



Ministério das Comunicações
Secretaria de Telecomunicações
Departamento de Serviços e de Universalização de Telecomunicações

ESTUDO TÉCNICO E ANÁLISE ECONÔMICO-FINANCEIRA PARA IMPUTAÇÃO DE METAS A SEREM FINANCIADAS COM RECURSOS DO FUST

ANÁLISE DE UTILIZAÇÃO DO FUST



Ministério das Comunicações
Secretaria de Telecomunicações
Departamento de Serviços e de Universalização de Telecomunicações

Ministro de Estado das Comunicações
Senador Hélio Costa

Secretário de Telecomunicações
Roberto Pinto Martins

Diretor de Serviços e de Universalização de Telecomunicações
Átila Augusto Souto



Ministério das Comunicações

SUMÁRIO

1.	Introdução	5
2.	O tratamento dos custos incorridos na universalização	5
3.	O tratamento das receitas provenientes da universalização.....	9
4.	Modelagem analítica da parcela não recuperável.....	11
4.1.	Modelo voltado para a análise dos custos	11
4.1.1.	Ferramentas disponíveis.....	14
4.2.	Modelo voltado para a análise das receitas	16
4.2.1.	Ferramentas disponíveis.....	19
5.	Considerações finais	20
6.	Referência bibliográfica	20
Anexo I – Metodologia de eliminação de dupla contagem e de percentual de receitas de chamadas substituídas.....		22
i.	Eliminação de redundâncias no cômputo de áreas não rentáveis	22
ii.	Eliminação de redundâncias no cômputo de usuários não rentáveis	24
iii.	Eliminação da perda aparente por substituição de chamadas.....	26
Anexo II - Algoritmos presentes no HCPM		31
i.	O Algoritmo de “Clusterização”	31
I.	Definindo uma Grade Superposta para cada <i>Cluster</i>	33
ii.	Algoritmos do Projeto do <i>Loop</i>	34
iii.	Projeto de Distribuição da Planta	34
iv.	Projeto da Planta de Alimentação	34
Anexo III – Cenários de estudo		36
i.	Definições Gerais	36
ii.	Cenários de Estudo.....	36
iii.	Considerações sobre a ferramenta	39



Ministério das Comunicações

Sumário Executivo

O presente relatório visa, dentre outras motivações, atender a uma das demandas preconizada no item 9.1.1 do Acórdão nº 2.148/2005 do Tribunal de Contas da União (TCU). Conforme o documento “Políticas, diretrizes e prioridades para aplicação dos recursos do Fundo de Universalização dos Serviços e Telecomunicações – Fust: atividades e cronograma” estão previstos as seguintes atividades por parte do Ministério das Comunicações:

- Atividade 2.1: Diagnóstico das necessidades de universalização
- Atividade 2.2: Análise das ações governamentais em inclusão digital
- Atividade 2.3: Análise custo-benefício das soluções utilizando o STFC
- Atividade 2.4: Análise custo-benefício das soluções banda larga
- Atividade 2.5: Definição das políticas para as aplicações do Fust
- Atividade 2.6: Elaboração e publicação de documentos
- **Atividade 2.7: Estudos técnicos e de viabilidade econômico-financeira para a imputação de metas**
- Atividade 2.8: Estudos técnicos e de viabilidade econômico-financeira do serviço de redes digitais faixa larga

Este relatório tem por objetivo propor uma metodologia que seja capaz de calcular a parcela que não possa ser recuperada com a exploração eficiente do serviço, conforme estabelece a Lei nº 9.998 (Lei do FUST).

O relatório traz a descrição de uma metodologia que atende a regulamentação em seus princípios gerais, principalmente no que diz respeito à desoneração do FUST, ao considerar uma gama de receitas auferidas pela empresa, ao cumprir as obrigações, e estabelece um roteiro para o desenvolvimento de métodos e/ou adequação de ferramentas disponíveis para dotar o ambiente regulatório brasileiro com ferramenta de cálculo para a imputação de metas adicionais de universalização, para os quais são previstos recursos financeiros provenientes do FUST.

Da experiência internacional observou-se que tais metodologias são adequadas exclusivamente aos serviços suportados por uma RTPC, sendo que, para a análise de serviços que se baseiam em outras plataformas como, por exemplo, comutadas por pacotes, faz-se necessário o desenvolvimento de modelos que, até o presente momento, não apresentam um nível de consenso que permita sua adoção para a regulação de preços e tarifas ou para o financiamento da parcela não recuperável no cumprimento de obrigações de universalização.



Ministério das Comunicações

1. Introdução

Este relatório tem por objetivo propor uma metodologia que seja capaz de calcular a parcela que não possa ser recuperada com a exploração eficiente do serviço, conforme estabelece a Lei nº 9.998 (Lei do FUST), e que se assemelha em sua natureza, ao conceito de custo líquido presente na legislação da EU (*European Union*), conforme observado em [1].

O conceito de custo líquido é baseado no cálculo dos custos evitáveis e das receitas renunciadas caso a imposição de determinadas obrigações de universalização fosse removida, ou seja, contrapor custos e receitas incrementados devido às obrigações com os custos e receitas decrementados devido à remoção de tais obrigações. O fato de considerar as receitas renunciáveis atende à exigência da legislação brasileira no que tange a necessidade de prever uma desoneração do FUST, ao longo do período de estudo.

Na prática internacional, ao se analisar o custo líquido, as receitas diretas advindas da universalização desses usuários é calculada para áreas potencialmente não rentáveis, para usuários potencialmente não rentáveis e para telefones públicos de uso coletivo.

A essas são somados benefícios indiretos, que são aqueles auferidos pela prestadora de telecomunicações responsável pela universalização, mas que incorrem de maneira indireta como, por exemplo, a ubiquidade da rede, o efeito positivo do ciclo de vida de grupos não-rentáveis, o reforço da marca e o aumento da reputação da empresa, a publicidade em telefones de uso público, etc.

Tal cálculo exige uma metodologia que combine os conceitos de custos incrementais e de custos prospectivos de longo prazo que, por ora, são adotados exclusivamente na regulação de serviços de telecomunicações de banda estreita suportados pela Rede Telefônica Pública Comutada (RTPC).

Nesse sentido, o presente estudo abordará as componentes de custos e de receitas previstas ao se estabelecer obrigações que envolvem o uso da RTPC e se voltará a uma análise preliminar de ferramentas que atendem as principais premissas para a implementação da metodologia.

Para a análise de serviços que se baseiam em outras plataformas como, por exemplo, comutadas por pacotes, faz-se necessário o desenvolvimento de modelos que, até o presente momento, não apresentam um nível de consenso que permita sua adoção para a regulação de preços e tarifas ou para o financiamento da parcela não recuperável no cumprimento de obrigações de universalização.

2. O tratamento dos custos incorridos na universalização

Para calcular os custos incrementais que decorrem da universalização, os arcabouços regulatórios dos vários países têm buscado implantar sistemas de custos diferentes dos convencionais por absorção, que se limitam ao rateio simples dos custos indiretos experimentados pelas empresas e, a partir desses, derivam os custos por volume.

Ao contrário, a tendência observada é de se implementar modelos de custos incrementais de longo prazo (LRIC), conforme se observa na Tabela 1.



Ministério das Comunicações

	<i>Compromisso de atender toda e qualquer solicitação</i>	<i>Obrigações de Serviço Universal (OSUs)</i>	<i>Verificação dos custos incorridos nas OSUs</i>	<i>Metodologia de custos</i>	<i>Reconhecimento de benefícios intangíveis das OSUs</i>	<i>Método de financiamento</i>	<i>Inclusão de TUPs nas OSUs</i>
Austrália	Sim	Sim	Sim	Custos Evitáveis	Não	Contribuição	Sim
Canadá	Sim	Sim	Sim	LRIC	Não	Contribuição	Não
Chile	Sim	Sim	Sim	LRIC	Não	Orçamento da União	Não
Comissão Européia	Sim	Sim	Sim	Opcional^I	Sim	Opcional	Sim
EUA	Sim	Sim	Sim	LRIC	Não	Contribuição	Não
Finlândia	Sim	Não	Não	N/A	N/A	N/A	Não
Itália	Sim	Sim	Sim	LRIC^{II}	Sim	Contribuição	Sim
Nova Zelândia	Sim	Sim	Sim	LRIC	Sim^{III}	Contribuição	Não
Suíça	Sim	Sim	Não^{IV}	N/A	Sim^V	<i>Incumbent</i>	Sim
Reino Unido	Sim	Sim	Sim	LRIC^{VI}	Sim	<i>Incumbent</i>	Sim

I) A Comissão promoveu uma mudança entre a Diretiva de Interconexão 97/33/EC¹, que tratava do cálculo dos custos líquidos do Serviço Universal (AnexoIII), e a atual Diretiva do Serviço Universal 2002/22/EC². A primeira fazia clara exigência em relação ao cálculo do custo líquido, devendo este seguir a mesma metodologia voltada para tarifas de interconexão baseada em custos e receitas *forward-looking*. Na atual regulamentação, a forma de cálculo pode diferir das tarifas de interconexão no que diz respeito, principalmente, à adoção de tecnologias modernas e eficientes. Porém, é mantida a necessidade de considerar receitas e custos, além de benefícios intangíveis, de forma incremental para estabelecer a diferença entre os valores devido à imposição de determinadas obrigações e sua eventual remoção.

II) Baseado em [3].

III) A autoridade da Nova Zelândia reconhece o conceito dos benefícios intangíveis, mas os considera negligenciáveis.

IV) A autoridade da Suíça estabelece a universalização por meio de processo de licitação que, para o momento, foi vencido pela Swisscom sem a necessidade de qualquer financiamento. Caso o processo de licitação não se viabilize, torna-se necessária a imputação para a própria Swisscom e a identificação dos custos líquidos incorridos no seu cumprimento.

V) A autoridade da Suíça reconhece o conceito dos benefícios intangíveis mas não os valorou em função da licitação vencida pela Swisscom sem a necessidade de financiamentos.

VI) No Reino Unido, os custos das Obrigações do Serviço Universal são analisados periodicamente para determinar se constituem em sobrecarga financeira às *incumbents*.

Tabela 1 – Regulação das Obrigações de Serviços Universais. Adaptado de [2].

¹ <http://europa.eu.int/ISPO/infosoc/telecompolicy/en/dir97-33en.htm> acessado em 26/09/06.

² http://europa.eu.int/eur-lex/pri/en/oj/dat/2002/l_108/l_10820020424en00510077.pdf acessado em 26/09/06.



Ministério das Comunicações

O custo incremental deve guardar relação com a atividade que o gerou, ou seja, todos os custos diretos envolvidos, com perspectivas de longo prazo para ser capaz de capturar também componentes de custo indireto, que variem com a quantidade de serviços ou produtos analisados.

Esta característica garante a sua aplicação ao conceito de custos evitáveis, caso as obrigações de universalização fossem removidas e a empresa responsável fosse isentada de cumpri-las.

Ao mesmo tempo, tal metodologia se justifica em ambientes regulatórios nos mercados competitivos, nos quais a universalização é atribuída a alguns agentes ao mesmo tempo em que é financiada por todos.

À medida que o conceito de LRIC mostra-se aplicável à regulação de diferentes atividades como, por exemplo, interconexão, desagregação e universalização – como é o caso europeu – é necessário desenvolver formas diferenciadas da metodologia.

Esse refinamento pode ser observado em duas metodologias derivadas do LRIC: a *Total Element Long Run Incremental Costs* (TELRIC) e a *Total Service Long Run Incremental Costs* (TSLRIC).

A primeira se refere aos custos incrementais de cada elemento identificável na prestação de um determinado serviço ou produto, e a segunda se refere aos custos incrementais medidos na oferta de um serviço completo que é adicionado ao portfólio de uma empresa.

Enquanto a primeira é utilizada para a determinação de valores de desagregação de rede de acesso (ULL) e de interconexão, a segunda se mostra mais indicada para a determinação dos custos líquidos das obrigações de universalização.

Tal especialização dos modelos sugere que o órgão regulador deve implementar diferentes metodologias em função do tipo de cálculo desejado, porém, tais implementações devem derivar dos mesmos princípios de eficiência e de visão prospectiva de longo prazo.

