



Daniel de Mello Schaefer

**Melhorando a rentabilidade de uma rede de telefonia
pública usando sistema de informação geográfica**

Dissertação de Mestrado (Opção profissional)

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio.

Orientador: Leonardo Junqueira Lustosa

Rio de Janeiro, Abril de 2006



Daniel de Mello Schaefer

**Melhorando a rentabilidade de uma rede de telefonia pública usando
sistema de informação geográfica**

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do título de Mestre pelo Programa de Pós-
Graduação em Engenharia Industrial da PUC-Rio.
Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

Prof. Leonardo Junqueira Lustosa

Orientador

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. Nélio Domingues Pizzolato

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Departamento de Engenharia Industrial - PUC-Rio

Prof. José Eugênio Leal

Coordenador(a) Setorial do Centro Técnico Científico - PUC-Rio

Rio de janeiro, 07 de abril de 2006

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e do orientador.

Daniel de Mello Schaefer

Graduou-se em Engenharia Elétrica com ênfase em telecomunicações pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro em 2002. Atua no mercado de telecomunicações desde 1999 tendo realizado trabalhos em Tecnologia de Informação, consultoria em Sistemas de Redes, trabalhou em operadora de longa distância e atualmente atua como especialista da Qualidade na maior concessionária de serviços de telecomunicações do País.

Ficha Catalográfica

Schaefer, Daniel de Mello

Melhorando a rentabilidade de uma rede de telefonia pública usando sistema de informação geográfica / Daniel de Mello Schaefer; orientador: Leonardo Junqueira Lustosa. – Rio de Janeiro: PUC, Departamento de Engenharia Industrial, 2006.

56 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial.

Inclui referências bibliográficas.

1. Engenharia industrial – Teses. 2. Telefone Público. 3. Sistema de Informação Geográfica. 4. Localização. 5. Melhoria Rentabilidade. 6. TUP. I. Lustosa, Leonardo Junqueira. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Industrial. III. Título.

CDD658.5

A minha Mãe, Solange e meu irmão Rafael.

Agradecimentos

Agradeço principalmente a Deus, pois sem ele nada seria possível. Aos professores da PUC, que participaram ativamente e com competência neste Mestrado. Aos amigos e colegas de trabalho, pelo apoio e compreensão. A minha mãe, por estar ao meu lado em todos os momentos.

Resumo

Schaefer, Daniel; Lustosa, Leonardo. **Melhorando a rentabilidade de uma rede de telefonia pública usando sistema de informação geográfica.** Rio de Janeiro, 2006. P.56. Dissertação de Mestrado (Opção profissional) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Este trabalho aborda o problema da baixa rentabilidade dos telefones públicos de uma concessionária de serviços de telecomunicações mantidos por exigência da regulamentação e propõe uma metodologia flexível e de baixo custo para aumentar a lucratividade desse negócio. O problema tem similaridade com o problema clássico de localização de máxima cobertura de Church & ReVelle e a revisão da bibliografia revelou modelos que poderiam ser adaptados para a solução. Entretanto detalhes práticos tornam a abordagem de programação matemática inadequada. Desenvolveu-se, por isso uma metodologia mais flexível capaz de incorporar o conhecimento tácito acumulado pelos técnicos responsáveis. Essa metodologia conjuga análise econômica e geográfica da planta instalada de telefones públicos numa área urbana. A análise econômica aponta os telefones públicos elegíveis para a retirada e a análise da localização geográfica identificará dentre os telefones elegíveis, quais podem ser retirados sem violar o plano geral de metas de universalização da Anatel, o PGMU, especificamente no que tange o telefone para uso público. Para a análise geográfica é utilizado um eficiente sistema de informação geográfica disponível no mercado. Os resultados indicam que com a retirada dos telefones de baixa rentabilidade a lucratividade global da planta pode aumentar consideravelmente. Adicionalmente acredita-se que pela sua flexibilidade, a metodologia seja aplicável a qualquer área urbana, sendo capaz de levar em conta as peculiaridades de cada caso.

Palavras-chave

Telefone público; Sistema de informação geográfica; melhoria de rentabilidade; Brasil; Niterói.

Abstract

Schaefer, Daniel; Lustosa, Leonardo. **Improving the profitability of a public telephone network using a geographic information system.** Rio de Janeiro, 2006. P.56. MSc. Dissertation (Opção profissional) - Departamento de Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This research addresses the problem of a concessionary of telecommunications that in compliance to regulations has to maintain a low profitability system of public telephones and proposes a low cost and flexible methodology to increase the profitability of the business. The problem presents similarity with the classic maximum coverage location problem of Church & ReVelle and a bibliographic search revealed models that could be adapted for solution. Nonetheless, practical details render a mathematical programming approach inadequate. For this reason, a more flexible methodology was developed capable of incorporating the tacit knowledge accumulated by the technical staff. This methodology combines economic and geographic analyses of the public telephones installed in an urban area. The economic analysis indicates the public phones eligible for removal, and the geographic analysis points out the ones that can actually be removed without violating the rules set by the regulatory agency. The geographic analysis uses an efficient geographic information system readily available in the market. The results indicate that by removing the low profitability phones the total profitability can be considerably improved. Moreover, it is believed that due to its flexibility, the methodology is applicable to any urban area, being capable of taking into account the peculiarities of each case.

Keywords

Public telephone; Geographic information system; Profitability improvement; Brazil; Niterói.

Sumário

1 Introdução:	11
2 A Telefonia Pública:	13
2.1. Telefonia Pública no Brasil	13
2.2. O Problema de Telefonia Pública na Telemar:	14
3 A empresa e o Contexto do Problema:	16
3.1. Telemar	16
3.2. Anatel	17
3.2.1. PGMU – Plano Geral de Metas de Universalização	18
3.2.2. Metas do TUP:	19
3.3. Gênese do Problema	20
4 Revisão bibliográfica e Fundamentos Teóricos:	21
4.1. Modelos de Cobertura:	21
4.2. Localização de Telefones Públicos utilizando (MCLP)	23
4.3. Conceitos de Finanças Corporativas	25
4.3.1. Custo de Capital	25
4.3.2. Critérios para Análise de Projetos	25
4.3.2.1. Taxa Média de Retorno	26
4.3.2.2. Período <i>Payback</i> : Simples e Descontado	26
4.3.2.2.1. <i>Payback</i> Simples (PS)	27
4.3.2.2.2. <i>Payback</i> Descontado (PD)	27
5 Metodologia	29
5.1. Informações e ferramentas:	29
5.2. Receita do TUP	30
5.3. Custo do TUP	30
5.3.1. Custo Operacional	31
5.3.2. Custo de Investimento	31

5.4. TUP que podem ser retirados	32
5.4.1. Análise espacial da localização dos TUP	32
5.4.2. Cálculo do Raio de Influência do TUP:	33
5.5. Locais onde deverão ser instalados novos TUP	34
5.6. Viabilidade econômica do movimento na Planta	34
5.6.1. Aumento da lucratividade	34
5.6.2. Investimento necessário para o movimento	35
5.6.3. Retorno do Investimento	36
 6 Aplicação da Metodologia e Análise dos Resultados	 38
6.1. Escolha do município	38
6.2. Coleta e seleção dos Dados	39
6.2.1. Carta geográfica urbana do município no sistema de informação geográfica:	40
6.3. Identificação dos TUP com lucro negativo	41
6.3.1. Cálculo da Receita do TUP	41
6.3.2. Cálculo do Custo	41
6.3.3. Lucro de cada TUP	42
6.4. Identificação dos Telefones que serão retirados	42
6.4.1. Mínimo de 3 TUP por cada grupo de 1000 habitantes	42
6.4.2. Distribuição social da localização dos TUP	43
6.4.3. Identificação dos locais que faltam TUP	46
6.5. Cálculo da viabilidade econômica da mudança	48
6.5.1. Cálculo do Aumento da Lucratividade da Planta	48
6.5.2. Cálculo Investimento necessário para o movimento	49
6.5.3. Retorno do Investimento	49
6.6. Discussão dos Resultados	51
 7 Conclusão	 52
7.1. Recomendações para empresa:	53
7.2. Extensão da pesquisa:	53
 8 Bibliografia:	 55

Lista de figuras

Figura 1 – Carta geográfica do município de Niterói	40
Figura 2 – TUP classificado quanto a lucratividade	44
Figura 3 – Telefone não lucrativo em área já coberta por outro TUP	45
Figura 4 – TUP que não pode ser retirado	46
Figura 5 – Área que com carência de TUP	47

1 Introdução:

Este trabalho apresenta o problema da baixa rentabilidade dos telefones públicos mantidos por uma concessionária de serviços de telecomunicações e propõe uma metodologia de baixo custo para aumentar a lucratividade deste negócio. Esta metodologia conjuga análise econômica e geográfica da planta de telefones públicos instalada em um município. A análise econômica apontará os telefones públicos elegíveis para a retirada e a análise da localização geográfica identificará dentre os telefones elegíveis, quais podem ser retirados sem violar o Plano Geral de Metas de Universalização da Anatel, o PGMU, especificamente no que tange o telefone para uso público (TUP). Para a análise da localização geográfica dos telefones é utilizado o ARCGIS um eficiente sistema de informação geográfica disponível no mercado e utilizado em empresas e universidades. Com a retirada definitiva dos telefones de baixa rentabilidade a lucratividade global da planta de telefones de um dado município aumenta consideravelmente. Adicionalmente é apresentado um fluxograma para auxiliar outros profissionais da área na aplicação desta metodologia em qualquer operadora de serviço telefônico fixo e comutado (STFC).

Novos locais para instalação telefones não serão analisados nem propostos, pois a planta de telefones instalada está quase sempre super dimensionada e nosso foco será retirar todos os telefones desnecessários para, de forma simples, provocar a diminuição dos custos e identificar eventuais pontos de possíveis reclamações de cobertura junto ao órgão regulador. Contrapondo com a percepção popular de que há localidades sem telefones, a realidade hoje vivida pela Telemar é o prejuízo gerado pela demasiada quantidade de telefones instalados. Mesmo assim é possível que haja a necessidade de uma redistribuição dos telefones para que estes ampliem a cobertura do serviço de telefonia pública, mas este ponto não será enfatizado neste trabalho, porque, se existirem, serão muito poucos e podem ser tratados de modo “ad hoc”.

Este trabalho apresenta os resultados gerados por esta metodologia aplicada ao município de Niterói no Estado do Rio de Janeiro. Os dados econômicos

apresentados neste trabalho são diferentes aos da realidade, mas guardam a sua correta proporcionalidade garantindo assim o realismo das análises e preservando a confidencialidade das informações. A localização geográfica dos TUP em Niterói foi ligeiramente alterada para provocar casos de áreas sem TUP, locais com alta densidade de TUP e áreas com boa distribuição de telefones. Essas alterações foram necessárias para ilustrar melhor a proposta de solução do problema e de novo preservar a confidencialidade das informações provenientes da Telemar.

