

# APLICAÇÃO DO APOIO MULTICRITÉRIO À DECISÃO EM DOIS PROCESSOS DE ORDENAÇÃO: TECNOLOGIA DE TELEFONIA MÓVEL E EQUIPAMENTOS A LASER

**CF Carlos Francisco Simões Gomes, D.Sc**

CASNAV & IBMEC-RJ

[simoes@casnav.mar.mil.br](mailto:simoes@casnav.mar.mil.br)

**Elaine de Paiva Gonçalves**

TIM Brasil

[epgoncalves@timbrasil.com.br](mailto:epgoncalves@timbrasil.com.br)

**Aline Mota Tostes**

UVA

[alinetostes@hotmail.com](mailto:alinetostes@hotmail.com)

## RESUMO

O artigo mostra a proposta do modelo de tomada de decisão, em dois processos de comparação de tecnologia aplicado à telefonia móvel, destacando as características principais. O modelo é desenvolvido por intermédio de definições e ponderações de critérios previamente selecionados e conhecidos pelos atores da decisão, e a posterior aplicação em uma Metodologia de Apoio Multicritério à Decisão para dar suporte no processo de escolha da tecnologia celular a ser utilizada. Este estudo tem como objetivo auxiliar a tomada de decisão através da comparação entre as diversas alternativas existentes para a aquisição de um equipamento a laser (Light Amplified Stimulation Emission Radiation). Para tanto, definiram-se critérios que influenciam diretamente a escolha das possíveis alternativas e utilizou-se como ferramenta a Metodologia de Análise Multicritério THOR e o software que lhe dá suporte. Como resultado, observou-se que a alternativa do equipamento LightSheer é a que melhor atende aos critérios preestabelecidos, enquanto as outras alternativas, de acordo com as preferências do decisor, demonstraram ser menos preferidas que a primeira classificada perante os mesmos requisitos.

**Palavras-chave:** Tomada de decisão, Apoio Multicritério à Decisão, Decisão em grupo, Sistemas de apoio à decisão, Serviços de telefonia móvel.

## Abstract

This paper shows a MCDA application in order to compare mobile telephone technologies. The model uses criteria, weights and decision preferences in order to support the decision process. The decision process will suggest the technology to be use. The aim purpose of this work is to contribute to decision making through the comparison of different equipments of laser alternatives. In order to achieve it, criteria were established those have direct influence in choice. It was carried on by THOR, which is a multicriteria analysis methodology. As a result, it was observed that the equipment LightSheer alternative was better classified according to are established criteria, whereas, the other alternatives are modified according to considerations of the decision-maker and they are less interesting than the first classified.

**Key-words:** Decision Process, MCDA, Decision Support Systems. Decision-making, Multicriteria analysis methodology, Laser Equipments, Support sys.

### 1. Apoio Multicritério à Decisão – AMD

Os métodos multicritério têm sido desenvolvidos para apoiar e conduzir os decisores na avaliação e escolha da alternativa-solução, em diferentes espaços. O espaço das variáveis de decisão, em particular, consiste no conjunto de decisões factíveis e não-factíveis para dado problema. De um modo geral, problemas de decisão podem ser :

- discretos, quando se trata de um número finito de alternativas; ou
- contínuo, quando tal número pode ser pensado como infinito (as alternativas são definidas por restrições matemáticas).

A utilização dos métodos, tanto discretos como contínuos, é imensamente facilitada por softwares especializados. O problema de decisão sob o enfoque do AMD, não visa apresentar ao decisor e/ou aos decisores uma solução para seu problema, elegendo uma única verdade representada pela ação selecionada. Visa, portanto, apoiar o processo decisório, por meio da recomendação de ações ou cursos de ações a quem vai tomar a decisão. Se a qualidade da informação disponível ao longo do processo de resolução de um problema complexo é de inquestionável importância, também o é a forma de tratamento analítico daquela mesma informação.

Vansnick e Bana e Costa (1994) afirmam que o Apoio Multicritério representa uma evolução da Teoria das Escolhas Sociais, distinguindo-se desta noção de importância relativa dos critérios. De acordo com essa Teoria, a preferência do decisor é exercida por resultados sociais, e a função coletiva é de utilidade social.

Os sistemas de suporte (ou apoio) à decisão agilizam sugestões com base em algoritmos implementados via programação que “rodam” em computadores, porém toda essa tecnologia seria de pouca validade se nos esquecêssemos da subjetividade inerente ao processo humano de tomada de decisão, que, como vimos, é o objeto de estudo do AMD.

Para se conseguir um “bom” resultado, é importante buscar um conhecimento perfeito, ou o mais perfeito possível dentro das restrições (tempo, custo, etc) e das conseqüências das nossas alternativas. Estas conseqüências devem ser medidas a curto, a médio e em longo prazo.

A busca da solução de um problema ocorre em ambientes em que os critérios são conflitantes, onde o ganho de um critério pode causar perda em outro. Temos que escolher as soluções finais, levando em consideração o compromisso das diversas relações de troca intermediárias dos processos adotados.

O AMD permite a priorização de alternativas em uma situação de critérios conflitantes, buscando satisfazer as restrições, com objetivos também conflitantes (Buchanan & Gardiner, 2003), ou seja, uma solução de compromisso. Assim sendo, o AMD pode fornecer métodos para o apoio à negociação e/ou decisão em grupo. O uso do AMD consiste segundo (Matsatsinis e Samaras, 2001) em:

- a) estruturar o processo da decisão, identificando regras de decisão, critérios e pesos dos critérios;
- b) representar as múltiplas visões dos atores da decisão; e
- c) agrupar preferências eliciando os valores do grupo.

Salienta-se que o AMD começa a busca da(s) alternativa(s) de solução do problema pelas soluções e alternativas não-dominadas (Marmol et al, 2002). Matsatsinis e Samaras (2001) afirmam que os métodos do AMD são uma excelente ferramenta para redução (apoio à diminuição) dos conflitos interpessoais quando o objetivo é obter o consenso entre grupos ou pessoas, senão, pelo menos, buscando a minimização de conflitos individuais. Um grande obstáculo a qualquer processo de decisão em grupo e mais ainda na negociação é que cada participante tem a sua percepção do problema alterada de acordo com os resultados possíveis da decisão ou negociação. A percepção das diferenças de visões do problema e/ou

preferências individuais aparece quando se pretende criar um modelo que agregue as preferências do grupo, baseado nas preferências individuais.

Salienta-se que até os anos 60 a Pesquisa Operacional foi dominada pela procura do ótimo, que se tornou a principal justificativa para o desenvolvimento de métodos de tomada de decisão. No final dos anos 60 os primeiros métodos foram criados numa iniciativa pioneira de se encontrar respostas para as dificuldades enfrentadas nos processos decisórios reais.

A partir dos anos 70 houve o surgimento de vários novos métodos capazes de auxiliar o processo de tomada de decisão. Estes métodos assumiam a necessidade de se considerar simultaneamente vários critérios para uma mesma tomada de decisão. Com o passar dos anos, muitas pesquisas e metodologias foram desenvolvidas de modo mais específico e detalhadas. Essas pesquisas estavam voltadas essencialmente para a elaboração de critérios de agregação e pouco se dedicavam à elaboração de modelos de estruturação dos problemas.

O modelo para tomada de decisão compreende os critérios, seus pesos e as notas (classificação) que são dadas para cada alternativa em cada critério, para a problemática de curto e médio prazo. Pressupondo o conhecimento das preferências dos atores da decisão e a qualidade da avaliação pode-se admitir que uma ação é tão boa, melhor ou pior que uma outra. Também são atribuídos pesos aos critérios para a decisão.

