

# Desenvolvimento do Sistema de Cobrança OCS na Plataforma NGIN

André Ribeiro  
Universidade do Minho, DI  
4710-057 Braga, Portugal  
Email: gentil@di.uminho.pt

Luís Azevedo  
Portugal Telecom Inovação, SA  
3810-106 Aveiro, Portugal  
Email: lcarlos@ptinovacao.pt

Pedro Sousa  
Universidade do Minho, DI  
4710-057 Braga, Portugal  
Email: pns@di.uminho.pt

**Abstract**—O consecutivo aumento da diversidade e heterogeneidade de clientes e serviços disponibilizados conduzem a um maior grau de exigência pelo operador, destacando-se a necessidade de disponibilizar mecanismos de cobrança e tarifação rigorosos e mais flexíveis que possibilitem a integração com novos sistemas ou a evolução dos mesmos. O controlo preciso e em tempo-real destes mecanismos é benéfico para ambas as partes, quer pelo aumento das receitas do operador quer pela satisfação dos clientes.

O *Online Charging System* (OCS) é uma solução de cobrança que tem por base os princípios propostos pelo organismo 3GPP. Pretende-se que esta solução substitua o sistema de cobrança já existente na plataforma Next Generation Intelligent Network (NGIN) da PT-Inovação e colmatar alguns dos problemas actuais, nomeadamente a inflexibilidade na disponibilização da solução isolada da plataforma e a ausência de normalização com base em entidades internacionalmente conhecidas. A superação destas limitações facilitará a integração com sistemas externos, permitindo ofertas híbridas entre todo o tipo de serviços e clientes.

Após análise, desenho e especificação da arquitectura da solução, foi feita a implementação, tendo em consideração o enquadramento normativo proposto pelo organismo 3GPP e o enquadramento à plataforma do fornecedor na qual a solução se integrou. Os resultados obtidos demonstram a viabilidade e desempenho da solução implementada bem como a superação das limitações enunciadas.

**Index Terms**—3GPP, cobrança, normalização, OCS, tarifação, telecomunicações, TM Forum.

## I. INTRODUÇÃO

N<sup>O</sup> ramo das telecomunicações, o aumento da diversidade dos clientes e a concorrência feroz, leva à oferta de um maior leque de serviços, que acarreta por parte do operador mecanismos de controlo de cobrança e tarifação mais exigentes e flexíveis, de modo a satisfazer da melhor forma possível as necessidades dos clientes. Um controlo preciso e em tempo-real da cobrança e tarifação permite aos operadores aumentar as receitas com serviços diferenciados e especializados. A optimização e evolução destes mecanismos surge também devido ao carácter redutor e/ou inflexível dos sistemas já existentes nos operadores. Muitas vezes, as soluções existentes estão embebidas no sistema global do operador e foram desenvolvidas sem ter por base normas e

especificações definidas internacionalmente [1]. Como consequência, caso o operador deseje evoluir, por exemplo, para um mecanismo de cobrança mais avançado, está dependente das evoluções ao nível do sistema actual, pois muito provavelmente outro mecanismo de outro fornecedor deverá ser incompatível com o sistema existente. Assim, a melhoria destes mecanismos tendo por base directivas emanadas por organismos internacionais como o *3rd Generation Partnership Project* (3GPP) [2] e *TeleManagement Forum* (TM Forum), permite ao operador uma maior flexibilidade na mudança e na modularização do seu sistema [1].

A solução a desenvolver substituirá o sistema de cobrança já existente na plataforma *Next Generation Intelligent Network* (NGIN) da PT-Inovação. Será baseada na arquitectura incluída na norma 3GPP *Release 8* TS 32.240 [3], que especifica os princípios de *charging*<sup>1</sup> quer para o *Offline Charging* e *Online Charging*. Neste trabalho, será abordado com mais ênfase as especificações da arquitectura *Online Charging*, mecanismo segundo o qual a agregação da informação de *charging* pode afectar a prestação de serviço em tempo-real. Face aos constituintes do *Online Charging*, o estudo vai ser ainda mais específico sob o sistema denominado por *Online Charging System* (OCS) [4], responsável pela autorização interna da utilização de recursos da rede ao subscritor do serviço.