De outra sorte, diferentes abordagens podem ser adotadas por esses modelos. A Comissão Européia reconhece em suas diretivas a possibilidade de se adotar diferentes formas de se calcular o custo incremental de longo prazo (LRIC) sendo que, para a determinação das tarifas de interconexão, é recomendável o uso de custo incremental de longo prazo sobre bases atualizadas e com visão prospectiva (*forward-looking*) e, para a identificação de custos líquidos de obrigações de universalização, pode-se utilizar o custo incremental sobre bases históricas sem, contudo, perder de vista a eficiência³.

Porém, dado que em um mercado com ampla competição os preços praticados devem aproximar-se de seus custos incrementais de longo prazo, para garantir o sucesso e a sobrevivência das empresas, é também justo que as obrigações de universalização sejam financiadas pelos seus custos incrementais de longo prazo, de forma a imprimir uma eficiência econômica equivalente a de um processo de licitação, caso as obrigações fossem estendidas a todos os demais agentes.

³ Ver comentário I) na Tabela 1.



Ministério das Comunicações

Ainda tomando por referência a experiência européia, é possível analisar os custos incorridos no cumprimento de obrigações de universalização em função da categoria do programa.

Entre os diferentes programas de universalização destacam-se:

- Programas para áreas geográficas potencialmente não rentáveis: Aqueles que se destinam a áreas geográficas cuja viabilidade econômica é discutível como, por exemplo, telefonia rural. Basicamente, são programas que dependem de investimentos significativos na construção de rede, em função do difícil acesso geográfico.
- Programas para usuários potencialmente não rentáveis que se localizam nas áreas geográficas rentáveis: São representados pelos usuários que, apesar dos custos relativamente baixos incorridos no seu atendimento, estes não podem ser recuperados em função da baixa capacidade de gerar receita.
- Programas para telefones de uso público (TUPs) não rentáveis em função da baixa capacidade de gerar receitas ou em função de seus altos custos devido, por exemplo, a atos de vandalismo.

A diferença básica entre esses programas se dá pelo grau de dificuldade para se distinguir os custos evitáveis dos custos afundados.

Aqueles programas claramente voltados para incluir áreas geográficas com altos custos de construção de rede apresentam custos evitáveis elevadíssimos, visto que seu atendimento ocorre somente por imposição. Do contrário, a empresa evitaria realizar investimentos em uma área que apresente perspectivas de baixo retorno.

Nesse caso, podem ser considerados como custos evitáveis todos aqueles incorridos na construção da infra-estrutura mínima exigida para o seu funcionamento, tanto os fixos quanto os variáveis, além daqueles operacionais.

Por outro lado, programas voltados para usuários não rentáveis que se localizam nas áreas geográficas viáveis dependem da análise de quais são os custos efetivamente evitáveis e quais são os custos afundados, cuja ocorrência não depende da imposição e consiste no próprio risco da atividade empresarial.

Essa análise é complexa e, muitas vezes, subjetiva, pois depende da capacidade da empresa em identificar *a priori* o usuário não rentável.

Por exemplo, um programa voltado para beneficiar grupos de usuários de baixa renda deverá considerar como custos evitáveis somente os custos variáveis, representados pelos elementos que são adicionados à rede para efetuar o atendimento, visto que a condição socioeconômica do usuário representa uma situação circunstancial que pode, inclusive, ser posterior a construção da infra-estrutura.

Já um programa voltado para beneficiar entidades filantrópicas como, por exemplo, de auxílio a deficientes auditivos, e que incluam altos investimentos em equipamentos de interface pode considerar como custos evitáveis todos aqueles envolvidos no atendimento, inclusive parte dos custos afundados, visto que a empresa poderia identificar a existência da entidade na ocasião da implantação.



Ministério das Comunicações

No caso brasileiro, essa análise se torna mais complexa frente à sobreposição de obrigações impostas pelo Plano Geral de Metas de Universalização (PGMU) e de metas adicionais financiadas com recursos do FUST.

As primeiras devem ser financiadas pelas próprias empresas e garantem a universalização do acesso telefônico convencional em todas as localidades com população superior a 300 habitantes, fazendo com que todos os investimentos afundados sejam realizados, enquanto as metas adicionais devem identificar os beneficiários e a abrangência do benefício para que as empresas obtenham o ressarcimento dos investimentos necessários.

Mesmo assim, o melhor critério parece ser o de considerar todos os custos incrementais decorrentes do atendimento, mesmo aqueles afundados, sempre que for possível identificar a condição do beneficiário *a priori*.

Entre os principais elementos de custo, variáveis e fixos, pode-se destacar:

- CAPEX: Investimentos em bens de capital, tais como:
 - Rede de Distribuição ou Secundária + *Drop*;
 - Rede Alimentadora ou Primária;
 - Comutação + Placa de Assinante;
 - Transmissão (*Backhaul* e *Core*);
- OPEX: Custos de Administração, Operação & Manutenção, tais como:
 - *Billing*;
 - Energia;
 - Instalação de equipamentos.

Adicionalmente, o sistema de custos a ser adotado deve considerar a depreciação dos ativos e o custo do capital empregado, em decorrência das obrigações de universalização.

3. O tratamento das receitas provenientes da universalização

Na identificação dos custos líquidos incorridos na universalização, um passo importante é a determinação de todos os benefícios advindos desta, tanto benefícios diretos como indiretos. Entre os benefícios diretos tem-se, por exemplo, as novas receitas advindas da utilização do serviço pelos novos usuários e aquelas auferidas a partir da prestação dos serviços aos beneficiários e que são geradas por externalidades de rede. Entre os benefícios indiretos tem-se, por exemplo benefícios como exposição da marca, o reconhecimento da instituição, etc.

Na categoria de benefícios diretos, é necessário reconhecer que há uma perda de receita quando usuários considerados não rentáveis (por estarem em uma área remota ou por não gerarem receita suficiente) ficam desconectados de uma rede de telecomunicações. Assim, ao incluir estes usuários, a universalização fornece aos prestadores de serviços de telecomunicações uma oportunidade de auferir essas receitas que seriam perdidas de outra forma.



Ministério das Comunicações

Na prática internacional, ao se analisar o custo líquido, os benefícios diretos advindos da universalização desses usuários são calculados para áreas potencialmente não rentáveis, para usuários potencialmente não rentáveis e para telefones públicos. Em cada categoria, as receitas renunciáveis são representadas pelas seguintes componentes⁴:

- Receitas de habilitação e de assinatura⁵
 - + Receitas de chamadas originadas
 - + Receitas de interconexão⁶
 - + Receitas de chamadas recebidas⁷
 - + Receitas de chamadas a cobrar
- Receitas de chamadas substituídas⁸.

Já os benefícios indiretos são aqueles auferidos pela prestadora de telecomunicações responsável pela universalização, mas que incorrem de maneira indireta. Segundo estudo realizado pelo OFCOM⁹, os benefícios indiretos podem ter origem nos seguintes efeitos:

- Ubiquidade da rede: benefício obtido pela sua presença em todo o território pelo fato de ser o provedor de serviços responsável pela universalização.
- Efeito positivo do ciclo de vida de grupos não-rentáveis: relacionado à possibilidade do provedor servir a um determinado grupo não rentável cujo potencial de se tornar economicamente lucrativo muda com o passar do tempo.
- Reforço da marca e no aumento da reputação da empresa: possibilidade de a empresa provedora de serviços universalizados ser vista de maneira positiva pelo usuário, podendo potencialmente afetar a escolha do consumidor em favor deste provedor.
- Publicidade em telefones de uso público: uso deste para propaganda e identificação da marca da empresa em áreas potencialmente não rentáveis¹⁰.

⁴ Referência [7], págs. 71-80.

⁵ Inexistentes no caso dos telefones públicos.

⁶ No caso de telefones públicos operados pela *incumbent*, essas receitas podem ser negligenciadas. Ver referência [7], pág. 80.

⁷ No caso dos telefones públicos, essas receitas podem ser negligenciadas. Ver referência [7], pág. 80.

⁸ O valor dessas chamadas deve ser descontado para se evitar uma dupla contabilidade, pois algumas chamadas telefônicas, que já eram feitas por usuários de forma alternativa (por meio de telefones públicos, por exemplo), são substituídas por chamadas de usuários agora conectados pela universalização.

⁹ Ver referência [4], pág. 52.



Ministério das Comunicações

- Descontos por uso em grande volume.

Em 2005, a OFCOM estimou que os benefícios indiretos obtidos pela BT ao cumprir as obrigações de universalização no período 2003/04 atingiram a marca entre 59-64 milhões de libras, sendo que esses ganhos se deram principalmente por meio do reforço da marca e no aumento da reputação da empresa (£50-52M) e publicidade em telefones de uso público (£9-11M).

4. Modelagem analítica da parcela não recuperável

Para uma adequada análise da parcela de custos decorrentes da imposição de programas voltados para a universalização dos serviços de telecomunicações, e que não possa ser recuperada com a exploração eficiente do serviço é necessário desenvolver um modelo capaz de representar uma estrutura eficiente de custos e de receitas de uma RTPC.

Para tanto, existem diferentes níveis de “eficiência” adotados nos diversos modelos encontrados no ambiente regulatório internacional.

A aplicação de uma metodologia LRIC com visão prospectiva (*forward-looking*) exigiria, a rigor, a adoção de uma estrutura totalmente otimizada e, com isso, a efetiva implantação de tal estrutura por parte das empresas envolvidas no cumprimento das obrigações, o que lhes imporá um ônus excessivo.

Por isso, os modelos mais difundidos preservam a estrutura topológica das empresas¹¹ – com a localização das centrais de comutação e suas principais rotas – a partir da qual são aplicados critérios de otimização.

4.1. Modelo voltado para a análise dos custos

A utilização de modelos de custos que se baseiam em processos de engenharia, inclusive para a determinação dos custos líquidos, tem se apresentado como uma alternativa à abordagem econométrica e contábil tradicional. Em função dos modelos econométricos e contábeis dependerem de funções de custos observáveis e serem baseados em dados históricos, os modelos de engenharia mostram-se mais adequados por permitir uma visão detalhada das estruturas de custo e uma avaliação dos custos prospectivos.

Os requisitos mínimos para um modelo poder estimar os custos de forma adequada dizem respeito à sua capacidade de calcular os custos dos principais eventos em uma RTPC como, por exemplo, custo do acesso e das chamadas locais, além de considerar o compartilhamento da rede com serviços como, por exemplo, telefones de uso público e não comutados (Linhas Privativas).

De maneira geral, a modelagem exige uma extensa quantidade de informação, que deve ser fornecida pelas empresas. Entretanto, se o fornecimento não se dá em tempo hábil ou é recusado, o modelo deve ser adequado para calcular os custos a partir de informação pública. Entre essas se incluem a distribuição dos usuários dentro da rede local de acesso

¹⁰ Ver referência [5], págs. 11-21.

¹¹ A abordagem *Scorched Node* preserva a topologia existente da rede para fins de re-dimensionamento, ao contrário da abordagem *Scorched Earth* (ou *Green Field*), pela qual o re-dimensionamento da rede define a topologia mais eficiente.



Ministério das Comunicações

e preços de equipamentos, que podem ser obtidas de institutos de geostatística e de associações de fabricantes, respectivamente.

Os resultados devem ser confrontados com as informações fornecidas pelas empresas e, se necessário, conciliados para revelar em que pontos o modelo pode ter negligenciado componentes de custos essenciais ou as empresas podem ter investido excessivamente e de forma ineficiente.

Entre os componentes de custos que devem ser incorporados pelo modelo, os principais são:

- Rede Local de Acesso (Rede Alimentadora, Rede de Distribuição e Drop): Segmento de rede definido como a infra-estrutura que conecta o usuário à estação local (centro de fios - CF), por meio da qual é fornecida a transmissão da sinalização, da voz e de dados. Formada pelo cabo drop, cabo de distribuição, cabo alimentador e terminações no Distribuidor Geral (DG), localizado no CF. A camada física pode ser implementada utilizando cabos de pares metálicos, ou soluções sem-fio, na rede de distribuição, e utilizando cabos de pares metálicos, ou soluções ópticas, na rede alimentadora, principalmente quando esta última atinge distâncias acima de limites técnicos para a transmissão por meio de cabos metálicos. Além disso, o modelo deve ser capaz de fazer distinção entre cabos aéreos enterrados diretamente ou instalados em dutos.
- Comutação e Placa de Assinante: Para o cálculo de investimentos em plataformas de comutação é normalmente aceita a adoção plena da tecnologia digital CPA-T. Os investimentos em placa de assinante podem ser obtidos do cálculo global em plataforma de comutação, porém devem ser alocados como custos de rede local de acesso. Estágios remotos com limitada capacidade de comutação devem ser modelados de forma a permitir tanto a comutação como a concentração, resultando em transporte eficiente do tráfego para a central local.
- Transmissão (Backhaul e Core): A topologia reconhecida como eficiente prevê a conexão de toda e qualquer central de comutação local a uma central tandem por meio da qual os usuários têm acesso às redes de longa distância nacional e internacional.
- AO&M (Administração, Operação & Manutenção): A modelagem desses custos por observadores externos, como é o caso dos órgãos reguladores, é sujeita a imprecisões devido à assimetria de informações. Portanto, à medida do possível, essas informações devem ser fornecidas pelas empresas e apenas na sua ausência serem estimadas a partir de informações públicas.

