

UTILIZANDO ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA) NA DECISÃO DE COMPRA DE HARD DISK (HD) PARA MICRO- COMPUTADORES

Marcelo Alvaro da Silva Macedo

PPGEN/NEGEN/UFRuralRJ
Rod BR 465, Km 07 – Seropédica – RJ – 23890-000
alvaro@ufrj.br

Ruthberg dos Santos

PPGEN/NEGEN/UFRuralRJ
Rod BR 465, Km 07 – Seropédica – RJ – 23890-000
berg@ufrj.br

Marcos Azevedo Benac

PPGEN/NEGEN/UFRuralRJ
Rod BR 465, Km 07 – Seropédica – RJ – 23890-000
benac@ufrj.br

Resumo

A finalidade deste trabalho é contribuir para uma avaliação no momento da compra de equipamentos de informática, como por exemplo, hard disk (HD). De posse de uma série de informações sobre as características do produto é muito comum o consumidor não saber o que comprar. Em virtude disso, propõem-se uma ferramenta de auxílio fundamentada nas técnicas de Análise Envoltória de Dados (DEA – Data Envelopment Analysis) que busca, através da sistematização do problema, gerar uma decisão de compra eficiente, ou seja, uma escolha que melhor combine estes elementos (melhores benefícios e os menores custos).

Palavras-Chaves: Decisão de Compra; Equipamentos de Informática; DEA

Abstract

The purpose of this paper is to contribute for an evaluation in the moment of the purchase of computer equipments, as for instance, hard disk (HD). With a series of information on the characteristics of the product is very common the consumer not to know that to buy. Because of that, we intend an aid tool based in the techniques of Data Envelopment Analysis (DEA) that looks for, through the systemization of the problem, to generate a decision of efficient purchase, in other words, a choice that best combines these elements (better benefits and the smallest costs).

Keywords: Purchase Decision; Computer Equipments; DEA

1. INTRODUÇÃO

A globalização da economia e a abertura de mercados vêm alterando o perfil da atividade das empresas, que cada vez mais precisam encontrar formas de se adaptarem aos novos tempos. Desta forma, o mundo atual impõe às empresas uma busca pela vantagem comparativa a ser percebida pelos clientes.

Existem ferramentas que podem auxiliar os clientes na busca por alternativas de compra que sejam mais eficientes, ou seja, que tenham uma melhor relação custo x benefício. Neste sentido este trabalho procura desenvolver uma técnica com capacidade de comparar a eficiência de múltiplas alternativas de um mesmo produto, conciliando atributos técnicos e preço destas.

A técnica utilizada no desenvolvimento da metodologia apresentada neste trabalho é

a Análise Envoltória de Dados (DEA), que contabiliza explicitamente o mix de fatores que devem ser minimizados (preço) e fatores que devem ser maximizados (características técnicas como velocidade, barramento e memória cache).

Então, o método DEA pode ser utilizado para comparar um grupo de “unidades” a fim de identificar as unidades relativamente eficientes e outras ineficientes, medindo a magnitude das ineficiências, e, pela comparação das unidades ineficientes com as eficientes, descobrir formas para reduzir as ineficiências (redução do preço).

Em síntese, dado as características dos itens disponíveis no mercado existe um preço ótimo para cada dada combinação de atributos técnicos. O objetivo deste trabalho é, então, propor uma maneira sistemática de efetuar uma avaliação das alternativas de compra em hard disk (HD).

Segundo Churchill Jr e Peter (2000) o processo de decisão de compra envolve vários estágios desde o reconhecimento da necessidade até a decisão de compra em si e o comportamento pós-compra. De posse das informações necessárias para analisar o problema da decisão de compra o consumidor parte para a avaliação de alternativas.

Kotler (2000) diz que não existe um único e verdadeiro processo de avaliação de alternativas de compra. Os modelos atuais tratam este processo como sendo cognitivamente orientado, ou seja, consideram que os consumidores formam julgamentos principalmente em uma base racional e consciente.

Ainda para Kotler (2000) em um processo de decisão de compra o consumidor está tentando satisfazer uma necessidade, buscando certos benefícios no conjunto de atributos com capacidades variadas de gerar benefícios e satisfazer suas necessidades.

