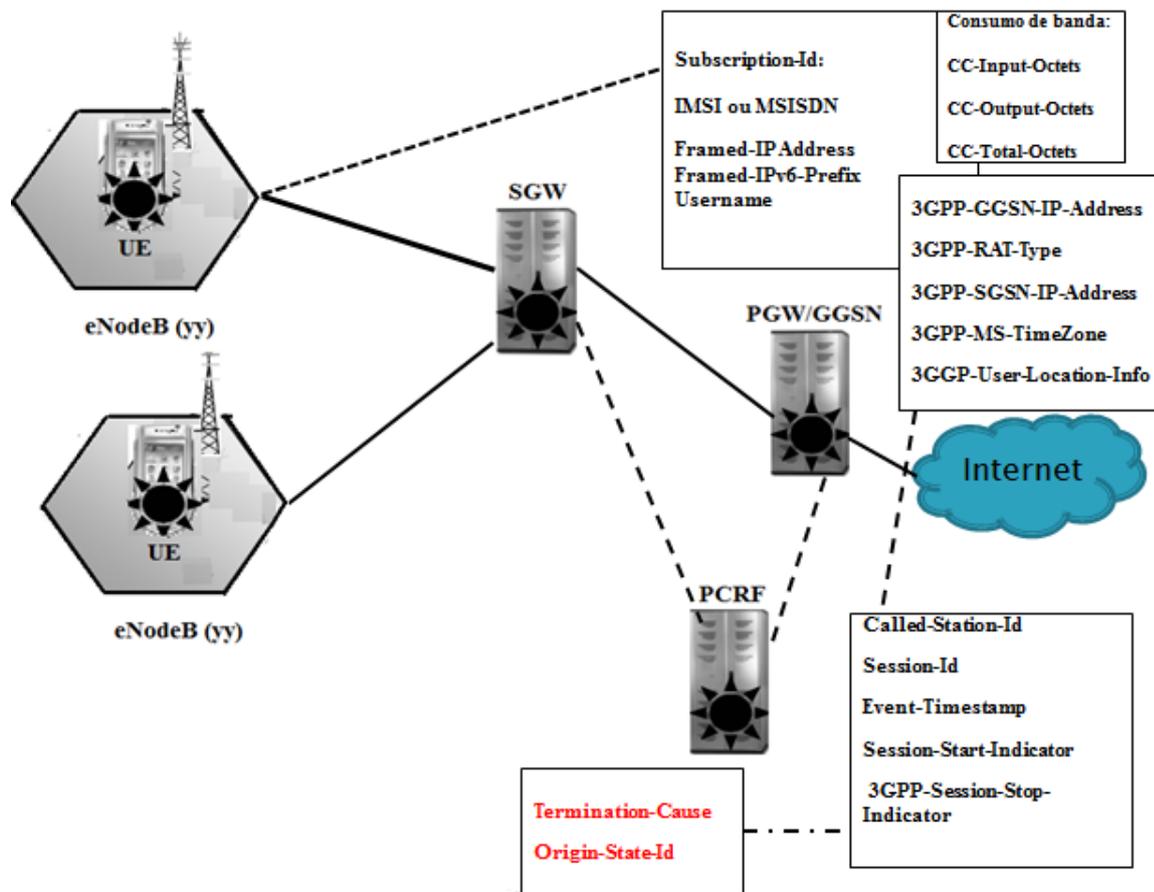


Figura 7: Campos que identificam o usuário e conexão

A figura 8 ilustra os campos de QoS extraídos via CDR Diameter. Essas informações possibilitam, juntamente com as informações de usuários e conexão, avaliar a qualidade do serviço e da rede.