Por fim, o modelo deve incorporar as taxas de depreciação e o custo de capital. Em um setor intensivo de capital, como é o caso do setor de telecomunicações, a escolha do método de depreciação mais apropriado e de estimação do custo de capital é um dos pontos mais sensíveis para a implantação de sistemas de custos.

Do ponto de vista regulatório e de eficiência econômica, é recomendável que a depreciação dos ativos empregados nas obrigações de universalização aproxime-se, o mais possível, das variações de preços dos ativos e de demanda pelos serviços.

A depreciação econômica (ou física) dos ativos, ao contrário de sua depreciação contábil (amortização), deve expressar os investimentos iniciais como uma função ao longo do



Ministério das Comunicações

tempo e de forma a cobrir adequadamente o montante inicialmente alocado, dentro de um período condizente com a expectativa de vida útil do ativo, quando sua capacidade produtiva começa a diminuir e seus custos operacionais aumentam.

Ao longo desse período, o investimento é descontado de forma a garantir o retorno do capital.

Porém, o que dificulta a escolha do método de depreciação diz respeito à maneira como esses valores devem ser distribuídos de forma que guardem relação com os preços atuais dos mesmos ativos, ao contrário da depreciação contábil, e como incorporar os riscos associados a algumas plataformas.

Por isso, algumas técnicas de depreciação acelerada podem ser adotadas em função das plataformas tecnológicas utilizadas. A metodologia mais utilizada para depreciação apresenta duas variações para compensar os diversos aspectos de formas distintas:

- O método de Depreciação por Linha Reta (Straight Line Depreciation) distribui uniformemente um valor constante ao longo do período de vida útil do ativo. Essa forma de alocação faz com que, no início do período, os investimentos em ativos se apresentem relativamente significativos em comparação com as receitas que, de maneira geral, são baixas nos primeiros anos. No caso de cumprimento de obrigações de universalização, os preços praticados não serão suficientemente altos para garantir o retorno do investimento, o que implicará em custos líquidos que deverão ser recuperados. Dentro dessa perspectiva, esse método de depreciação já permitiria uma amortização acelerada do capital empregado.
- Uma variante é o método de Depreciação Declinante Gradual (Digressive Depreciation), pelo qual se aplicam taxas maiores de depreciação no início do período de vida útil do ativo e menores ao seu final. Esse método é mais indicado nos casos em que os preços dos ativos mostrem-se declinantes e a regulamentação exija alocação a custos atuais, tornando-os aderentes. Como consequência, um alto prêmio de risco é embutido na taxa de depreciação, fazendo com que a compensação pelos custos líquidos seja maior do que no caso anterior.
- Outra variante, mais próxima da depreciação econômica, considera as variações da demanda. Ao mesmo tempo em que os preços dos ativos podem diminuir ao longo do período, a demanda deve aumentar e este crescimento deve ser refletido na taxa de depreciação, compensando os efeitos do declínio nos preços dos ativos. A razão para isso é que para cada parcela de receita crescente é alocado um montante equivalente aos custos dos ativos empregados. Para isso, a taxa de depreciação aplicada para cada período deve ser menor nos primeiros anos e aumentar à medida que se aproxima do final de vida útil do ativo. Seguindo essa regra, o efeito do declínio nos preços dos equipamentos pode ser, parcial ou totalmente, compensado à medida que a demanda cresce ao longo do período de vida útil. De outra forma, se os preços dos ativos mostram-se crescentes em ambiente de demanda crescente é possível aplicar-se taxas de depreciação ainda mais progressivas, porém, essa técnica pode não atender à necessidade de se compensar os riscos envolvidos.

Assim, observa-se que o método de Depreciação por Linha Reta, com suas variantes, é suficientemente robusto para refletir todos os efeitos decorrentes da obsolescência e depreciação de novas tecnologias.



Ministério das Comunicações

No que diz respeito à estimação do custo de capital empregado, um dos métodos mais utilizados é o WACC - *Weighted Average Cost of Capital* (CMPC - Custo Médio Ponderado do Capital). Esse método pondera o custo de capital experimentado pela empresa em função da participação de capital próprio e de capital de terceiros.

A teoria financeira recomenda que o CMPC deve, em princípio, ser estimado para cada projeto individual de investimento, na medida em que a estrutura de capital e a incerteza específica do projeto podem desviá-lo da companhia agregada. Sob essa perspectiva, o investimento voltado para o cumprimento de obrigações de universalização já encerraria as condições para se aplicar um custo de capital específico, como é o caso da Austrália¹², que considera o custo de capital empregado no cumprimento das obrigações como sendo de baixo risco.

Contudo, para a implementação do cálculo da parcela não recuperável, o custo de capital se baseará em valores comumente empregados pelas empresas ou pelo valor estabelecido em regulamentação¹³, assim que disponível.

4.1.1. Ferramentas disponíveis

Ao contrário de outras ferramentas observadas em [1], a implementação do modelo híbrido HCPM (*Hybrid Cost Proxy Model*) do órgão regulador americano FCC é de domínio público, podendo ser adotada por qualquer usuário, bastando para tal adequá-lo às características regionais. Esse modelo foi desenvolvido com a finalidade de atender aos procedimentos relacionados ao serviço universal americano para avaliação dos custos prospectivos da rede telefônica local.

Outra vantagem em relação às demais ferramentas é que o HCPM utiliza a localização geográfica real dos usuários, evitando a distribuição homogênea desses pela área analisada, além de considerar informações sobre a topografia da região e princípios de engenharia e de minimização de custos para a determinação das redes de acesso, de comutação e de transmissão, utilizando algoritmos de otimização apropriados a cada um dos problemas.

A sua adaptação apresenta as vantagens da experiência observada por outros países que utilizaram a ferramenta, minimizando os gastos com desenvolvimento de *software*. Além disso, a sua estrutura de dados é aberta, de forma que:

- A ferramenta pode utilizar sejam dados de recenseamento públicos como informações de localização dos usuários (LAT;LONG).
- Informações alternativas de preços podem ser ajustadas para considerar diferenças de custos regionais.

¹² “*Advice to the Minister New USO Arrangements*” – ACA (*Australian Communications Authority*), setembro de 2000.

¹³ Em 23/03/2005, a ANATEL lançou instrumento de consulta (Nº 6/2004) para contratação de consultoria visando o estabelecimento de metodologia de cálculo para CMPC, aplicável às concessionárias do STFC bem como a outras empresas. Esse trabalho, ainda em andamento, deverá determinar se será necessário aplicar a divisionalização ao custo de capital, ou seja, sua estimação segundo as diferentes áreas de negócio das empresas, universalização inclusa.



Ministério das Comunicações

- Os algoritmos do modelo são abertos para consulta pública e todo o código fonte é livremente disponível. Os principais algoritmos são analisados no Anexo II - Algoritmos presentes no HCPM.

O HCPM permite também que sejam utilizados os seus métodos explícitos de minimização de custo em muitos aspectos do projeto da planta do “loop” de assinantes.

Na verdade, o modelo utiliza um algoritmo desenvolvido para propósitos de planejamento tanto na rede de alimentação (central para área de serviço) quanto na rede de distribuição (área de serviço para assinante). Esse algoritmo seleciona um roteamento de rede por meio da ponderação dos benefícios da minimização da distância total (e, portanto, da estrutura de custos) e minimização da distância total de cabeamento (e, portanto, investimento em cabos e custos de manutenção).

O modelo tenta otimizar o compromisso entre planta de distribuição, planta de alimentação e *loop* eletrônico¹⁴, a partir de configurações alternativas da planta de distribuição em que cada área de serviço é subdividida em duas partes. Na área de serviço dividida, usuários são afiliados à “interface” da área de serviço (SAI) mais próxima, mas a um custo adicional da planta de alimentação e do *loop* eletrônico.

Além disso, no modelo adotado pelo FCC, o dimensionamento da rede entre centrais de comutação, bem como suas despesas, baseia-se no modelo proposto pela consultoria HAI. Custos de comutação foram estimados pela utilização de dados *host-remote* a partir do *Local Exchange Routing Guide* (LERG).

Comutadores remotos de pequena capacidade e funções limitadas foram conectados a comutadores *host* de função plena por meio de conexões de anéis SONET, que podem ser ajustados para SDH sem nenhuma dificuldade. O módulo *interoffice* interliga comutadores tandem e *hosts* utilizando anéis adicionais.

Um módulo de despesas converte investimentos em estimativa de custos operacionais mensais para prover o serviço por meio da aplicação de um fator. Essas despesas incluem:

- Despesas específicas da planta tais como a manutenção de facilidades e despesas de equipamentos;
- Despesas não específicas da planta, tais como engenharia, operações da rede e despesas de energia;
- Despesas de serviço de usuários, tais como “marketing”, bilhetagem e despesas de lista de assinantes; e
- Despesas de operações corporativas, tais como administração, recursos humanos, assessorias jurídicas e despesas contábeis.

Para a adaptação da ferramenta para o mercado brasileiro é necessária uma detalhada análise da sua viabilidade por meio de estudos de cenários, envolvendo diferentes programas de universalização e cálculo de seus custos evitáveis. Uma análise preliminar é

¹⁴ *Loop* eletrônico ou lógico representa o enlace completo entre usuário e centro de fios considerando apenas a distância percorrida, sem restrições de localização.



Ministério das Comunicações

descrita no *Anexo III – Cenários de estudo* para avaliar a adequação de seus critérios voltados para a otimização de rede.

O cálculo dos custos líquidos para as áreas universalizadas deverá ser realizado para amostras de seções de serviços de centrais da rede, sendo que cada amostra deverá conter áreas com diferentes densidades e quantidades de usuários.

Outros estudos devem ser conduzidos no sentido de estabelecer o tamanho adequado das amostras e dos agrupamentos para os quais deverão ser calculados os custos de cada segmento de rede.

Após a definição em relação à desagregação da informação para áreas e para grupos de usuários, deve-se calcular a viabilidade econômica para cada área de atendimento de centrais locais sendo que, para aquelas consideradas inviáveis, o total de custos líquidos representa uma das parcelas do total a ser recebido pelo fundo de universalização.

Em seguida, deverão ser analisados os grupos de usuários dentro de áreas que são consideradas economicamente viáveis. Esses grupos devem ser divididos em seções de serviço para a avaliação de sua viabilidade econômica e do (eventual) montante necessário para compensação dos grupos considerados inviáveis.

Como a viabilidade econômica depende tanto das condições geográficas, de regras de engenharia e de demanda quanto das variáveis financeiras empregadas como custo de capital, depreciação, custos operacionais da rede e preços de ativos, estes últimos também deverão ser avaliados em detalhe.

4.2. Modelo voltado para a análise das receitas

A modelagem de receitas deve incorporar o conceito de receitas renunciáveis, identificadas mediante a eliminação das obrigações de universalização que geraram tais receitas.

Ao analisar o fornecimento do serviço a áreas geográficas potencialmente não rentáveis, a usuários potencialmente não rentáveis que se localizam em áreas geográficas rentáveis e de telefones de uso público (TUPs) não rentáveis, é necessário deduzir dos custos incorridos nesses atendimentos aquelas receitas que contribuem para a recuperação parcial dos recursos aplicados.

Para tanto, é necessário que o cálculo dos custos evitáveis e das receitas renunciáveis não se aplique aos atendimentos de forma individual, mas de forma integrada, seja para uma área geográfica, um grupo de usuários ou um conjunto de TUPs.

Ao contrário das áreas geográficas potencialmente rentáveis, de grupos de usuários potencialmente rentáveis e de telefones de uso público (TUPs) rentáveis que podem ter suas receitas reportadas de forma consolidada, as informações relativas às áreas geográficas potencialmente não rentáveis, aos grupos de usuários potencialmente não rentáveis que se localizam em áreas geográficas rentáveis e aos conjuntos de telefones de uso público (TUPs) não rentáveis, devem ser fornecidas de forma desagregada para cada categoria que esteja sendo analisada.

