

Formação do Preço de Venda: uma proposta de modelagem através do uso de Análise Envoltória de Dados (DEA)

Marcelo Alvaro Da Silva Macedo
Leandro Azevedo Da Silva Rosadas

Resumo:

A formação do preço de venda é abordada nos curso de economia e de administração, sobre visões separadas. A formação de preços baseada em custos é abordada nos cursos de administração em disciplinas da área financeira; a teoria econômica aborda mais profundamente o assunto em disciplinas de microeconomia; e a abordagem de marketing nas disciplinas de administração mercadológica, ou até mesmo de marketing. A questão a ser discutida, num primeiro momento, seria o fato das visões serem complementares em alguns aspectos e em outros abordarem a mesma questão sobre linguagens diferentes, porém conceitualmente parecidas. Além disso, procura-se propor uma nova abordagem com base em Análise Envoltória de Dado (DEA), que pressupõe uma dinâmica competitiva e uma decisão de consumo racional. Assim sendo, este estudo tem como objetivo discutir a formação dos preços de venda, verificando as abordagens tradicionais (da teoria econômica, da contabilidade de custos e do marketing) e propor uma nova metodologia baseada em programação matemática. Para alcançar estes objetivos este artigo faz uma revisão bibliográfica sobre os assuntos formação do preço de venda e DEA e discute a modelagem proposta através de um exemplo ilustrativo.

Área temática: *Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos*

Formação do Preço de Venda: uma proposta de modelagem através do uso de Análise Envoltória de Dados (DEA)

Marcelo Alvaro da Silva Macedo (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Brasil)
alvaro@ufrjr.br

Leandro Azevedo da Silva Rosadas (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Brasil - Brasil)
lrosadas@strategieconsultoria.com.br

Resumo

A formação do preço de venda é abordada nos cursos de economia e de administração, sobre visões separadas. A formação de preços baseada em custos é abordada nos cursos de administração em disciplinas da área financeira; a teoria econômica aborda mais profundamente o assunto em disciplinas de microeconomia; e a abordagem de marketing nas disciplinas de administração mercadológica, ou até mesmo de marketing. A questão a ser discutida, num primeiro momento, seria o fato das visões serem complementares em alguns aspectos e em outros abordarem a mesma questão sobre linguagens diferentes, porém conceitualmente parecidas. Além disso, procura-se propor uma nova abordagem com base em Análise Envoltória de Dado (DEA), que pressupõe uma dinâmica competitiva e uma decisão de consumo racional. Assim sendo, este estudo tem como objetivo discutir a formação dos preços de venda, verificando as abordagens tradicionais (da teoria econômica, da contabilidade de custos e do marketing) e propor uma nova metodologia baseada em programação matemática. Para alcançar estes objetivos este artigo faz uma revisão bibliográfica sobre os assuntos formação do preço de venda e DEA e discute a modelagem proposta através de um exemplo ilustrativo.

Palavras chave: Preço de Venda, DEA, Eficiência.

Área Temática: Aplicação de Modelos Quantitativos na Gestão de Custos.

1. Introdução

Tradicionalmente, segundo Kotler (2000), o preço tem funcionado como principal determinante na escolha dos consumidores, embora outros fatores tenham se tornado importantes nas últimas décadas. Por conta disso, o preço ainda permanece como um dos elementos fundamentais na determinação da participação de mercado e da lucratividade das empresas.

De acordo com Churchill e Peters (2000), os profissionais de marketing abordam as decisões de preço de diversas maneiras. As abordagens básicas são baseadas em custo, concorrência e valor para os clientes. Elas não se excluem entre si: a prática eficiente da formação de preço requer que a organização considere todas as três.

Segundo Kotler (2000), ao longo da história, os preços foram determinados por meio da negociação entre compradores e vendedores. Hoje, pouco mais de cem anos depois, a Internet promete reverter a tendência de preços fixos para nos levar de volta a uma era de preços negociados.

Pindyck e Rubinfeld (2002), define mercado como o grupo de compradores e vendedores que, por meio de suas interações efetivas ou potenciais, determinam o preço de um produto ou de

um conjunto de produtos.

Segundo o autor, o conceito de preço de mercado é o preço que prevalece em um mercado competitivo. Em mercados que não são totalmente competitivos, empresas diferentes podem cobrar preços diferentes pelo mesmo produto. Isso pode ocorrer em virtude de uma empresa estar tentando ganhar clientes de suas concorrentes ou devido ao fato de clientes serem leais a determinadas marcas, permitindo que algumas empresas cobrem preços mais altos que a concorrência.