O trabalho está apresentado da seguinte forma: no Capítulo II é apresentada a Telefonia Pública, o Capítulo III apresenta a Telemar, a Anatel e o problema. O capítulo IV relata os fundamentos teóricos e revisão bibliográfica. A metodologia é proposta no capítulo V. O capítulo VI apresenta um estudo do caso de Niterói com aplicação da metodologia proposta. O capítulo VII traz as considerações finais e conclusões.

2 A Telefonia Pública:

2.1.Telefonia Pública no Brasil

A telefonia pública tem o importante papel social de integrar famílias de baixa renda em localidades remotas espalhadas por todo território brasileiro e lhes dar acesso a diversos serviços essenciais.

O telefone para uso público no contexto de um país de dimensões continentais como o Brasil provoca várias tensões naturais entre as operadoras fixas, as que se responsabilizam por instalar e manter “orelhões” (telefones públicos) à disposição da população, e a Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), cuja tarefa é estipular as regras e fiscalizar para o cumprimento correto. Por se constituir na forma mais eficiente de atingir as comunidades de baixa renda, as concessionárias consideram que a telefonia de uso público é também de importância para sua imagem.

Uma reivindicação que tem sustentação é que a infra-estrutura necessária para a manutenção dos orelhões tenha custos compartilhados, de tal forma que as operadoras de longa distância que forem beneficiadas por aquele acesso ajudem a custeá-lo.

De acordo com o superintendente da Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel), Marcos Bafutto, o assunto está em discussão na Anatel e fará parte do Plano Geral de Metas de Universalização (PGMU) que começará a vigorar em 2006.

O Brasil possui uma das maiores densidades de telefones de uso público (TUP) do planeta. Existem aqui 7,2 TUPs por cada grupo de mil habitantes, contra 5,2 nos Estados Unidos, Reino Unido e França e 4,1 na Argentina, Chile e México. No entanto, a quantidade de TUP, foi definida durante a privatização da Telebrás, consta em contrato de concessão e as operadoras fixas não parecem interessadas em levantar qualquer questão a respeito. O que elas manifestadamente querem é ter impostos diferenciados sobre as chamadas originadas no TUP, repartir as despesas com as donas das chamadas de longa

distância e alterar o monopólio dos cartões indutivos. Conforme dados de outros países, o minuto de conversa num TUP da Telefônica na Argentina custa US\$ 0,03, no Peru, US\$ 0,06, e no Brasil, US\$ 0,02. A British & Telecom cobra US\$ 0,06 no Reino Unido e a Telmex, US\$ 0,08 no México. No Japão, o usuário paga US\$ 0,09 por minuto.

Os custos da telefonia pública devem ser divididos entre as operadoras fixas locais e de longa distância.

A preservação das redes de TUP instalados no Brasil de orelhões instalado no Brasil com rentabilidade para as operadoras foi debatida em Brasília, na 3ª Conferência Latino-Americana de Telefonia Pública, que reuniu representantes do Governo, da agência e das operadoras.

Para atingir as metas de universalização de acordo com o levantamento da consultoria Orion, as operadoras de telefonia fixa deverão instalar até o final de 2006 cerca de 7.500 postos de serviço de telecomunicações em áreas urbanas e 13 mil em áreas rurais. Esses postos de serviço público devem conter telefone público, terminal de acesso à internet e fax. Os investimentos nos serviços públicos estimados pelo consultor até 2007 são da ordem de R\$ 590 milhões na área urbana e de R\$ 250 milhões a R\$ 540 milhões na área rural, dependendo das contrapartidas das oferecidas pelas cooperativas.

Portanto ainda que hoje não seja um negócio atraente, há uma perspectiva de que a telefonia de uso público continue sendo um negócio que as concessionárias da STFC terão que manter e talvez ampliar. Não podendo sair do negócio de TUP sua lucratividade passa a merecer não menos atenção do que outras mais atraentes.

2.2. O Problema de Telefonia Pública na Telemar:

A Telemar estima manter aproximadamente sessenta e seis mil telefones públicos instalados além do número mínimo exigido pela Anatel. Como mencionando na seção anterior, o governo não está satisfeito com a universalização dos serviços, porque tem recebido "reclamações sérias" principalmente relacionadas à telefonia pública em cidades distantes dos grandes centros urbanos, portanto, independente da verdade dos fatos, indiscutível que a

percepção da população quanto ao acesso à telefonia pública não condiz com a quantidade telefones instalados e mantidos pela Telemar. Configura-se então um problema de localização de telefones públicos, ou melhor, de distribuição destes sessenta e seis mil TUP que a Telemar mantém além da quantidade exigida pela Anatel. Aproximadamente 35% dos telefones públicos instalados pela Telemar possuem receita inferior aos custos operacionais. O cenário hoje da Telemar é, portanto: muitos telefones instalados desnecessariamente, gerando prejuízo, e a percepção de mau atendimento pela população. Em outras palavras, má distribuição dos telefones, deixando áreas com coberturas deficientes (mesmo que dentro das normas) e, conseqüentemente, outras áreas super cobertas. Esta grande quantidade de telefones mal distribuída propicia mais vandalismos estes, por sua vez, maior número de reclamações na Anatel. A Telemar sabe que mantém em operação uma quantidade superior ao exigido pelo órgão regulador, e tem conhecimento dos telefones que geram prejuízo através de seus bancos de dados e sistemas de gerenciamento. O problema é uma forma prática de descobrir quais os telefones podem ser retirados sem violar a exigência do PGMU de que nas áreas urbanas, o cidadão não precise andar mais de 300 metros para ter acesso a um TUP. Essa exigência tenta assegurar que as concessionárias do STFC disponibilizem os telefones localizados de forma socialmente distribuída. Esta é grande dificuldade da Telemar: como descobrir do universo de milhares de telefones públicos instalados nos dezesseis estados, quais estão posicionados em locais onde a concentração de telefones está acima do exigido e quais devem ser remanejados para que a rentabilidade aumente e as reclamações dos usuários junto a Anatel diminuam.

3 A empresa e o Contexto do Problema:

3.1. Telemar

Em 04 de junho de 2001, a Tele Norte Leste Participações S/A, empresa controladora das 16 companhias estaduais prestadoras de serviços de telefonia fixa, recomendou estudo visando a reorganização societária dessas empresas, a ser efetivada através da incorporação, pela Telecomunicações do Rio de Janeiro S/A - Telerj, das demais operadoras.

As incorporações foram aprovadas nas assembleias gerais realizadas em 02 de agosto de 2001, com a aprovação pelas respectivas assembleias gerais de acionistas das empresas envolvidas. Subseqüentemente, em 21 de setembro de 2001, os acionistas da "nova" Telerj aprovaram em assembleia geral extraordinária a mudança do nome da empresa para Telemar Norte Leste S/A.

Em 24 de setembro de 2001, a nova empresa fez sua estréia no mercado, com o início de negociação de suas ações na BOVESPA, sob o código TMAR.

Os contratos de concessão autorizam a Companhia a prestar serviços de telefonia fixa em dezesseis estados das regiões Norte, Nordeste e Sudeste do Brasil, com exceção de uma pequena área do estado de Minas Gerais, onde a Companhia de Telecomunicações do Brasil Central, que não fazia parte do Sistema Telebrás, continua a operar de forma independente. Os estados da Região ocupam uma área de 5,4 milhões de km², representando 64% da área total do país, e geram aproximadamente 39% do produto interno bruto do Brasil. Os estados da Região têm aproximadamente 92 milhões de habitantes, ou 55% da população total do Brasil. Existem na Região 102 municípios com população acima de 100 mil habitantes. Em 1998, a renda per capita da Região era de aproximadamente US\$ 3.000 por ano, variando de US\$ 1.400 no Estado do Piauí a US\$ 6.330 no Estado do Rio de Janeiro.

Os serviços de telefonia fixa prestados pela Companhia compreendem serviços locais, inclusive instalação, assinatura mensal, chamadas locais, ligações

a cobrar e serviços complementares, telefones públicos, chamadas de linhas fixas para telefones celulares, serviços de longa distância intra-estaduais nos estados da Região, serviços de longa distância interestaduais entre os estados da Região, utilização da rede da Companhia por parte de outros provedores de serviços de telefonia, serviços de rede de transporte, abrangendo o aluguel de linhas exclusivas digitais e analógicas a clientes corporativos, provedores de serviços de telecomunicações e provedores de serviços na Internet, inclusive a oferta de soluções completas de Protocolo de Internet e outras soluções de plataforma de dados, serviços de transmissão de dados e outros serviços.

A Telemar é uma empresa prestadora de serviços de Telecomunicações que atua em todo território nacional e presta serviços de voz e dados para um público que varia desde o cliente residencial até grandes instituições bancárias e até mesmo outra operadora de telecomunicações. Para atender a esta gama de clientes houve a necessidade de se segmentar a Telemar em duas superintendências:

- Superintendência Varejo: Atende todo mercado residencial de telefonia fixa, Telefone para uso público e internet banda larga.
- Superintendência Corporativa: Unidade focada no mercado empresarial e corporativo.

A Telemar fechou 2005 com aproximadamente 14,1 bilhões de reais de receita líquida sendo 4,9 bilhões provenientes do mercado corporativo e 9,2 bilhões do mercado varejo. A receita líquida proveniente do Telefone para Uso Público ficou em 0,7 bilhões equivalendo a 7,6% da receita líquida da superintendência Varejo.

3.2. Anatel

A Agência Nacional de Telecomunicações é uma autarquia especial criada para regular os serviços de telecomunicações prestados em todo território nacional. Seguem suas principais atribuições:

- Implementar a política nacional de telecomunicações;
- Propor a instituição ou eliminação da prestação de modalidade de serviço no regime público;
- Propor o Plano Geral de Outorgas;

- Propor o plano geral de metas para universalização dos serviços de telecomunicações;
- Administrar o espectro de radiofrequências e o uso de órbitas;
- Compor administrativamente conflitos de interesses entre prestadoras de serviços de telecomunicações;
- Atuar na defesa e proteção dos direitos dos usuários;
- Atuar no controle, prevenção e repressão das infrações de ordem econômica, no âmbito das telecomunicações, ressalvadas as competências legais do Cade;
- Estabelecer restrições, limites ou condições a grupos empresariais para obtenção e transferência de concessões, permissões e autorizações, de forma a garantir a competição e impedir a concentração econômica no mercado;
- Estabelecer a estrutura tarifária de cada modalidade de serviços prestados em regime público;

3.2.1. PGMU – Plano Geral de Metas de Universalização

O Plano estabelece as metas para a progressiva universalização do Serviço Telefônico Fixo Comutado prestado no regime público, a serem cumpridas pelas concessionárias do serviço. Para efeito deste trabalho serão citadas apenas as metas relacionadas com o Telefone para Uso Público – TUP (popularmente conhecido como “orelhão”). Seguem alguns conceitos que ajudarão a entender os termos utilizados na descrição das metas:

- Serviço Telefônico Fixo Comutado (STFC) é o serviço de telecomunicações que, por meio da transmissão de voz e de outros sinais, destina-se à comunicação entre pontos fixos determinados, utilizando processos de telefonia;
- Telefone de Uso Público (TUP) é aquele que permite, a qualquer pessoa, utilizar, por meio de acesso de uso coletivo, o Serviço Telefônico Fixo Comutado, independentemente de assinatura ou inscrição junto à prestadora;

- Localidade é toda a parcela circunscrita do território nacional que possua um aglomerado permanente de habitantes, caracterizada por um conjunto de edificações, permanentes e adjacentes, formando uma área continuamente construída com arruamentos reconhecíveis, ou disposta ao longo de uma via de comunicação, tais como Capital Federal, Capital Estadual, Cidade, Vila, Aglomerada Rural e Aldeia;

3.2.2. Metas do TUP:

A partir de primeiro de janeiro de 2006, nas localidades com STFC com acessos individuais, as concessionárias deverão ter ativado TUPs em quantidades que assegurem que a densidade de TUPs, por setor do PGO (Plano Geral de Outorgas) seja igual ou superior a 6,0 TUPs/1000 habitantes. No caso da Telemar a área sob sua responsabilidade é a região I do PGO que é constituída pelas seguintes unidades federativas: Rio de Janeiro; Minas Gerais; Espírito Santo; Bahia; Sergipe; Alagoas; Rio Grande do Norte; Pernambuco; Paraíba; Ceará; Maranhão; Piauí; Pará; Amapá; Roraima e Amazônia.