O problema está exatamente neste ponto. Em outras palavras, como considerar explicitamente a relação custo x benefício dos atributos analisados de forma a obter uma decisão que seja eficiente. É neste sentido que este trabalho procura contribuir com o desenvolvimento de uma metodologia que consiga de maneira sistemática e racional considerar vários atributos, técnicos e financeiros, na busca por uma decisão de compra ótima.

2. DISCOS MAGNÉTICOS PARA MICRO-COMPUTADORES

Morimoto (2004) define o Hard Disk (HD), ou simplesmente Disco Rígido como um sistema de armazenamento de alta capacidade, que por não ser volátil, é destinado ao armazenamento de arquivos e programas. O HD é um dos componentes que compõem um PC, que envolve mais tecnologia. A capacidade do disco rígido, medida em Gigabytes, determina a quantidade de arquivos e programas que será possível armazenar. O disco rígido também exerce uma grande influência sobre o desempenho global do equipamento, já que determina o tempo de carregamento dos programas e de abertura e salvamento de arquivos. O disco rígido é acomodado no gabinete e ligado à placa mãe através de um cabo.

A conexão do disco rígido com os outros componentes do computador é feita por dois tipos de barramento. O IDE (Integrated Device Electronics) é um barramento de dados que serve para a conexão do disco rígido, CD-ROM e outros dispositivos. Os HDs IDE são de longe os mais utilizados atualmente, já que todas as placas mãe atuais trazem duas interfaces IDE integradas. Uma opção são os HDs SCSI, que apesar de geralmente mais rápidos são muito mais caros e obrigam o usuário a comprar uma interface SCSI externa.

Kozierok (2004) diz que a IDE é a interface mais popular a ser utilizada nos discos rígidos modernos. Apesar de ser comumente chamada apenas de IDE, a interface também é conhecida como ATA, ATA/ATAPI, EIDE, ATA-2, Fast ATA, ATA-3, Ultra ATA, Ultra DMA entre várias outras.

Segundo o autor, a Interface SCSI (Small Computer Systems Interface) é muito mais avançada do que o padrão IDE, o que a torna preferível em muitos casos, principalmente em micros de utilização intensa e avançada. O seu alto custo em relação ao padrão IDE impede sua adoção em larga escala. Mesmo assim, não se pode dizer que um padrão é claramente superior ao outro. Caso isto fosse verdade a Interface superior dominaria o mercado e tornaria

a outra obsoleta.

Além do custo, uma das principais diferenças entre o padrão IDE e o padrão SCSI é o número de dispositivos que podem ser conectados. Em uma interface IDE este número é limitado a quatro, enquanto na SCSI podem ser conectados facilmente quinze dispositivos. A interface IDE foi desenvolvida para o suporte da conexão de discos rígidos e, basicamente, este é o único tipo de hardware suportado, além de leitores e gravadores de discos ópticos. O padrão SCSI foi desenvolvido para o sistema como um todo e possui um maior número de dispositivos que podem ser acoplados. O quadro 01 resume as diferenças entre as duas interfaces.

Tipo de Interface	IDE/ATA	SCSI
Custo	Baixo	Alto
Desempenho	Alto para um único dispositivo ou uma única tarefa, baixa para várias tarefas ou vários dispositivos.	Alta
Facilidade de Uso e Configuração	Alta para um número baixo de dispositivos	Baixa
Expansão e número de dispositivos	Média	Alta
Número de tipos de dispositivos suportados	Médio	Alto
Disponibilidade de dispositivos	Alto	Baixo
Software e compatibilidade com sistemas operacionais	Alta	Alta
Uso dos recursos do sistema	Baixo	Alta
Suporte para plataformas Não PC.	Baixo	Alto

Quadro 01 – Diferenças entre as Interfaces IDE e SCSI

Fonte: Kozierok (2004)

A velocidade de rotação é um dos principais fatores a interferir no desempenho de disco rígido (Kozierok, 2004). Inicialmente todos os discos possuíam a velocidade de 3.600 rotações por minuto (RPM), ultimamente tem havido um aumento da velocidade dos discos em função da melhoria de performance que esta traz. O quadro 02 resume as velocidades possíveis para os discos rígidos.