Padoveze (1999) afirma que, a formação de preços de venda a partir do mercado se dá pela lógica da teoria econômica que indica que quem faz o preço de venda dos produtos é o mercado, basicamente através da oferta e procura, fazendo as devidas considerações para situações de monopólio, oligopólio, mercados cativos e situações similares.

Assumindo essa condição, praticamente seria desnecessário o cálculo dos custos e subsequente formação de preços de venda a partir dele. O que a empresa teria que fazer seria abalizar corretamente o preço de mercado do produto através dos preços dos concorrentes existentes, ou através de pesquisa de mercado (no caso de produtos inéditos), e fazer considerações específicas de gastos de comissões, canais de distribuição, publicidade, localização da fábrica, etc.

É neste contexto que se construiu este trabalho, pois apresenta-se e discute-se uma modelagem alternativa às tradicionais (custos, econômica e marketing) com base na utilização de Análise Envoltória de Dados (DEA). A metodologia proposta tem em sua lógica de construção dois princípios básicos: os preços são formados com base na competitividade do mercado e os consumidores tem preferências lógicas e racionais, sendo o preço uma variável relevante. Assim sendo, a modelagem procura obter um preço eficiente, no qual o produto pode ter uma relação custo x benefício ótima, dentro do que é praticado pela concorrência.

Neste sentido, este trabalho tem os seguintes objetivos específicos:

- identificar e revisar algumas referências específicas, com relação aos conceitos de formação do preço de venda;
- verificar e analisar as divergências e convergências das abordagens utilizadas para se precificar os produtos/serviços;
- discutir as abordagens de como se comporta o preço em diferentes estruturas de mercado;
- analisar questões sobre o valor e sobre como os custos influenciam na formação de preço;
- propor uma modelagem para a formação do preço de venda, com base em Análise Envoltória de Dados (DEA); e
- apresentar e discutir, em termos práticos, a metodologia proposta, com o uso de um exemplo ilustrativo.

2. Formação do preço de venda: uma discussão conceitual com base nas teorias de custos, econômica e de marketing

Numa economia fechada e com baixa competitividade como a brasileira, até meados dos anos de 1990, o produtor formador de preços acrescentava ao custo de produção (normalmente alto, devido ao custo Brasil e ao baixo nível tecnológico) uma margem de lucro e chegava ao preço de mercado: custo médio + margem de lucro = preço de mercado do produto.

Com a abertura da economia e o aumento da competição, os produtores estão ficando menos formadores do preço e mais tomadores do preço de mercado. Assim, a partir do preço que os consumidores estão dispostos a pagar, o produtor desconta seu custo e a sobra é o lucro: $\text{lucro} = \text{preço de mercado} - \text{custo médio}$. Num ambiente onde o planejamento estratégico é vital, dado o preço de mercado que os consumidores estão dispostos a pagar e a margem de lucro pretendida pelo empresário, este deve buscar atingir um custo-meta de produção que viabilize estes objetivos, tornando a equação: $\text{custo-meta} = \text{preço de mercado} - \text{lucro}$.

Segundo Padoveze (1999), a formação de preços de venda a partir do custo e sua validade, parte do pressuposto básico para tal técnica é que o mercado está disposto a absorver os preços de venda determinados pela empresa, que, por sua vez, são calculados em cima de seus custos reais ou orçados. Sabemos que na verdade, isso nem sempre pode acontecer, ficando, então, eventualmente, invalidado tal procedimento.

Em geral, a precificação baseada em custos é relativamente fácil de usar, o que a torna popular entre as empresas que lidam com muitos produtos diferentes. A ênfase em cobrir os custos também a torna atraente quando é preciso estabelecer preços para trabalhos não rotineiros. Ao preparar um orçamento, as empresas que utilizam essa abordagem conduzem uma análise detalhada de todos os custos que esperam encontrar. Depois, acrescentam uma porcentagem de lucro ao custo total. Se o resultado for mais alto do que os preços concorrentes para servi-los da mesma qualidade, elas podem abaixar essa porcentagem mas raramente reduzem-na abaixo do que consideram sua margem de lucro básica.

Talvez a limitação mais importante das técnicas de preços baseados em custos seja que elas não consideram o efeito do preço sobre a demanda dos clientes. Assim, as empresas poderiam descobrir, tardiamente, que um preço suficientemente alto para cobrir os custos e proporcionar um lucro confortável é tão elevado que os compradores voltam-se para produtos concorrentes ou substitutos.