Neste contexto, foram estabelecidos os seguintes objectivos para este trabalho: i) estudo pormenorizado das normas propostas pelo organismo 3GPP bem como os princípios inerentes ao TM Forum; ii) levantamento de requisitos, análise, desenho e implementação da arquitectura, com especificação e adaptação de interfaces aos componentes já existentes na solução da plataforma NGIN; iii) realização de alguns testes em cenários configuráveis para demonstrar a correcta operacionalidade e desempenho da solução.

Este documento encontra-se organizado da seguinte forma: descrição teórica dos princípios de *charging* do OCS na secção II; análise, desenho e implementação da solução com integração na plataforma do fornecedor descritos na secção III; realização de alguns testes e cenários configuráveis na secção IV; principais conclusões sumarizadas na secção V.

<sup>1</sup> Em alguns contextos mais técnicos optou-se por não usar a tradução de determinados termos. Neste caso específico, o termo “charging” será utilizado preferencialmente a “cobrança” pelo facto de lhe estar associado funcionalidades bastante específicas da arquitectura estudada.

## II. PRINCÍPIOS DE CHARGING 3GPP

### A. Offline/Online Charging

O sistema de *charging* na solução do operador de telecomunicações não deixa de ser um dos muitos sistemas que constituem toda a solução. É através dele que é feita a cobrança de um evento da rede. O programa *New Generation Operations Systems and Software* (NGOSS) [5, 6], fruto dos desenvolvimentos da entidade TM Forum, possibilita aos fornecedores de serviço uma solução flexível de *Operations Support Systems* (OSS) que será capaz de evoluir rapidamente para conhecer os requisitos futuros e mais facilmente gerir redes multi-vendedor e multi-tecnologia. Está estruturado em quatro grandes áreas onde se integram os vários sistemas que compõem toda a solução, sendo ao nível do *enhanced Telecom Operations Map* (eTOM) [7] que se integram os processos de facturação e contabilização que este trabalho incide.

O TM Forum é uma entidade internacional e não lucrativa com grande impacto no desenvolvimento de *standards* e arquitecturas ao nível dos sistemas de suporte à operação, OSS, e de suporte ao negócio, *Business Support Systems* (BSS) [5]. Possibilita soluções práticas e guias de modo a transformar a maneira como se criam, entregam ou modificam serviços, com ajuda na redução de custos e riscos associados à criação e entrega de serviços rentáveis.

Os princípios de *charging* são abordados por um conjunto de normas, entre as quais se destaca a norma TS 32.240 [3], integrando também mecanismos de *rating* (tarifação). São dois os mecanismos de *charging* possíveis: *Offline Charging* e *Online Charging*.

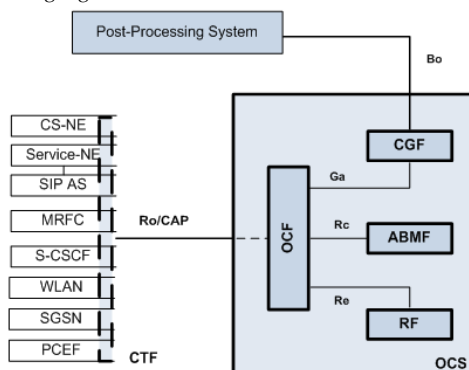


Figura 1: Arquitectura Online Charging

O *Online Charging* [3] (Figura 1) é o mecanismo no qual, tal como o *Offline Charging*, a informação de *charging* relativa à utilização dos recursos da rede é colectada paralelamente à sua utilização. A diferença reside que a autorização para essa utilização tem de ser garantida, sendo para tal responsável o *Online Charging System* (OCS) [4].

A informação de *charging* é colectada em tempo-real pelos vários elementos de rede e agrupada pela *Charging Trigger Function* (CTF), em parte a mesma que para o *Offline Charging*. Quando a rede recebe um pedido de utilização de recursos, é agrupada toda a informação relevante e gerado um

evento de *charging* para o OCS. Este, por sua vez, pode garantir ou negar essa utilização.