A ativação dos TUPs deve ocorrer de forma que, em toda a localidade, inclusive nas áreas de urbanização precária, existam, distribuídos territorialmente de maneira uniforme, pelo menos três TUPs por grupo de mil habitantes.

A partir de 1º de janeiro de 2006, nas localidades com STFC com acessos individuais, as Concessionárias devem assegurar a disponibilidade de acesso a TUPs, na distância máxima de trezentos metros, de qualquer ponto dentro dos limites da localidade, observado o disposto na regulamentação.

Do total de TUPs em serviço, em cada localidade, no mínimo cinquenta por cento devem estar instalados em locais acessíveis ao público, vinte e quatro horas por dia, com capacidade de originar e receber chamadas locais e de longa distância nacional, sendo que, pelo menos, metade destes deve, adicionalmente, ter capacidade de originar e receber chamadas de longa distância internacional.

Os TUPs devem permitir identificação visual pelo usuário da capacidade de originar e receber chamadas locais, de longa distância nacional e internacional;

Devem dispor de informações relativas a códigos de serviços públicos de emergência e de utilidade pública, nos termos da regulamentação.

3.3. Gênesis do Problema

Em 1999 a Telemar iniciou o Plano de Antecipação de Metas (PAM) para que em 2002 recebesse a concessão para explorar o serviço de telefonia pessoal. O objetivo era antecipar as metas previstas para 2004 do Plano Geral de Metas de Universalização realizando-as em 2002, cumprindo assim a exigência imposta pela Anatel para receber a concessão do serviço de telefonia pessoal. A Telemar investiu pesado no PAM e conseguiu antecipar as metas lançando assim a empresa OI de telefonia celular. O desejo de assegurar o cumprimento das metas relacionadas à telefonia pública aliado à falta de tempo para uma análise aprofundada para localizar os TUPs, foi instalada uma grande quantidade de telefones públicos nas principais cidades do país sem critérios bem estabelecidos. Hoje a Telemar amarga altos custos para manter um número excessivo de telefones públicos, dos quais, mais de um terço apresentam prejuízo. Estima-se que haja sessenta e seis mil telefones públicos na região da Telemar acima da quantidade exigida pela Anatel. A quantidade de aparelhos com defeito, vandalizados e reclamações de usuários junto a Anatel é diretamente proporcional à quantidade de telefones instalados na planta. Hoje, um dos principais desafios da Unidade de Negócio Varejo é aumentar a rentabilidade do negócio de telefonia pública. O problema é identificar corretamente o TUP que poderá ser retirado para que não haja risco de multa por violar as metas de universalização da Anatel.

4 Revisão bibliográfica e Fundamentos Teóricos:

Na pesquisa bibliográfica feita não foi encontrado qualquer artigo, trabalho acadêmico ou relatório técnico sobre o problema de localização de telefones públicos. Os trabalhos que mais se assemelham a este são os problemas de localização com cobertura citado por Galvão (2004), problemas esses, relacionados com outros problemas de localização como o das p-medianas tratado por Pizzolato e outros (2004).

4.1. Modelos de Cobertura:

Galvão (2004) revisa suas contribuições na área de problemas de localização não capacitados: como modelos de localização dinâmicos; problemas de localização com cobertura e problemas hierárquicos e modelos de localização probabilísticos com base na teoria das filas. Essa revisão dá uma visão bem clara dos problemas e modelos existentes e é a referência para o que segue.

O objetivo nesses modelos de localização com cobertura é prover cobertura de áreas de demanda. A área de demanda é dita coberta se todos os seus pontos de demanda estiverem (a uma distância não necessariamente euclidiana) do centro de produção ou serviço (aqui denominado fábrica) menor ou igual a um dado valor. Há uma vasta literatura sobre modelos dessa espécie, que geralmente remetem à localização de prédios públicos urbanos, escola, serviços de emergência. Para uma boa revisão deste assunto o leitor pode consultar ReVelle (1987, 1989).

Os primeiros modelos de cobertura estudados foram determinísticos. O mais simples desses modelos é o problema de localização por cobertura (Location Set Covering Problem - LSCP), que busca determinar e posicionar o menor número de fábricas necessárias para cobrir todas os pontos de demanda dentro dos limites de distancia. Outro problema é o p-centro (PCP), que busca a localização de p-

fábricas de tal forma que a distancia máxima de qualquer ponto de demanda a sua fábrica mais próxima seja minimizada.

(LSCP) exige que todas as áreas de demanda sejam cobertas, e isto pode demandar recursos excessivos nem sempre disponíveis pelas autoridades públicas. Reconhecendo este fato, Church & ReVelle (1974) desenvolveram o problema de localização de máxima cobertura (MCLP), que não requer cobertura para todas as pontos de demanda. White & Case (1974) trabalharam em um problema semelhante que procurava localizar p -fábricas de modo a cobrir um número de áreas de demandas com a máxima população. No caso do MCLP o objetivo é localizar p -fábricas de tal maneira que a população máxima possível é coberta dentro da distancia (tempo). Sua formulação matemática é:

(MCLP)

$$v(MCLP) = \max \sum_{j \in J} pop_j \xi_j \quad (1)$$

s.a

$$\sum_{i \in I} a_{ij} y_i - \xi_j \geq 0, j \in J \quad (2)$$

$$\sum_{i \in I} y_i = p \quad (3)$$

$$\xi_j \in \{0,1\}, j \in J \quad (4)$$

$$y_i \in \{0,1\}, i \in I. \quad (5)$$

Onde pop_j é população da área de demanda $j \in J$; $a_{ij} = 1$ se a área de demanda j pode ser coberta por uma fábrica localizada em $i \in I$ dentro da distância crítica SD ($a_{ij} = 0$, caso contrário) $\xi_j = 1$ se a área de demanda j é coberta ($\xi_j = 0$, caso contrário) e y_i é variável binária, sendo 1 se a fábrica i é aberta e 0, caso contrário.

Na formulação acima a função objetiva procura maximizar a população total coberta. A condição (2) garante que a área de demanda $j \in J$ é coberta se e somente se, há uma fábrica a uma distância menor do que SD dela. Restrição (3) exige que o número de fábricas abertas na solução seja p . Finalmente, a condição (4)-(5) define a natureza binária das variáveis de decisão.

Desde que a proposta (MCLP) foi generalizada em diferentes modos (ver Boffey & Narula, 1997), aplicações foram encontradas tanto no setor público

quanto no privado. Chung (1986) reviu diversas aplicações de (MCLP). Em relação a serviços de emergência, Eaton et al.(1986) usou isto para determinar a disposição das ambulâncias em Santo Domingo (República Dominicana), Curent & O’Kelly (1992) para localizar sirenes de alarme em situações de emergência. No setor privado (Maximam Covering Location Problem) tem sido usado para localizar agências bancárias, ver Pastor (1994). Outras aplicações de (MCLP) podem ser encontradas em Dwyer & Evans (1981) [seleção de lista de endereçamento postal]; Daskin, Jones & Lowe (1990) [produção flexível] e Hougland & Stephens (1976) [controle de poluição do ar], entre outros.

Métodos de solução imediata propostos para (MCLP) incluem a programação linear do problema e um “interminável” - intercambio heurístico (ver Church & ReVelle (1974)). Galvão e ReVelle (1996) desenvolveram uma heurística Lagrangeana para o problema; eles reportam experiência computacional usando dados da literatura e geração randômica de redes. Métodos exatos incluem o algoritmo de Dwyer & Evans (1981), desenvolvido para o caso particular em quem todas as áreas de demanda possuem igual peso, e o algoritmo de base dual de Downs & Camm (1996). Os últimos autores apresentam uma extensa avaliação computacional de seus métodos, tanto em variedades de aplicações quanto ao porte do problema.

Uma segunda geração de modelos de localização com cobertura enfocou uma cobertura adicional. Esses modelos enfatizam a importância de coberturas adicionais para áreas de demanda, considerando a possibilidade de o primeiro servidor estar com o sistema congestionado, possivelmente o único servidor de uma área de cobertura individual, poder não estar disponível quando requisitado. Muitos modelos semelhantes foram desenvolvidos, como por exemplo em Daskin & Stern (1981), Eaton et al. (1981), Hogan & ReVelle (1986) e Batta & Mannur (1990). Modelos de cobertura probabilísticos são uma extensão natural da segunda geração de modelos.

4.2.Localização de Telefones Públicos utilizando (MCLP)

Na hipótese de se aplicar o (MCLP) descrito na seção anterior para localização de telefones públicos poderia se considerar que:

pop_j é população da área de demanda $j \in J$; $a_{ij} = 1$ se a área de demanda j pode ser coberta por um TUP localizado em $i \in I$ dentro da distância crítica SD. ($a_{ij} = 0$, caso contrário) $\xi_j = 1$ se a área de demanda j é coberta ($\xi_j = 0$ se a área de demanda não é coberta) e y_i é a usual variável de existência de instalação na localidade i . Neste caso j poderia ser considerado como uma pequena área (raio < 300m) de localidade urbanizada com arruamento reconhecível. A distância crítica SD seria de 300 metros como exigida pela Anatel e p a quantidade de TUPs.

Na formulação acima a função objetiva procura maximizar a população total coberta. A condição (2) para a área de demanda $j \in J$ é satisfeita se há um TUP dentro da distância SD dela. Restrição (3) fixa o número de TUP, na solução em p . Finalmente, as condições (4) e (5) definem a natureza binária das variáveis de decisão. Certamente esta formulação deixa muito a desejar para a aplicação a um problema real, entre outras causas, porque o objetivo da empresa seria maximizar o lucro e não a população coberta.

Devido às proporções do problema de localização de telefones públicos, sendo áreas de demandas do tamanho de municípios e a quantidade de TUP na ordem de grandeza de milhares, para resolver este problema seria necessário adicionar a esta solução o uso de um sistema de informação geográfica.