Neste sentido, Horngren et al (2004) dizem que existem três grandes questões que influenciam direta ou indiretamente a formação dos preços de venda. As três grandes influências que incidem sobre a relação oferta e demanda, e, consecutivamente, sobre os preços, são:

- Clientes: Estes influenciam o preço à medida que promovem a demanda por um produto ou serviço. Por conta disso, as empresas precisam sempre avaliar as decisões de precificação a partir da ótica dos clientes. Isto significa formar o preço a partir do que o cliente está disposto a pagar. Essa ótica é extremamente subjetiva e de difícil mensuração, pois pressupõe uma pesquisa de mercado com os consumidores.
- Concorrentes: É necessário que as empresas estejam atentas às ações de seus concorrentes. Os mesmos produtos em outros concorrentes e até mesmo produtos alternativos ou substitutos podem afetar a demanda por produtos e serviços da empresa. Por conta disso, a ótica dos concorrentes é uma possibilidade para formação do preço de venda, onde a empresa procura formar o preço de seus produtos e serviços a partir dos preços praticados pelos concorrentes.
- Custos: Os custos influenciam a oferta de produtos e serviços, pois quanto mais baixo for o custo em relação aos preços pagos pelo cliente, maior será a capacidade de fornecimento por parte da empresa. Gestores que entendem o custo de seus produtos e serviços são capazes de estabelecer preços atrativos e obter retornos operacionais desejáveis. Nesta ótica a empresa forma o preço a partir dos custos, adicionando uma margem de ganho desejada pela empresa.

Fazendo-se uma análise da influência destas três variáveis pode-se perceber que as duas

primeiras estão mais relacionadas a fatores externos a organização, ditos como fatores mercadológicos, enquanto a última está intrinsecamente relacionada com a empresa.

A precificação baseada em custos também não leva em conta os preços dos concorrentes. Para competir de forma lucrativa, os profissionais de marketing poderiam ter de cortar custos em vez de elevar o preço. Porém, quando oferecem produtos diferenciados e de alto valor agregado, muitas vezes podem cobrar mais caro.

Sobre os preços dos concorrentes devem se considerar as seguintes condições:

- Há vários concorrentes com produtos de qualidade;
- Pelo menos alguns dos concorrentes são financeiramente fortes;
- As características do produto são facilmente copiadas e é difícil diferenciá-lo;
- Os concorrentes têm acesso aos canais de distribuição;
- Os concorrentes têm altos níveis de conhecimento e habilidades de marketing;
- Os concorrentes têm estruturas de custos semelhantes.

Os preços abaixo da concorrência podem aumentar as vendas quando a elasticidade-preço é alta. Ou apenas igualar o preço e oferecer mais valor do que os concorrentes, podendo até cobrar um preço mais elevado. Porém para fixar tais preços os profissionais necessitam de saber qual é a equação de valor para o produto.

Levar em conta os preços dos concorrentes é um dos aspectos práticos e essenciais da estratégia de preços na maioria dos casos. Quando os clientes podem escolher entre mais de um fornecedor, abre-se a oportunidade de escolher a alternativa com maior valor. Os profissionais de marketing devem, portanto considerar como oferecer valor superior aos clientes e definir preços abaixo, acima ou no mesmo nível da concorrência para ampliar esse valor.

O preço baseado na concorrência, porém, tem limitações. Como não inclui informações sobre custos, essa estratégia deixa em aberto as interrogações sobre a possibilidade de geração de lucro num dado preço. Se os custos de uma empresa forem mais altos que os custos dos concorrentes, talvez ela não possa fixar um preço abaixo ou no mesmo nível da concorrência e sobreviver. Além disso, a precificação baseada na concorrência não explora diretamente o valor para os clientes.

Quaisquer que sejam os custos da organização e qualquer que seja o preço cobrado pelos concorrentes, os compradores potenciais podem não comprar o produto senão acharem que a oferta vale o seu dinheiro. Portanto, as decisões de preços devem levar em conta as percepções dos clientes sobre o valor de uma troca. Isso significa que uma pesquisa de marketing é necessária para descobrir as percepções de valor e preço dos clientes.

Ao investigar as percepções dos clientes sobre preços, é fundamental detectar o preço de referência do cliente, ou seja, “o preço que os compradores usam para comparar o preço oferecido de um produto ou serviço”. Em relação a este aspecto pode-se destacar que Valor = Benefícios percebidos – Custos percebidos.