### B. Online Charging System

O OCS é o sistema responsável pela autorização do uso de recursos da rede ao subscritor do serviço. Para tal, são necessárias determinadas funções tais como de tarifação, gestão do saldo da conta do subscritor e controlo de *charging* entre transacções. Da Figura 1 destacam-se os componentes e interfaces que constituem o OCS:

a) **Componentes/funções:** *Online Charging Function* (OCF), *Account Balance Management Function* (ABMF) e *Rating Function* (RF).

b) **Interfaces:** responsáveis pela interligação das funções mencionadas, destacam-se a interface Rc e Re que interligam, respectivamente, a OCF à ABMF e à RF. A interface Rc é responsável, em suma, pela gestão do acesso às contas do subscritor do serviço enquanto a interface Re permite a tarifação dos eventos gerados quer em unidades monetárias ou não monetárias.

Apesar de não ser relevante no contexto deste trabalho, o OCS pode ter ainda mais um componente, a *Charging Gateway Function* (CGF), que permite a recepção de informação de *charging* da OCF, pela interface Ga [8], para ser processada mais tarde (contexto *offline*). É assim enviada para um sistema de pós-processamento, externo ao OCS.

#### 1) Online Charging Function

A OCF é responsável por receber os eventos de *charging* provenientes da CTF de modo a obter autorização do OCS para o evento cobrável ou recurso de rede solicitado pelo subscritor do serviço. Pode ser considerada também como intermediária uma vez que gere a comunicação entre as outras duas funções, a ABMF e a RF. Permite assim a gestão dos saldos da conta do subscritor do serviço em função do preço do mesmo e vice-versa.

A OCF tem também alguma lógica de decisão associada uma vez que mediante as informações de saldos da ABMF e as informações de preço e tarifa da RF, decide se o serviço pode ou não ser entregue, se será entregue na totalidade face ao solicitado, quando deverá terminar, entre outros.

A OCF é compatível com informação proveniente de dois tipos de domínios, nomeadamente de comutação de circuitos, *Circuit Switched* (CS) [9], e comutação de pacotes, *Packet Switched* (PS) [10]. O domínio CS trata da informação relacionada com as chamadas efectuadas na rede (embora implicitamente haja acesso a serviço de dados) enquanto o PS trata de fluxos de dados, a nível de volume ou eventos.

Tendo eventos e sessões finalidades distintas e, como tal, sendo tratados também de maneiras diferentes, a OCF divide-se em duas sub-funções: *Event Based Charging Function* (EBCF) e *Session Based Charging Function* (SBCF).

- **EBCF:** permite o *charging* baseado em eventos e é responsável pelo controlo de crédito. Como ao *charging* de eventos não está associada uma durabilidade, não se exige a manutenção de um estado para que seja feito o controlo, sendo portanto *stateless*.

- **SBCF**: permite o *charging* baseado em sessões e é responsável pelo controlo de crédito, como nas chamadas de voz. Implica que se guarde o estado do fluxo de dados, sendo classificada como *stateful*.

### 2) Account Balance Management Function

A ABMF é responsável pela localização e gestão dos saldos/*plafonds* da conta do subscritor do serviço. Trata-se de uma base de dados com todas as informações dos clientes associadas à contabilização, bem como de sub-serviços, descontos ou taxas a aplicar consoante o serviço solicitado.

Sob o ponto de vista do OCS, e tendo em conta um cenário com uma RF de classe ‘A’ (ver secção 3), a ABMF é constituída pelo “account balance” e por contadores. O “account balance” corresponde ao saldo da conta, que inclui todas as unidades monetárias ou não monetárias (tempo, volume ou eventos) que o subscritor detém. Os contadores são uma agregação temporária de unidades de serviço ou monetárias em função do contrato com o operador, para fins de bónus ou atribuição de descontos ou sub-serviços.

As operações de gestão pela ABMF são diversas, podendo-se salientar: i) verificar o saldo da conta; ii) actualizar o saldo da conta (debitar/creditar); iii) efectuar reservas de saldo; iv) obter e modificar os contadores.

Quando o crédito da conta do subscritor face a um determinado serviço expira ou há necessidade de se fazer um carregamento, a ABMF conecta-se a um servidor de recargas. Esta comunicação é feita via interface Rr.

Até ao momento da elaboração deste trabalho, a especificação mais detalhada da ABMF e respectiva interface Rc ainda se encontravam em desenvolvimento pelo organismo 3GPP, pelo que não foi possível aprofundar muito mais face ao tipo de mensagens que circulam na interface e respectivo conteúdo.