Rotações Por Minuto	Utilização
3.600	Obsoleto
4.200	Laptops
4.500	Laptops
4.900	Laptops
5.200	Obsoleto
5.400	IDE Baixo Padrão
7.200	IDE Alto padrão / SCSI Baixo Padrão
10.000	SCSI Alto Padrão
12.000	SCSI Alto Padrão
15.000	SCSI Topo de Linha

Quadro 02 – Velocidades Disponíveis para HD's

Fonte: Kozierok (2004)

A capacidade de armazenamento também é um fator determinante do desempenho. Deste modo, discos com capacidade maior são mais rápidos, pois armazenam mais dados por

trilha, o que, de um modo mais simples, quer dizer que um número maior de dados pode ser encontrado a cada rotação do disco, aumentando a velocidade de acesso aos dados.

Por fim, um terceiro fator a influir no desempenho de disco rígido é o cache. Todos os discos modernos possuem um cache, também chamado de Buffer (Kozierok 2004). O propósito do buffer não é diferente dos demais caches usados em um micro computador, apesar dele não ser usualmente reconhecido como uma parte da hierarquia de caches de um computador sua função é atuar como um armazenador temporário de dados entre um dispositivo de acesso rápido e outro com acesso de menor velocidade. Em discos rígidos, o cache contém os resultados de leituras recentes do disco, assim como dados que podem ser requisitados no futuro, como, por exemplo, os setores subseqüentes ao que acabou de ser lido. Um aumento do cache leva ao aumento do desempenho do disco, da mesma maneira que um aumento de memória leva a um maior desempenho do computador de um modo geral.

3. ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS (DEA)

Segundo Zhu (2000) a Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica baseada em programação linear projetada para estabelecer uma medida de eficiência relativa entre diferentes entidades de um gênero comum. Ainda para o autor, a medida de eficiência DEA contabiliza explicitamente o mix de entradas e saídas.

Macedo e Macedo (2003) colocam que a Análise Envoltória de Dados é um modelo de programação linear que procura maximizar a eficiência de uma unidade, expressa como a razão entre saídas e entradas, pela comparação da eficiência de uma unidade em particular com o desempenho de um grupo de unidades similares. Os autores expõem que no processo, algumas unidades atingem 100% de eficiência e são referidas como unidades relativamente eficientes, enquanto outras unidades com índices de eficiência, menores do que 100% são referidas como unidades ineficientes.

DEA é uma técnica, de acordo com Macedo (2004) com a capacidade de comparar a eficiência de múltiplas unidades mediante a consideração explícita do uso de suas múltiplas entradas na “produção” de múltiplas saídas. A técnica referida, de acordo com os autores, evita a necessidade de desenvolver “indicador-padrão”, pois ela pode incorporar múltiplas entradas e saídas, tanto no numerador como no denominador do cálculo da eficiência, sem a necessidade de conversão para uma base comum.

Para o autor a gerência da corporação pode utilizar a DEA para comparar um grupo de unidades operacionais a fim de identificar as unidades relativamente ineficientes, medindo a magnitude das ineficiências, e, pela comparação das unidades ineficientes com as eficientes, descobrir formas para reduzir as ineficiências.

Lins e Meza (2000) colocam que a abordagem analítica rigorosa aplicada à medida de eficiência é tal que nenhum dos outputs pode ser aumentado sem que algum outro output seja reduzido ou algum input necessite ser aumentado; e nenhum dos inputs possa ser reduzido sem que algum outro input seja aumentado ou algum output seja reduzido.

Charnes et al (1994) ressalta a necessidade de tratar nesta abordagem como um conceito relativo: eficiência de 100% é atingida por uma unidade quando comparações com outras unidades relevantes não provêm evidência de ineficiência no uso de qualquer input ou output. Segundo os autores, esta abordagem permite diferenciar entre estados de produção eficientes e ineficientes, mas não permite medir o grau de ineficiência de um vetor ou identificar um vetor ou uma combinação de vetores eficientes com os quais comparar um vetor ineficiente. Os modelos de programação matemática provêm uma maneira elegante de, simultaneamente, construir a fronteira para um dado conjunto de unidades analisadas e calcular a distância da fronteira a cada uma das observações individuais.