Centrar-se no valor para o cliente possibilita a organização dar aos clientes o que eles querem, talvez até mesmo com uma boa margem de lucro. A precificação por valor é especialmente vantajosa se a organização puder encontrar correspondência entre o que ela faz de melhor e o que o segmento do mercado valoriza. Dessa forma, se a organização se destaca por oferecer trocas agradáveis e uma imagem de prestígio, ela pode definir preços altos e, ainda assim, criar valor para um segmento de mercado que deseje esses atributos. Similarmente, uma

organização que possa entregar um bom produto básico por um preço baixo pode criar valor para clientes preocupados com preços.

Como acontece com as outras abordagens, o preço baseado no valor não funciona bem por si só. Os gestores precisam estar conscientes de seus custos: eles não podem ter lucros oferecendo valor aos clientes por um preço não lucrativo. Igualmente, mesmo que definam preços que os clientes considerem um bom valor, podem não chegar a lugar nenhum se os concorrentes oferecerem um negócio ainda melhor em termos de equação de valor com um todo. Em suma, os profissionais de gestão precisam considerar os três elementos – seus custos e objetivos de lucros, as estratégias de preços competitivas e o valor para o cliente – ao tomar decisões de preço.

Para Kotler (2000), cada preço levará a um nível diferente de demanda e portanto terá um impacto diferente nos objetivos de marketing de uma empresa. A relação entre preços alternativos e demanda corrente resultante é representada pela curva de demanda.

Kalechi (1983) postula a tese que, a curto prazo, as alterações nos preços dos bens acabados são determinados pelas modificações no custo de produção e pelos preços dos concorrentes imediatos; isto porque, ante um aumento da demanda, as empresas, geralmente, têm capacidade para elevar o volume da produção, permanecendo, assim, estável o nível dos preços.

A longo prazo, este raciocínio continua válido, desde que não seja alterado o grau de monopolização existente (se aumenta o grau de monopolização, a empresa líder depende menos de seus concorrentes e vice-versa). Diferentemente, no caso dos produtos alimentícios primários e das matérias-primas (produtos agrícolas, mineração etc.) seus preços são determinados pela demanda, porque, diante de um aumento da demanda, não existiriam condições para aumentar a oferta, já que esta é inelástica e se requer tempo suficiente para aumentar a produção.

No entanto, Kalecki (1983) aceita que é a demanda, quem finalmente determina os preços de todos os bens, embora em seu estudo só faça comprovações empíricas para a formação dos preços pelo custo.

Estas e outras questões, listadas a seguir, são tratadas há mais de dois séculos pelo pensamento econômico, porém, aparentemente, pouco utilizadas na prática, o que resulta na alta taxa de mortalidade das firmas conforme a classe de renda do consumidor; a redução do preço quando o consumidor adquire maior quantidade da mercadoria; a cobrança de preços diferentes para consumidores com demandas diferentes, como a energia elétrica nas residências e indústrias, tarifas aéreas regulares e especiais, preços em períodos de temporada e fora da temporada, preços de pico quando a demanda atinge picos, como as tarifas de telefone, além da venda de um grupo de produtos em pacote.

Como descrito por Padoreze (1999), Kotler (2000) e Kalechi (1983) a formação de preço de venda deve ser estruturada considerando diferentes variáveis com a definição dos objetivos da determinação de preços; determinação de projeções de demanda; estimativa de custos; análise de custos, preços e ofertas dos concorrentes; seleção de um método de determinação de preço; e determinação do preço final. Uma visão integrada visa aproveitar as vantagens e reduzir as limitações contidas nos diversos enfoques teóricos de precificação de produtos.

Segundo Kotler (2000), a demanda estabelece um teto no preço que uma empresa pode cobrar por seu produto. Os custos determinam o piso. A empresa deseja cobrar um preço que cubra seu custo de produção, distribuição e venda do produto, incluindo um retorno justo por seu esforço e risco. As empresas que deixam de medir seus custos corretamente não estão medindo seus lucros de maneira adequada, e é provável que aloquem seu esforço de maneira

errada. A identificação dos custos reais que emergem de um relacionamento com um cliente também permite que uma empresa explique melhor seus preços ao cliente.

Segundo Churchill e Peters (2000), embora a análise marginal seja a maneira adequada para definir preços do ponto de vista econômico, coletar as informações necessárias para ela pode ser difícil e caro. Para complicar ainda mais a tarefa, há mais variáveis do que tal análise considera. Como um bom exemplo, quando a Compaq baixou os preços de seus computadores, muitos clientes trocaram de equipamento e compraram computadores mais potentes em vez de comprar os modelos mais baratos. Aparentemente, o valor para eles não era apenas uma questão de pagar o preço mais baixo, mas de fechar um bom negócio por um computador mais potente. Essas mudanças na demanda não são facilmente explicadas pela análise marginal.