Adicionalmente, a modelagem das receitas deve ser capaz de eliminar a dupla contagem de receitas e de estimar o percentual de receitas de chamadas substituídas, ao analisar a geração de receitas adicionais para cada uma das categorias, nas situações em que essas ocorrências são previstas. Uma possível metodologia para essa análise é descrita no *Anexo I – Metodologia de eliminação de dupla contagem e de percentual de receitas de chamadas substituídas*.



Ministério das Comunicações

Outras metodologias necessárias para o tratamento de diferentes componentes de receitas, bem como das ocorrências mencionadas anteriormente são descritas abaixo:

- Receitas de habilitação e de assinatura: receita gerada diretamente pela categoria sob análise, em função da ativação do serviço e de sua provisão. A informação exigida se restringe ao número de linhas em cada área (ou grupo de usuários) e à receita auferida por linha em bases anuais. Dispensa qualquer metodologia para eliminar dupla contagem.
- Receitas de chamadas originadas: receita gerada diretamente pela categoria sob análise, em função da utilização medida do serviço. A informação exigida é representada pelo número médio de pulsos excedentes e de minutos de VC-1 em cada área (ou grupo de usuários ou conjunto de TUPs) e pela receita auferida por linha em bases anuais. Dispensa qualquer metodologia para eliminar dupla contagem.
- Receitas de interconexão: receita gerada indiretamente pela categoria sob análise, em função da utilização do serviço por outros usuários presentes em outras redes. A informação exigida é representada pelo número médio de minutos de chamadas de longa-distância (originadas e recebidas) e de chamadas VC-2 e VC-3 (originadas e recebidas) em cada área (ou grupo de usuários ou conjunto de TUPs¹⁵) e pela receita auferida por linha em bases anuais. Dispensa qualquer metodologia para eliminar dupla contagem.
- Receitas de chamadas recebidas: receita gerada indiretamente pela categoria sob análise, em função da utilização do serviço por outros usuários presentes na rede da empresa envolvida no atendimento das obrigações. Como não é uma informação presente nos sistemas da empresa, a estimativa dessa componente exige o desenvolvimento de metodologia que estabeleça qual é a parcela de receita gerada por chamadas provenientes de outras áreas geográficas (ou grupos de usuários) presentes na rede da empresa. Além disso, essa receita já é contabilizada como receita direta dos usuários “chamadores” e deve ser deduzida daquela que é gerada quando estes pertencem a uma das categorias sob análise, ocasionando a dupla contagem.
- Receitas de chamadas a cobrar: receita gerada indiretamente pela categoria sob análise, em função da utilização do serviço cujo pagamento seja feito por outros usuários presentes na rede da empresa envolvida no atendimento das obrigações. Como não é uma informação presente nos sistemas da empresa, a estimativa dessa componente exige o desenvolvimento de metodologia que estabeleça qual a receita gerada por chamadas provenientes de outras áreas geográficas (ou grupos de usuários) presentes na rede da empresa. Além disso, essa receita já é contabilizada como receita direta dos usuários “chamadores” e deve ser deduzida daquela que é gerada quando estes pertencem a uma das categorias sob análise, gerando a dupla contagem.
- Receitas de chamadas substituídas: Outra componente de receitas de difícil estimativa é a referente às chamadas substituídas, que deve ser reduzida do cálculo de receitas renunciáveis pelo fato de não ser renunciável. São as chamadas

¹⁵ Nesse caso, as receitas provenientes de chamadas recebidas podem ser desprezadas.



Ministério das Comunicações

que, mesmo com a eliminação de determinadas obrigações, são realizadas de outras formas como, por exemplo, telefones de parentes, vizinhos, locais de trabalho e TUPs. Cada categoria (áreas geográficas, grupos de usuários ou conjunto de TUPs) deve apresentar um percentual diferente de substituição para cada componente de receita e que depende de diversos fatores. Em 1995¹⁶ a OFCOM propôs os seguintes percentuais, que são melhor discutidos no Anexo I – Metodologia de eliminação de dupla contagem e de percentual de receitas de chamadas substituídas:

- Para áreas geográficas, (0-20%) de substituição de chamadas originadas e (0-10%) de substituição de chamadas recebidas.
- Para grupos de usuários, (0-40%) de substituição de chamadas originadas e (0-20%) de substituição de chamadas recebidas.

Já com relação à análise de benefícios indiretos, é necessário desenvolver uma metodologia que se volte para a estimativa de valor de bens intangíveis, conceito bem difundido nos mercados competitivos e, em alguns casos, já reconhecido contabilmente.

Por exemplo, a lei espanhola permite que a Telefônica dê baixa de bens intangíveis contra os impostos quando faz aquisições de outras empresas, o que significa que ela pode se dar ao luxo de pagar mais que os rivais. Ou seja, ao adquirir uma empresa com marca consolidada, e fundi-la em sua operação com a extinção da marca adquirida, o valor dessa marca pode ser deduzido do valor pago, reduzindo o imposto devido. Para tanto, é necessário que a legislação reconheça o valor da marca e sua evolução no tempo.

No Brasil, esse conceito tem se mostrado cada vez mais relevante para o planejamento estratégico das empresas. Desde 2000, o Instituto Akatu e o Instituto Ethos de Empresas, em parceria com o instituto de pesquisa de mercado Market Analysis Brasil, publica o relatório “Responsabilidade Social das Empresas – Percepção do Consumidor Brasileiro”¹⁷.

O levantamento brasileiro se integra ao estudo internacional *Corporate Social Responsibility Monitor*, coordenado pela Globescan do Canadá em mais de vinte países desde 1999 e busca, sobretudo, entender percepções, expectativas e reações dos consumidores com relação à Responsabilidade Social das Empresas (RSE).

Em particular, busca saber como os entrevistados percebem os diferentes tipos de empresas (reputação) e como elas poderiam atender às expectativas dos consumidores.

Como o principal desafio em relação a este tema é o de valoração em termos financeiros, das ações empresariais, toda e qualquer análise que considere os benefícios indiretos relacionados ao cumprimento de obrigações de universalização deve partir dos resultados quantitativos dessa pesquisa e associá-los ao processo de decisão dos consumidores por ocasião da escolha dos produtos e serviços prestados pelas empresas envolvidas.

¹⁶ http://ofcom.org.uk/static/archive/oftel/publications/1995_98/consumer/uniserv2/utsnotes.htm#NOTE1 acessado em 27/09/2006.

¹⁷ <http://www.uniethos.org.br/Uniethos/Documents/PESQUISA2005%20-%20Akatu.pdf> acessado em 28/09/2006.



Ministério das Comunicações

Por ora, o que fica claro da pesquisa conduzida em 2005 é que, em comparação com outros países centrais e até mesmo emergentes (p. ex. Turquia, Argentina, México), os consumidores brasileiros apresentam uma maior distância entre o alto interesse pelas ações das empresas e a premiação (ou punição) das empresas que são (não) socialmente responsáveis.

4.2.1. Ferramentas disponíveis

Ao contrário de algumas ferramentas que implementam modelos cujo cálculo se limita a custos de rede como, por exemplo, o HCPM do FCC americano e o *CostPro* do órgão regulador da Nova Zelândia, foram identificadas duas ferramentas que implementam o cálculo dos custos líquidos em função das receitas auferidas. Porém, nenhuma delas é de domínio público.

Uma delas é a ferramenta utilizada pelo órgão regulador australiano *Australian Communications Authority* (ACA) e chama-se NUSC¹⁸ (*Net Universal Service Cost*) e outra é a ferramenta utilizada pela Telecom Itália SUSY¹⁹

A ferramenta NUSC foi desenvolvida pela Telcordia (ex-Bellcore) de forma a incorporar os princípios básicos para o cálculo de custos líquidos (custos evitáveis e receitas renunciáveis), mas não considera qualquer benefício indireto.

Entretanto, após longo tempo de utilização, a ACA considera que este modelo não é mais confiável para a determinação dos custos líquidos do serviço universal. Os principais pontos de questionamento levantados são:

- i. Inadequação da amostragem empregada;
- ii. Indefinição de funções de custos relativas à distância e à tipologia dos terrenos;
- iii. Indeterminação do nível de confiança dos resultados calculados;
- iv. Inadequação para uso em ambiente competitivo; e
- v. Ausência de alguns benefícios indiretos.

Em função dos questionamentos relativos ao cálculo dos custos evitáveis (item ii), a ACA considera fortemente o uso do HCPM para sua substituição. Do ponto de vista de receitas, os pontos desfavoráveis dizem respeito aos itens i, iv e v.

De modo similar à Austrália, a Itália emprega a ferramenta que se baseia em modelos de engenharia para mensuração dos custos líquidos envolvidos em seus programas de universalização. A ferramenta é utilizada pela Telecom Italia, sendo seus resultados sujeitos à auditoria pela AGCOM.

Esta ferramenta implementa o cálculo dos custos líquidos decorrentes do atendimento ao conjunto de áreas geográficas economicamente inviáveis, ao conjunto de usuários economicamente inviáveis, à telefonia pública e ao serviço de auxílio à lista, conforme exigido pela regulamentação italiana.

A viabilidade econômica das áreas geográficas é calculada considerando as receitas renunciáveis diretas e indiretas, bem como alguns benefícios indiretos como, por exemplo, publicidade em telefones de uso público, em listas e em cartões telefônicos, além de chamadas induzidas para os serviços de informação (no caso de serviços cobrados).

Para a implementação de uma ferramenta para o mercado brasileiro é necessário realizar uma detalhada análise por meio de estudos de cenários, que envolvam as situações descritas no *Anexo I – Metodologia de eliminação de dupla contagem e de percentual de*

¹⁸ Referência [2].

¹⁹ Referência [6].



Ministério das Comunicações

receitas de chamadas substituídas em diferentes programas de universalização para avaliar o cálculo de suas receitas renunciáveis.

5. Considerações finais

Este relatório teve por objetivo realizar uma análise preliminar para a modelagem analítica da estrutura eficiente de custos e de receitas de uma RTPC, voltada para o cálculo da parcela de custos não recuperável e que deverá ser ressarcida pelos recursos do FUST, por ocasião de imputação adicional de metas de universalização às empresas responsáveis por seu cumprimento.

Para essa modelagem foram descritas metodologias para a apuração de custos evitáveis, cuja ocorrência seja exclusivamente devida à execução das obrigações de universalização sob análise, a partir de modelos de engenharia que reproduzem a estrutura de CAPEX e OPEX de uma RTPC.

Também foram descritas metodologias para a análise das receitas renunciáveis que, em caso de eliminação das obrigações sob análise, deixam de ser auferidas. Para tanto, técnicas para a sua depuração com a eliminação de contagem de receitas em duplicidade e de chamadas substituídas foram apresentadas.

Por fim, para uma eventual implementação de ferramentas voltadas para o cálculo da parcela não recuperável, foi avaliada a disponibilidade de ferramentas de domínio público que poderiam ser aplicadas para o mercado brasileiro e as investigações necessárias para a sua validação.

Da experiência internacional observou-se que tais metodologias são adequadas exclusivamente aos serviços suportados por uma RTPC, sendo que, para a análise de serviços que se baseiam em outras plataformas como, por exemplo, comutadas por pacotes, faz-se necessário o desenvolvimento de modelos que, até o presente momento, não apresentam um nível de consenso que permita sua adoção para a regulação de preços e tarifas ou para o financiamento da parcela não recuperável no cumprimento de obrigações de universalização.

6. Referência bibliográfica

- [1]. GIANANTE, M; MINGATTO AMORIM, F.; BASSETO, F.; TONIOLI MARIOTTO, F.; MARTORANO, J.C.R.; GONÇALVES DE ARAUJO, L.G.; COSTACURTA DE SÁ PORTO, P.; HODGSON, R.A.; SANTOS, R.F.; Parcela não recuperável de obrigações de serviços universais. Versão AA. PD.30.11.33A.0008A-RT-07-AA Campinas, CPqD 2004, 75 p. (Relatório Técnico, atividade 1236, OS: 40683).
- [2]. DEPARTMENT OF COMMUNICATIONS, INFORMATION TECHNOLOGY AND THE ARTS. Review of the operation of the universal service obligation and customer service guarantee - Parts 2 and 5 of the Telecommunications (Consumer Protection and Service Standards) Act 1999. Austrália, 7 de abril de 2004.
- [3]. CAZORA, Giovanni. AGCOM (Italian Communications Authority) Universal Service Obligations. Berlim, junho de 2005.
- [4]. OFCOM. Review of the Universal Service Obligation. 30 de junho de 2005.
- [5]. OFCOM. Universal Service Obligation: Deaf and hearing impaired consumers and text phone services. 28 de junho de 2004.