### 3) Rating Function

A RF é responsável pela tarifação (“rating”) dos pedidos. Esta recebe o pedido da OCF com a informação necessária para calcular o valor a atribuir ao uso de recursos pretendido e devolve o valor calculado ou informação de tarifação imprescindível para conceder ou negar essa utilização. A recepção de um pedido de tarifação pressupõe à partida uma avaliação e só depois uma determinação do preço ou tarifa.

A tarifação pode ser feita na forma de unidades monetárias ou não monetárias (tempo, volume ou eventos) e pode ser calculada sobre volume de dados, tempo de sessão e eventos de serviço. A RF permite que a tarifação para a rede seja feita antes ou depois da entrega do serviço, em função do tipo de cenário de *charging* considerado. Nos cenários em que existirem primeiramente reservas, como nas sessões, a entrega do serviço é feita após tarifação. Só no cenário de *charging* imediato é que a entrega pode ocorrer antes.

A RF permite também outras funcionalidades tais como a permissão de bónus e descontos ao subscritor do serviço. Embora possam existir serviços já com descontos associados, podem ser obtidos pela utilização de contadores que, consoante os valores atingidos, despoletam uma determinada

acção. Estes contadores podem estar localizados na ABMF ou na própria RF. Esta divisão de localização dos contadores leva à classificação da RF de duas formas: Classe ‘A’ (contadores na ABMF) e Classe ‘B’ (contadores na RF).

#### a) Rating Function – Classe ‘A’

Na RF de classe ‘A’ os contadores que permitem bónus e descontos estão localizados na ABMF (Figura 2). Como tal, a RF não modifica os contadores directamente.

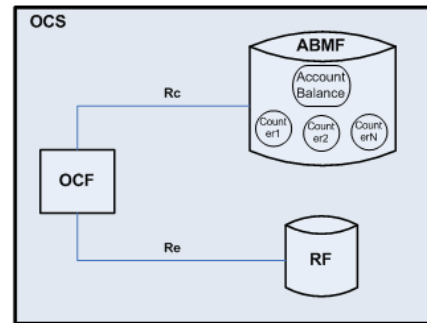


Figura 2: Configuração do OCS para a RF de classe ‘A’.

No início de uma sessão de *charging*, a OCF obtém os valores dos contadores e do saldo da conta da ABMF e envia-os à RF pela interface Re. Após o cálculo do preço ou informação de tarifação, estes dados são enviados de novo para a OCF juntamente com a informação de como modificar os contadores e saldos da conta. A OCF recebe esta informação e trata de enviar as correspondentes mensagens à ABMF para proceder às alterações.

Como a informação de modificação dos contadores é parte integrante da resposta, a RF opera em modo *stateless*, não mantendo nenhum contexto ou estado internamente. A RF suporta a comunicação com a OCF através de dois métodos: *PriceRequest* (PRQ/PRS) e *TariffRequest* (TRQ/TRS).

- **PriceRequest/PriceResponse**: determinação do preço para a execução de um serviço ou entrega de um bem. É utilizado para a tarifação de eventos, sendo assim usada pelo EBCF.
- **TariffRequest/TariffResponse**: determinação da tarifa para um dado serviço. É utilizado no processo de tarifação de sessões, sendo assim usado pela SBCF.

Após realizados todos os cálculos necessários, a RF instrui a OCF da informação necessária para a modificação dos contadores pela ABMF. A manipulação dos contadores é variada, podendo-se considerar operações para incrementar/decrementar valores, ajustar um valor, um limite máximo (*threshold*) ou a data de expiração.

#### b) Rating Function – Classe ‘B’

Na RF de classe ‘B’, os contadores localizam-se agora na própria RF (Figura 3). Como tal, terá de sofrer algumas alterações, nomeadamente:

- A modificação dos contadores tem que ser feita directamente, não sendo necessário enviar esta informação na resposta à OCF;

- Tem que manter sessões e assegurar o controlo de transacções;
- Tem de se tornar *stateful* visto que para assegurar a modificação dos contadores directamente, tem de manter o contexto e estado da sessão;
- Os métodos PRQ e TRQ têm de suportar reservas, uma vez que operações de actualização e reserva de contadores têm de ser suportadas pela RF.