Kotler (2000) diz que dado os 3Cs – a programação de demanda dos clientes, a função custo e os preços dos concorrentes –, a empresa estará pronta para selecionar um preço. Os custos determinam o piso para o preço. Os preços dos concorrentes e o preço de substitutos oferecem um ponto de orientação. A avaliação de características singulares do produto estabelece um teto para o preço.

Segundo Kotler (2000), as empresas geralmente não determinam um preço único, mas elaboram uma estrutura de determinação de preços que reflete variações geográficas na demanda e nos custos, exigências de segmento de mercado, oportunidade de compra, níveis de pedidos, frequência de entrega, garantias, contratos de serviço e outros fatores.

Segundo Rosadas e Macedo (2004), com base nas informações colhidas numa pesquisa realizada com 37 empresas do setor de materiais de construção pode-se observar que:

- A maior parte das empresas forma o preço de venda com base na política de preço de venda mais margem de lucro;
- Uma menor parte das empresas utiliza informações do mercado e dos consumidores para a formação do preço de venda;
- Por último uma parte ainda menor dos respondentes diz que utiliza uma metodologia híbrida, onde informações do mercado, principalmente advindas dos vendedores, é utilizada como apoio à formação do preço de venda;

A teoria econômica aborda a formação do preço de venda de maneira teórica, criando conceitos utilizados por outras duas visões. A visão da contabilidade de custos centraliza-se no controle, acompanhamento, e medição de desempenho. Em contrapartida, a visão do marketing aborda um aspecto mais estratégico, e acaba por explorar muito a relação de valor que o cliente enxerga com relação ao preço a ser cobrado. Tal visão está bastante fundamentada em um conceito econômico chamado de utilidade.

Enfim, pode-se dizer que a teoria econômica deve ser usada junto com a visão do marketing para decidir qual estratégia será tomada em relação aos preços, considerando os custos e valor agregado que este produto possa ter para os clientes. Sendo o controle e o acompanhamento destes preços podendo ser feitos pelo sistema de custo vigente, por pesquisas nos mercados onde os produtos/serviços estejam inseridos ou queiram entrar; e através de análises econômicas regulares com relação à concorrência.

3. Análise envoltória de dados (DEA)

Macedo (2004a) diz que a Análise Envoltória de Dados (DEA) envolve o uso de métodos de programação linear para construir uma fronteira não-paramétrica sobre os dados, onde

medidas de eficiência são calculadas em relação a sua fronteira.

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.

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) ressaltam a necessidade de tratar esta abordagem com um conceito relativo: eficiência de 100% é atingida por uma unidade quando comparações com outras unidades relevantes não provêm evidência de ineficiência no uso dos inputs e/ou outputs.

A Análise Envoltória de Dados (DEA), segundo Zhu (2000), representa uma das mais adequadas ferramentas para avaliar a eficiência, em comparação com ferramentas convencionais. Os resultados de DEA são mais detalhados do que os obtidos em outras abordagens, servindo melhor ao embasamento de recomendações de natureza gerencial. Sendo assim, os autores destacam as seguintes características desta ferramenta:

- Não requer a priori uma função de produção explícita;
- Examina a possibilidade de diferentes, mas igualmente eficientes, combinações de inputs e outputs;
- Localiza a fronteira eficiente dentro de um grupo de unidades analisadas e
- Determina, para cada unidade ineficiente, subgrupos de unidades eficientes, os quais formam seu conjunto de referência.

De acordo com Macedo (2004b), a Análise Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica de Pesquisa Operacional, que tem como base a Programação Linear, e cujo objetivo é analisar comparativamente unidades independentes (empresas, departamentos, etc.) no que se refere ao seu desempenho. Ela fornece uma medida para avaliar a eficiência relativa das unidades de tomada de decisão (DMUs - Decision Making Units), que são as unidades cuja eficiência está sendo avaliada. Cada DMU é representada por um conjunto de S outputs e um conjunto de M inputs. A idéia básica é a comparação dos outputs com os inputs.

Segundo Charnes et al (1994), esta abordagem permite diferenciar entre estados de produção eficientes e ineficientes, já que 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.

Para Macedo (2004a) a resposta mais importante desta metodologia é a caracterização de uma medida de eficiência, que faz com que a decisão fique orientada por um único indicador construído a partir de várias abordagens de desempenho diferentes. Vale ressaltar que isso facilita em muito o processo decisório, pois ao invés de considerar vários índices para concluir a respeito do desempenho da empresa ou da unidade sob análise o gestor se utiliza apenas da medida de eficiência do DEA. Além disso, existem outras informações oriundas desta metodologia que podem ser utilizadas para auxiliar a empresa na busca pela excelência.