Ministério das Comunicações

- [6]. TESSITORE, R. Vaglio; ZANNI, C.; ZACCARIA, F.; MASSONE, F. Universal Service Obligation (USO) avoidable net cost evaluation: the Italian experience. Dezembro de 2001.

- [7]. WIK. Costing and Financing Universal Service Obligations in a Competitive Telecommunications Environment in the European Union. Bad Honnef, outubro de 1997.



Ministério das Comunicações

Anexo I – Metodologia de eliminação de dupla contagem e de percentual de receitas de chamadas substituídas

A determinação inicial do custo líquido, seja de áreas, seja de grupos de usuários não rentáveis, obtida da diferença simples entre os custos evitáveis e as receitas renunciáveis, vista nos itens 2 e 3, deve ser entendida como uma estimativa inicial. De fato, uma série de ajustes são necessários para se obter uma melhor aproximação ao custo líquido real. Tais ajustes referem-se a:

- Eliminação de redundâncias no cômputo de receitas renunciáveis de áreas não rentáveis, que ocorrem no caso de chamadas entre duas áreas não rentáveis.
- Eliminação de redundâncias no cômputo de receitas renunciáveis de usuários não rentáveis, que ocorrem no caso de chamadas entre usuários não rentáveis e no caso destes já terem sido computados por estarem localizados em áreas não rentáveis.
- Eliminação da perda aparente no caso de receitas renunciáveis em função da utilização de formas alternativas da própria prestadora, e que garantem a receita adicional (substituição de chamadas).

Apresenta-se a seguir, cada um desses ajustes.

i. Eliminação de redundâncias no cômputo de áreas não rentáveis

Ao se buscar uma melhor aproximação do valor das receitas renunciáveis, no caso de uma área não-rentável ser desconectada, esbarra-se em uma dificuldade prática; a receita das chamadas recebidas, não é passível de mensuração direta, devendo ser estimada indiretamente.

Para tanto, deve ser empregado um fator de proporcionalidade, considerando que as chamadas estão distribuídas de forma equiprovável entre todos os assinantes:

$$\text{Receita de chamadas recebidas na área } A_i = \frac{\text{Número de assinantes da área } A_i}{\text{Número total de assinantes da prestadora}} \times \text{Receita total de chamadas recebidas}$$

Entretanto, uma primeira dificuldade, nesse caso, reside no fato de que uma parte das chamadas originadas em áreas rentáveis destina-se a áreas não rentáveis, criando uma distorção. Caso as áreas não rentáveis fossem extintas, essas chamadas deixariam de existir, reduzindo a receita daquelas áreas aparentemente rentáveis. Com isso, no limite, algumas das áreas inicialmente consideradas rentáveis podem se mostrar serem, de fato, não rentáveis, ao se aplicar o critério de desconexão das áreas não rentáveis. Portanto, surge um primeiro problema, que é o de determinar se uma área é de fato rentável ou não.

A segunda dificuldade surge ao se buscar subsidiar as áreas não rentáveis. Nesse caso, podem ocorrer chamadas locais entre duas áreas A_i e A_j , ambas não rentáveis, fazendo com que essa chamada seja computada duas vezes: a primeira é contabilizada como



Ministério das Comunicações

chamada originada na área não-rentável A_i e a segunda, como chamada recebida na área não-rentável A_j .

Estudo²⁰ realizado para a Comunidade Européia propõe uma metodologia que trata de ambos os problemas simultaneamente. A metodologia consiste em determinar, inicialmente, um conjunto de áreas candidatas a serem classificadas como não rentáveis. Essa seleção é feita a partir do custo líquido simples (custo menos receita anual) por assinante. Observe-se que o parâmetro é tomado “por assinante”, e não pelo valor total da área. Isso é feito assim, pois, caso contrário, nos passos subseqüentes da metodologia, os resultados sofreriam uma distorção pelo fato do custo líquido total da área depender do número de assinantes dessa área.

A seleção inicial de áreas candidatas deve englobar não apenas aquelas com custo líquido simples positivo, mas também algumas que apresentem o custo líquido simples negativo, pois não se sabe, *a priori*, quais são as realmente deficitárias.

As áreas devem então ser dispostas em ordem decrescente de custo líquido simples por assinante, procedendo-se a um primeiro ajuste. Esse ajuste consiste em se subtrair, da receita de chamadas recebidas de cada área A_i , a parcela correspondente às chamadas supostamente originadas em outras áreas não rentáveis. Essa parcela é facilmente obtida por:

Chamadas recebidas supostamente originadas em áreas não rentáveis	$=$	$\frac{\text{Número de assinantes nas áreassupostamente não rentáveis}}{\text{Número total de assinantes daprestadora}}$	\times	Total de chamadas recebidas
--	-----	--	----------	--------------------------------

Esse ajuste pode fazer com que o número de áreas supostamente não rentáveis sofra uma alteração, aumentando ou diminuindo tal número. Caso tenha ocorrido uma alteração no número suposto de áreas não rentáveis, deve-se proceder a uma segunda iteração, e assim sucessivamente, até que esse número se estabilize.

De forma pictórica (Figura 1), isso equivale a ajustar-se a linha vertical divisória entre as áreas rentáveis e as não rentáveis, até se obter uma situação de equilíbrio.

²⁰ Referência [7], pág. 83.



Ministério das Comunicações

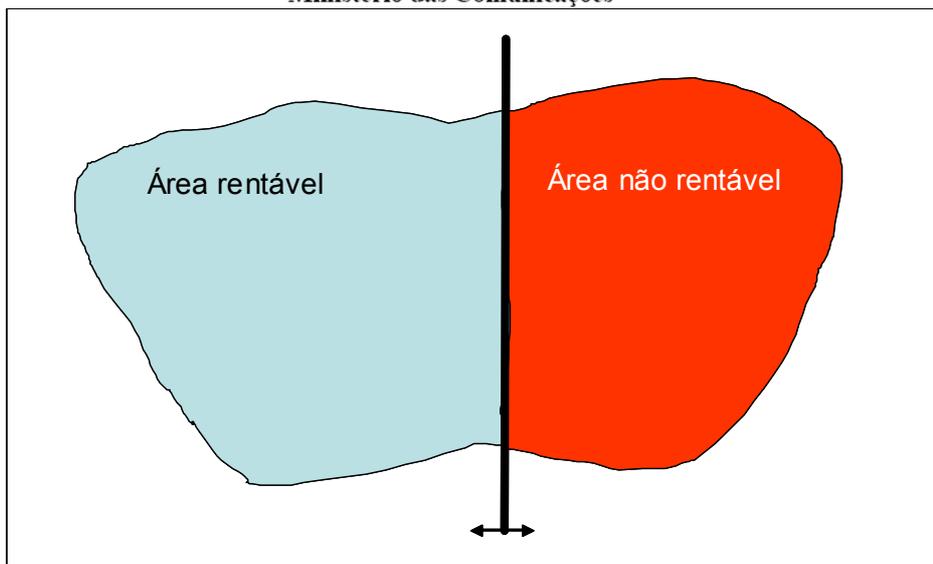


Figura 1 – Representação esquemática da divisão entre áreas rentáveis e as não rentáveis

Dessa forma, procede-se simultaneamente à identificação das áreas efetivamente não rentáveis (problema um) e à supressão da redundância do cômputo de chamadas originadas em área não-rentável e recebidas em área não-rentável (problema dois).

ii. Eliminação de redundâncias no cômputo de usuários não rentáveis

De acordo com [7], para efeito de sua determinação, os usuários não rentáveis não devem ser tratados de forma individual, mas sim por categorias. Assim, usuários que sejam assinantes de linhas com tarifas sociais, ou outros tipos de diferenciadores, devem ser colocados em categorias à parte²¹. Mesmo no caso de usuários comuns (assinantes residenciais), ou seja, que não apresentem nenhuma característica diferenciadora específica, deve-se estabelecer alguns critérios de modo a possibilitar uma hierarquização dos mesmos. Essa hierarquização tem por objetivo permitir a identificação das categorias que necessitam de subsídio.

Entretanto, ao contrário do que ocorre no caso das áreas, onde a hierarquização é efetuada com base em um único parâmetro (custo líquido simples por assinante), para o caso de assinantes, a metodologia estabelecida em [7] propõe o emprego de dois parâmetros. O primeiro foca a questão das receitas e pode-se hierarquizar, por exemplo, estabelecendo-se faixas de receita mensal. O segundo parâmetro foca a questão dos custos, e pode-se hierarquizar estabelecendo-se faixas de custo mensal evitável. Assim, as categorias de usuários são formadas através desses dois parâmetros.

Feita essa categorização, o procedimento a ser adotado para a identificação das categorias de usuários não rentáveis é bastante similar ao adotado para o caso das áreas, bastando substituir “áreas” por “categorias”, e proceder-se ao exame cuidadoso iniciando-se com um conjunto de categorias candidatas a serem classificadas como não rentáveis e

²¹ O conceito de “categoria” neste contexto corresponde a uma subdivisão da “classe de usuário” adotado pela Anatel.



Ministério das Comunicações

procedendo-se ao processo iterativo para eliminar as redundâncias na contagem. Assim, por exemplo, para a estimativa de receita de chamadas recebidas pela categoria de usuários U_i tem-se:

$$\text{Receita de chamadas recebidas da categoria de usuários } U_i = \frac{\text{Número de assinantes da categoria } U_i}{\text{Número total de assinantes da prestadora}} \times \text{Receita total de chamadas recebidas}$$

No caso do ressarcimento do FUST abranger tanto a cobertura de áreas não rentáveis quanto o atendimento a usuários não rentáveis, simultaneamente, surge uma dificuldade adicional que é necessário considerar. Esse cuidado se aplica a qualquer situação em que o FUST venha a promover o ressarcimento de segmentos de usuários (seja pelo critério de áreas não rentáveis, seja pelo de usuários não rentáveis, ou por qualquer outro) empregando simultaneamente dois critérios distintos aplicáveis a um mesmo grupo de usuários. Essa situação é ilustrada na Figura 2.

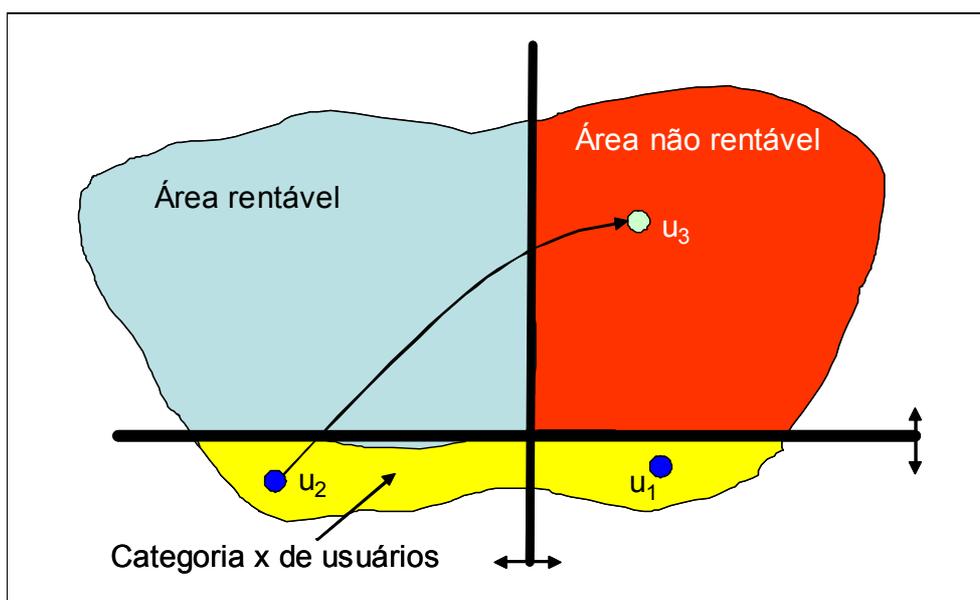


Figura 2 – Ressarcimento de OSU por dois critérios distintos simultaneamente

Como na figura anterior, tem-se uma área geográfica rentável (denotada em azul claro, à esquerda) e outra não rentável (denotado em vermelho, à direita), com uma linha divisória vertical entre ambas. A posição da linha divisória vertical, como visto anteriormente, é determinada por meio de processo iterativo eliminando-se as chamadas contadas de forma duplicada que ocorrem entre as áreas geográficas não rentáveis.