O problema de localização de telefones pelo modelo de cobertura não será explorado neste trabalho, pois nosso problema real é identificar através de técnicas de localização, os telefones específicos em municípios com sua planta de TUP devidamente localizada e instalada. Tornando assim a solução menos complexa e, portanto, exequível. No capítulo V será apresentado um método para identificação e localização de telefones utilizando um sistema de informação geográfica.

Neste trabalho o objetivo não é instalar telefones e sim retirar telefones da planta, portanto será proposto um método heurístico simples que, aliado com um sistema de informação geográfica, poderá ser facilmente implementado. O modelo proposto identificará a localização dos telefones que poderão ser retirados sem violar a meta do PGMU citada acima.

4.3. Conceitos de Finanças Corporativas

É necessário apresentar alguns conceitos de finanças corporativas que serão utilizados na análise econômica da metodologia de identificação de TUP com baixa rentabilidade que será apresentada no capítulo V.

4.3.1. Custo de Capital

O custo do capital é importante nas finanças corporativas em geral, mas particularmente na análise de projetos de investimento, a qual dele depende para estudar a viabilidade de um projeto ou para permitir a melhor escolha entre várias opções. Por outro lado, as empresas se interessam em conseguir o mínimo custo para o seu capital, uma vez que o capital é um fator de produção e cumpre determinar seu custo. O administrador financeiro deve tentar encontrar uma estrutura de capital da empresa ou do projeto em um estudo que possibilite oferecer aos proprietários ou acionistas o retorno exigido por eles e, ao mesmo tempo, maximizar a riqueza da empresa.

Normalmente, a estrutura de capital de uma empresa consiste em capitais de longo prazo e de curto prazo cujos custos são geralmente bem diferentes. Em consequência, o custo do capital investido em um determinado projeto é o custo de oportunidade do capital, ou seja o que este dinheiro estaria rendendo (ou deixaria de estar custando) se não fosse investido onde foi.

A determinação do custo de capital é complexa porque os benefícios futuros e o retorno oferecido pelo mercado, em geral, envolvem diversos tipos de risco.

4.3.2. Critérios para Análise de Projetos

Para poder tomar decisões de investimento, deve-se analisar se os ativos terão condições de oferecer o desempenho desejado pelos investidores. Portanto, é preciso adotar certos critérios para analisar o desempenho futuro projetado (esperado) do ativo. Obviamente, uma análise, para ser eficaz, deve estar fundamentada em projeções corretas. Critérios adequados devem permitir ao analista aceitar ou rejeitar, comparar e classificar os diversos ativos sob análise.

No presente caso será suposto que o investimento não está sujeito a risco ou, de forma equivalente que a taxa de custo de capital já está ajustada para o risco que o mercado atribui ao investimento.

4.3.2.1. Taxa Média de Retorno

Em todos os livros clássicos de finanças há uma advertência acerca de como não se devem analisar investimentos. Embora seja usado no mercado por algumas pessoas, esse critério é errado do ponto de vista conceitual porque não considera o valor do dinheiro no tempo. O critério é bem simples e direto: mede a relação entre o valor futuro de um ativo e o seu valor presente.

$$Taxa_média = \frac{VF}{VP}$$

Onde:

VF: Valor futuro

VP: Valor presente

Quando se comparam dois projetos idênticos ou muito semelhantes, o melhor é aquele que apresenta a maior taxa média de retorno. O problema é que, como não se considera o valor do dinheiro no tempo, estamos negligenciando aspectos importantes, tais como risco, inflação e prazo do investimento.

Sua vantagem é a facilidade de cálculo. Esse critério pode ser de alguma utilidade quando se querem comparar dois projetos idênticos que tenham sido adquiridos e alienados nas mesmas datas.

A principal e definitiva desvantagem deste método é não considerar o valor do dinheiro no tempo. Está indicado nos principais livros de finanças como um exemplo do que não se deve fazer.

4.3.2.2. Período *Payback*: Simples e Descontado

Em inglês, *payback* quer dizer pagar de volta, e isso é exatamente o que o critério avalia: o tempo que um investimento leva para pagar de volta ao seu dono o investimento pelo critério do *payback* : *payback* simples e *payback* descontado.

4.3.2.2.1. Payback Simples (PS)

O critério consiste em somar os valores dos benefícios obtidos pela operação do projeto. O período *payback* é o tempo necessário para que esses benefícios totalizem o valor do investimento feito.

O período de *payback* simples é quanto tempo um projeto demora para se pagar. Obtém-se essa medida simplesmente contando quantos períodos o projeto necessita para acumular um retorno igual ao do investimento realizado. Assim sendo, o investidor deve comparar o *payback* simples com a vida economicamente útil do ativo sob análise. Quando se comparam investimentos semelhantes, o critério é optar pelo que oferece menor período de *payback*.

A grande vantagem desse critério é sua simplicidade. Diante da projeção do fluxo de caixa, mesmo quem não tenha conhecimento de finanças consegue determinar o valor do período de *payback*. Além disso, para investidores ansiosos pelo retorno do investimento inicial, ele dá uma idéia de quanto tempo terão de esperar para que isso aconteça. Serve como medida indireta e aproximada da liquidez de um projeto.

Duas desvantagens comprometem a eficácia desse critério. A primeira é um problema conceitual grave: ele não considera o valor do dinheiro no tempo. A segunda é que ele não dá qualquer atenção ao fluxo de caixa que vem após o período de *payback*.

Assim, um projeto pode retornar mais rapidamente o investimento inicial, mas não cria muita riqueza depois disso, enquanto outro pode demorar mais para reembolsar os valores investidos, mas trazer muita riqueza em seguida. Este último caso é típico de projeto de pesquisa e de alta tecnologia. Sua maturação é mais demorada, mas o volume de riquezas a receber pode ser surpreendente.

4.3.2.2.2. Payback Descontado (PD)

O *payback* descontado visa conseguir corrigir uma das desvantagens do *payback* simples: não considerar o valor do dinheiro no tempo. Tal objetivo é alcançado pelo desconto ao valor presente dos fluxos de caixa do projeto sob análise.

Pelo critério do período *payback* descontado, a primeira coisa que se deve fazer é determinar a taxa de remuneração do dinheiro no tempo considerada pelo investidor. Em seguida, devem-se calcular todos os valores presentes. A partir daí, tudo se passa como no critério do período de *payback* simples, só que o tempo necessário para o pagamento do investimento inicial é calculado com base não nos valores dos fluxos, e sim nos seus valores presentes. Veja os fluxos a seguir, considerando-se uma taxa de 10% ao ano:

Tempo (ano)	0	1	2	3
Valores do Fluxo de Caixa	-400.000	110.000	121.000	266.200
Valor Presente do Fluxo de Caixa	-400.000	100.000	100.000	200.000

$$VP = \frac{V}{(1+i)^n}$$

Onde:

VP: valor presente do fluxo de caixa;

V: valor esperado do fluxo de caixa;

i: rentabilidade mínima exigida pelo investidor por período;

n: período.

Observe que o período de *payback* descontado será de três anos, pois nem o primeiro nem o segundo períodos são suficientes. O período de *payback* deste projeto é de três anos.

O critério decisório do *payback* descontado é análogo ao do *payback* simples. A única diferença é que o primeiro se baseia na soma aritmética dos fluxos de caixa, e o segundo, na soma dos valores presentes dos fluxos de caixa. Da mesma forma, o investidor deve comparar esse período de *payback* descontado com a vida economicamente útil do projeto sob análise.

5 Metodologia

Para tornar o problema de localização dos telefones públicos menos complexo e de fácil aplicação prática, será apresentado um processo manual conjugado com análises gráficas onde o ARCGIS terá função primordial para o sucesso do modelo. Esta metodologia conjuga análise econômica e geográfica da planta de telefones públicos instalada em um município. A análise econômica apontará os telefones públicos elegíveis para a retirada definitiva da planta e a análise geográfica identificará dentre os telefones elegíveis, quais podem ser retirados sem violar o plano geral de metas de universalização da Anatel (PGMU), especificamente no que tange o telefone para uso público (TUP).

5.1. Informações e ferramentas:

Para o início do método proposto devem estar disponíveis informações e ferramentas específicas para realização da análise.

Informações:

- Número de habitantes do Município escolhido;
- Banco de dados com a localização de todos os TUP instalados no Município;
- Série histórica de no mínimo quatro meses da receita mensal de cada TUP;
- Custo operacional;
- Custo de investimento;
- Carta geográfica urbana do município.

Ferramentas:

- SIG (Sistema de Informação Geográfica);
- Access;
- Excel.

5.2. Receita do TUP

O sistema de bilhetagem do TUP é feito a partir do consumo de créditos que são vendidos ao público em forma de cartões. Para realização das chamadas os usuários devem inserir o cartão nos aparelhos telefônicos e durante a ligação os créditos são consumidos e registrados nos bancos de dados da Telemar.

A receita mensal dos TUP deve ser obtida nos registros de consumo de créditos armazenados nos servidores de banco de dados. A partir deste banco é possível conhecer o total de créditos consumidos por cada telefone público instalado no município escolhido para a análise. Para conhecer a receita devem-se trabalhar os créditos consumidos por cada telefone do município nos últimos quatro meses. A partir desta informação a receita pode ser obtida através da seguinte fórmula:

$$R = \left(\frac{\sum_{Cr=1}^{Cr=n} Cr}{n} \right) \times V$$

Onde:

R - receita média mensal;

Cr - número de créditos consumidos por cada TUP;

n - número de meses da amostra;

V - valor em Reais (R\$) de cada crédito deduzido do imposto (ICMS).

5.3. Custo do TUP

O custo do TUP é formado pelos custos operacionais e de investimento. Os custos operacionais são as despesas mensais para manter o telefone em plena condição de uso e o custo de investimento é composto pelo custo de capital mais a depreciação dos equipamentos.

$$C = C_{op} + C_i$$

Onde:

C – Custo por TUP;

C_{op} - Custo operacional;

C_i - Custo de investimento.

5.3.1. Custo Operacional

Toda manutenção da rede é de responsabilidade de empresas terceirizadas pela Telemar. Os contratos com as empresas terceirizadas são firmados baseados em valores por acesso (VA), ou seja, um valor fixo por acesso (telefone, estação, circuitos, etc). No caso dos telefones públicos a manutenção é dividida em manutenção de rede e manutenção dos aparelhos. Portanto, a Telemar remunera dois contratos com valores de acessos distintos (rede e aparelhos). Fórmula de cálculo do custo operacional:

$$C_{op} = VA_{rede} + VA_{aparelho}$$

Onde:

C_{op} - Custo operacional por TUP;

VA_{rede} - Valor por acesso de rede;

$VA_{aparelho}$ - Valor por aparelho.