São várias as formulações dos modelos de DEA encontradas na literatura, conforme dizem Charnes et al (1994), entretanto dois modelos básicos DEA são geralmente usados nas aplicações. O primeiro modelo chamado de CCR (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978), também conhecido como CRS (Constant Returns to Scale), avalia a eficiência total, identifica

as DMUs eficientes e ineficientes e determina a que distância da fronteira de eficiência estão às unidades ineficientes. O segundo chamado de modelo BCC (BANKER, CHARNES e COOPER, 1984), também conhecido como VRS (Variable Returns to Scale), utiliza uma formulação que permite a projeção de cada DMU ineficiente sobre a superfície de fronteira (envoltória) determinada pelas DMUs eficientes de tamanho compatível.

Segundo Macedo (2004a), os modelos utilizados, desenvolvidos a partir do DEA, são capazes de conjugar em um único índice vários indicadores de natureza diferentes para a análise do desempenho organizacional. Pode-se perceber, então, que a modelagem possui as características de trabalhar diversas variáveis sem a necessidade de convertê-las para um padrão comum de unidade e de apoiar o processo decisório com uma técnica de natureza multicritério e, portanto, mais capaz de modelar a complexidade do mundo real.

De acordo com Coelli et al (1998), Charnes, Cooper e Rhodes (1978) propuseram um modelo que tinha uma orientação input e assumia retornos constantes de escala (CRS). Artigos subseqüentes têm considerado várias alternativas, dentre elas as de Banker, Charnes e Cooper (1984), em que o modelo de retorno variável de escala (VRS) foi proposto.

Ainda segundo Coelli et al (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 seguinte 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 a unidade (DMU) 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 um, para todas as DMUs. Esta função está sujeita à restrição de que, quando o mesmo conjunto de coeficientes de entrada e saída (os vários v_i e u_j) for aplicado a todas as outras unidades que estão sendo comparadas, nenhuma unidade excederá 100% de eficiência ou uma razão de 1,00.

De acordo com Macedo (2004b), este é um problema fracionário (não linear) de programação matemática de difícil solução, que pode ser facilmente resolvido transformando a relação em uma função linear, simplesmente considerando o denominador (soma ponderada dos insumos) da função objetivo igual a um. Os modelos DEA-CRS e DEA-VRS podem então ser apresentados da seguinte maneira:

$$\text{Max } E_c = \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} \quad \boxed{\text{CRS}}$$

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

$$\text{Max } E_c = \sum_{j=1}^s u_j y_{jc} + u' \quad \boxed{\text{VRS}}$$

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

Como pode-se ver nestas modelagens, a medida de eficiência DEA é mais completa que as medidas de desempenho monodimensionais, pois são capazes de incorporar uma análise multicriterial e assim modelar melhor a complexidade do mundo real. A eficiência técnica global é obtida com a fronteira CRS, que pode ser decomposta em eficiência técnica pura (obtida pela fronteira VRS) e eficiência de escala (CRS/VRS). Em suma, para uma empresa ser CRS eficiente ela precisa ter eficiência técnica (VRS) e de escala.

Ainda de acordo com Macedo (2004b) diz 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, complementa o autor, 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 um, para todas as DMUs. Logo as eficiências variam de 0 a 1 ou 0 % e 100 %.

Antes de tratarmos os dados desta pesquisa, que trabalhará com aspectos relacionados aos fatores de decisão do preço de venda, vamos a um exemplo simples, proposto por Macedo (2004a), para melhor explicar a modelagem DEA. Vamos supor que seis empresas ou unidades de uma mesma empresa (DMU's) estejam sendo analisadas. Para esta análise vamos aplicar os conceitos de DEA e explicar como estes funcionam. Os dados de receita (output) e de custos (input) das DMU's analisadas se encontram no quadro 01. Além disso, as eficiências calculadas pelo DEA, com o auxílio do software SIAD (Sistema Integrado de Apoio à Decisão), dos modelos CRS e VRS, sob a ótica input, também estão expressas no quadro 01.