### 1.1. Critérios

Critério é um eixo de comparação das alternativas, e é expresso de forma qualitativa ou quantitativa, considerando os pontos de vista, objetivos, aptidões ou entraves relativos ao contexto real, permitindo o julgamento das ações potenciais. A família de critérios deve considerar todos os atores do processo decisório para continuar o apoio à decisão, e deve conter um número suficientemente “pequeno” de critérios que permita em uma análise intercritério obter informação necessária para implementar um processo “de agregação” (Gomes et ali, 2002). Os critérios devem seguir:

**Axioma da Exaustividade:** Possuir todos os pontos de vista julgados importantes, permitindo a classificação das alternativas nos critérios. Se,  $j \in F$ ,  $g_j(b) = g_j(a)$ , então, qualquer que seja a ação  $c$ , temos:  $c H b \rightarrow c H a$ ,  $H \in \{I, P, Q, R, \sim, >, S\}$ ;  $b H' c \rightarrow a H' c$ ,  $H' \in \{I, P, Q, R, \sim, >, S\}$ . Foi realizado um teste prático realizado com o objetivo de verificar se  $F$  é exaustiva; verificou-se se os critérios escolhidos estão representando todos os atributos que deviam realmente ser considerados no problema. Para isso, formulou-se o questionamento: Podemos imaginar duas ações  $a$  e  $b$ , verificando  $j \in F$ ,  $g_j(b) = g_j(a)$  e ainda assim ser possível justificar a negação da indiferença  $b I a$ ? - Caso a resposta ao teste fosse positiva, o axioma da exaustividade não estaria sendo respeitado pela família  $F$ . (Gomes et ali, 2002).

**Axioma da coesão:** Os critérios estão de acordo com o objetivo do estudo e representam de forma clara e correta os juízos de valores. Sejam  $a$  e  $b$  ações potenciais ligadas por uma relação segundo a qual  $a$  é pelo menos tão boa quanto  $b$  ( $a P b$ ,  $a Q b$  ou  $a I b$ ). Se, por um processo qualquer, ocorrer aumento na *performance* de  $a$ , segundo um critério  $g_k$ , permanecendo inalteradas as demais *performances*  $g_i(a)$ ,  $i \neq k$ , então a ação  $a^*$  assim obtida é tal que sua relação com  $b$  se processa pelo menos no mesmo nível de intensidade anteriormente existente, ocorrendo ou não depreciação de alguma *performance* de  $b$ .

Podemos imaginar duas ações  $a$  e  $b$ , verificando  $a I b$  diante das quais se justifica que, melhorando alguns desempenhos de  $a$  (os outros permanecendo inalterados) e/ou degradando alguns desempenhos de  $b$  (os outros permanecendo inalterados), chegamos a caracterizar duas ações  $a^*$  e/ou  $b^*$ , tais que  $a^*$  não pareça ser ao menos tão boa quanto  $b^*$ ? Caso a resposta ao teste fosse positiva, o axioma da coesão não estará sendo respeitado pela família  $F$ . Nessa situação, as definições dos critérios teriam que ser revistas. (Gomes et ali, 2002).

**Axioma da não-redundância:** Um aspecto abordado por um critério não poderá aparecer em outro critério. Considere um critério  $k$  de  $F$  e, retirando esse critério, a família  $F \setminus \{k\}$  deduzida

de  $F$ . Admita que os  $n-1$  critérios de  $F \setminus \{k\}$  sejam suficientes para prover a essa nova família o papel inicial de  $F$ . Dizemos então que  $k$  é um critério redundante, isto é, sua retirada define uma família  $F \setminus \{k\}$  que satisfaz às duas exigências de exaustividade e coesão. Ou seja,  $k$  é fortemente dependente dos  $n-1$  critérios que constituem  $F \setminus \{k\}$ . Existe um critério  $k$  cuja retirada define uma família que não passa nos testes de exaustividade e de coesão? Caso a resposta ao teste fosse negativa, o axioma da não-redundância não estaria sendo respeitado pela família  $F$ . Nessa situação, o critério  $k$  terá que ser excluído da análise (Gomes et al., 2002).

## 1.2 Estudo de Caso e o uso do THOR (Algoritmo Híbrido de Apoio Multicritério à Decisão para Processos Decisórios com Alternativas Discretas)

Este artigo visa analisar dois estudos de caso (problemas):

- a) Estudo comparativo de tecnologias aplicadas à telefonia móvel; e
- b) Estudo comparativo no uso da tecnologia laser em equipamentos de uso estético.

Será utilizado o AMD para comparação das alternativas.

### 1.2.1 THOR

Para obter as possíveis soluções para o problema de decisão analisado, utilizar-se-á o software THOR que apresenta o resultado para uma tomada de decisão bastante confiável.

THOR é um algoritmo que usa, simultaneamente, Teoria da Utilidade Multiatributo, Modelagem de Preferência e Teoria dos Conjuntos Nebulosos e Teoria dos Conjuntos Aproximativos. O uso destas teorias permite que a atratividade de uma alternativa seja quantificada, pela criação de uma função agregação não-transitiva. O SAD THOR, na versão 2.2, implementou o algoritmo THOR utilizando a linguagem Delphi 7 e o Banco de Dados FireBird. A metodologia THOR agrega simultaneamente conceitos da TCA (Teoria dos Conjuntos Aproximativos), Teoria dos Conjuntos Nebulosos e Modelagem de Preferências (Gomes, 1999). O THOR é uma metodologia de ordenação de alternativas discretas, que elimina critérios redundantes considerando simultaneamente se a informação é dúbia (TCA) e se ocorre elevação da imprecisão do processo de decisão (Teoria dos Conjuntos Nebulosos), quantificando a imprecisão e utilizando-a no processo de decisão AMD. Permite a entrada de dados de mais de um decisor, simultaneamente, possibilitando que estes expressem seu(s) juízo(s) de valor(es) em escala de razões, intervalares ou ordinal, permitindo também que o decisor execute o processo de decisão sem atribuir pesos aos critérios. Algumas informações adicionais são necessárias para a aplicação da metodologia:

i) estabelecimento de um peso para cada critério, representando a importância relativa entre eles;

ii) estabelecimento de um limiar de preferência ( $p$ ) e de indiferença ( $q$ ) para cada critério. O limiar de indiferença é explicitado por uma função  $q[g(a)]$ , que pode ser constante em algumas situações, e representa um limite superior ( $q$ ) para a diferença  $g(b)-g(a)$ , tal que, qualquer valor desta diferença inferior a ele, não é suficiente para garantir a preferência estrita de  $b$  sobre  $a$ , ou até mesmo a preferência fraca. O limiar de preferência, por sua vez, é representado por uma função  $p[g(a)]$ , que representa a diferença  $g(b)-g(a)$ , podendo ser constante em algumas situações, e representa um limite inferior ( $p$ ), abaixo do qual não é suficiente (ou seja, este limite é insignificante ou não pode ser mensurado, face a ser ínfimo) para optar por uma preferência estrita de  $b$  sobre  $a$  (Roy e Bouyssou, 1993). Estabelecimento de uma discordância para cada critério. Segundo Gomes et al 2002, a discordância consiste no fato de que não existem critérios em que a intensidade de preferência de  $b$  em relação a  $a$  ultrapasse um limite aceitável.

Observação: Quantificação da imprecisão para cada peso, ou seja, qual é a segurança em uma escala de 0 a 1, onde zero é insegurança total. O decisor ao atribuir valor 1 está plenamente seguro do peso que atribuiu ao critério. Também é necessário atribuir peso para cada classificação das alternativas em cada critério, uma vez que o julgamento de valor empregado

nos métodos de apoio multicritério à decisão nem sempre pode ser expresso de maneira segura e precisa.

Ressalte-se que as relações de sobreclassificação em vez de só indicar as relações de dominância, possuem um quantitativo numérico que representam o “valor da alternativa”, através de uma função de valor aditiva. Esta aproximação permite representar a relação de dominância e a hierarquia dos valores das alternativas. Três situações são admitidas para que uma alternativa seja melhor do que a outra (Gomes, 1999):

→ *S1 – Situação 1:*  $aPb \geq aQb + aIb + aRb + bQa + bPa$

→ *S2 – Situação 2:*  $aPb + aQb \geq aIb + aRb + bQa + bPa$

→ *S3 – Situação 3:*  $aPb + aQb + aIb \geq aRb + bQa + bPa$  onde,

Limite de preferência ( $p$ ):  $aPb \leftrightarrow g(a) - g(b) > + p$  ; Limite de indiferença ( $q$ ):  $aIb \leftrightarrow -q \leq g(a) - g(b) \leq + q$  ; Situação de preferência fraca:  $aQb \leftrightarrow q < |g(a) - g(b)| \leq p$ .

