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 euclideana) 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)

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

$s.a$

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

$$\sum_{i \in I} y_i = p \tag{3}$$

$$\xi_j \in \{0,1\}, j \in J \tag{4}$$

$$y_i \in \{0,1\}, i \in I. \tag{5}$$

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 iqual 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 ($\xi_j = 0$ as 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, exeqüível. 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 capitulo 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 conseqüência, 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.