DMU Empresas	Output 01	Input 01	Índice de Eficiência	
	Receita	Custos	CRS	VRS
1	R\$ 3.190,00	R\$ 1.450,00	100	100
2	R\$ 1.300,00	R\$ 1.080,00	54,71	68,57
3	R\$ 1.980,00	R\$ 900,00	100	100
4	R\$ 3.620,00	R\$ 2.350,00	70,02	100
5	R\$ 1.042,00	R\$ 680,00	69,65	100
6	R\$ 2.900,00	R\$ 2.000,00	65,91	65,91

Quadro 01 – Informações de Receita e Custos e Eficiências das DMU's

Pode-se perceber que para o modelo CRS apenas as DMU's 01 e 03 são eficientes, já para o modelo VRS as DMU's 01, 03, 04 e 05 são eficientes. Nota-se também que os índices de eficiência calculados no modelo VRS são sempre iguais ou superiores aos calculados pelo CRS. Isso mostra a característica mais flexível de análise dos modelos VRS em relação ao CRS.

Além deste quadro pode-se usar o gráfico 01 para se ter uma idéia da situação das DMU's.

Este gráfico tem no eixo X os valores de custos e no eixo Y os valores de receita. Uma empresa eficiente é aquela que combina bem receita e custos, de modo a obter maior receita com menores custos. O gráfico 01 também mostra as fronteiras de eficiência CRS e VRS, que ajudará a entender os resultados obtidos na análise.

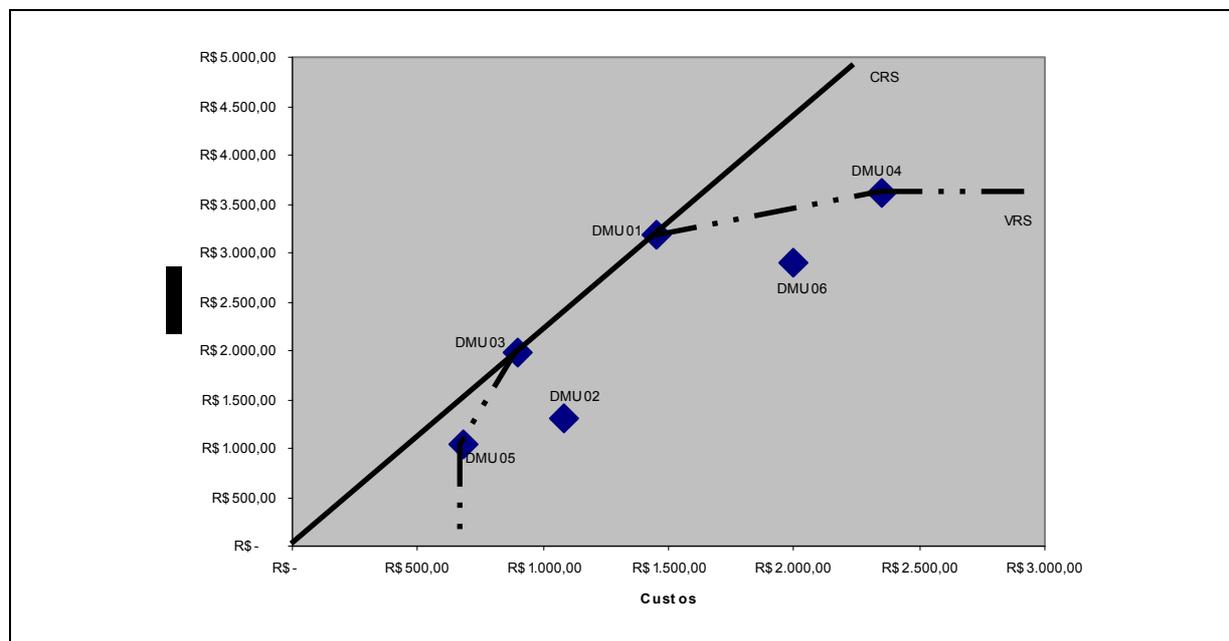


Gráfico 01 – Fronteiras Eficientes: CRS e VRS

Vamos começar explicando o modelo CRS. Este modelo pressupõe um retorno constante de escala. Ou seja, existe uma relação linear entre inputs e outputs, de modo que, um incremento ou uma redução de input gera um incremento ou uma diminuição proporcional de outputs. Isto quer dizer que serão eficientes as empresas que tiverem um melhor resultado da divisão entre output e input. Assim, os índices de eficiência, como são relativos, podem ser obtidos simplesmente, para esse caso de um output e um input, pela divisão dos resultados de output/input de cada DMU pelo maior valor encontrado para este quociente. Graficamente a fronteira é obtida pela linha saindo da origem e passando pelos pontos mais altos (maiores relações output/input) que são as DMU's 01 e 03. A ineficiência de cada DMU é calculada pela distância de cada uma em relação a fronteira CRS, por uma linha paralela ao eixo X. A idéia, então, é saber qual a redução de input (custos) necessária, mantendo-se os níveis de output (receita), para que a empresa se torne eficiente.