Na situação S1, as alternativas só contam como pontos para situações em que  $aPb$ . A alternativa  $a$  é comparada com todas as outras alternativas. Por exemplo, comparando  $a$  com  $b$ , verificam-se os critérios nos quais  $aPb$ , levando-se em consideração os limiares de preferência, indiferença e a discordância, verificando se satisfaz a condição imposta. Se satisfaz, tem-se que  $a$  domina  $b$ . Posteriormente, somam-se os pesos dos critérios nos quais a condição foi atendida. Para uma alternativa  $c$ , repete-se o mesmo procedimento descrito anteriormente. A pontuação final da alternativa  $a$  será a soma desses valores obtidos. Para a situação S2, as alternativas contam como pontos para situações em que  $aPb$  e  $aQb$ . Já na situação S3, as alternativas contam como pontos para situações em que  $aPb$ ,  $aQb$  e  $aIb$ . Nota-se que as duas últimas situações (S2 e S3) são menos rigorosas que a primeira (S1), de forma que uma diferença menor permite classificar uma alternativa como melhor que outra.

A descrição do algoritmo THOR e do software que lhe dá suporte estão em (Gomes, 1999 e 2005). A descrição de aplicações do THOR está em: (Gomes et ali, 2000), (Gomes et ali, 2001), (Nunes et ali, 2003), (Xavier et ali, 2004), (Cardoso et ali, 2004), (Fellipo e Gomes, 2005) e (Alencar et ali, 2005).

## 2 Primeiro Estudo de Caso - Ordenação de Alternativas Tecnológicas para Telefonia Móvel

O desenvolvimento tecnológico no setor de tecnologia celular ocorre mundialmente, particularmente no Brasil, onde o setor de telefonia celular vem passando por um processo de grandes reestruturações. Este desenvolvimento tende a oferecer mais e melhores produtos e serviços aos seus usuários, que cada vez mais são atraídos pela inovação e mobilidade.

Com o crescimento das telecomunicações, a concorrência acirrada entre as operadoras de telefonia celular traz para os usuários melhores condições, mas também desenvolve características de essencialidade, que tornam o serviço necessário e desejado por todos os estratos sociais da população, e fundamental como componente de infra-estrutura econômica. Segundo o Relatório de Perspectivas para Ampliação e Modernização do Setor de Telecomunicações 2000 (ANATEL, 2000), o Brasil dispõe de amplo e tecnologicamente avançado leque de serviços de telecomunicações, aspecto qualitativo que levou o País à condição de destaque que hoje ocupa no cenário internacional. Visto o mesmo cenário pelo aspecto quantitativo, verifica-se o rápido crescimento da resposta à demanda nas telefonias fixa e móvel.

Por isso, vários fatores ou critérios devem ser considerados antes da decisão de qual tecnologia é a mais adequada, oferece o melhor custo, qualidade e benefícios além de estar associada ao atendimento das necessidades do usuário, partindo do pressuposto que o processo decisório é difícil, neste caso agravado, pois ainda a decisão envolve critérios muito complexos, conflitantes com a presença de múltiplos participantes com opiniões divergentes.

Para basear este estudo foi realizada uma pesquisa, com usuários de diferentes segmentos, para definição dos critérios e da importância, além da utilização de uma ferramenta para facilitar esta tomada de decisão. O apoio à decisão é uma atividade que ajuda na obtenção de elementos de resposta às questões que se apresentam a um interventor em um processo de decisão. A análise multicritério é uma ferramenta de apoio à decisão que deve ser vista como uma atividade com dois componentes principais: a construção do modelo, baseado nos valores dos atores de decisão, e sua posterior aplicação à gestão do processo. A integração destes dois componentes e a maneira como eles se articulam definem o processo de apoio multicritério à decisão aplicado à problemática em estudo. Inicialmente será definido o conjunto de ações (alternativas) que serão avaliadas, e os critérios de avaliação, que por sua vez dependem de parâmetros (procedimento de classificação e caracterização de impactos). Os critérios devem ser ponderados e agregados segundo um modelo matemático/lógico predefinido (gestão).

Este artigo mostra um modelo de tomada de decisão, onde ocorrerá a seleção da melhor tecnologia dentre GSM (Global System for Mobile Communications) e CDMA (Code Division Multiple Access) para utilização em curto prazo, ou seja, melhores características tecnológicas para atender às necessidades dos clientes nos dias de hoje e, como segundo problema, a seleção da melhor tecnologia a médio prazo, dentre EDGE e EVDO, já comercializado pelas Operadoras de Telefonia Celular para utilização nas grandes capitais (Gomes e Ribeiro, 2004).

### **2.1. Histórico do Sistema Celular**

O primeiro sistema comercial de telefonia móvel foi introduzido em 1946 na cidade de St. Louis, no Estado de Missouri, EUA. Alguns anos mais tarde o sistema foi introduzido na Europa. O atraso europeu se deu pelo fato desses países ainda estarem no período de recuperação do pós-guerra. Esses primeiros sistemas faziam uso de rádios FM e um único transmissor potente que cobria uma área de trinta a oitenta quilômetros de raio. Era necessária a intervenção de um operador para completar manualmente as chamadas para a rede telefônica fixa. Este sistema ficou rapidamente saturado, pois a imensa demanda obrigou os engenheiros a atribuir um grande número de telefones móveis para cada canal de rádio disponível, levando a qualidade de serviço a níveis inaceitáveis.

Tornou-se necessário, assim, o desenvolvimento de métodos para a melhoria da qualidade do serviço que permitissem, ao mesmo tempo, que o sistema pudesse suportar um número maior de usuários. Surgiu, desse modo, o conceito de reutilização de frequência. A reutilização de frequência adveio da necessidade de encontrar uma maneira pela qual o número limitado de canais de rádio fosse capaz de transportar mais de uma chamada de uma só vez. Para tal, fez-se necessária uma reorganização do sistema de telefonia móvel. Nasceu, nesse momento, o que se conhece por sistema de telefonia celular.

### **2.2. Telefonia Celular no Brasil**

O progresso da telefonia móvel celular no Brasil despertou o interesse em demonstrar o processo de evolução da comunicação móvel com a Primeira Geração (1G), a introdução dos sistemas digitais já na Segunda Geração (2G) e apontar as transformações esperadas com o advento da Terceira Geração (3G). O crescente desenvolvimento das Telecomunicações, oferecendo, a cada dia, melhores serviços e facilidades, aliado à demanda dos usuários de se comunicarem, mesmo durante seus deslocamentos, fez com que surgisse a necessidade de se criar um sistema telefônico que permitisse a continuidade da comunicação, surgindo assim o sistema telefônico móvel. No Brasil com a quebra do monopólio e privatização das operadoras de serviço de telefonia, aconteceu o grande marco na transformação do mercado no país. Nesse momento, aumentava a demanda por serviços cada vez melhores e mais eficientes que levaram a uma reestruturação do setor de telecomunicações tanto no âmbito institucional e regulatório, como no portfólio de serviços oferecidos.