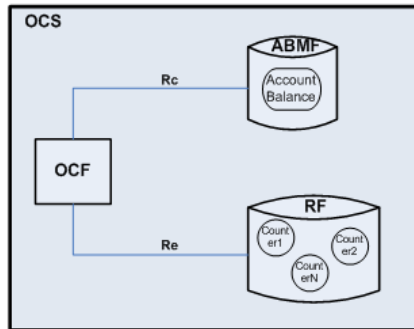


Figura 3: Configuração do OCS para a RF de classe 'B'

O método TRQ também deverá ser modificado pois a determinação da tarifa e do preço dos pedidos é feita tanto no início como durante a sessão.

A garantia de unidades de serviço em função de um preço pode ser feita directamente pela RF, ao contrário do que acontece na RF de classe 'A' que é feito pela OCF. Tal é concedido por um novo método, *ServiceUsageRequest* (SUQ).

### III. DESENVOLVIMENTO DA SOLUÇÃO

A reformulação do sistema de cobrança incide sobre a plataforma NGIN da PT-Inovação. A NGIN inclui um conjunto de poderosas aplicações que garantem uma fácil e eficaz gestão, operação e análise de desempenho dos serviços, permitindo aos operadores disponibilizar aos seus clientes, fixos ou móveis, serviços pré-pagos ou pós-pagos para serviços de voz ou de dados em redes de comutação de circuitos, comutação de pacotes ou convergentes. Esta plataforma é constituída por vários componentes, dos quais se destacam para este trabalho o *NGIN Pré-Pago* [11] e *NGIN Rating* (NRF) [12]. A solução *Pré-Pago* permite a compra antecipada de crédito para a realização de chamadas e outros serviços, enquanto a solução *Rating* é responsável pelo processo de tarifação, sendo utilizada ao nível do *Pré-Pago* para o cálculo do preço e tarifa dos pedidos. Neste trabalho, apenas serão redefinidas as lógicas de *charging*, sendo que a solução de tarifação seja utilizada sem qualquer remodelação.

Ao nível da solução *Pré-Pago*, são vários os módulos que a constituem, apesar de que só alguns serão alvo de análise face às funcionalidades que o sistema OCS suporta. De entre eles, destacam-se: i) *Balance* (BLC); ii) *Sub-Services* (SS); iii) e *Consumptions* (CNS). O módulo BLC contém toda a informação de conta associada a cada cliente do operador, suportando quatro tipos de saldos (monetário, tempo, volume ou eventos); o módulo SS agrega toda a informação de sub-serviços (serviço da rede, promoção ou desconto); o módulo

CNS permite contabilizar os consumos de cada cliente.

#### A. Arquitectura da solução

Face às características e funcionalidades da arquitectura OCS e da plataforma NGIN, deparou-se que certas funcionalidades propostas pelo OCS não são consideradas na plataforma NGIN e vice-versa, sendo neste último caso necessária a sua inclusão. Algumas funcionalidades não tiveram assimilação directa, sendo necessária a estruturação de maneira diferente.

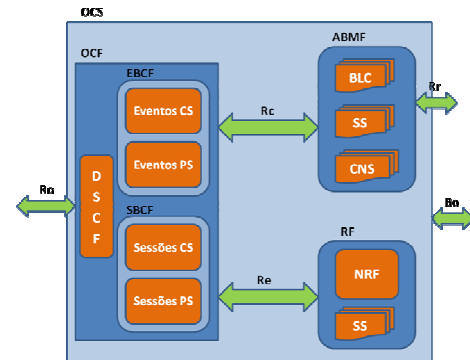


Figura 4: Arquitectura da solução.

Numa primeira fase de concepção, chegou-se à divisão e estruturação da arquitectura da solução como se mostra na *Figura 4*. As interfaces externas Ro, Rr e Bo não são contempladas neste trabalho.

Apesar da ABMF e interface Rc serem ainda alvo de desenvolvimento pelo 3GPP, foi possível definir uma arquitectura macro em função das funcionalidades já anunciadas. O módulo BLC é suportado na íntegra, destacando-se operações de lista de saldos, débito e reserva; o módulo SS é suportado parcialmente (algumas operações suportadas pela RF), destacando-se a operação de verificação de sub-serviços; o módulo CNS também foi utilizado parcialmente, destacando-se a operação de obtenção dos valores dos contadores.