Adicionalmente, os usuários não rentáveis são classificados em categorias, conforme discutido anteriormente, e uma dessas categorias está ilustrada na figura pela sub-área horizontal denotada em amarelo na parte inferior da figura. Também neste caso, um



Ministério das Comunicações

processo iterativo irá permitir estabelecer a linha divisória (denotado como uma linha horizontal na figura), que separa as categorias de usuários rentáveis das não rentáveis.

Uma dada categoria de usuários pode apresentar representantes tanto em áreas rentáveis (denotado por u_2 , na figura) quanto nas áreas não rentáveis (denotado por u_1).

Um ponto a ser atentado é o de que usuários representados por u_1 não sejam considerados de forma duplicada, visto que ele encontra-se em uma área geográfica não-rentável e pertence à categoria de usuários não rentáveis. A parcela de usuários representada por u_2 (usuário não-rentável em área rentável), que é a que interessa, pode ser estimada por:

$$\text{Número de usuários não-rentáveis em áreas rentáveis } u_2 = \frac{\text{Número de assinantes nas categorias não-rentáveis}}{\text{Número total de assinantes da prestadora}} \times \text{Número de assinantes nas áreas rentáveis}$$

Entretanto, existe uma segunda dificuldade, mais complexa. Usuários pertencentes a uma categoria não rentável, porém residentes em áreas rentáveis (u_2) podem efetuar chamadas para usuários residentes em áreas não rentáveis (u_3). Essas chamadas, por serem originadas em um segmento não-rentável e terminarem em outro segmento não-rentável (onde “segmento” aqui denota uma fração dos assinantes da prestadora agrupada sob qualquer natureza de classificação), devem ser eliminadas do cômputo, por representarem uma redundância, de forma similar ao discutido no caso de chamadas recebidas entre áreas não rentáveis. Ocorre que, ao se eliminar esse grupo de chamadas duplicadas das receitas, tanto a linha de equilíbrio entre áreas rentáveis e não rentáveis (linha vertical) quanto a linha de equilíbrio entre as categorias de usuários rentáveis e as não rentáveis (linha horizontal) podem sofrer alterações. Assim, existe a necessidade da busca de equilíbrio efetuada simultaneamente em duas dimensões.

O procedimento proposto em [7] (pág. 96) é semelhante ao caso de depuração em uma dimensão, como foi o comentado no caso de áreas não rentáveis. A diferença consiste em, a cada passo iterativo, recalculando o custo líquido observado da categoria e tanto a parcela de chamadas intracategoria quanto a parcela de chamadas realizadas entre as categorias de usuários não rentáveis e as áreas não rentáveis.

iii. Eliminação da perda aparente por substituição de chamadas

Ao se desconectar, hipoteticamente, uma área não-rentável ou um grupo de usuários não rentáveis, a receita renunciada não corresponde ao valor integral da receita que era gerada por esses segmentos. Isso é fácil de perceber no caso de usuários que não têm telefone: eles buscam formas alternativas de comunicação como, por exemplo, o TUP ou o telefone do vizinho. Assim, uma parte dessas receitas perdidas migra para outros terminais ou outros serviços da mesma prestadora, em um fenômeno conhecido como “substituição de chamadas” (*replacement call*).

Entretanto, a determinação do percentual das chamadas que migram dessa forma é muito difícil de realizar, e não existem, até o momento, metodologias estabelecidas para o seu cálculo. O OFCOM (ex-OfTel) estabelece uma sugestão de faixas, conforme indicadas na Tabela 2, dentro das quais o valor do percentual de *replacement call* poderia ser, em



Ministério das Comunicações

uma primeira aproximação, estabelecida de forma relativamente arbitrária²². A referência [7] adota, em seus exemplos, valores dentro dessas faixas.

Tipo de receita/chamada	Taxa de substituição	Taxa de substituição adotado como exemplo na ref. [7]
Áreas não rentáveis		
Chamadas originadas	0 – 20 %	15 %
Chamadas reversas		15 %
Interconexão		10 %
Chamadas recebidas	0 – 10 %	5 %
Categorias de usuários não rentáveis		
Chamadas originadas	0 – 40 %	
Chamadas recebidas	0 – 20 %	

Tabela 2 – Taxas de substituição recomendadas

Tanto no caso de áreas geográficas não rentáveis quanto no caso de grupos de usuários não rentáveis, o OFCOM considera que a taxa de substituição é maior para as chamadas originadas do que para as recebidas e aquelas de interconexão. Isso é relativamente fácil de compreender se considerarmos que o cidadão pode, quando deseja se comunicar, dirigir-se a um TUP ou a um vizinho e efetuar a chamada. Ao contrário, no caso das chamadas recebidas, o cidadão depende de um “telefone de recados” e, mesmo assim, é sempre mais constrangedor efetuar chamadas para pessoas assim, de modo que as chamadas se restringem bastante.

Da mesma forma, observa-se na proposta do OFCOM que a taxa de substituição é maior para categorias de usuários do que para as áreas. Isso é baseado no pressuposto de que, no caso de grupos de usuários, estes residem em áreas atendidas e rentáveis e, portanto, experimentariam uma certa facilidade de acesso a telefones alternativos como o TUP ou ao vizinho. Já no caso de áreas não rentáveis, essas podem ser, por exemplo, pequenos povoados rurais distantes e, assim, em caso de desconexão, eles teriam mais dificuldade em alcançar um TUP ou telefone substitutivo.

Uma metodologia para a determinação da taxa de substituição de chamadas perdidas poderia ser elaborada a partir dos pressupostos a seguir:

- Pressuposto 1: A universalização dos serviços de telecomunicações visa atender a pessoas, instituições ou regiões nas situações em que o mesmo representa uma necessidade básica.

²²http://ofcom.org.uk/static/archive/oftel/publications/1995_98/consumer/uniserv2/utsnotes.htm#NOTE1 acessado em 27/09/2006.



Ministério das Comunicações

- Pressuposto 2: Excluídas as chamadas frequentes com duração longa, que são típicas entre adolescentes e pessoas em situações excepcionais, é suposto que as chamadas podem ser distribuídas, em função de sua frequência de ocorrência e de sua duração, conforme o gráfico da Figura 3:
 - A maior parte das chamadas (a) seriam de curta duração e ocorreriam para resolver questões cotidianas tais como uma consulta à padaria ou à mercearia, para fazer uma encomenda, ou para conversar com algum cliente ou com um fornecedor ou prestador de serviços. Tais chamadas são essencialmente de âmbito local.
 - Um segundo grupo (b) é constituído por chamadas efetuadas de forma ocasional, com duração mais longa, e refere-se àquelas situações onde o usuário necessita conversar com profissionais ou com amigos para obter algum tipo de orientação. Essas chamadas podem ser geralmente locais ou em alguns casos LDN.
 - Finalmente, um terceiro grupo (c) é constituído por chamadas esporádicas, com duração longa, para conversar com parentes e amigos distantes, constituindo-se em chamadas do tipo LDN ou mesmo LDI.

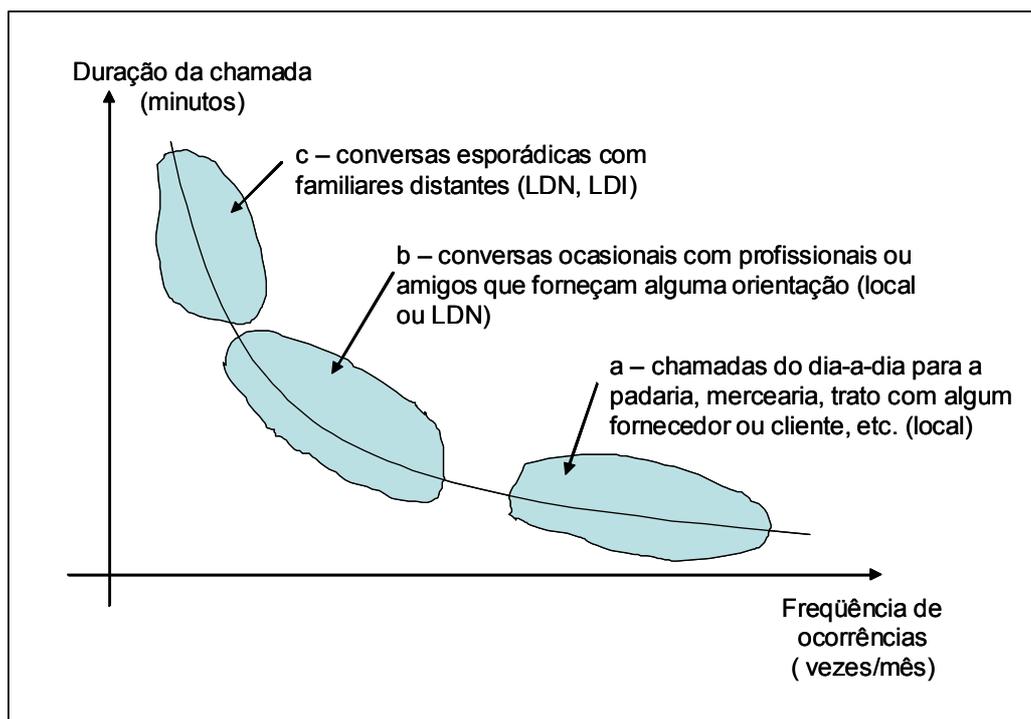


Figura 3 – Modelo hipotético de distribuição de chamadas em função de sua duração e ocorrência mensal

- Pressuposto 3: A supressão da linha telefônica e sua substituição por meios alternativos como o TUP depende da maior ou menor facilidade que o cidadão tenha para acessar esse meio alternativo. Em um exemplo simples, porém ilustrativo, considera-se que um cidadão que resida em frente a um TUP deve certamente utilizá-lo com relativa frequência, enquanto um cidadão que resida a um quilômetro do mesmo TUP, apresentaria menor interesse em utilizá-lo. Outros fatores, tais como a necessidade ou não de privacidade, a maior ou menor urgência



Ministério das Comunicações

de se efetuar a chamada, e a comodidade de estar em casa face à segurança, por exemplo, de ter que sair em dia de chuva ou no meio da noite, podem contribuir para essa migração. Isto, supondo-se que o usuário não tenha dificuldade em utilizar o aparelho.

Estabelecidos esses pressupostos, as seguintes situações são inferidas:

1) para o caso de áreas não rentáveis:

- Em caso de não disponibilidade de telefone na área, a pessoa tem que se deslocar até um vilarejo próximo, a fim de obter acesso ao telefone. Ao fazer isso, as chamadas do tipo 'a' (chamadas locais de curta duração) deixam de fazer sentido, pois o cidadão pode ir pessoalmente na mercearia, no mecânico, etc., para resolver suas pendências.
- As chamadas do tipo 'b' (consulta a profissionais) continuam a fazer sentido se o profissional em questão estiver em outro local distante, e nesse caso a chamada provavelmente será do tipo LDN.
- As chamadas do tipo 'c' continuam a fazer sentido, mas é possível que sofra uma redução, pela imposição do incômodo de ter que se deslocar até o vilarejo vizinho.
- Nesta situação, contrariando as faixas do OFCOM [29], é pouco provável que esse cidadão possa ter chamadas destinadas a ele, pois a pessoa que o estiver chamando precisaria saber exatamente em que telefone, e quando, poderia encontrá-lo.

Assim, as seguintes taxas de substituição poderiam ser tomadas como uma primeira aproximação para o caso de desconexão de áreas:

Tipo de chamada	Característica	Taxa de substituição
a – chamadas curtas do dia-a-dia	local	nada (0 %)
b – consultas ocasionais a profissionais	local	nada (0 %)
	LDN	alta (80 %)
c – conversas esporádicas com familiares distantes	LDN, LDI	média (40 %)
Chamadas recebidas	local	nada (0 %)
	LDN, LDI	bem baixa (5 %)

2) para o caso de usuários não rentáveis

- É suposto que o usuário não rentável que resida em área rentável tenha acesso relativamente fácil a meio alternativo, tais como o TUP ou o vizinho. Neste caso, as maiores restrições seriam as de sigilo e comodidade, face à necessidade e urgência de se efetuar a chamada.