### Componentes básicos:



**Figura 1** - Componentes de um sistema celular

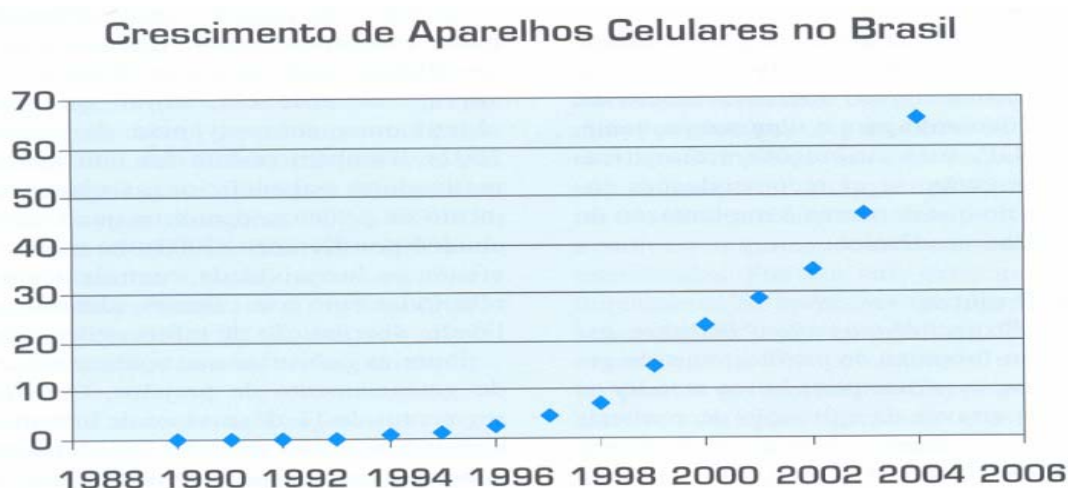
O modelo brasileiro visava alcançar objetivos sociais e econômicos e também almejava fomentar a assimilação e incorporação tecnológica por parte do setor de telecomunicações, fazendo com que o Brasil ingressasse com maior rapidez na Era da Informação. Na prática, a reestruturação do Sistema Telebrás se deu através de três etapas: a cisão de cada operadora do sistema em operadoras de telefonia fixa e de telefonia celular, a divisão do território nacional em três regiões de telefonia fixa local, mantida a Embratel como concessionária de telefonia de longa distância para todo o País e a divisão do território nacional em nove regiões de telefonia celular de banda A, idênticas às adotadas para a banda B, exceto no Estado de São Paulo, onde foi definida apenas uma região para a banda A.

Com a reestruturação, houve a preocupação em se criar competição entre empresas prestadoras de serviços de telecomunicações. A reestruturação do setor de telecomunicações brasileiro foi pensada com o intuito de gerar a concorrência, ao mesmo tempo em que permitia o controle e acompanhamento do setor pelas autoridades brasileiras. A concorrência na telefonia móvel foi possibilitada pela criação da banda B, que é formada por empresas-espelho, vencedoras da licitação, concorrentes diretas das empresas concessionárias, “ex-estatais” que operavam antes da reestruturação do setor de telecomunicações.

Antes da reestruturação do setor e, portanto, antes da privatização, os serviços de telefonia fixa, móvel e de longa distância eram providos pela holding estatal de telecomunicações, Sistema Telebrás. Uma vantagem da reestruturação foi o fato de possibilitar concessões de serviços em sua maioria ainda não explorados pela iniciativa privada, que apresentavam elevada atratividade econômica, como é o caso do serviço móvel celular.

Quanto à telefonia móvel, o Serviço Móvel Celular (SMC), implantado no Brasil em 1990, até 1997, só era explorado por empresas do Sistema Telebrás e quatro outras independentes e utilizava a tecnologia AMPS. No princípio, a infra-estrutura AMPS, de tecnologia analógica, passou por pequenas e quase imperceptíveis transformações, do ponto de vista do usuário, mas de significativa importância para desenvolvimento das Operadoras. Em 1994, antes da quebra do monopólio estatal, existiam no País cerca de 800 mil linhas de celulares. No final de 1997, foram licitadas concessões para a banda B, tendo sido previsto um prazo para que essas operadoras implantassem as suas redes antes da privatização da banda A. A licitação prévia da banda B, naquele momento com tecnologia TDMA (time-Division Multiple Access), garantiu uma vantagem competitiva para essas operadoras, uma vez que as da banda A estavam com suas plantas desatualizadas tecnologicamente (AMPS) e com restrições a novos investimentos.





**Figura 2** – Aparelhos celulares no Brasil (fonte ANATEL)

Em Julho de 1998, as empresas de telefonia celular da banda A foram privatizadas. Nessa época, o número de aparelhos em uso chegava a 5,6 milhões. Um ano depois, já havia 10,9 milhões de celulares operando e, no final de 1999, eram 15 milhões. Em 2005, segundo a Anatel, esse número foi de 68 milhões (Figura 2). O Serviço Móvel Celular, em vigor desde o início da década de 90 e fornecido pelas Bandas A e B, era considerado, em certos aspectos, ultrapassado. Assim, no intuito de atualizar o serviço e de introduzir maior competição na telefonia celular, a Anatel licitou, no ano de 2001, licenças para a operação do Serviço Móvel Pessoal (SMP), considerado sucessor do Serviço Móvel Celular (SMC), que abrangia a operação das Bandas D e E (Gomes e Ribeiro, 2004).

A tecnologia adotada para as bandas D e E foi a GSM, com frequência de 1,8 GHz, lembrando que o serviço oferecido pelas Bandas A e B, operavam na faixa de frequência de 800 MHz. A adoção do modelo europeu de tecnologia para as novas bandas pressupunha uma evolução natural para a tecnologia de terceira geração.

Com a concorrência das Bandas D e E, as operadoras das Bandas A e B, iniciam os investimentos para digitalização de suas plantas. Ou seja, a operadora da banda A inicia a migração para tecnologia CDMA e a operadora da Banda B para GSM, como as da Banda D e E. Essas tecnologias digitais são exploradas até hoje (2006, data do Artigo) pelas operadoras da Banda A, B, D e E, respectivamente VIVO, Claro, Oi e TIM. É oportuno explicar, que as tecnologias analógicas, AMPS e TDMA estão enquadradas na primeira geração (1G), as tecnologias digitais CDMA e GSM na segunda geração (2G) e EDGE e EVDO de terceira geração (3G), que são a evolução do GSM e CDMA respectivamente. Atualmente todas as tecnologias em funcionamento no Brasil são digitais, o que significa melhor e maior cobertura (sem os ruídos da cobertura analógica), aparelhos com mais funcionalidades, maior portfólio de serviços e com maior segurança para os usuários (Gomes e Ribeiro, 2004).

### **2.3. Infra-estrutura e Comunicação**

Nos primórdios da telefonia móvel havia uma estruturação bastante semelhante à da transmissão de TV, isto é, baseava-se em um transmissor muito potente, localizado no ponto mais alto da área. Em 1947, a AT&T propôs o conceito celular. O conceito celular estruturou de uma maneira bem diferente a rede de telefonia móvel. Em vez de usar apenas um transmissor potente, vários transmissores de baixa potência foram colocados por toda a área de cobertura. Por exemplo, dividindo a área urbana em cem áreas diferentes (células) com cada um dos transmissores de baixa potência usando doze canais, a capacidade do sistema pôde ser aumentada de doze canais (um transmissor potente) para mil e duzentos canais (cem transmissores de baixa potência). Os Sistemas antigos tinham grande área de cobertura com



estações rádio base de alta potência. Atualmente existem mais Estações Rádio Base, com células menores e mais canais de comunicação.

## 2.4 Comparação GSM e CDMA

A decisão pela “melhor” tecnologia, compreende no resultado da “melhor” combinação de critérios. No entanto, este processo tem sua complexidade advinda do fato de ser este um processo dinâmico, devido à evolução tecnológica e à concorrência acirrada entre as operadoras. Os critérios e/ou objetivos usados no modelo de tomada de decisão são as principais ferramentas para diferenciação entre as tecnologias participantes para uma mesma seleção. Os critérios devem ser bem avaliados para que não haja impasse na escolha final. Os critérios são apresentados na Tabela I a seguir:

Indicadores	Critérios	Alternativas	
		GSM	CDMA
Menor	Preço do Minuto	R\$ 0,11	R\$ 0,37
Menor	Preço do Aparelho	R\$ 49,00	R\$ 99,00
Maior	Portfólio de aparelhos	139	44
Maior	Cobertura Nacional	2320	2209
Maior	Portfólio de serviços	70	32
Maior	Atendimento	2º Anatel	3º Anatel
Menor	Confiabilidade no mercado	1	2
Maior	Roaming Internacional	151	28
Maior	Tx de Transmissão de dados 2 G	56 kbps	144 kbps
Maior	Tx de Transmissão de dados 3 G	473 kbps	2.4 Mbps

**Tabela I** - Este valores foram resgatados no 1º bimestre de 2006 através de consultas no Call Center e na página das operadoras na Internet . Para GSM foi avaliada apenas uma operadora.