A OCF assimila-se às lógicas de *charging* da NGIN, permitindo a comunicação com as operações dos vários módulos. A lógica de processamento diverge também caso se trate de eventos ou sessões, sendo agrupados os eventos CS e PS (EBCF) e sessões CS e PS (SBCF) classificados na NGIN como quatro lógicas distintas. Da *Figura 4* constata-se a inclusão de um componente, *Data Service Control Function* (DSCF), já desenvolvido pela PT-Inovação, responsável pela interpretação das mensagens *Diameter* [13] provenientes da interface Ro e construção de mensagens internas à arquitectura. O motivo da sua inclusão a que como se trata apenas da reformulação do sistema de *charging*, as mensagens que chegam à interface Ro já vêm num formato interno, impossibilitando a construção das mensagens *Diameter*. Apesar dos parâmetros não serem suficientes, a construção destas mensagens acarreta muitos atrasos devido à conversão de mensagens internas para *Diameter* e vice-versa. Deste protocolo, apenas se reutilizou a estrutura e nomenclatura das mensagens.

A RF, responsável pela tarifação dos pedidos, utiliza na integralidade o módulo NRF da plataforma NGIN. Face às

funcionalidades que distinguem classe ‘A’ e ‘B’, concluiu-se que as lógicas de *charging* da RF da solução se aproximam mais dos princípios da classe ‘A’. Na solução NRF da plataforma NGIN não se encontra nenhuma informação de cliente, localizando-se toda ela nos módulos BLC e SS. A única funcionalidade não suportada pela NGIN trata-se dos conceitos de contadores a modificar na ABMF, apesar de não ser impedido para a implementação da solução.

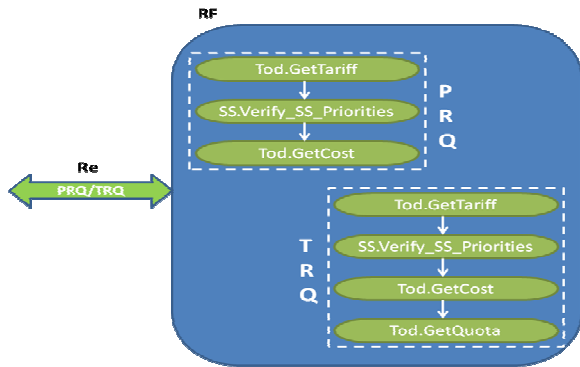


Figura 5: Estrutura e respectivas mensagens da RF.

As funcionalidades da RF de classe ‘A’ são suportadas pelos módulos NRF e SS. Destes módulos, apenas são utilizadas algumas das operações para a definição das mensagens da interface Re, como se visualiza na Figura 5.

O componente NRF permite a execução das operações de *rating* propriamente ditas. Das mensagens suportadas pela RF, PRQ e TRQ, são essenciais algumas operações do NRF para que se possam obter os resultados pretendidos. Para o caso da PRQ, são necessárias as operações GetTariff e GetCost, uma vez que a GetTariff apenas devolve a lista de tarifas que deverão ser utilizadas nos cálculos da tarifação e o GetCost devolve o respectivo custo do acesso. Para o caso da TRQ, são necessárias as mesmas operações juntamente com a operação GetQuota, que permite obter mais informação de tarifação que satisfaz os requisitos desta mensagem.

Do módulo SS obtém-se o sub-serviço mais prioritário que o subscritor possui da lista que foi obtida pela OCF, para cálculo do custo do acesso (operação Verify\_SS\_Priorities).

Destaca-se ainda da Figura 5 o fluxo de execução das operações utilizadas para cada mensagem, em função das funcionalidades descritas para cada.

A especificação de interfaces, bem como a respectiva implementação, incidiu apenas sobre a componente RF e interface Re da solução, devido aos restantes componentes se encontrarem ainda em desenvolvimento pelo 3GPP.

Para a especificação das mensagens PRQ e TRQ foi tida em conta a estrutura definida pelo 3GPP. Sempre que possível, foi feita analogia dos parâmetros das operações da NGIN utilizados com as das mensagens do 3GPP. Dos que não se conseguiram fazer analogia, foram incluídos na mensagem caso realmente necessários para o seu processamento. Um dos objectivos tidos em conta consistiu na diminuição do número de parâmetros enviados na interface Re caso pudessem ser obtidos internamente na RF da solução.