5.3.2. Custo de Investimento

No custo de investimento devem ser considerados os valores dos equipamentos que compõem um TUP (bolha, pilar e aparelho), o valor do serviço de instalação, tempo de depreciação e taxa do custo de capital. O custo de investimento pode ser expresso pela seguinte fórmula:

$$C_i = C_{cap} + D$$

Sendo:

$$C_{cap} = (V_{equip} + V_{inst}) \times i$$

$$D = \frac{(V_{equip} + V_{inst})}{T_{dep}}$$

e

$$V_{equip} = V_{aparelho} + V_{pilar} + V_{bolha}$$

Onde:

C_i - Custo de investimento;

C_{cap} - Custo de capital;

D - Valor da depreciação do equipamento;

T_{dep} - Tempo de depreciação (vida útil);

C_{cap} - Custo de Capital;

V_{equip} - Valor dos equipamentos;

V_{inst} - Valor do serviço de instalação;

i – Taxa do custo de capital (rentabilidade mínima exigida pelo investidor por período);

$V_{aparelho}$ – Valor do aparelho telefônico;

V_{pilar} – Valor do pilar;

V_{bolha} – Valor da bolha.

5.4. TUP que podem ser retirados

Poderão ser retirados definitivamente da planta os TUP de baixa rentabilidade que estiverem em áreas cobertas por outros telefones, fazendo com que a falta deste não viole as exigências da Anatel.

5.4.1. Análise espacial da localização dos TUP

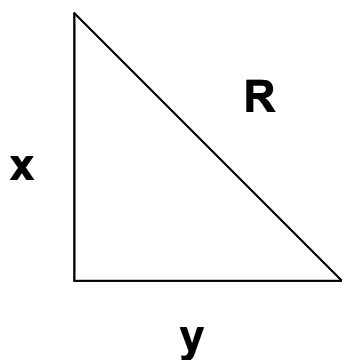
Para realização desta análise espacial é necessário à utilização de um sistema de informação geográfica (SIG) com os TUP identificados no mapa do município.

A exigência da Anatel que influenciará nas decisões de retirada do TUP será a que obriga que o indivíduo não caminhe mais do que 300 metros para encontrar um TUP nas áreas urbanas. A exigência é em distancia percorrida, mas para facilitar os cálculos será usada uma distância euclidiana máxima que garanta o cumprimento da distância percorrida máxima, supondo esta distância percorrida

seja em geometria de quarteirão, também conhecida como “distância Manhattan”. Sendo assim, o primeiro passo de nossa análise será traçar o raio de influência dos TUP, identificando áreas dentro da zona urbana onde a exigência da Anatel está sendo cumprida. Considerando que nas áreas urbanas o indivíduo percorrerá distâncias cartesianas, o raio de influência será:

5.4.2.Cálculo do Raio de Influência do TUP:

O raio deve ser tal que garanta em qualquer hipótese que numa geometria de quarteirão o indivíduo caminhe uma distância igual ou inferior a trezentos metros para encontrar o TUP mais próximo. Portanto, tem-se:



$$\text{Minimizar } R^2 = X^2 + Y^2$$

$$\text{Condição : } X + Y = 300$$

Escrevendo a equação em função de Y :

$$R = \sqrt{(300 - Y)^2 + Y^2}$$

$$R = \sqrt{90000 - 600Y + 2Y^2}$$

Minimizando R :

$$\frac{dR}{dY} = \frac{1}{2} (90000 - 600Y + 2Y^2)^{-\frac{1}{2}} (-600 + 4Y)$$

$$\frac{dR}{dY} = \frac{2Y - 300}{(90000 - 600Y + 2Y^2)^{\frac{1}{2}}} = 0$$

$$Y = 150$$

$$X = 150$$

Por tanto R será :

$$R = 212,13$$

Somente as áreas de influência dos TUP lucrativos (lucro maior que zero) serão traçadas. Os telefones não lucrativos localizados dentro das áreas de influência dos lucrativos poderão ser retirados.

5.5. Locais onde deverão ser instalados novos TUP

Em uma análise visual no mapa com as áreas de influências já traçadas será possível identificar as áreas urbanas em que um indivíduo poderá ter que andar mais de 300 metros para encontrar um telefone público. Portanto, deverão ser instalados novos TUP para atender a exigência da Anatel. Os locais para instalação dos novos TUP serão estabelecidos medindo-se aproximadamente 424 metros do TUP pré-existente mais próximo e assim sucessivamente até a cobertura total da área.

$$D_{TUP} = 2 \times \sqrt{2 \times 150^2} = 300\sqrt{2} = 300 \times 1,414 = 424,26$$

Onde:

D_{TUP} - Distância entre TUP vizinhos.

5.6. Viabilidade econômica do movimento na Planta

Depois de estabelecido quais os TUP serão retiradas e quantos serão remanejados será necessário quantificar o investimento necessário para este movimento e qual será o acréscimo de lucro da planta após as retiradas. Será considerado viável o movimento, caso o retorno do investimento seja previsto em um tempo inferior ao tempo de depreciação do TUP.

5.6.1. Aumento da lucratividade

Para prever o aumento da lucratividade com a retirada dos TUP cuja receita é inferior ao custo, será necessário conhecer o lucro da planta atual de TUP instalada no município.

$$L_p = \left(\sum_1^n R_n \right) - (C \times n)$$

Onde:

L_p - Lucro da planta atual de TUP instalada no município;

R_n - Receita média mensal dos últimos 4 meses de cada TUP da planta;

n - Quantidade de TUP instalada no município;

C - Custo por TUP.

Para o cálculo do lucro da nova planta podem-se considerar duas hipóteses que funcionarão como limites inferiores e superiores da estimativa do novo lucro.

Primeira hipótese: a receita dos TUP retirados será totalmente perdida (limite inferior).

Segunda hipótese: a receita dos TUP retirados será transferida integralmente ao TUP mais próximo (limite superior).

Finalmente, o acréscimo de lucratividade estimada da planta após as retiradas será:

$$\Delta L_p = L_p - L_p'$$

Onde:

ΔL_p - Acréscimo na lucratividade da planta;

L_p' - Lucro estimado da planta após as retiradas.

5.6.2. Investimento necessário para o movimento

Caso haja necessidade de se instalar TUP em novos locais será dada a preferência pelo remanejamento, ou seja, instalar no novo local o TUP que for retirado da planta por baixa lucratividade em áreas onde as normas da Anatel já são atendidas. Desta forma, para cada retirada a Telemar pagará a empresa terceirizada um valor para o serviço de retirada, e para os remanejamentos pagará um serviço de retira e um de instalação.

$$M = (V_{ret} \times R) + (V_{inst} \times I)$$

Onde:

M – Investimento necessário para o movimento;

V_{ret} - Valor do serviço de retirada;

R – Quantidade de TUP que serão retirados;

V_{inst} - Valor do serviço de instalação;

I – Quantidade de novas instalações.

5.6.3. Retorno do Investimento

Retorno de investimento pode ser entendido como o tempo necessário para o retorno do investimento a partir do acréscimo de lucratividade alcançado pelas retiradas de TUP da planta. Para este cálculo deve ser usado o critério decisório do *payback* descontado, portanto, a variação da lucratividade (ΔL_p) funcionará como o valor do fluxo de caixa. O movimento será considerado viável somente se o tempo de retorno previsto do investimento for inferior ao tempo de depreciação do TUP.

$$T_R = n$$

Quando:

$$\sum_0^n VP \geq M$$

Sendo:

$$VP = \frac{V}{(1+i)^n}$$

Onde :

T_R - Tempo de retorno do investimento.

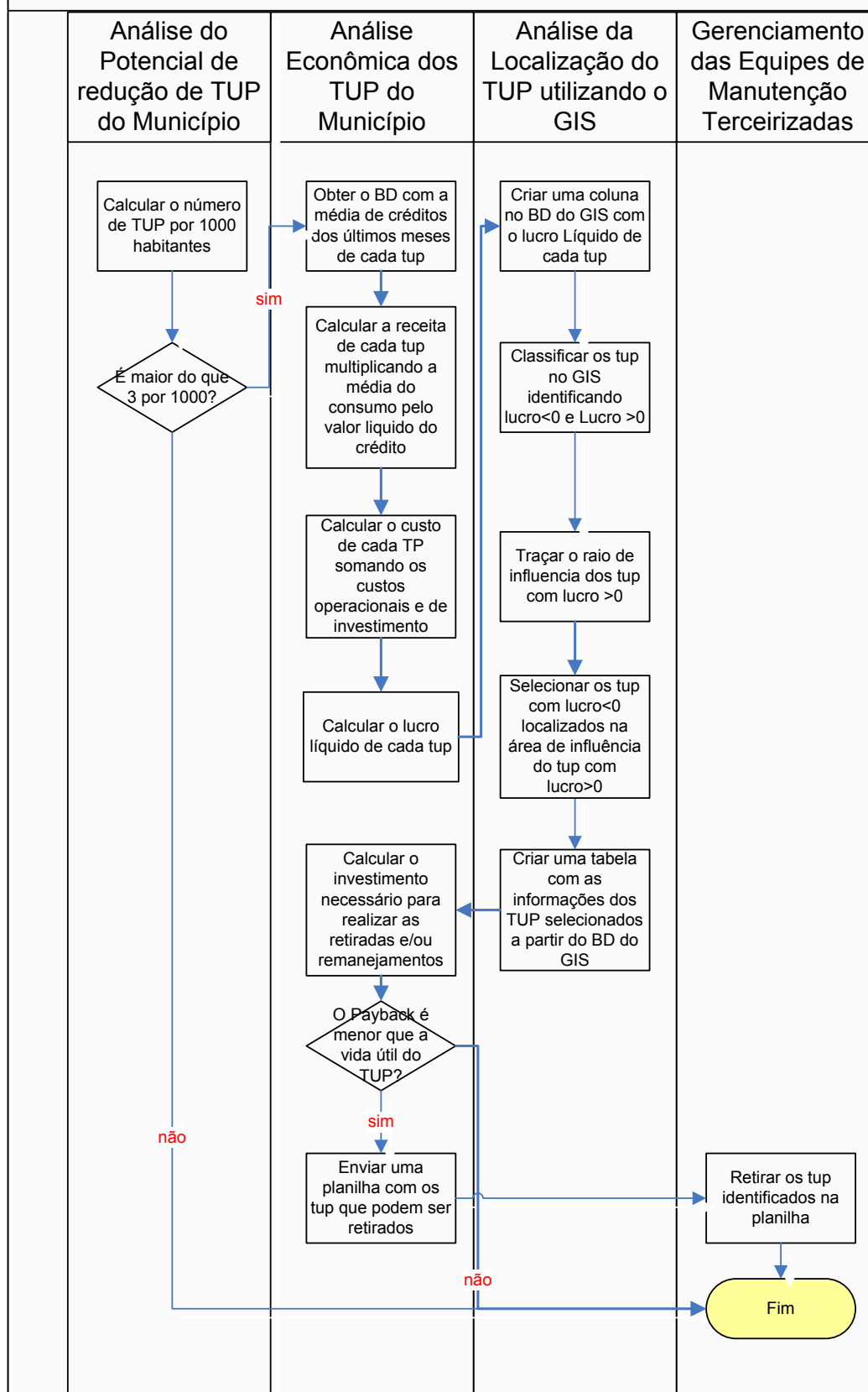
VP: valor presente do fluxo de caixa;

V: valor esperado do fluxo de caixa;

i: rentabilidade mínima exigida pelo investidor por período;

n: período

Identificação de TUP para retirada definitiva



6 Aplicação da Metodologia e Análise dos Resultados

6.1. Escolha do município

A área de estudo escolhida foi o município de Niterói no estado do Rio de Janeiro, em razão de ser uma microrregião metropolitana com características urbanísticas e demográficas semelhantes à Cidade do Rio de Janeiro e Grande Rio apresentando assim, uma situação típica das áreas mais importantes da Empresa. Desta maneira pode-se avaliar a eficácia desta metodologia e posteriormente aplicá-la nas demais cidades do estado ou até mesmo do Brasil. Adicionalmente Niterói é responsável pela segunda maior receita de TUP do Estado e por possuir 4099 telefones públicos identificados no sistema de informação geográfica usado pela Telemar. Por Niterói não apresentar espaço rural, a planta de TUP instalada terá que atender apenas duas exigências da Anatel:

Primeira: “A ativação dos TUPs deve ocorrer de forma que, em toda a localidade, inclusive nas áreas de urbanização precária, existam, distribuídos territorialmente de maneira uniforme, pelo menos três TUPs por grupo de mil habitantes”.