De acordo com Lins e Meza (2000) algumas características do método DEA podem ser destacadas, como: pelo modelo não há necessidade de converter todas as entradas e saídas em valores monetários; os quocientes de eficiência são baseados em dados reais; é uma alternativa e um complemento aos métodos da análise da tendência central e análise custo x

benefício; considera a possibilidade de que as unidades eficientes não representem apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis benchmarks a serem estudados pelas demais unidades; e, ao contrário das abordagens de medidas tradicionais, DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de determinar uma fronteira linear por partes que compreende o conjunto de unidades eficientes; é um método para apoio à tomada de decisão de natureza multicritério e, portanto, capaz de modelar a complexidade do mundo real.

Fontes e Macedo (2003) dizem que a Análise Envoltória de Dados é uma técnica considerada relativamente nova, porém este método vem se difundindo de forma bastante veloz. Esta metodologia é constituída de quatro modelos básicos. A seguir temos algumas considerações a respeito desta metodologia. Será tratado o modelo CCR (Charnes, Cooper e Rhodes, 1978) dos multiplicadores sob a ótica dos inputs.

Segundo Macedo e Macedo (2003) o termo DMU (Decision Making Unit) será definido como uma organização, departamento, divisão ou unidade administrativa, ou até um item (como no caso deste trabalho) cuja eficiência está sendo avaliada. Ainda segundo os autores, o conjunto de DMU's adotados em uma análise DEA deve ter em comum a utilização das mesmas entradas e saídas, ser homogêneo e ter autonomia na tomada de decisões. Em relação às variáveis, cada uma destas deve operar na mesma unidade de medida em todas as DMU's, mas pode estar em unidades diferentes das outras.

O modelo original CCR, também conhecido como CRS (Constant Returns to Scale) segundo a ótica dos multiplicadores, pode ter um índice de eficiência definido como a combinação linear dos outputs dividida pela combinação linear dos inputs de determinada DMU.

Assim, segundo Coelli, Rao e Baltese (1998), um caminho intuitivo para introduzir DEA é por meio de forma de razão. Para cada DMU, gostaríamos de obter uma medida de razão de todos os outputs sobre todos os inputs, ou seja, os pesos ótimos u_j e v_i são obtidos pela resolução do problema de programação matemática.

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_c &= \frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jc}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ic}} \\
 \text{S.a.: } &\frac{\sum_{j=1}^s u_j y_{jk}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ik}} \leq 1, \quad k = 1, 2, \dots, c, \dots, n \\
 &u_j \geq 0, \quad \forall j, \\
 &v_i \geq 0, \quad \forall i
 \end{aligned}$$

Neste modelo c é o índice da unidade que está sendo avaliada. O problema acima envolve a procura de valores para u e v , que são os pesos, de modo que maximize a soma ponderada dos outputs (output “virtual”) dividida pela soma ponderada dos inputs (input “virtual”) da DMU em estudo, sujeita a restrição de que esse quociente seja menor ou igual a 1, para todas as DMUs. Esta função está sujeita à restrição de que, quando o mesmo conjunto de coeficientes de entrada e saída (v_i e u_j) for aplicado a todas as outras unidades de serviços que estão sendo comparadas, nenhuma unidade de serviço excederá 100% de eficiência ou uma razão de 1,00. Um problema como este, de formulação fracionária, possui infinitas soluções ótimas. Para evitar isto, ainda segundo Coelli, Rao e Baltese (1998), uma possível imposição seria $\sum v_i x_{ic} = 1$, pois, além disto, queremos linearizar as restrições do problema, de modo a transformá-lo em um Problema de Programação Linear (PPL). Então introduzindo a transformação linear desenvolvida por Charnes e Cooper (1962) obtemos:

$$\begin{aligned}
 \text{Max } E_c &= \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} \\
 \text{S.a.:} \quad &\sum_{i=1}^m v_i x_{ic} = 1 \\
 &\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \leq 0, \quad k = 1, 2, \dots, c, \dots, n \\
 &u_j, v_i \geq 0, \quad \forall x, y.
 \end{aligned}$$

Esta forma do problema é conhecida como problema dos multiplicadores, como também são chamados os pesos, u_j e v_i . Denotamos este PPL por CRS/M/I.