Ministério das Comunicações

- No caso de chamadas do tipo “a” (chamadas locais do dia-a-dia) é razoável esperar que uma parte delas seja mantida.
- No caso de chamadas do tipo “b” (consultas ocasionais a profissionais), é razoável esperar que a maior parte delas seja mantida, seja no caso de chamadas locais, seja no de chamadas LDN, pois refere-se a uma necessidade premente do cidadão.
- No caso de chamadas do tipo “c” (conversas ocasionais com familiares distantes), é provável que uma parte delas seja mantida, porém reduzida (em incidência ou duração) devido ao incômodo de ter que se deslocar ou à falta de sigilo.
- Para as chamadas recebidas, é possível que uma parcela das mesmas possa ser mantido, por meio de “telefone de recado”.

Assim, as seguintes taxas de substituição poderiam ser tomadas como uma primeira aproximação para o caso de desconexão de categorias de usuários:

Tipo de chamada	Característica	Taxa de substituição
a – chamadas curtas do dia-a-dia	local	média (40 %)
b – consultas ocasionais a profissionais	local	alta (80 %)
	LDN	alta (80 %)
c – conversas esporádicas com familiares distantes	LDN, LDI	média (40 %)
Chamadas recebidas	local	baixa (10 %)
	LDN, LDI	baixa (10 %)

Esta estimativa inicial deve ser refinada por meio de pesquisa de mercado que indique:

- Valores quantitativos mais precisos para a curva da Figura 3, os quais podem ser obtidos por meio da análise estatística de um conjunto de contas telefônicas;
- Pesquisa de mercado comparando usuário assinantes e não-assinantes, de modo a observar seus hábitos e incidência mensal ao efetuar e receber chamadas dos tipos “a”, “b” e “c”.



Ministério das Comunicações
Anexo II - Algoritmos presentes no HCPM

O modelo “sintetizado” apresentado pela *Platform Order* do FCC permite ao analista estimar o custo de construção de uma rede telefônica para atender assinantes em suas localizações geográficas reais, dado que essas localizações sejam conhecidas. Se essas localizações não forem conhecidas, o FCC determina que o modelo sintetizado considere que os usuários estão localizados ao longo de rodovias.

O custo estimado pelo modelo para atender usuários localizados dentro dos limites de um dado centro de fios inclui o cálculo de dimensionamento de comutação, comprimento, bitola e número de cabos de cobre e de fibra instalados e número de DLCs (“*Digital Line Carriers*”) requerido. Esses fatores dependem, por sua vez, do número de usuários que são atendidos pelo centro de fios e de como é a sua distribuição nos limites dos centros de fios e suas vizinhanças. Particularmente nas áreas rurais, alguns usuários não estão localizados nas vizinhanças dos centros de fios mas espalhados por áreas relativamente remotas.

Uma vez que as localizações de usuários tenham sido determinadas, o modelo emprega um algoritmo de clusterização para agrupar assinantes em áreas de serviço de uma maneira eficiente, que leva em consideração restrições relevantes de engenharia.

Nesta seção descrevemos um método de modelagem de locação de assinantes baseado na análise de conglomerados.

i. O Algoritmo de “Clusterização”

O HCPM deve identificar conglomerados de usuários sendo que, cada usuário localizado em um conglomerado particular será conectado à rede alimentadora (“feeder”) por meio de uma única SAI (“Service Área Interface” ou SAI).

Tanto as restrições de engenharia quanto o padrão geral das locações dos usuários devem ser considerados.

Como principais restrições de engenharia podemos citar:

- A Serving Área (SA) é limitada por um certo número de linhas devido à capacidade da SAI; e
- A SA também é limitada a certas dimensões geográficas devido à tecnologia atual de transmissão visto que, à medida que a distância aumenta além de um valor crítico, a qualidade do serviço se degrada.

Para que haja uma relação custo-benefício favorável, não basta apenas obedecer às restrições de engenharia, sendo também desejável que os usuários sejam alocados em um padrão relativamente uniforme através do centro de fio.

Devido às grandes diferenças de distribuição de assinantes entre diferentes cidades e países, a ferramenta incorpora um método de “*gridding*” que ao ser aplicado a populações não-uniformes pode separar um agrupamento natural de assinantes em diferentes SAs melhorando a relação custo-benefício.

O objetivo do algoritmo de clusterização é criar um número apropriado de SAs. Ele deve considerar tanto o custo fixo quanto o custo variável associado com cada SA adicional



Ministério das Comunicações

sendo que, um alto custo fixo incentiva a criação de um pequeno número de grandes conglomerados ao invés de um número grande de pequenos conglomerados.

Por sua vez, com menos conglomerados, a distância média de um assinante até o ponto central do conglomerado, e, portanto, seu custo variável associado a cabos e estruturas será maior. Nas áreas com densidade moderada a alta, não é claro, a priori, que o número de conglomerados incorporará um compromisso ótimo entre esses custos fixos e variáveis. No entanto, nas áreas rurais de baixa densidade é mais provável que o custo fixo seja o direcionador mais significativo. Portanto, nessas áreas seria esperado que um algoritmo que gerasse o menor número de conglomerados tivesse melhor desempenho.

Há dois métodos básicos utilizados para a clusterização:

- Método “bottom-up” ou aglomerative;
- Método “top-down” ou divisive.

Cada algoritmo parte de um estado inicial e, de forma iterativa, vai recalculando o tamanho dos *clusters* segundo seus critérios até que não haja mais melhoramentos a serem feitos. Para implementar esses dois métodos, o HCPM possui três algoritmos:

- Algoritmo *divisive* é o default e, em seu estado inicial cada locação pertence a um único conglomerado pai. Em seguida, esse estado inicial é melhorado pela divisão do conglomerado pai em um novo conglomerado pai e um outro conglomerado filho. Esse passo aumenta em um o número de conglomerados. Esse procedimento é repetido até que todos os conglomerados sejam factíveis do ponto de vista de engenharia. Um conglomerado filho é escolhido por meio da filiação a ele do usuário mais distante do centro da linha ponderada do conglomerado do pai como um usuário inicial. A partir daí, usuários que estivessem mais próximos do centro do conglomerado filho que do pai eram realocados de uma maneira iterativa e os centros dos conglomerados recalculados a cada passo. As locações de usuários são adicionadas ao conglomerado filho até que isso não seja mais possível devido a restrições de engenharia.
- Algoritmo *aglomerative* apresenta duas variantes: *standard* e *nearest-neighbor*: sendo que, no estado inicial de ambos, cada usuário pertence a um único cluster. Esse estado inicial é melhorado pela junção de dois clusters próximos, reduzindo o número total de clusters. Esse passo de melhoria é repetido até que não seja mais factível, do ponto de vista de engenharia, de se fazer novas fusões;
 - No algoritmo *standard*, a distância de um *cluster* ao outro é medida a partir do centro ponderado em linha (“*line-weighted*”) de um ao outro;
 - No algoritmo *nearest-neighbor*, a distância entre os *clusters* é medida a partir de duas localizações de assinantes, uma em cada *cluster*, que são conjuntamente mais próximas. Além disso, o *nearest-neighbor* incorpora uma restrição adicional que é utilizada no modelo HAI, de que não se sejam aglutinados *clusters* cuja distância seja superior a duas milhas.



Ministério das Comunicações

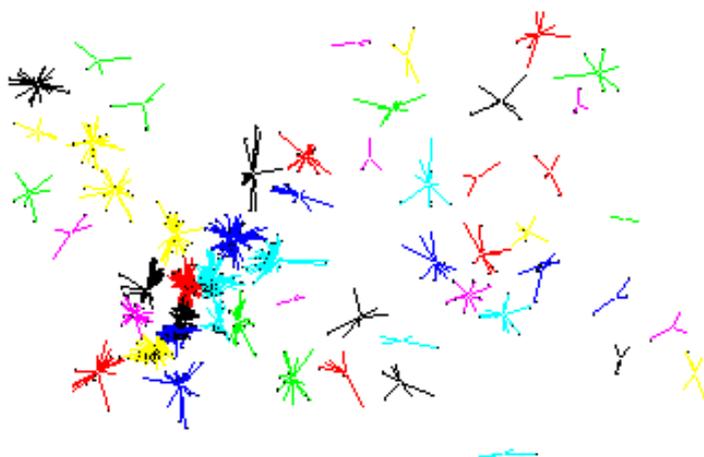


Figura 4 - Exemplo de *clusters* para um Centro de Fios

I. Definindo uma Grade Superposta para cada *Cluster*

O módulo de clusterização reporta como saída um conjunto de um ou mais *clusters* para cada centro de fios e para cada *cluster* são fornecidas as seguintes informações:

- Coordenadas da localização de cada usuário;
- Número de linhas residenciais e comerciais associadas a cada localização;
- Dados geológicos do terreno do *cluster*, em termos de profundidade da camada de rocha, da dureza da rocha, do tipo de solo, da profundidade do lençol freático e das inclinações mínimas e máximas.

Esses dados são convertidos de forma para que possam ser utilizados pelo módulo de projeto do *loop*. Para centros de fios suficientemente pequenos, é possível construir plantas para as localizações exatas dos usuários determinadas pelos dados georreferenciados da forma como processado pelo módulo de clusterização. Para grandes centros de fios (por exemplo, 20.000 a 100.000 localizações de usuários), é necessário um tempo extremamente elevado de processamento para construir a planta para cada localização de usuário.

Como no caso do módulo de clusterização, aqui existe um compromisso entre precisão e tempo de computação que pode ser satisfeito pela definição de uma grade e pela designação de localizações individuais de usuários como células (microgrades) dentro da grade. Considera-se que dentro de cada micrograde os usuários são distribuídos uniformemente e, quando múltiplas localizações de usuários caem em uma célula micrograde, a célula é dividida em lotes.

Para satisfazer o compromisso entre tempo de computação e precisão, a planta do *loop* deve ser projetada para alcançar somente células das microgrades com usuários. Para isso, é utilizado o módulo CLUSINTF que, posteriormente utiliza as saídas do módulo de



Ministério das Comunicações

clusterização e as converte em arquivos binários que são reconhecidos pelo algoritmo de projeto do *loop*, implementado no módulo FEEDDIST.

O módulo CLUSINTF constrói uma grade quadrada em torno das localizações de usuários dentro de cada *cluster* e, em seguida, é construída uma matriz de microgrades. Ao escolher o tamanho de micrograde, o programa divide a grade em um número de quadrados que mais se aproxima do tamanho desejado. Se não há um tamanho pré-determinado, o algoritmo cria uma matriz de 50 X 50 células em cada grade. Após isso, ele considera o *hull* convexo (conjunto convexo de todos os pontos) do conjunto de todas as localizações de usuários em cada cluster e considera a área desse *hull* como convexa. Dadas as contagens de linhas de usuários reportadas pelo programa, é possível calcular a densidade de usuários para cada *cluster*. O módulo FEEDDIST utiliza essas densidades para calcular o custo de instalação da planta de distribuição.

ii. Algoritmos do Projeto do Loop

Dentro das limitações da abrangência dos centros de fios, os cabos e os equipamentos que conectam a central aos equipamentos de usuários são conhecidos como planta externa, que pode consistir de cabos de cobre ou uma combinação de fibra óptica e cabo de cobre, bem como o equipamento eletrônico associado.

O cabo de cobre geralmente conduz um sinal analógico que é compatível com a maioria dos equipamentos de usuários. No entanto há limitações técnicas para os cabos de cobre (quanto mais grossos, mais caros ou bobinas de carga devem ser utilizadas para transportar sinais a longas distâncias).

Por outro lado, a fibra óptica transporta um sinal digital que é incompatível com a maioria dos equipamentos de usuários, mas a sua qualidade é superior e percorre grandes distâncias quando comparada ao sinal em fio de cobre.

Geralmente, quando os clusters encontram-se localizados muito distantes dos centros de fios para serem servidos por cabos de cobre, é necessário implantar um cabo de fibra óptica até um certo ponto dentro do cluster, no qual um dispositivo eletrônico é instalado para converter o sinal digital de luz transportado pela fibra para um sinal elétrico analógico, compatível com os equipamentos de usuários. Tal equipamento é conhecido como DLC (*Digital Loop Carrier*) que é conectado a uma SAI (*Serving Área Interface*).