Segunda: “as Concessionárias devem assegurar a disponibilidade de acesso a TUPs, na distância máxima de trezentos metros, de qualquer ponto dentro dos limites da localidade”.

A primeira restringe o número mínimo de TUP e a outra impõe uma distribuição geográfica para a localização dos telefones públicos. Em uma rápida análise apenas considerando a exigência da Anatel que delimita o número mínimo de TUP, Niterói mostra um excesso de aproximadamente 2582 telefones. Esses dados mostram que este município tem um grande potencial de retirada de telefones, com conseqüente diminuição dos custos operacionais e aumento da lucratividade da planta.

6.2. Coleta e seleção dos Dados

- A quantidade de habitantes do Município foi obtida do censo 2000 do instituto brasileiro de geografia e estatística (IBGE).

População Censo IBGE 2000	
Niteroi	459451

- Do cadastro da Telemar foi obtida a localização dos 4099 TUP instalados em Niterói.

- A partir do sistema de bilhetagem dos TUP foi extraído o consumo mensal de créditos de cada TUP do município em dado ano recente.

- A Telemar remunera as empresas prestadoras de serviços de rede (terceirizada) pagando um valor por acesso (VA).

- Custos operacionais:

Manutenção da rede TUP	
VA (R\$)	3
Manutenção do Aparelho	
VA (R\$)	2,9

- Custo de Investimento:

Instalação	
serviço	206,1
Equipamentos	
bolha	45
pilar	93
aparelho	410
Remanejamento	
serviço de instalação	206,1
serviço de retirada	61,53
Tempo de depreciação (anos)	5
tx custo capital (anual)	0,24

- Valor do Crédito deduzido do imposto: R\$ 0,0786625

Cabe aqui lembrar que os dados foram alterados de forma a preservar sua confidencialidade sem perda das características relevantes típicas da realidade que se pretende estudar.

6.2.1. Carta geográfica urbana do município no sistema de informação geográfica:

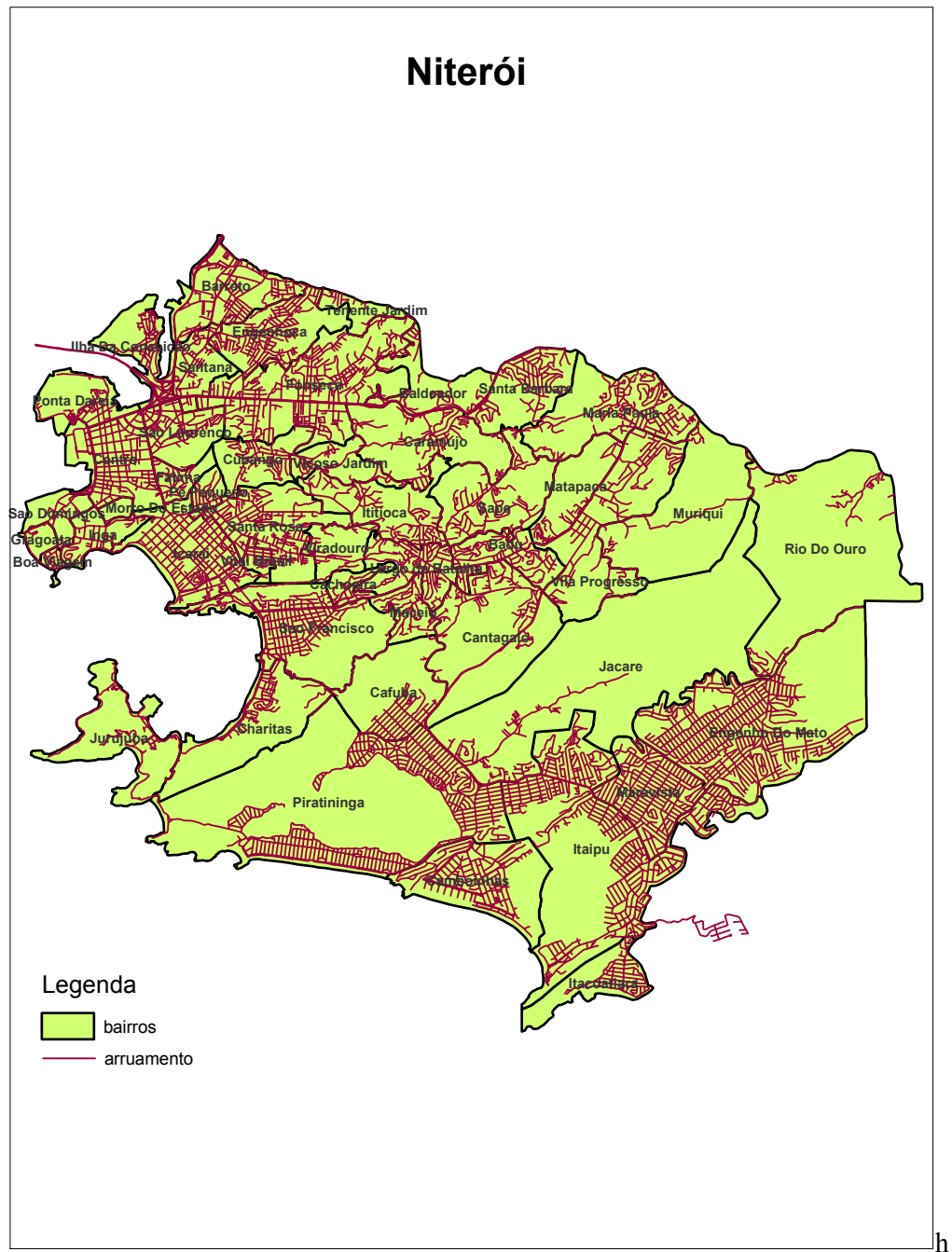


Figura 1 – Carta geográfica do município de Niterói

6.3. Identificação dos TUP com lucro negativo

Usando a metodologia proposta no capítulo anterior, subitem 4.2, identifica-se os telefones que trazem prejuízo ao negócio de telefone para uso público.

6.3.1. Cálculo da Receita do TUP

Fórmula apresentada no item 4.2.1:

$$R = \left(\frac{\sum_{Cr=1}^{Cr=4} Cr}{4} \right) \times 0,0787 \quad (\text{item 4.2.1})$$

Esta formula foi aplicada na tabela extraída do sistema que armazena os créditos consumidos mensalmente pelo TUP nos meses de janeiro, fevereiro, março e abril. Desta maneira foi transformada a média de crédito mensal em média de receita mensal.

6.3.2. Cálculo do Custo

Custo operacional mensal de R\$ 5,90 por TUP:

$$C_{op} = VA_{rede} + VA_{aparelho}$$

$$C_{op} = 3,00 + 2,90$$

$$C_{op} = 5,90$$

Custo de investimento anual R\$ 241,312 por TUP:

$$V_{equip} = V_{aparelho} + V_{pilar} + V_{bolha}$$

$$V_{equip} = 410,00 + 93,00 + 45,00$$

$$V_{equip} = 548,00$$

$$D = \frac{(V_{equip} + V_{inst})}{T_{dep}}$$

$$D = \frac{(548 + 206,1)}{5}$$

$$D = 150,82$$

$$C_{cap} = (V_{equip} + V_{inst}) \times i$$

$$C_{cap} = (548 + 206,1) \times 0,24$$

$$C_{cap} = 180,99$$

$$C_i = C_{cap} + D$$

$$C_i = 180,99 + 150,82$$

$$C_i = 331,81$$

Custo mensal R\$ 35,56 por TUP:

$$C = C_{op} + C_i$$

$$C = 5,90 + \frac{331,81}{12}$$

$$C = 35,56$$

6.3.3. Lucro de cada TUP

$$Lucro = Receita - R\$ 35,56$$

A formula acima foi aplicada na tabela onde foi calculada a receita média mensal de cada TUP a partir do consumo mensal de créditos. Desta maneira foram identificados 1719 telefones com prejuízo. Esses telefones serão elegíveis para a retirada.

6.4. Identificação dos Telefones que serão retirados

Para decidir dentre os 1719 telefones quais serão retirados é preciso assegurar que as exigências da Anatel não serão violadas após a retirada. Existem duas exigências que devem ser cumpridas no caso de Niterói.

6.4.1. Mínimo de 3 TUP por cada grupo de 1000 habitantes

A Anatel exige que cada município tenha no mínimo 3 TUP por 1000 habitantes. Niterói possui 459451 habitantes segundo o Censo do ano 2000 realizado pelo IBGE, para dar uma margem de segurança na avaliação do cumprimento desta exigência foi considerado um aumento de 10% na população.

$$população = 459451 \times 1,1$$

$$população = 505397$$

Número mínimo de TUP exigido pela Anatel:

$$Mínimo = \frac{505397}{1000} \times 3$$

$$Mínimo = 1517$$

Niterói possui atualmente 4099 telefones públicos, portanto analisando apenas esta exigência da Anatel poderíamos retirar todos os 1719 telefones não lucrativos, caso os restantes satisfaçam a cobertura exigida pela Anatel.

6.4.2. Distribuição social da localização dos TUP

Para avaliar o cumprimento à exigência de cobertura foi utilizado o ARCGIS (sistema de informação geográfica) para visualizar a distribuição espacial dos telefones não lucrativos que podem retirar. Para facilitar à visualização no mapa dos telefones candidatos a retirada, foi aplicada uma escala de cores na lucratividade dos telefones.