Macedo e Macedo (2003) dizem que quanto maior a relação $\sum \text{outputs} / \sum \text{inputs}$ maior a eficiência. Para cada DMU a ser analisada, formula-se um problema de otimização com o objetivo de determinar os valores que esta DMU atribuiria aos multiplicadores u e v de modo a aparecer com a maior eficiência possível.

Então, complementam os autores, o problema consiste em achar os valores das variáveis u_j e v_i , que são os pesos (importância relativa de cada variável), de modo que se maximize a soma ponderada dos outputs (output “virtual”) dividida pela soma ponderada dos inputs (inputs “virtual”) da DMU em estudo, sujeita na restrição de que esse quociente seja menor ou igual a 1, para todas as DMUs. Logo as eficiências variam de 0 a 1.

Em um trabalho recente, Macedo et al (2004) realizaram um estudo com este mesmo enfoque, porém utilizando microprocessadores como objeto de estudo. A metodologia utilizada foi similar a que está sendo proposta neste trabalho e chegou a conclusão que a utilização de DEA poderia ajudar na decisão de compra, quando de maneira objetiva e racional os consumidores utilizassem como principal parâmetro uma análise de custo x benefício.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Esta pesquisa pode ser caracterizada, de acordo com o exposto por Vergara (2004), como sendo descritiva e quantitativa, pois procura-se através da aplicação da análise envoltória de dados às informações dos itens buscados sobre hard disk (HD), que fazem parte da amostra, expor características a respeito das melhores opções de compra.

O processo de amostragem é não probabilístico, pois parte-se de um universo naturalmente restrito, pois os HD's foram escolhidos a partir dos que constavam na lista extraída do site www.bondfaro.com.br. Isso traz algumas limitações de inferência, mas não invalida os resultados da pesquisa, já que o objetivo é demonstrar a utilidade e a aplicabilidade de uma metodologia, e assim sendo os dados analisados servem tão somente

A pesquisa partiu dos 128 itens buscados no site. Através de uma análise sobre a busca verificou-se a existência de 20 diferentes HD's, divididos em dois tipos IDE e SCSI, no que diz respeito aos atributos de velocidade (Rpm), capacidade (GB), tamanho de buffer (Mb) e número de pinos. Daí coletou-se estas informações em conjunto com o menor preço encontrado na listagem para cada combinação destes atributos técnicos. O quadro 03 mostra as informações obtidas:

DMU's	TIPO	Output 01	Ouput 02	Output 03	Input 01
		Velocidade (Rpm)	Capacidade (GB)	Buffer (Mb)	Preço (R\$)
1	IDE	7200	80	8	R\$ 385,00
2	IDE	7200	40	2	R\$ 261,00
3	IDE	7200	60	2	R\$ 311,00
4	IDE	7200	80	2	R\$ 336,00
5	IDE	5400	40	2	R\$ 329,00
6	IDE	5400	80	2	R\$ 339,00
7	IDE	7200	60	8	R\$ 359,00
8	IDE	7200	120	2	R\$ 372,00
9	IDE	7200	160	8	R\$ 513,00
10	IDE	7200	120	8	R\$ 519,00
11	IDE	7200	160	2	R\$ 665,00
12	IDE	7200	200	8	R\$ 845,00
13	IDE	7200	200	2	R\$ 1.098,00
DMU's	TIPO	Output 01	Ouput 02	Output 03	Input 01
		Velocidade (Rpm)	Capacidade (GB)	Pinos	Preço (R\$)
1	SCSI	10000	36	80	R\$ 815,00
2	SCSI	10000	36	68	R\$ 815,00
3	SCSI	10000	73	80	R\$ 1.994,00
4	SCSI	15000	36	80	R\$ 2.424,00
5	SCSI	15000	73	68	R\$ 3.389,00
6	SCSI	15000	73	80	R\$ 3.456,00
7	SCSI	10000	147	80	R\$ 3.987,00

Quadro 03 – Dados dos HD Analisados

De posse destes dados e com o apoio de um software específico de DEA, o SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), encontrou-se os resultados de eficiência para cada HD, primeiramente para os do tipo IDE e depois para os do tipo SCSI. Pode-se perceber nos resultados (quadro 04) que no caso dos IDE's apenas os HD's 01, 02, 07, 08, e 09 são eficientes (eficiência = 1), ou seja, possuem uma relação custo x benefício ótima. Já no caso dos SCSI temos que os HD's 01 e 02 representam compras eficientes.