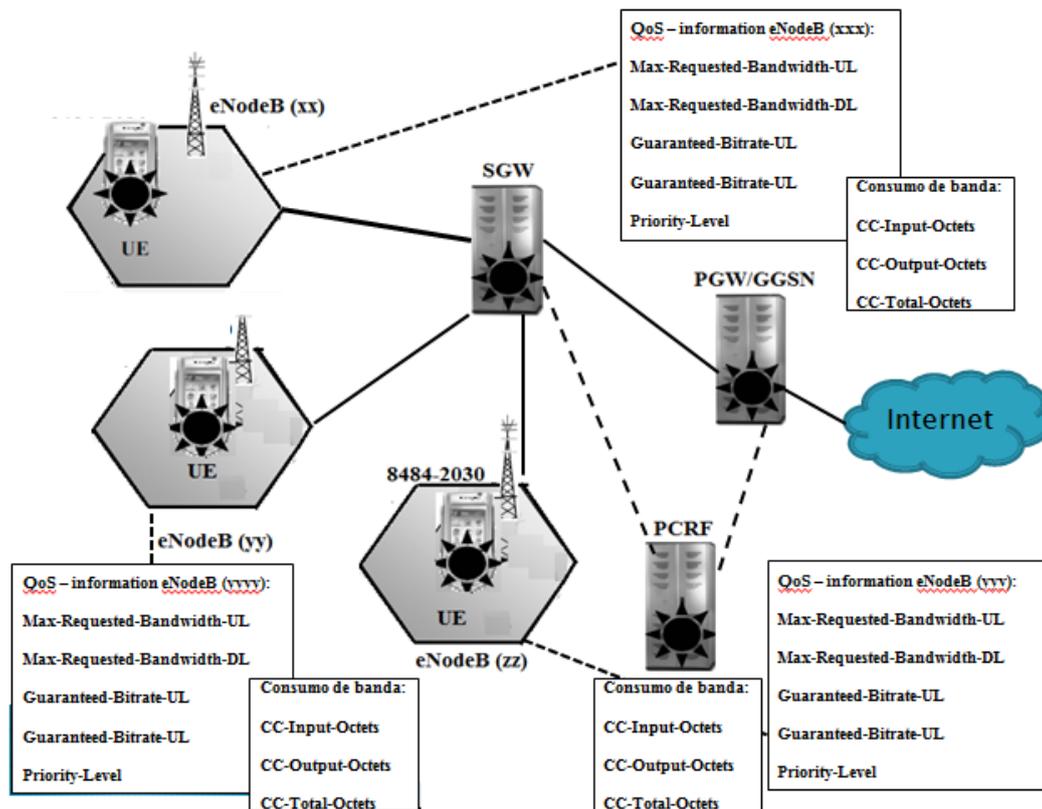


Figura 8: Campos que identificam a QoS do usuário

A coleta de CDR pode ser feita na SGW, PGW ou Diameter. Os campos apresentados nesse tutorial referem-se às coletas via Diameter. A ferramenta para tratativa de CDR não onera os elementos de rede e é capaz de avaliar a rede fim-a-fim. É importante destacar a plataforma CDRView (VISENT Tecnologia) que possibilita a avaliação da rede via CDR. Essa ferramenta fornece suporte diferenciado ao tratamento on-line e off-line de registros de uso de serviços (UDR – Usage Data Records), apoiando processos operacionais, analíticos e gerenciais. A ferramenta pode ser customizada em função da necessidade dos campos de CDR.

#### 4. Considerações Finais

Este tutorial sugere uma implementação de um sistema centralizado para extração de parâmetros que podem indicar a qualidade do serviço banda larga 4G em um ambiente DIAMETER. Hoje já existem ferramentas na tratativa de bilhetes CDR de voz, como por exemplo, o **CDR-View**. Essa ferramenta (**CDR-View**) pode ser utilizada na tratativa e extração de parâmetros que podem indicar a qualidade da rede e do serviço banda larga 4G.

No entanto, é importante destacar que os atributos (DIAMETER) devem ser habilitados, tornando o bilhete mais rico em parâmetros de qualidade. O VSA (*Vendor-Specific Attribute*) quando utilizado pode enriquecer mais ainda o bilhete, possibilitando uma extração eficiente e rica em parâmetros de qualidade. Nesse contexto, a plataforma **CDR-View** irá gerar indicadores de qualidade de forma centralizada em 100% da rede do operador. A extração de parâmetros de qualidade por CDR é centralizada e não onera os elementos de rede.

### **Teste seu conhecimento**

Dos elementos de rede LTE apresentados abaixo, qual deles podemos extrair um CDR?

ENODEB

HLR

BTS

**SGW**

Dos campos CDR Diameter apresentados abaixo, qual deles apresenta o motivo de queda de uma conexão na rede LTE?

Subscription-Id

3GPP-User-Location-Info

Session-Start-Indicator

**Termination-Cause**

Dos campos CDR indicados abaixo, qual representa a taxa máxima de conexão em Downlink?

CC-Output-Octets

CC-Input-Octets

**Max-Requested- Bandwidth-DL**

Guaranteed-Bitrate-DL

## Referências

[1] <http://tools.ietf.org/html/rfc3588>

[2] 3GPP TS 23.402, Architecture enhancements for non-3GPP accesses  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23402.htm>

[3] 3GPP TS 32.240, Telecommunication management; Charging management; Charging architecture and principles <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/32240.htm>

[4] 3GPP TS 32.299 v. 7.7.0 and v.8.8.0 (2007-09), Telecommunication management; Charging management; Diameter charging applications

[5] <http://www.3gpp.org/ftp/specs/html-info/32299.htm>

[6] IETF RFC 4006, Diameter Credit-Control Application  
<http://tools.ietf.org/html/rfc4006>

[7] 3GPP TS 23.401, General Packet Radio Service (GPRS) enhancements for Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN) access  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/23401.htm>

[8] 3GPP TS 32.251, Telecommunication management; Charging management; Packet Switched (PS) domain charging <http://www.3gpp.org/ftp/specs/html-info/32251.htm>

[9] 3GPP TS 29.061 v.7.8.0 and v.8.4.0, Interworking between the Public Land Mobile Network (PLMN) supporting packet based services and Packet Data Networks (PDN) <http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/29061.htm>

[10] 3GPP TS 32.215, Telecommunication management; Charging management; Charging data description for the Packet Switched (PS) domain  
<http://www.3gpp.org/ftp/specs/html-info/32215.htm>

[11] IETF RFC 2865, Remote Authentication Dial In User Service (RADIUS)  
<http://www.ietf.org/rfc/rfc2865.txt>

[12] IETF RFC 3162, RADIUS and IPv6 <http://tools.ietf.org/html/rfc3162>

[13] 3GPP TS 29.212, Policy and charging control over Gx reference point  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/29212.htm>

[14] 3GPP TS 29.214, Policy and charging control over Rx reference point  
<http://www.3gpp.org/ftp/Specs/html-info/29214.htm>

[15] **H. Holma e A. Toskala.** *LTE for UMTS - OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*. 2009. John Wiley & Sons, Ltd..