Quer para a PRQ e TRQ, não foi possível fazer correspondência entre muitos parâmetros, a maioria deles *Diameter*. Os parâmetros das operações NGIN imprescindíveis para execução foram incluídos num parâmetro 3GPP específico para o efeito. Constatou-se a redução do número de parâmetros necessários da mensagem 3GPP face ao somatório dos parâmetros de cada operação NGIN, resultado da optimização realizada, obtida também pela necessidade de compatibilidade dos domínios CS e PS para eventos e sessões.

#### IV. CENÁRIOS DE UTILIZAÇÃO E TESTES

Para testar a solução implementada, foram tidos em conta dois testes diferentes, nomeadamente para avaliar a exequibilidade e desempenho da solução.

Face à exequibilidade, foi testado o cenário onde se enviou uma mensagem (evento) e se fez uma chamada (sessão) entre um número de origem (operador TMN) e destino (operadores TMN, Vodafone e Optimus). Ambas as mensagens de entrada PRQ e TRQ tiveram de ser construídas manualmente uma vez que a OCF não foi implementada. Relativamente à especificação dos parâmetros de cada, foi feito em função de configurações já definidas (número de origem, identificador do operador), de forma a obter os respectivos preços e planos de tarifa associados. Para ambos os casos, verificou-se o correcto preenchimento dos parâmetros das mensagens com o respectivo preço ou tarifa especificado, conforme o caso. O controlo de erros também foi testado, por exemplo, na execução de um evento ao qual o número de origem não possuía configurações associadas, sendo o erro retornado correctamente identificado. Valida-se, assim, a funcionalidade da solução implementada.

Para avaliar o desempenho da solução, foi tomada em consideração uma base de comparação, sendo recolhidos dados de execução das lógicas NGIN no mesmo ambiente sob o qual foi testada a solução. Uma vez que não foi possível testar a solução no ambiente real de produção, foi facultado um cenário de máquinas virtuais, onde os recursos das máquinas estão partilhados por mais que um serviço.

Foram realizados dois tipos de testes: um para eventos, onde foi registado o tempo de execução do envio de uma SMS e da utilização do serviço *Unstructured Supplementary Services Data* (USSD); outro para sessões, onde foi registado o tempo de execução de uma chamada de voz.

A Tabela 1 apresenta os valores médios em milissegundos (ms) do tempo de execução.

Mensagem	Operações	Nº Total Execuções	Tempo (ms)		
			Min	Max	Médio
PRQ	SMS	800	53.30	69.90	<b>62.36</b>
	USSD	800	52.40	68.20	<b>60.04</b>
TRQ	CALL	800	85.66	105.80	<b>94.71</b>

Tabela 1: Tempo de execução das mensagens PRQ e TRQ.

Constata-se que os tempos médios da PRQ oscilam entre os 60.04 ms e 62.36 ms, onde a diferença de 2.32 ms deve-se

principalmente à instabilidade do sistema de máquinas virtuais onde é feito todo o processamento. Para a TRQ, obteve-se um valor médio de 94.71 ms. Trata-se de um valor aceitável face ao da mensagem PRQ, visto que a TRQ engloba as mesmas operações que a PRQ mais a operação GetQuota.

Registaram-se também os tempos de execução individuais para cada uma das operações NGIN utilizadas nas mensagens PRQ e TRQ. Como base de comparação, obtiveram-se, para as mesmas operações, os tempos de execução nas lógicas de *charging* da solução NGIN actual.

Operações	Solução			NGIN		
	Tempo Execução (ms)					
	Min	Max	Médio	Min	Max	Médio
GetTariff	20	40	<b>29.91</b>	20	40	<b>28.5</b>
Verify_SS_Priorities	0	10	<b>3</b>	0	10	<b>3</b>
GetCost	20	40	<b>29.32</b>	20	40	<b>29.5</b>
GetQuota	20	40	<b>31</b>	20	40	<b>30</b>

Tabela 2: Tempo das operações dos módulos da NGIN.