Estes HD's, de cada tipo, deveriam ser os escolhidos em caso de uma compra. O modelo na verdade não faz nenhuma distinção em relação a nenhum destes, pois os mesmos estariam empatados segundo os critérios utilizados e a amostra analisada.

Tipo IDE	Eficiência	Tipo IDE	Eficiência	Tipo SCSI	Eficiência
DMU_1	1,00000	DMU_8	1,00000	DMU_1	1,00000
DMU_2	1,00000	DMU_9	1,00000	DMU_2	1,00000
DMU_3	0,92846	DMU_10	0,86513	DMU_3	0,82881
DMU_4	0,94196	DMU_11	0,74586	DMU_4	0,50433
DMU_5	0,65451	DMU_12	0,75133	DMU_5	0,48765
DMU_6	0,79892	DMU_13	0,56466	DMU_6	0,47819
DMU_7	1,00000			DMU_7	0,83469

Quadro 04 – Resultado da Análise dos HD's

Os outros HD's que não possuem índice de eficiência DEA igual a 1 são tidos como ineficientes, ou seja, precisam melhorar suas características técnicas ou diminuir seu preço. Neste caso, partiremos das características técnicas previamente estabelecidas e procuraremos o preço ótimo (máximo) para os benefícios potenciais oferecidos. O quadro 05 mostra os preços ideais para cada HD tido como não eficiente.

Tipo IDE	Preço Ideal (R\$)	TIPO SCSI	Preço Ideal (R\$)
DMU_3	288,75	DMU_3	1.652,65
DMU_4	316,50	DMU_4	1.222,50
DMU_5	215,30	DMU_5	1.652,65
DMU_6	270,80	DMU_6	1.652,65
DMU_10	449,00	DMU_7	3.327,90
DMU_11	496,00		
DMU_12	634,85		
DMU_13	620,00		

Quadro 05 – Preços Idéias para os HD's Não Eficientes

Pode-se notar que alguns HD's teriam que reduzir seus preços drasticamente para se tornarem atrativos para os clientes (cerca de 50 %), já outros necessitariam de pequenos ajustes. Isto é conseqüência do tamanho da ineficiência na relação custo x benefício. Em outras palavras, quanto menor for o índice encontrado no quadro 02 maior deverá ser a redução de preço para que o HD possa fazer parte das preferências racionais dos clientes.

Por fim, fez-se uma análise combinando os dois tipos de HD (IDE e SCSI). A idéia era comparar os dois tipos em relação à velocidade (Rpm), capacidade (GB) e preço (R\$). Os resultados obtidos podem ser vistos a seguir:

DMU's	TIPO	Eficiência	DMU's	TIPO	Eficiência
1	IDE	0,82208	11	IDE	0,74586
2	IDE	1,00000	12	IDE	0,73373
3	IDE	0,92846	13	IDE	0,56466
4	IDE	0,94196	14	SCSI	0,44479
5	IDE	0,63716	15	SCSI	0,44479
6	IDE	0,78208	16	SCSI	0,19393
7	IDE	0,80432	17	SCSI	0,22432
8	IDE	1,00000	18	SCSI	0,16045
9	IDE	0,96686	19	SCSI	0,15734
10	IDE	0,71676	20	SCSI	0,12274

Quadro 06 – Eficiência Total dos HD's

No quadro 06 pode-se perceber que os HD's do tipo SCSI são exatamente os menos eficientes. Isso mostra que esta tecnologia ainda precisa de evoluções no sentido de justificar o preço frente aos benefícios. No fim apenas os HD's do tipo IDE nº 02 e 08 são realmente eficientes, quando de uma comparação geral. Estes dois modelos representam HD's de 7.200 Rpm de velocidade e 2 Mb de buffer, sendo que o primeiro tem capacidade de 40 GB e o segundo de 120 GB.

5. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no exposto pode-se perceber que o modelo apresentado tem o poder de discriminar as alternativas de compra em opções atraentes e não atraentes, levando em consideração as características técnicas e o preço dos HD's. Por conta disso, este pode auxiliar os consumidores em suas decisões de compra.

Com isso, esta pode ser uma poderosa ferramenta para os consumidores ou compradores institucionais para avaliar as alternativas de compra, na medida em que representa uma proposta sistematizada de análise da relação custo x benefício de cada possibilidade apresentada. Esta análise ainda tem a vantagem de respeitar aspectos relativos,

ou seja, cada alternativa é avaliada em função das outras apresentadas.

O modelo serve ainda de ponto de partida para os vendedores, pois fornece uma análise complementar no que tange a redução dos custos (preço), mantendo-se os níveis de benefícios técnicos, para que as alternativas menos atraentes se tornem eficientes. Ou seja, o modelo ora proposto pode ser utilizado no processo decisório de estabelecimento do preço de venda, onde a empresa pode, dadas as características técnicas de seu produto e as informações dos produtos concorrentes, procurar o preço que o torne eficiente e, assim, racionalmente preferível aos olhos dos consumidores.

Por fim, vale ressaltar que este trabalho tem o propósito de iniciar a discussão da utilização de modelos DEA na análise de alternativas de compra, combinando aspectos técnicos e preço na busca de uma escolha consistentemente eficiente. A busca por discussões neste tema não pára por aqui, em outras oportunidades continuaremos a propor novas alternativas de análise para auxiliar os consumidores no processo de escolha.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BONDFARO. Disponível em www.bondfaro.com.br e acessado em 04/06/2004.
- CHARNES, A. et al. *Data Envelopment Analysis*. 2 ed. Boston: KAP, 1994.
- CHURCHILL Jr., G. e PETER, J. P. *Marketing: criando valor para os clientes*. São Paulo: Saraiva, 2000.
- COELLI, T. et al. *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. Boston: KAP, 1998.
- FITZSIMMONS, J. A. e FITZSIMMONS, M. J.. *Administração de Serviços*. Porto Alegre: Bookman, 2000.
- FONTES, S. V. & MACEDO, M. A. S. Desempenho Organizacional: uma avaliação através da técnica de Análise Envoltória de Dados baseada em índices financeiros. *Anais do XXVII ENANPAD*. Atibaia: ANPAD, 2003.
- KOTLER, P. *Administração de Marketing*. 10 ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.
- KOZIEROK, C. E. Hard Disk Drives – Reference Guide. Disponível em http://storagereview.com/guide/guide_index.html e acessado em 24/06/2004.
- LINS, M. P. E. e MEZA, L. A.. *Análise Envoltória de Dados: Perspectivas de Integração no Ambiente do Apoio à Decisão*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 2000.
- MACEDO, M. A. S., SANTOS, R. e BENAC, M. A. Utilizando Análise Envoltória de Dados (DEA) na Decisão de Compra de Processadores para Micro-Computadores. *Anais do I CONTECSI*. São Paulo: TECSI/FEA-USP, 2004.
- MACEDO, M. A. S. & MACEDO, H. D. R. Avaliação de Performance Financeira através da Análise Envoltória de Dados: um estudo de caso em unidades de negócio. *Anais do XXXVIII CLADEA*. Lima, Peru: CLADEA, 2003.
- MACEDO, M. A. S. A Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Consolidação de Medidas de Desempenho Organizacional. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos*. Porto Seguro: ABC, 2004.
- MORIMOTO, C. E. Dicionário de Termos Técnicos. Disponível em www.guiadohardware.net/livros/dicionário/ e acessado em 25/06/2004.
- SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão. Disponível em www.uff.br/decisão e acessado em 10/03/2004.
- VERGARA, S. C. *Projetos e Relatórios de Pesquisa em Administração*. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- ZHU, J. Multi-factor performance measure model with application to Fortune 500 companies. *European Journal of Operational Research*. n. 123, 2000, págs 105-124.