### 2.4.1. Considerações sobre CDMA e GSM

**CDMA:** é um sistema de celular digital que funciona transformando a voz ou dados transmitidos pelo usuário de seu celular em um sinal de rádio codificado, que é recebido pelas antenas e transformado novamente para o receptor. A sigla CDMA vem do inglês Code Division Multiple Access, que quer dizer "Acesso Múltiplo por Divisão de Código", um dos padrões utilizados nas redes digitais de telefonia móvel, que usa a tecnologia de espalhamento espectral para a utilização de toda a largura de transmissão. Assim, um grande número de pessoas acessa simultaneamente um único canal da antena celular sem que haja interferência. Manteve-se durante muito tempo restrita a aplicações militares, aproveitando suas características de privacidade (dificuldade de interceptação) e resistência a sinais interferentes (intencionais ou não). Apenas na década de 80 essa tecnologia começou a ser explorada comercialmente. A tecnologia CDMA foi escolhida pela União Internacional de Telecomunicações como tecnologia-base para uma das migrações previstas para a terceira geração de telefonia celular. Algumas de suas evoluções já disponíveis - como CDMA2000 e W-CDMA, são as tecnologias que implementam alta velocidade nas redes celulares para terceira geração da telefonia sem fio, podendo alavancar a transmissão de voz, vídeo, informações e imagens e chegou aqui no final de 2003. A tecnologia CDMA 1X também conhecida como 1XRTT, ou Single Carrier (1X) Radio Transmission Technology agrega a transmissão de dados por pacotes nas redes CDMA à velocidade de 144 kbps. É a responsável pela tecnologia 2,5G na tecnologia CDMA. No Brasil a única operadora que utiliza essa tecnologia digital é a VIVO (Gomes e Ribeiro, 2004).

**GSM:** este sistema advém do desenvolvimento de um sistema móvel celular na Europa, empregando tecnologia digital, começou em 1982, com a DEPT (Conférence Européene des Administrations des Postes et Télécommunications), em um grupo de trabalho denominado

GSM (Groupe Spéciale Mobile). Com a conclusão do desenvolvimento do GSM, a sigla passou a significar Global System for Mobile Communications, ou Sistema Global para Comunicações Móveis. A introdução como serviço comercial na Europa foi em 1992 e está presente nas Américas desde 1983. Esse padrão foi adotado em toda a Europa, Austrália e em diversos países asiáticos. Oferece uma série de opções de chamadas, como espera, desvio de chamada, chamada com restrição, uma variedade de serviços de dados em que é dispensável o uso de modems específicos, a troca dos dados do usuário entre telefones através do *Sim-Card* (*Subscriber Identity Module*) e acesso mais rápido a serviços WAP e Internet, através do sistema GPRS. Com isto, é, sem dúvida, o sistema celular de maior cobertura em todo o mundo.

Apesar de mais recentes no Brasil, as operadoras da Banda D e E, Oi e TIM, respectivamente, já possuem abrangência nacional, ou seja, o mesmo alcance das demais operadoras já instaladas há mais tempo, da Banda A e B, VIVO e Claro. No Brasil, as operadoras que utilizam esta tecnologia GSM são: TIM; Oi; e Claro, migração do TDMA para GSM. No exterior, com a facilidade do SIM Card, significado em inglês de módulo de identificação do assinante, o usuário habilita sua linha celular (qualquer aparelho GSM) em qualquer lugar do mundo, desde que sua operadora tenha acordos *roaming* internacional. A Oi e a TIM possuem acordos em mais de 170 países. É possível configurar o menu do aparelho e incluir pequenos programas em Java para serem acoplados ao telefone.

Na Itália, a Telecom Itália libera dois SIM Cards com o mesmo número. A intenção é que o cliente possa acoplar um no rádio do carro ou em sua estação de trabalho fixa, passando a ter um único número telefônico onde quer que vá. No Brasil, graças ao *biling*, sistema de cobrança por voz e dados usado pelas operadoras, uma alternativa é o surgimento do Mobile Virtual Network Operator (MVNO). A megaloja de CDs Virgin é um exemplo. Pode-se comprar um celular e pagar a conta do telefone para a Virgin, que repassa o valor para a operadora que lhe alugou o serviço. Também a rede GSM/GPRS promete resolver a falta de segurança nas operações financeiras. Além de ter nascido no padrão digital, também a favor da segurança é a criptografia de ponta a ponta nas ERBs (Estações Rádio Base), estações que fazem a comunicação entre os celulares independente da rede.

#### 2.4.2 Utilização do Multicritério – THOR e Análise de Sensibilidade

Observação:

- As tecnologias recebem uma avaliação para cada critério estabelecido. Esta avaliação é representada por meio de notas.
- Os pesos são valores que identificam a importância relativa de cada critério (Figura 3). O peso atribuído para cada critério é estabelecido com o cuidado de representar a importância na natureza do serviço; caso contrário poderá gerar uma escolha final indevida. A tecnologia que possuir maior pontuação final (atratividade) será a escolhida (Tabela II).

A alteração do peso do critério Atendimento, de 4 para 21, ou do peso de Transmissão (Tx) de Dados 2G, de 8 para 21, ou do peso de Tx de Dados 3G, de 7 para 24 causariam que a alternativa CDMA fosse tão atrativa quanto a GSM. O resultado dos três algoritmos do THOR indicou a tecnologia da GSM como preferida (Tabela II).

Alternativa	Ordenação S1	Ordenação S2	Ordenação S3
TIM (GSM)	0,654545009	0,654545009	0,654545009
VIVO (CDMA)	0	0	0

**Tabela II** - Resultado da ordenação S1, S2 e S3

Thor			
Study	Decision Maker/Criteria/Alternatives	Weight Assignment	Criteria Weight's
Comparação tecnologias			
Insert criterion membership - function			
Criterion Name	Criterion Weight	Weight Membership Function	
preço minuto	1	1	
preço aparelho	2	1	
portfólio aparelhos	10	1	
cobertura nacional	3	1	
portfólio serviços	6	1	
atendimento	4	1	
confiabilidade no mercado	5	1	
roaming internacional	9	1	
Tx de Dados 2G	8	1	
Tx de Dados 3G	7	1	

Figura 3 - Critérios e Pesos

## 2.5. Considera es sobre EDGE e EDVO

**EDGE:** representa uma evolu o do padrão GSM / GPRS rumo   terceira gera o, possibilitando   operadora oferecer maiores taxas de dados, usando a mesma portadora de 200kHz, criando um ambiente para a operadora atender a demanda por serviços mais sofisticados, melhorando a receita média por usuário, sem a necessidade de investimentos adicionais em novas faixas de frequências. As altera es na rede são mínimas, com foco nas características de modula o e na implementa o de nova codifica o e decodifica o do sinal, associadas com adapta es do sinal e envio de redundância de informa o que aumentam a eficiência da utiliza o do espectro. A introdu o do EDGE na rede pode ser feita de forma gradual e econ mica, onde no primeiro momento será interessante apenas cobrir as áreas com maiores demandas de dados e serviços. Demais áreas podem manter sua cobertura com sinal GSM / GPRS, pois os celulares EDGE poderão também usar esse sinal para a transmissão de voz e dados com menores taxas.

**EVDO:** representa uma evolu o do padrão CDMA / 1XRTT rumo   terceira gera o, possibilitando   operadora a transmissão de dados com taxas acima de 2,4Mbps e ao mesmo tempo permite serviço de dados multim dia bastante avançados. Mais do que isso, 1x EVDO   uma soluço com custo muito competitivo já que apenas uma Esta o Rádio Base(ERB)   capaz de entregar mais que 4Mbps de capacidade usando um canal de 1,25MHz. Essa eficiência no uso do espectro significa para as operadoras da tecnologia CDMA podem transmitir muito mais dados para seus usuários com um "upgrade mínimo" em sua rede. A combina o de variados serviços de valor agregado com conteúdos multim dia e baixo custo por MByte   a chave para aumentar a demanda e o sucesso dos serviços de dados sem fio.