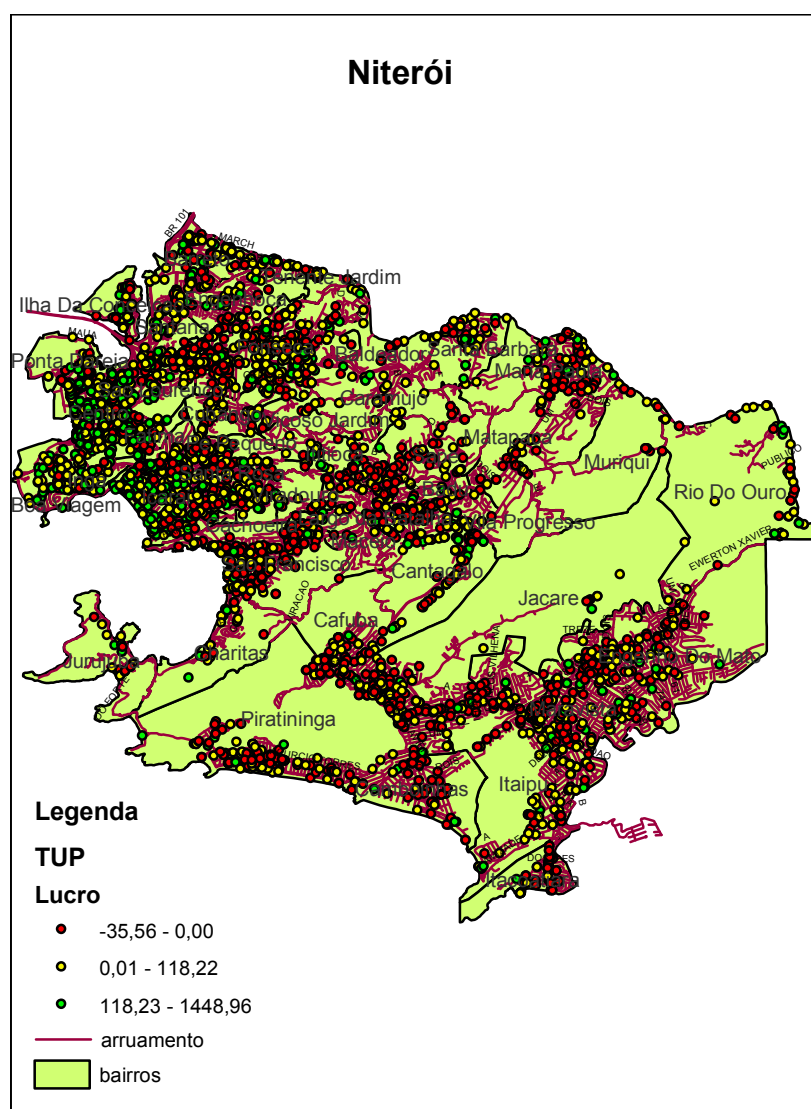


Figura 2 – TUP classificado quanto a lucratividade

A ilustração acima mostra o município de Niterói com a localização dos TUP classificados quanto sua lucratividade

Aplicando o procedimento sugerido no item 5.3.1, traçando o raio de influência de 212,13 metros a partir dos telefones lucrativos foram identificados 1603 telefones não lucrativos que podem ser retirados sem violar as exigências da Anatel.

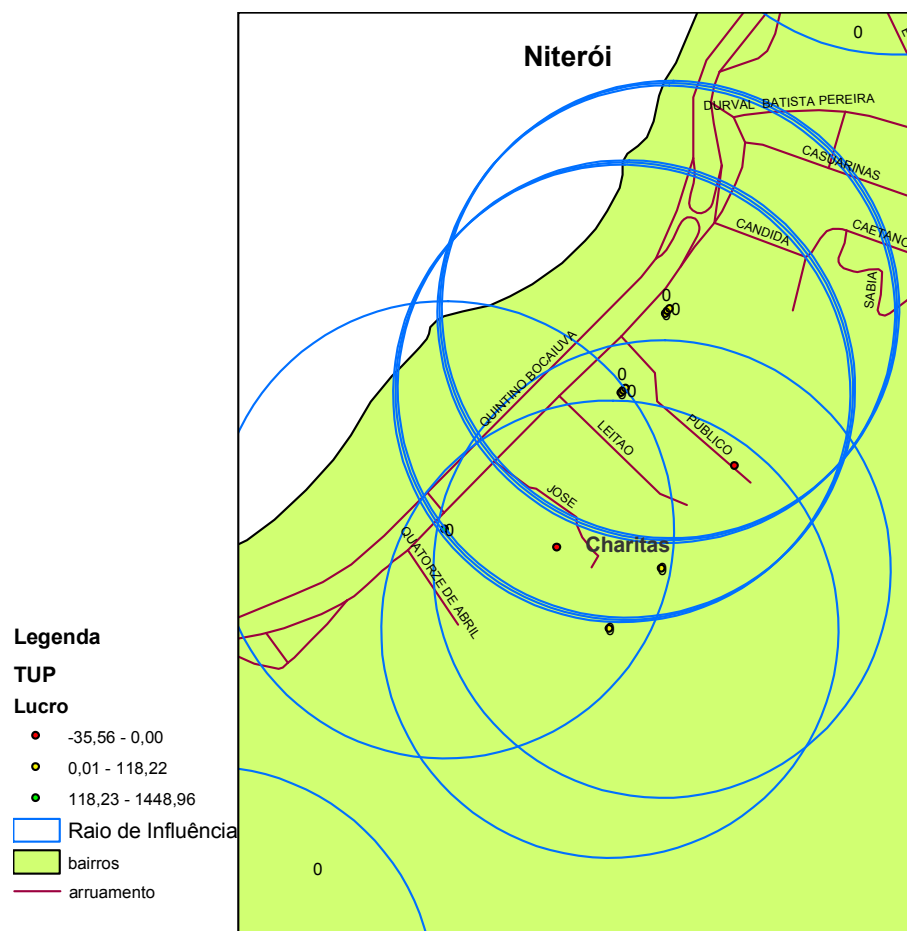


Figura 3 – Telefone não lucrativo em área já coberta por outro TUP

A ilustração acima mostra os telefones não lucrativos dentro das áreas de influência dos telefones lucrativos

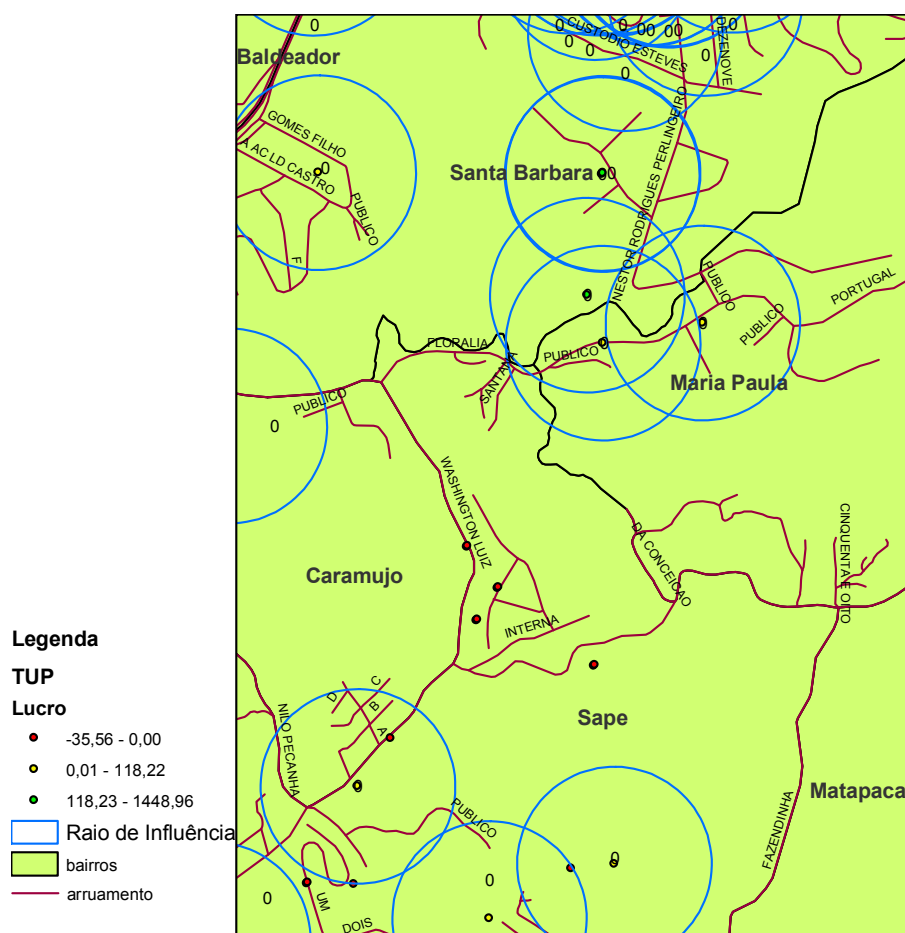


Figura 4 – TUP que não pode ser retirado

A ilustração acima mostra exemplos de telefones não lucrativos que, segundo o método, não poderão ser retirados nos bairros Caramujo e Sape, pois sua área não é coberta pelo raio de influência dos telefones lucrativos.

6.4.3. Identificação dos locais que faltam TUP

Utilizando o procedimento do item 5.2 foram identificados 19 locais em que o indivíduo pode andar mais de 300 metros para encontrar um telefone como mostra a tabela abaixo:

A ilustração acima mostra a rua Orlando no bairro Jacaré apresentando a carência de aproximadamente 7 telefones públicos. Vale ressaltar que essas conclusões se referem à base de dados de trabalho, cuja correção não foi verificada e, também, à hipótese de que toda a área é habitável.

6.5. Cálculo da viabilidade econômica da mudança

O presente estudo de caso sugere que possam ser retirados da planta 1602 telefones e há 19 locais onde devem ser instalados telefones para se adequar à exigência da Anatel. Será apresentado o estudo da viabilidade econômica deste movimento na planta que consisti em 1602 retiradas e 19 remanejamentos. É utilizado o procedimento 5.3:

6.5.1. Cálculo do Aumento da Lucratividade da Planta

Lucratividade atual da Planta:

$$L_p = \left(\sum_1^n R_n \right) - (C \times n)$$

$$L_p = \left(\sum_1^{4099} R_n \right) - (35,56 \times 4099)$$

A somatória das receitas médias dos 4099 telefones foi calculada na planilha gerada no item 5.3.1.

$$L_p = 254912,7607$$

Cálculo da nova planta considerando a perda total da receita dos telefones retirados (limite inferior):

$$L_p' = \left(\sum_1^{2515} R_n \right) - (35,56 \times 2515)$$

$$L_p' = 284458,9186$$

Cálculo da nova planta considerando que toda a receita dos telefones retirados será transferida ao telefone remanescente mais próximo.

$$L_p' = \left(\sum_1^{4099} R_n \right) - (35,56 \times 2515)$$

$$L_p' = 308056,4887$$

Estimativa de aumento da lucratividade da planta após a mudança:

$$\text{Mínimo: } \Delta L_p = L_p' - L_p = 284458,9186 - 254912,760 = \text{R\$ } 29546,16$$

$$\text{Máximo: } \Delta L_p = L_p' - L_p = 308056,4887 - 254912,760 = \text{R\$ } 53143,73$$

6.5.2. Cálculo Investimento necessário para o movimento

Seguindo o procedimento sugerido no item 5.3.2 para o cálculo de 1603 retiradas e 19 instalações (remanejamento).

$$M = (V_{ret} \times R) + (V_{inst} \times I)$$

$$M = (61,53 \times 1603) + (206,1 \times 19)$$

$$M = \text{R\$ } 102.548,49$$

6.5.3. Retorno do Investimento

Seguindo o item 5.6.3:

Análise do tempo de *payback* descontado máximo:

A variação mínima da lucratividade anual:

$$\Delta L_p \times 12 = 354553,92$$

Portanto:

Tempo (ano)	0	1	2	3
Valores do Fluxo de Caixa	-102548,49	354553,9	354553,9	354553,9
Valor Presente do Fluxo de Caixa	-102548,49	285930,6	230589,2	185959

$$VP = \frac{V}{(1+i)^n}$$

$$VP = \frac{354553,92}{1,24}$$

$$VP = 285930,59$$

Como VP do primeiro ano é maior que o investimento (custo do movimento) conclui-se que o período *payback* descontado será de um ano. Considerando que a vida economicamente útil do ativo, ou seja, tempo de

depreciação do telefone público é de cinco anos. Pode-se afirmar que este projeto é viável.