Da Tabela 2 constata-se que os tempos de execução obtidos para as mensagens PRQ e TRQ são praticamente o somatório dos tempos médios de cada operação NGIN utilizada. Apesar da lógica de *charging* que correlaciona estas operações ser muito simples, os respectivos tempos de execução comparados com o valor total da execução do pedido são muito baixos (entre 2 e 3 ms, pelos tempos obtidos). Comprova-se também que a diferença de tempos entre a TRQ e a PRQ deve-se essencialmente à inclusão da operação GetQuota. Comparando os valores obtidos na solução implementada com os da solução NGIN, rondam a mesma ordem de grandeza apenas com algumas discrepâncias. Contudo, estas diferenças não são conclusivas pois o ambiente de virtualização onde foram executadas as operações revelou-se muito instável, pelo simples facto de serem máquinas virtuais e também por estarem a ser utilizadas por outros utilizadores. Estes factores impedem que se tirem conclusões absolutas para discrepâncias temporais nesta ordem de grandeza. Todavia, tal não impede de se afirmar a eficácia e bom desempenho da solução implementada, face à proximidade dos valores registados.

Para avaliar o desempenho da solução em cenários de carga, foram realizados alguns testes mas mais uma vez não foram obtidas conclusões absolutas devido à instabilidade e ao fraco poder de processamento do ambiente de máquinas virtuais. Contudo, espera-se que o desempenho da solução num ambiente real seja tão bom ou melhor que o da solução NGIN, não só pelos bons resultados que foram apresentados anteriormente no cenário de máquinas virtuais, mas também pelo facto de que a solução se baseia no mesmo paradigma de programação, onde se alteraram e organizaram as lógicas de processamento, sendo ainda alvos de simplificação.

## V. CONCLUSÃO

Este trabalho deu os primeiros passos para a uniformização da arquitectura NGIN actual tendo em conta os princípios de normalização do 3GPP e TM Forum. Incidindo em particular

sobre o sistema de cobrança, a normalização vem combater certas limitações relacionadas com a dependência das evoluções de toda a solução onde o sistema se integra bem como problemas de interoperabilidade e compatibilidade. O operador ficará com um sistema mais modular, padronizável e flexível, e detentor de uma maior capacidade de selecção de entre diversos produtos que sigam os mesmos princípios.

Através da reutilização de componentes e funcionalidades da solução NGIN, foi desenhada e especificada toda a arquitectura OCS mediante a norma, apesar da implementação ser feita apenas sob a componente RF devido à ausência de especificação detalhada dos restantes componentes. Como resultado, obteve-se uma solução mais simples, completamente funcional e com um desempenho tão bom quanto o da solução NGIN, não sendo possível obter conclusões absolutas devido à instabilidade do cenário virtual onde foi avaliada.

Como trabalho futuro, será importante finalizar a implementação de todo o sistema OCS mediante a conclusão das especificações normativas. Destaca-se também o alargamento da implementação aos restantes componentes do *Online/Offline Charging* bem como a implementação do protocolo *Diameter* na comunicação entre as interfaces.

## REFERÊNCIAS

- [1] Funk, J.L. Global Competition Between and Within Standards: The Case of Mobile Phones. Palgrave Macmillan, January 2002.
- [2] 3GPP, "Third Generation Partnership Project". <http://www.3gpp.org/>
- [3] 3GPP. TS 32.240 V8.5.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication management; Charging management; Charging architecture and principles (Release 8). December 2008.
- [4] 3GPP. TS 32.296 V8.3.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication management; Charging management; Online Charging System (OCS); Applications and Interfaces (Release 8). March 2009.
- [5] Tada, H., W. Usui, and X.J. Wen. An Approach Toward Implementation of OSS/BSS Using NGOSS. in Proceedings of the International Conference on Communication Technology 2003 (ICCT 2003), New York, pp. 57-59, April 2003.
- [6] TMForum. NGOSS Contracts - Concepts and Principles, Release 1.0, GB942, Version 1.3. April 2009.
- [7] TMForum. Business Process Framework (eTOM), Release 7.5, GB921, Version 7.3. July 2008.
- [8] 3GPP. TS 32.295 V8.0.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication management; Charging management; Charging Data Record (CDR) transfer; (Release 8). June 2008.
- [9] 3GPP. TS 32.250 V8.0.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication management; Charging management; Circuit Switched (CS) domain charging (Release 8). December 2008.
- [10] 3GPP. TS 32.251 V8.6.0, 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Telecommunication management; Charging management; Packet Switched (PS) domain charging (Release 8). June 2009.
- [11] NGIN. NGIN Prepaid Service. PT Inovação.
- [12] NGIN. NGIN Rating - Real Time Rating System. PT Inovação.
- [13] Hakala, H., et al. Diameter Credit-Control Application, IETF - RFC 4006. August 2005.