### 2.5.1. Utiliza o do Multicritério – THOR e análise de sensibilidade

Alternativas	Portfólio de serviços	Tx de dados 3G	Evolu�o 3G	Confiabilidade no mercado	Preços e tarifas
EDGE	10	473	2	3	5
EDVO	9	2400	2	2	3

Tabela III – Alternativas e critérios

Thor			
Estudo	Decisores/Criterios/Alternativas	Atribuição de Peso	Pertinência dos Pesos
Comparação tecnologias			
Insira a pertinência dos pesos dos critérios			
Nome do critério	Peso do critério	Pertinência do peso	
Portfólio serviços	6	1	
Confiabilidade no mercado	5	1	
Tx de Dados 3G	7	1	
Evolução 3G	2	1	
Preços e Tarifas	10	1	

**Figura 4 - Critérios e Pesos**

Alternativa	Ordenação S1	Ordenação S2	Ordenação S3
EDGE	0,699999988	0,699999988	0,699999988
EDVO	0	0	0

**Tabela IV – Resultado Ordenação S1, S2 e S3**

Apenas o aumento do peso do critério de Tx de Dados 3G de 7 para 19 ou aumento do peso do critério evolução 3G de 12 para 14 tornariam a alternativa EDVO tão atrativa quanto a alternativa EDGE. O resultado dos três algoritmos do THOR indicou a tecnologia EDGE como preferida

## 2.6. Conclusão do primeiro estudo de caso

Um modelo de tomada de decisão para seleção de tecnologia de operadoras de serviços de telefonia móvel não necessariamente deve ser um modelo muito complexo, mas deve representar as necessidades dos usuários e as reais condições do mercado, considerando a concorrência entre as operadoras que se propõem a realizar este serviço. Os critérios a serem utilizados para seleção da tecnologia devem ser bem definidos, estruturados e ponderados para que o modelo tenha credibilidade e confiabilidade. A partir do modelo apresentado obtém-se a seleção da tecnologia GSM, demonstrando que o critério de Roaming Internacional não influencia no resultado. Também não apresenta interferência no resultado quando os pesos dos critérios são iguais ou diferentes. A comparação do segundo estudo, entre as quatro alternativas demonstra que só podem ser vislumbrados cinco critérios que tornaram possível ser um eixo de comparações entre as quatro alternativas. E a melhor alternativa é a utilização do EDGE. Com alguns ajustes e modificações nos critérios e ponderações, este modelo pode ser utilizado para outras aplicações, além da aqui descrita.

## 3.0 Segundo Estudo de caso - Ordenação de Alternativas Tecnológicas com uso de Light Amplified Stimulation Emission Radiation (LASER)

No passado, o laser não passava de um sinônimo para filme de ficção científica. No entanto, com o avanço dos seus estudos, a tecnologia trouxe esses raios para a realidade, de uma forma bem diferente do cinema. Se nas odisséias estelares eles se faziam presentes nas cenas de matança entre humanos e seres de outros planetas, agora, são encontrados em consultórios de diversas áreas da medicina. Hoje em dia, há quem diga que o tratamento a laser pode ser eficaz, inclusive na estética. Funciona como uma arma, não no extermínio de extraterrestres, mas no combate de inimigos “ainda piores” como manchas e marcas na pele, pêlos e problemas vasculares. O laser é o resultado da convergência de uma enorme concentração de energia, produzida a partir de uma fonte da natureza como rubi, alexandrita, diodo, CO<sub>2</sub>, entre outras. Cada material emite certa quantidade de energia medida através de

comprimentos de onda, responsável pela radiação colorida que, quando incidida na pele, pode fazer verdadeiros milagres. “O laser é uma luz que possui atração por pigmentos”. Uma vez aplicado na pele, ele vai ser absorvido por componentes como a melanina, que pigmenta os pêlos, e a hemoglobina, responsável pelas manchas. Ao penetrar determinada camada cutânea, a energia é absorvida por uma dessas substâncias, que são queimadas.

Existem diferentes tipos de laser para cada tratamento, variando pela profundidade que se quer alcançar. Eles se diferenciam pela cor e a intensidade de energia que emitem. Isso quer dizer que, dependendo do comprimento de onda da radiação, uma camada da pele será alcançada atingindo os componentes com o pigmento referente ao raio.

### **3.1. Estudo do Problema**

A empresa em estudo foi fundada em janeiro de 2003, com a razão social de clínica Superbonita, e tem, como seu objetivo, introduzir um novo conceito de tratamento, no qual procura melhorar a qualidade de vida de seus pacientes. Além de unirem profissionais capacitados de diferentes especialidades médicas, também se preocupam com a aparência de seus pacientes, tratando cuidadosamente de sua estética corporal e facial.

Será feito um estudo para comparar três equipamentos, o LightSheer, Softlight ou Quantum, em relação à depilação. Será considerado, lembrado, o “conceito” utilizado no setor industrial, ou seja, a logística (Gomes e Cabral, 2004) como uma vantagem competitiva da empresa em relação ao mercado, devido à diminuição dos custos com a aquisição de um dos equipamentos, considerando as condições de obtenção e a avaliação dos resultados esperados de cada um deles.

### ESTRATÉGIA EM ATIVIDADES DIFERENCIADAS

Diferente do que se dá com as empresas gigantes, a sobrevivência dos negócios pequenos não pode depender da inércia do mercado, visto que poderiam procurar outras alternativas para atingir sucesso nos negócios. Nem tampouco podem essas empresas ser bem sucedidas pelo uso da força, despejando recursos sobre os problemas. Ao contrário, as empresas pequenas (semelhantes à empresa vislumbrada neste trabalho) precisam perceber o ambiente competitivo com maior clareza e delimitar e proteger uma posição que tenham condições de defender. Isso é que é estratégia; escolher a posição que a empresa vai ocupar em seu ambiente competitivo. Como ponto de partida, o pensamento estratégico envolve a colocação de algumas questões críticas. Por exemplo, qual é a estrutura da sua indústria e qual a sua tendência de evolução com o passar do tempo?

Se o campo de atividade na qual ela se encontra não é muito atraente pode-se deixá-lo ou encontrar um modo de redefini-lo.

O raciocínio estratégico mostra como estabelecer e defender essa posição. A cada ramo, independentemente do produto ou serviço, há cinco forças básicas que regem a competição. Em conjunto, elas determinam a atratividade da indústria e sua rentabilidade em longo prazo.

Na conceituação de Porter (1985 e 1991) a primeira é o caráter da rivalidade entre os concorrentes. Se a competição dentro do seu ramo assemelha-se a uma guerrilha, se há sempre alguém atacando sua posição, isso torna o ramo menos atraente e menos rentável. Se a competição focalizar mais a imagem e o serviço do que a redução de preços, o ramo como um todo será mais rentável.

Em seguida, há a ameaça da entrada de novos concorrentes. Se for fácil para alguém mais entrar no negócio, acrescentar nova capacidade e corroer preços, isto também provocará a redução dos lucros. Porém, se houver barreiras eficientes dificultando a entrada, todas as empresas do setor sair-se-ão melhor. Outro fator é a ameaça de produtos ou serviços substitutos. Se você fabrica janelas de alumínio, você tem que se preocupar com os fabricantes de janelas de vinil. Se os consumidores tiverem à sua disposição uma variada gama de possibilidades de escolha, o lucro da empresa daquele setor será prejudicado.

Por último, o poder de negociação dos fornecedores e o poder de negociação dos clientes igualmente determinam o grau da liberdade de movimento em sua política de preços. Se os seus consumidores são muito mais poderosos que você, podem forçar o preço para baixo, podem forçá-lo a oferecer inúmeros serviços gratuitos, ou a manter estoques grandes envolvendo custo e risco. Isso pode eliminar o lucro de sua atividade. Em contrapartida, o poder dos fornecedores pode determinar o preço aos clientes.

O equilíbrio dessas cinco forças irá determinar o potencial de lucro fundamental em qualquer ramo.