Análise do tempo de *payback* descontado mínimo:

Variação máxima da lucratividade anual

$$\Delta Lp \times 12 = 637724,74$$

Tempo (ano)	0	1	2	3
Valores do Fluxo de Caixa	-102548,49	637724,7	637724,7	637724,7
Valor Presente do Fluxo de Caixa	-102548,49	514294,1	414753,3	334478,5

$$VP = \frac{V}{(1+i)^n}$$

$$VP = \frac{637724,74}{1,24}$$

$$VP = 514294,1$$

Como VP do primeiro ano é maior que o investimento (custo do movimento) conclui-se que o período *payback* descontado será de um ano. Considerando que a vida economicamente útil do ativo, ou seja, tempo de depreciação do telefone público é de cinco anos, pode-se afirmar que este projeto é viável.

6.6. Discussão dos Resultados

Resumo dos Resultados	
Retirada	1603
Custo da Retirada	R\$ 98.632,59
Remanejar	19
custo do Remanejamento	R\$ 3.915,90
Planta Atual	
TUP	4099
Receita Líquida (mensal)	R\$ 392.435,58
Custo Total (mensal)	R\$ 137.522,82
Lucro Líquido (mensal)	R\$ 254.912,76
Nova Planta	
TUP	2515
Receita Líquida (mensal)	R\$ 368.838,01
Custo Total (mensal)	R\$ 84.379,09
Lucro Líquido (mensal)	R\$ 284.458,92
Retorno Payback Descontado	
Custo do Movimento (investimento)	R\$ 102.548,49
Taxa do custo de capital ao ano	24,00%
Pay Back máximo	1 ano
Pay Back mínimo	1 ano
Variação mensal mínima do Lucro	R\$ 29.546,16
Variação mensal máxima do Lucro	R\$ 53.143,73

Os resultados mostram que (com base nos dados hipotéticos utilizados) este trabalho deve ser aplicado ao município de Niterói, visto que na previsão mais conservadora a Telemar terá um acréscimo mínimo de R\$ 285930,59 sobre seu lucro anual atual e no máximo R\$ 514294,10 em valores presentes. Ainda que não sejam esses os valores reais, a ordem de grandeza do ganho está correta.

7 Conclusão

Foi apresentado o problema da baixa rentabilidade dos telefones públicos da Telemar e se propôs uma metodologia simples e de baixo custo para aumentar a lucratividade deste negócio. A metodologia conjugou análise econômica e geográfica da planta de telefones públicos instalada em um município. A análise econômica identificou os telefones públicos de baixa rentabilidade e a análise da localização geográfica indicou dentre os telefones identificados, quais podem ser retirados sem violar o plano geral de metas de universalização da Anatel. Na análise da localização geográfica dos telefones foi utilizado o ARCGIS e uma aproximação da distância máxima admissível para a definição do tamanho do raio de influência dos telefones garantindo, assim, o cumprimento da exigência de cobertura da Anatel mesmo após a retirada de serviço dos telefones de baixa rentabilidade. Com a simulação (utilizando dados similares aos reais) da retirada definitiva dos telefones selecionados, a lucratividade da planta de telefones do município estudado aumentou 11,6% na previsão mais conservadora, mas este acréscimo pode chegar próximo a 21%. A metodologia para rentabilização dos telefones públicos foi apresentada de forma a possibilitar que outros profissionais da área possam aplicá-la na zona urbana de qualquer outro município do Brasil.

Não foram estudadas nem identificadas as áreas com alta demanda com TUPs saturados (alta utilização) onde possivelmente haveria aumento de receita com a instalação de mais telefones públicos nesta área. Este trabalho não mensura os benefícios econômicos com a liberação de códigos de acesso e facilidades nas centrais telefônicas a partir das retiradas definitivas de telefones como foi proposto no estudo de caso apresentado. Existe a probabilidade de haver alguma consequência negativa a imagem da Telemar devido à reação da opinião pública por se retirar de Niterói 1584 telefones públicos. Entretanto, pode-se fazer uma inferência dizendo que se houver algum desconforto da população, este fato não tomará proporções consideráveis, visto que os telefones que serão retirados tem baixa ou nenhuma utilização mensal. Este trabalho focou o problema de excesso e má distribuição de telefones públicos em localidades desenvolvidas. Para as zonas

rurais e de baixa densidade demográfica deve ser feito um trabalho de localização de telefones públicos, provavelmente estudando o modelo de localização com cobertura, modelo das p-medianas e, aliando a esses, o uso de sistema de informação geográfica. A questão da telefonia pública nas áreas rurais, aldeias indígenas ou qualquer outra área distante dos grandes centros urbanos não foi explorada neste trabalho.

A metodologia apresentada neste trabalho pode ser aplicada a outros problemas com restrição de cobertura mínima nos quais as facilidades estejam plotadas em mapas digitalizados, para que seja possível a utilização de um sistema de informação geográfica como o ARCGIS.

O sistema de informação geográfica foi fundamental nesta dissertação, transformando-a em um trabalho de localização e identificação de telefones uma tarefa relativamente simples e de fácil entendimento.

7.1. Recomendações para empresa:

A metodologia de identificação de telefones prejudiciais ao negócio pode ser aplicada nos municípios de todos os dezesseis estados da Telemar, sem preocupação, pois o próprio modelo de custos acusa quando o projeto é inviável economicamente. Quando for decidido pela aplicação deste método deve-se ter a preocupação de atualizar os dados variáveis no tempo como: custo dos equipamentos que compõem o TUP, custos relacionados à contratação da manutenção terceirizada, custos dos serviços de retirada e instalação, taxa de custo de capital (custo de oportunidade), etc.

7.2. Extensão da pesquisa:

Uma possível extensão deste tema é estudar a situação dos telefones em zonas rurais, aldeias indígenas ou qualquer outra área de baixa densidade demográfica onde a Anatel está exigindo a partir deste ano as seguintes metas de universalização:

- Atendimento das localidades com 100 a 300 habitantes com pelo menos um TUP – localidade coletiva

- Atendimento das localidades com mais de 300 habitantes com STFC - localidades individuais.

Outra possível extensão deste trabalho é estudar os benefícios econômicos trazidos pela liberação de códigos de acesso, faixa de numeração e facilidades nas centrais telefônicas devido a desativação permanente de telefones públicos de baixa rentabilidade.

Finalmente, do ponto de vista acadêmico, o problema aqui discutido pode ser analisado por técnicas mais complexas como o método de localização-atribuição com cobertura mínima. O desenvolvimento dessas técnicas para tratar as nuances do problema de localização de TUPs é um desafio para acadêmicos que se dedicam à disseminação de técnicas mais avançadas na indústria.

8 Bibliografia:

PIZZOLATO, N.D., BARROS, BARCELOS, F. & CANEN, A.G. (2004). Localização de escolas públicas: síntese de algumas linhas de experiência no Brasil. **Pesquisa Operacional**, v.24, n.1, p.111-131.

GALVÃO, R. D. Uncapacitated facility location problems: Contributions. **Pesquisa Operacional**, v.24, n.1, p.7-38, 2004.

GITMAN, L.J. **Princípios de Administração Financeira**. Sétima Edição. São Paulo: Editora Harbra, ANO.

RE VELLE, C.S. (1987). Urban facility location. In: **Handbook of Urban and Regional Economics**. [Editor E. Mills], 2, North-Holland, Amsterdam.

RE VELLE, C.S.. Review, extensions and predictions in emergency service siting models. **European Journal of Operational Research**, v.40, p.58-69. 1989.

CHURCH, R.L. & REVELLE, C.S. (1974). The maximal covering location problem. **Papers of the Regional Science Association**, 32, 101-118.

WHITE, J. & CASE, K. (1974). On covering problems and the central facility location problem. **Geographical Analysis**, 6, 281-293.

BOFFEY, T.B. & NARULA, C.S. (1997). **Multiobjective covering and routing problems**. In: Essays in Decision Making: A Volume in Honor of Stanley Zionts [edited by M. Karwan, J. Sprong & J. Wallenius], Springer, Berlin, 342-370.

CHUNG, C.H. (1986). Recent applications of the Maximal Covering Location Problem (MCLP) model. **Journal of the Operational Research Society**, 37, 735-746.

EATON, D.; HECTOR, M.; SANCHEZ, V.; LATINGUA, R. & MORGAN, J. (1986). Determining ambulance deployment in Santo Domingo, Dominican Republic. **Journal of the Operational Research Society**, 37, 113-126.

CURRENT, J.R. & O'KELLY, M. (1992). Locating emergency warning sirens. **Decision Sciences**, 23, 221-234.

PASTOR, J.T. (1994). Bi-criterion programs and managerial locations: application to the banking sector. **Journal of the Operational Research Society**, 45, 1351-1362.

DWYER, F.R. & EVANS, J.R. (1981). A branch and bound algorithm for the list selection problem in direct mail advertising. **Management Science**, 27, 658-667.

DASKIN, M.S.; JONES, P.C. & LOWE, T.J. (1990). Rationalizing tool selection in a flexible manufacturing system for sheet metal products. **Operations Research**, 38, 1104-1115.

GALVÃO, R.D. & REVELLE, C.S. (1996). A Lagrangean heuristic for the maximal covering location problem. **European Journal of Operational Research**, 88, 114-123.

DOWNS, B.T. & CAMM, J.D. (1996). An exact algorithm for the maximal covering location problem. **Naval Research Logistics Quarterly**, 43, 435-461.

DASKIN, M. & STERN, E. (1981). A hierarchical objective set covering model for emergency medical service vehicle deployment. **Transportation Science**, 15, 137-152.

EATON, D.; CHURCH, R.L.; BENNET, V. & NAMON, B. (1981). On deployment of health resources in rural Colombia. **TIMS Studies in Management Science**, 17, 331-359.

HOGAN, K. & REVELLE, C.S. (1986). Concepts and applications of backup coverage. **Management Science**, 32, 1434-1444.

BATTA, R. & MANNUR, N.R. (1990). Covering-location models for emergency situations that require multiple response units. **Management Science**, 36, 16-23.

3ª CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE TELEFONIA PÚBLICA, 2005, Brasília. Disponível em:
<http://www.networkeventos.com.br/eventos/oevento.asp?ide=332>. Acesso em: 21 jan. 2005.