A partir da SAI, cabos de cobre de diâmetro variado se estendem até os equipamentos de usuário em cada *cluster*. Quando o *cluster* encontra-se suficientemente perto do centro de fios, troncos formados por cabos de cobre conectam o centro de fios ao SAI e outros cabos de cobre conectam o SAI aos usuários na área de serviço (SA). O segmento da planta do *loop* que conecta a central com o SAI ou DLC é conhecida como rede de alimentação e a parte que vai do DLC ou SAI até o agrupamento é conhecida como rede de distribuição.

iii. Projeto de Distribuição da Planta

O segmento da rede de distribuição do projeto do *loop* determina o custo da rede de distribuição para cada *cluster* de forma isolada, sem considerar as informações dos *clusters* vizinhos. O objetivo do algoritmo é computar o custo de toda a rede que é necessária para conectar cada usuário dentro do *cluster* ao SAI mais próximo.

iv. Projeto da Planta de Alimentação

O modelo supõe que haja dois SAIs, ditos primário e secundário que na tabela de entrada de dados deixa-se em aberto a possibilidade de que o número máximo de SAIs seja ainda maior. O custo de cada possível configuração de SAIs primários e secundários dentro de um *cluster* é calculado e a opção de mínimo custo é selecionada. Para cada configuração de 1 ou 2 SAIs, o modelo calcula o custo total dentro do *cluster* da rede de distribuição que



Ministério das Comunicações

conecta cada usuário ao SAI primário ou secundário mais próximo, as conexões T1 que ligam todos os SAIs primários e secundários e o custo de todos os terminais associados. Em seguida, a partir da localização da central e de todos os SAIs primários dentro de um quadrante é determinada a rede de alimentação que conecta cada um dos SAIs primários à central de comutação.



Ministério das Comunicações
Anexo III – Cenários de estudo

Este anexo analisa alguns cenários de cálculo utilizando o HCPM, a partir de uma pequena janela de utilização/investigação dessa ferramenta, objetivando aumentar o conhecimento dos dados de entrada, algoritmos e relatórios de saída. A análise focou inicialmente o entendimento de alguns termos técnicos utilizados, na tentativa de fazer uma analogia com a metodologia de planejamento de redes executada pelas empresas operadoras no Brasil e foram gerados alguns cenários para fazer um estudo comparativo, visando buscar o entendimento dos métodos de cálculos utilizados pela ferramenta HCPM.

i. Definições Gerais

A Figura 5 ilustra os principais elementos de uma típica rede de acesso contemplados pela ferramenta HCPM.

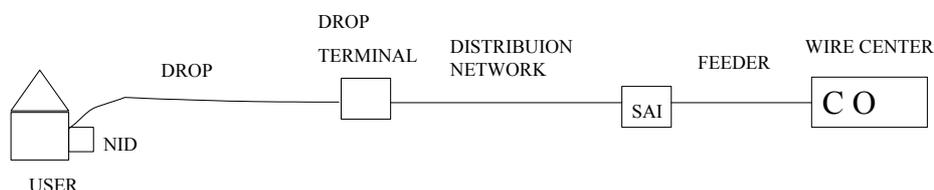


Figura 5 - Principais elementos da rede de acesso

ii. Cenários de Estudo

Com o objetivo de focar o entendimento dos cálculos de dimensionamento da rede feito pelo HCPM, utilizou-se apenas um Centro de Fios para atender 16 pontos de demanda de usuários (11 residenciais e 5 comerciais) espalhados geograficamente.

Para efeitos de comparação, foram simulados cenários utilizando o algoritmo *divisive* e o algoritmo *agglomerative* para a determinação da quantidade e localização dos SAIs, cujas saídas são apresentadas nas Figura 6A e 3B, respectivamente.

O algoritmo *divisive* localizou 4 SAIs e o *agglomerative* determinou apenas 3 SAIs. Cabe ressaltar que o objetivo dessas simulações não é investigar o desempenho dos algoritmos, mas compreender os critérios efetivados pelos cálculos, visto que a quantidade de usuário utilizada no estudo é limitada.

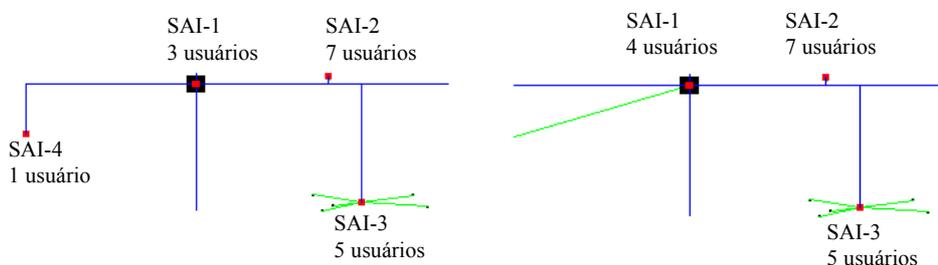


Figura 6A e 3B - Algoritmo *divisive* e algoritmo *agglomerative*

O usuário que era atendido pelo SAI-4, no cenário com o algoritmo *divisive*, passou a ser atendido pelo SAI-1 no cenário determinado com o algoritmo *agglomerative*. Não se



Ministério das Comunicações

identificou modificações nos SAIs 2 e 3, permanecendo com a mesma quantidade de usuários em ambos cenários.

Pode-se verificar que no cenário *divisive* houve um maior custo da rede alimentadora (\$266,4) e um menor custo da rede de distribuição (\$98,52), enquanto que no cenário *agglomerative* houve um menor custo da rede alimentadora (\$152,8) e um maior custo da rede de distribuição (\$199,7). Intuitivamente, dentro de uma análise macro dos números e sem entrar no mérito da veracidade dos custos, os resultados estão coerentes. Contudo, aprofundando um pouco mais a análise e investigando o dimensionamento das quantidades dos elementos que compõe as respectivas redes, observou-se algumas inconsistências em relação à:

- Quantidade de NID: No cenário *divisive* foi obtido 1 NID a mais do que no cenário *agglomerative*.
- Quantidade de DLCs (TR-303): O cenário *divisive* dimensionou 13 linhas DLC, enquanto que no cenário *agglomerative* foram dimensionadas 16 linhas DLC.

Seria necessário fazer novas simulações com o HCPM, e analisar o código fonte para justificar as inconsistências acima citadas e entender a proposta embutida no modelo HCPM.

Outro ponto a ser investigado no dimensionamento da rede de acesso é a metodologia de utilizada pelo HCPM para a localização dos SAIs, responsável por minimizar as distâncias entre os pontos de demanda e o SAI (centróide) e as restrições de engenharia adotadas (distância máxima e capacidade máxima de usuários por SAI).

A Figura 7 mostra uma rede hipotética com uma determinada distribuição geográfica dos usuários, que atendidos por um único SAI com capacidade de 600 usuários.

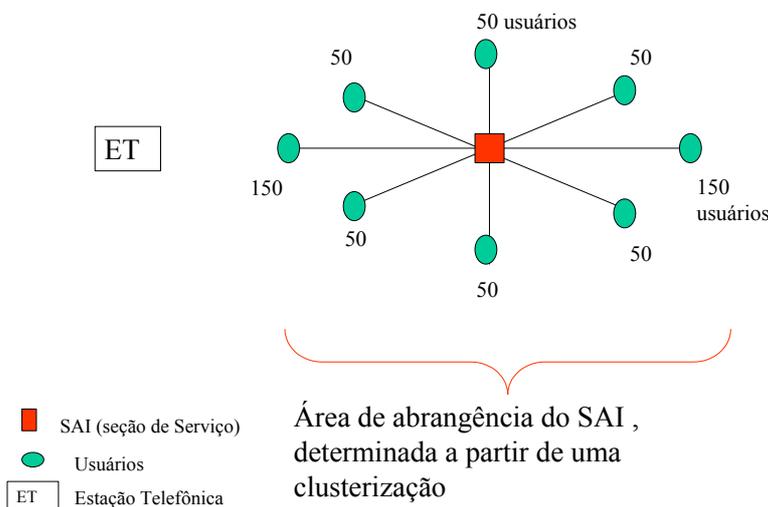


Figura 7 - Rede hipotética com 600 usuários filiados a um SAI

A Figura 8 ilustra o dimensionamento da rede alimentadora e da rede de distribuição com o uso do algoritmo *spanning tree* do HCPM, tendo em vista que os SAIs já foi localizado de maneira eficiente no módulo de *Clusterização*.

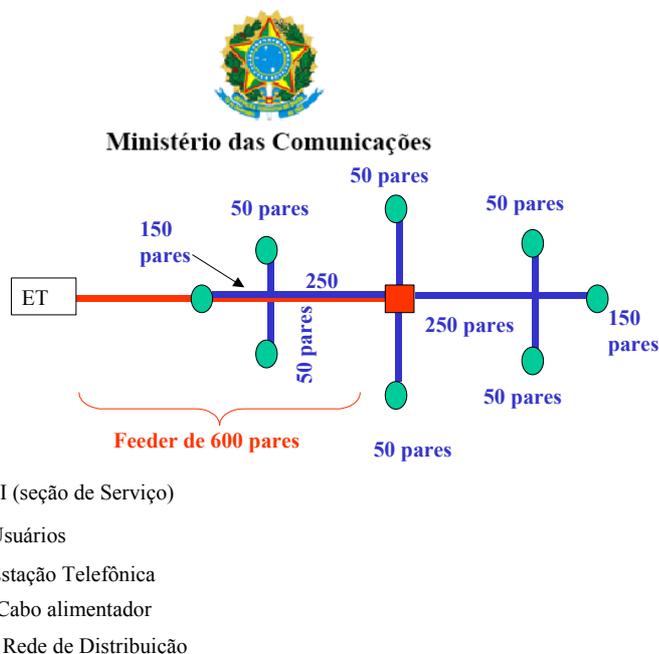


Figura 8 - Rede de cabos de pares, usando os conceitos do modelo HCPM

Adotou-se como premissa que as demandas estão relativamente próximas ao centro de fio (com distância de até 2 km) e foram atendidas por meio de cabos de pares.

A Figura 9 ilustra como deveria ser o dimensionamento da rede alimentadora e da rede de distribuição, utilizando um método empírico utilizado no planejamento de redes.

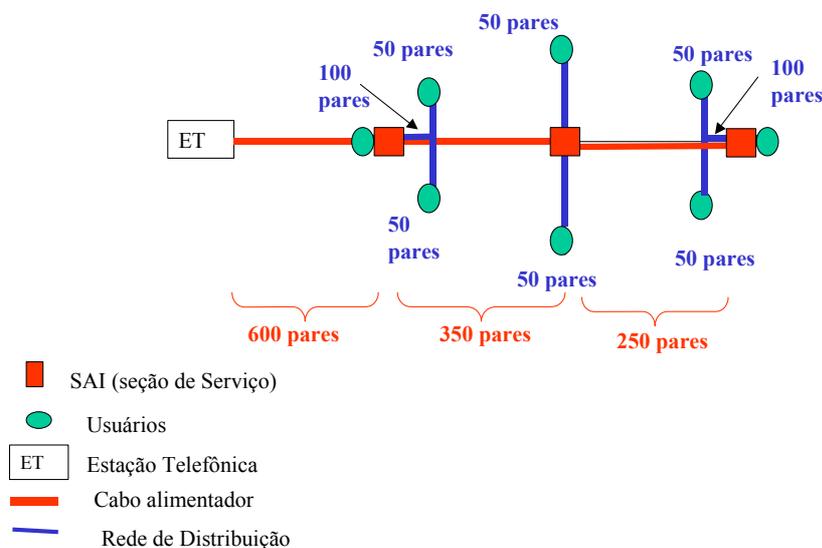


Figura 9 - Localização dos SAIs utilizando modelo empírico

Observa-se que foram designados 3 SAIs, enquanto o módulo de clusterização do HCPM obtém somente 1 SAI.

Para proporcionar uma comparação quantitativa, a Figura 10 mostra as distâncias entre o centro de fios e os usuários, assumindo simetria na sua localização.



Ministério das Comunicações

uniformemente distribuídos em quadriculas. Uma alternativa é utilizar somente a densidade média por quadricula ao invés de usar as coordenadas dos usuários.

Por fim, a adoção do HCPM como ferramenta para o cálculo dos custos, relacionados à construção da infra-estrutura de rede envolvida em obrigações de universalização, exige uma avaliação mais aprofundada sobre sua adequação aos critérios comumente aplicados no mercado brasileiro. Contudo, sua estrutura de cálculo permite total controle sobre as diferentes fases de cálculo e os diversos segmentos da rede, propiciando um profundo entendimento sobre a estrutura de custos de uma RTPC eficiente.

Ministério das Comunicações
Secretaria de Telecomunicações
Data da emissão: 03/out/06