### 3.2 Equipamentos

#### LIGHTSHEER



**Figura 6** - Laser LightSheer

O Sistema LightSheer (Figura 6) é específico para Depilação, facilitando para o paciente e o médico o processo de tratamento dos pêlos. A depilação definitiva com o laser já não é mais privilégio de quem tem a pele clara. Pessoas de pele mais escura, ou que estejam bronzeadas, também podem ser submetidas ao tratamento que elimina definitivamente os pêlos indesejáveis, sem o risco de ficarem com a pele manchada.

O aparelho que permite isso é o Laser de Diodo (LightSheer). O laser de Diodo Lightsheer é um tratamento de última geração projetado para remover os pêlos indesejáveis de forma rápida, é confiável, e muito mais eficiente que outros processos. O valor de compra desse aparelho é de US\$ 125.000,00. Pode-se optar somente pela locação, não sendo necessário, portanto, investir em equipamento e ao mesmo tempo também ter “lucro garantido”.

#### SOFTLIGHT



**Figura 7** - Laser Softlight

O equipamento da figura 7 permite a remoção de pêlos, de maneira segura, suave, rápida e efetiva para qualquer tipo de pele e cor de pêlo. Torna possível o rejuvenescimento da pele através do Peeling a Laser, sem produtos químicos, sem abrasivos, com retorno às atividades normais imediatamente após o tratamento, bem como a remoção de Tatuagens e Nevus, Tratamento de Acne, Foliculite e outros. Aprovado pelo FDA (Estados Unidos) e TÜV (equivalente do FDA para a União Européia).

A Spa do Brasil, representante exclusiva da Softlight, mais do que comercializar equipamentos de alta tecnologia também patrocina estudos e pesquisas na área das aplicações do laser à dermatologia, à cirurgia plástica e à medicina estética, desenvolvendo protocolos médicos cada vez mais seguros para as condições de uso no Brasil, o que tem ajudado as pessoas a viver melhor. São pioneiros na área de importação de equipamentos para tratamentos dermatológicos e cosméticos, sempre com a preocupação de agregar qualidade ao nome, comercializando modernos produtos e processos de valor. O valor de compra desse aparelho é de US\$ 90.000,00. A locação, devido ao transporte ser “trabalhoso”, só dispõe de limitados planos. Geralmente, o tempo necessário para cada tratamento é maior em relação ao LightSheer, contudo seus preços não variam muito na depilação.

**QUANTUM****Figura 8 - Laser Quantum**

A tecnologia mais avançada para tratar a pele em medicina estética é a LIP (Luz Intensa Pulsada), cujo nome comercial é Quantum, de origem israelense. O Quantum (figura 8) é o aparelho mais moderno e eficiente no tratamento de imperfeições na pele, sinais de envelhecimento, marcas de nascença, vasos sanguíneos, outras manchas e depilação

O IPL Quantum é o único que associa a Luz Intensa Pulsada com laser Nd:Yag, com cinco funções em um só aparelho. São elas: fotorejuvenescimento, resurfacing não ablativo, lesões pigmentares, depilação e lesões vasculares. O valor de compra desse aparelho é de US\$140.000,00. A locação dispõe de vários planos, com adicional de R\$0,30 por disparo, em alguns casos.

**3. 4 Comparação das Alternativas**

Devido a uma capacidade limitada da mente humana para comparar simultaneamente vários aspectos de um problema, o THOR pode avaliar entre as alternativas diferentes para os critérios especificados, em ordem, fazendo uma ordenação às alternativas de decisão. Baseado em uma comparação paritária, o princípio de julgamentos comparativos é aplicado para determinar a importância relativa dos critérios.

**3.4.1 Critérios e Alternativas**

Neste estudo, a previsão de direcionar as atividades da empresa para a depilação a laser foi feita de acordo com uma pesquisa sobre as principais alternativas de equipamentos a laser, considerando a metodologia dos 3R's onde as seguintes alternativas foram definidas assim: (a) LightSheer, (b) Softlight, (c) Quantum. Para cada uma destas alternativas, foi considerado um grupo de critérios: (i) Custo, (ii) Probabilidade de Defeito, (iii) Portabilidade, (iv) Eficácia, (v) Segurança, (vi) Acessibilidade e (vii) Rapidez.

O objetivo central é ordenar e selecionar uma alternativa “não dominada” para a compra. Sete alternativas de destinação foram consideradas na avaliação. A ordenação considerou seis critérios por avaliar as alternativas: Custo, Probabilidade de Defeito, Portabilidade, Eficácia, Segurança Acessibilidade e Rapidez, conforme a Tabela IV.

Além dos dados relativos à disposição (Tabela V), também foram considerados os diferentes pesos atribuídos a cada critério. Como toda decisão considera a subjetividade do decisor, a ordenação está baseada na experiência do decisor e no conhecimento do problema.

Alternativas, P, Q e Discordância.	Critérios						
	Custo	Prob. Def.	Portabilidade	Eficácia	Segurança	Acessibilidade	Rapidez
P	0	0	0	1	0	1	1
Q	0	0	0	1	0	1	1
Discordância	40000	100	10	5	5	4	5
Softlight	-90000	-80	1	3	3	4	2
Lightsheer	-125000	-20	4	4	3	3	4
Quantum	-140000	-20	3	2	3	2	3

**Tabela V – Critérios, Alternativas, limiares de transitividade e discordância**



Thor		
Atribuição de Peso	Pertinência dos Pesos dos Critérios	Valor da Classificação
lazer		
Insira a pertinência dos pesos dos critérios		
Nome do critério	Peso do critério	Pertinência do peso
Rapidez	0,4	1
Custo	1,7	1
Probabilidade de Defeito	0,33	1
Portabilidade	0,3	1
Eficácia	1	1
Segurança	0,26	1
Acessibilidade	0,5	1

**Figura 9** – Pesos dos critérios

Observação: A Figura 9 apresenta os pesos dos critérios. Os valores dos pesos foram obtidos do decisor utilizando-se uma escala de razões para o mesmo explicitar suas preferências com apoio do módulo do THOR para elicitação dos pesos. O THOR permite a elicitação em escala de Razões, Intervalo ou Ordinal.

### 3.5 Utilização do Multicritério – THOR e análise de sensibilidade

Após a construção do modelo, introdução das preferências do decisor, e os dados das alternativas, o resultado de THOR se apresenta como uma ordenação gerando a atratividade de uma alternativa, de acordo com o modelo. Foi observado que a alternativa LightSheer é a alternativa dominante, de acordo com as preferências do decisor, em todos os algoritmos. Foi feito um estudo (análise) de sensibilidade, onde se verificou que só o aumento de importância do critério “custo” para um valor acrescido de 20% do valor original acarretaria uma ordenação diferente, colocando a alternativa Softlight como a vencedora. O decisor considerou que este peso não representa o seu juízo de valores. Assim sendo, o mesmo sentiu-se “seguro” quanto ao peso atribuído aos critérios. Considerando o estudo com todos os critérios com mesmo peso, verificou-se que o LightSheer permanece como preferido.

Os resultados são apresentados na forma de valores numéricos representando (quantificando) a atratividade, como é mostrado nas Tabelas que se seguem:

Alternativa	Ordenação S1	Ordenação S2	Ordenação S3
Lightsheer	1,368597031	1,368597031	1,510022044
Softlight	1,212695003	1,212695003	1,318485975
Quantum	0	0	0

**Tabela VI** – com pesos descritos na Figura 9

Alternativa	Ordenação S1	Ordenação S2	Ordenação S3
Lightsheer	1,28571403	1,28571403	1,71428597
Quantum	0,5	0,5	0,571429014
Softlight	0,5	0,5	0,571429014

**Tabela VII** – Ordenação com pesos dos critérios igual a 1

### 3.6. Conclusão do segundo estudo de caso

O THOR mostrou-se útil ao processo decisório, dando segurança ao decisor quanto à alternativa a ser escolhida. A análise de sensibilidade salientou a segurança do decisor quanto à importância a ser atribuída a cada critério.

É importante também observar o gerenciamento eficiente e a vantagem competitiva das empresas mediante o uso da logística. O cenário econômico privilegia a conjugação dos fatores tempo, qualidade e eficiência como crucial na gestão de empresas e maximização de seus resultados. O "LightSheer Diode System" ("LightSheer") apresenta três vantagens sobre os outros métodos de depilação: conforto, rapidez e segurança. Ele foi projetado para remover os pêlos indesejados através da fototermólise seletiva. O processo envolve absorção seletiva de um intenso pulso de luz em comprimento de onda pelos alvos desejados (folículos pilosos), mas não pelos tecidos adjacentes. Da mesma forma que a eletrotermólise, a fototermólise destrói os folículos pilosos por meio de lesão térmica. Ao contrário da eletrotermólise, a pele não é aberta, o que reduz o risco de infecção e assim, muitos folículos podem ser tratados simultaneamente.

## **6. REFERÊNCIAS**

- ALENCAR, L. H., GOMES, C. F. S.; COSTA, A. P. C. S. (2005). Gerenciamento de projeto na construção civil - estudo de caso utilizando o Sistema de Apoio à Decisão (SAD) THOR. Pesquisa Naval, Brasília, v. 18, n. nov./2005, p. 110-117.
- BUCHANAN, John & GARDINER, Lorraine. (2003) A comparison of two reference point methods in multiple objective mathematical programming, EJOR, 149, pages 17-34.
- CARDOSO, R, Gomes, C. F. S.; Valle, R.; Nunes, K. R. A.; Xavier, L. H., (2004). Multiple criteria decision making and environmental management through THOR system assessment: plastic material waste destination and performance evaluation of Brazilian construction and demolition waste recycling facilities. S. João del Rei. XXXVI SBPO p. 1054-64.
- DIAS, Luís Miguel Cândido, (2000) A Informação Imprecisa e os Modelos Multicritério de Apoio à Decisão – Identificação e uso de conclusões robustas, Tese de doutorado, Faculdade de Economia, Universidade de Coimbra.
- FELLIPO, S., GOMES, C. F. S.; (2005) Aplicação do multicritério na priorização de rodovias federais no contexto de um programa de recuperação ambiental. In: Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional - XXXVII SBPO, 2005, Gramado. p. 894-906.
- GOMES, C. F. S. & RIBEIRO, P. C. C., Gestão da Cadeia de Suprimentos Integrada à Tecnologia da Informação, Editora Thomson Learning, 2004.
- GOMES, C. F. S., (2005). Using MCDA Methods THOR in an Application for Outranking the Ballast Water Management Options. Revista Pesquisa Operacional, vol. 25, num.1, p.11-28.
- GOMES, C. F. S.; GOMES, L. F. A. M.; VALLE, R. (2000) Aplicação do THOR em um Processo de Seleção de Pessoal. XXXII Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Viçosa.
- GOMES, C. F. S.; GOMES, L. F. A. M.; VALLE, R. (2001). Nova Proposta de Aplicação do Apoio Multicritério à Decisão (Algoritmo THOR) em Ordenação de Alternativas.(2001) XI Encontro Nacional dos Estudantes de Engenharia de Produção - ENEGEP-2001. v. 1.
- GOMES, Carlos F. Simões, & GOMES, Luiz F. Autran M. (1999). “Uma Aplicação de Conjuntos Aproximativos ao Apoio Multicritério à Negociação”. Revista Pesquisa Naval, v.12, p.263 – 270.
- GOMES, Carlos Francisco Simões, (1999) THOR. Um Algoritmo Híbrido de Apoio Multicritério à Decisão para Processos Decisórios com Alternativas Discretas, Tese de Doutorado, Engenharia de Produção, Coppe-Ufrj.
- GOMES, L.F.A.M., Gomes. C. F. S. e Teixeira, A. (2002) “Tomada de Decisão Gerencial o Enfoque Multicritério”, Editora Atlas.
- LEYA-LÓPEZ, J. C. & Fernandez-González, E. (2003), A new method for group decision support based on ELECTRE III methodology, EJOR, 148, pages 14-27.
- MÁRMOL, A. M. & Puerto, J. & Fernández, F. R., (2002) Sequential incorporation of imprecise information in multiple criteria decision processes, EJOR, 137, pag 123-133.

MATSATSINIS, N. F. & Samaras, A. P. (2001) MCDA and preferences disaggregation in group decision support systems, *European Journal of Operational Research* 130, pag 414 - 429.

NUNES, K. R. A, GOMES, C. F. S. ; VALLE, R.; (2003) Centrais de Reciclagem de RCD implantadas no Brasil: Uso da Metodologia THOR para avaliar desempenhos. In: VI Simpósio de Pesquisa Operacional e VII Simpósio de Logística da Marinha, Rio de Janeiro.

PORTER, Michael, (1985); *Competitive advantage: creating and sustaining superior performance*. New York, Free Press.

PORTER, Michael; (1991) *Estratégia Competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. São Paulo, Editora Campus, 6ª edição.

RAGSDALE, C. *Spreadsheet (2003) Modeling and Decision Analysis: A Practical Introduction to Management Science*, Educational Publishing Cambridge: Course technology 3 ed. South-Western.

ROY, Bernard, Bouyssou, Denis, (1993), *Aide Multiple a la Decision: Methods et cas*, Ed. Economica, France”.

ROY, Bernard, Vanderpooten, Daniel, (1996) “The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works”, *Journal of Multicriteria Decision Analysis*, v. 5, pp. 22-38.

VANDERPOOTEN, Daniel, (1995) “The European School of MCDA: Emergence, Basic Features and Current Works”, *Cahier du Lamsade, Laboratoire d'Analyse et Modélisation de Systèmes pour l'Aide à Décision*, n. 825, Université Paris-Dauphine, Unité de Recherche Associée au CNRS, France, Paris.

VANSNICK, J. C., Bana E Costa, C. A., (1994), “The Macbeth Approach. General Overview and Applications”. In: *Proceedings of the XIth International Conference on MCDM*, Coimbra, Portugal

XAVIER, L. H , Gomes, C. F. S. ; Valle, R. ; Cardoso, R.; (2004). *Sistema de Apoio à Decisão Multicritério THOR aplicado na avaliação das alternativas de destinação de resíduo plástico SPOLM-2004*. Rio de Janeiro.

ZHANG, Quan, Chen, Jason C. H., Chong, P. Pete, (2003) *Decision consolidation: criteria weight determination using multiple preference formats*, *Decision Support Systems*.

ZOPOUNIDIS, C.; Doumpos, M., (2003). *Developing sorting models using preference disaggregation analysis: an experimental investigation*, *European Journal of Operational Research*.

#### Web-grafia:

[1] <http://www2.uol.com.br/canalexecutivo/artigosm.htm> acesso em 04/11/04.

[2] [www.houseofvision.com](http://www.houseofvision.com) acesso em 29/10/04.

[3] [www.spabrazil.com.br](http://www.spabrazil.com.br) acesso em 02/11/04.

[4] [http://www.naturale.med.br/depilacao\\_LightSheer.htm](http://www.naturale.med.br/depilacao_LightSheer.htm) acesso em 22/10/04.

[5] <http://www.edyguimaraes.com.br/softlight.shtml> acesso em 22/10/04.

[6] [http://www.diariopopular.com.br/26\\_10\\_04/ip221002.html](http://www.diariopopular.com.br/26_10_04/ip221002.html) acesso em 01/12/04.

[7] <http://www.Laserderme.Com.br/bloga.Html#dif> acesso em 01/12/04.

[8] [www.dorauilmann.com.br/depilalazer.htm](http://www.dorauilmann.com.br/depilalazer.htm) acesso em 04/11/2004.

[9] <http://www.anatel.gov.br> . ANATEL acesso em 01/12/2000.

[10] <http://www.telecomonline.com.br>. AQUINO, M. Panorama da telefonia celular no Brasil. Acesso em: 01/12/2000.

[11] <http://www.bndes.gov.br/conhecimento/cadernos/cad015.pdf> BNDDES. As Telecomunicações no Brasil. Cadernos de Infra-Estrutura, n. 15, jun. 2000. Acesso em: 01/12/2000.