Já para o caso VRS, como não se tem a necessidade de proporcionalidade de inputs e outputs, mais duas DMU's são tidas como eficientes – 04 e 05 – além das DMU's 01 e 03 que já eram eficientes no CRS. A idéia é incluir outras DMU's, através do tratamento de retornos variáveis de escala (crescentes ou decrescentes), que possam representar boas práticas na relação output/input. Com isso, as DMU's 04 e 05 que têm respectivamente as maiores e menores receitas e custos são incluídas na fronteira VRS. As ineficiências continuam sendo calculadas da mesma maneira, porém pode-se perceber que a fronteira VRS está mais próxima da DMU 02 do que a fronteira CRS, o que explica um maior índice de eficiência ou de outra forma uma necessidade menor de redução dos custos, mantido o nível de receita, para que esta DMU se torne eficiente. No caso da DMU 06, que não teve seu índice de eficiência modificado, percebe-se que a fronteira VRS e CRS nas proximidades desta DMU estão sobrepostas.

Por último, cabe ressaltar que em termos de análise de benchmarking, no caso CRS, as DMU's 01 e 03 são utilizadas como referência respectivamente para as DMU's 04 e 06 e para

as DMU's 02 e 05. Já para o caso VRS, as DMU's 03 e 05 são utilizadas como referência para a DMU 02 e as DMU's 01 e 03 são referência para a DMU 06.

O caso da orientação output, que não foi tratado neste exemplo, a lógica é saber o máximo de receita possível dado os custos. Logo a projeção é feita para cima, ou seja, mantendo-se o nível de input até alcançar a fronteira.

Neste trabalho estaremos utilizando uma abordagem input, com o modelo DEA-CRS, pois observa-se uma maior capacidade de discriminar as várias alternativas apresentadas. Nosso objetivo, no exemplo ilustrativo, será determinar o preço ótimo (minimizar input) dada as características técnicas do produto e outros benefícios, que funcionarão como outputs.

4. Apresentação e análise do exemplo ilustrativo

Como dito anteriormente para alcançar os objetivos deste trabalho desenvolveu-se um exemplo ilustrativo. Este busca melhorar a apresentação e a discussão da metodologia proposta, no sentido que contribui para um entendimento prático das características desta modelagem alternativa.

Suponhamos que uma empresa (DMU_10) esteja lançando um produto em um mercado altamente competitivo e pretende formar seu preço de venda com base num patamar competitivo, onde esta queira dado as características deste produto estabelecer um preço que faça com que a empresa tenha uma vantagem comparativa em relação aos concorrentes no que diz respeito a relação custo x benefício. Os dados dos produtos dos principais concorrentes e da empresa se encontram no quadro 02:

DMUs	Preço de Venda	Características do Produto		
	Input 1	Output 1	Output 2	Output 3
DMU 1	20	100	56	10,00
DMU 2	24	104	65	10,30
DMU 3	25	106	57	10,50
DMU 4	22	108	60	10,30
DMU 5	24	113	59	10,50
DMU 6	23	109	54	10,70
DMU 7	24	108	55	10,10
DMU 8	22	100	59	10,20
DMU 9	23	104	57	10,80
DMU 10	25	108	60	10,60

Quadro 02 – Dados sobre Preço e Características do Produto para cada DMU

O input 01 representa o preço, que é uma dimensão a ser minimizada, pois quanto menor o preço mais bem aceito será o produto no que tange a relação custo x benefícios. As informações de output (01, 02 e 03) representam os benefícios (técnicos, de serviço agregado, etc.) que o produto de cada concorrente apresenta.

A empresa que está fazendo a análise é a DMU_10. A princípio ela decidiu que deveria praticar um preço de \$ 25,00 e gostaria de saber se este é um preço competitivo, no sentido de gerar valor para o cliente. Agregar valor está sendo medido pela preferência racional de pagar menores preços para obter maiores benefícios.

Com base na modelagem DEA procurou-se minimizar o preço de venda dado as características do produto. Primeiramente, com base no software de DEA denominado SIAD, apresentado em Meza et al (2003), calcula-se a eficiência de cada relação custo x benefício, ou seja, procura-se identificar o quanto o preço de venda é capaz de justificar os benefícios produzidos pelas características do produto em cada concorrente. Denomina-se esta

capacidade de agregação de valor.

DMU	Eficiência	DMU	Eficiência
DMU 1	1,0000	DMU 6	0,9478
DMU 2	0,9673	DMU 7	0,9000
DMU 3	0,8480	DMU 8	0,9578
DMU 4	0,9818	DMU 9	0,9391
DMU 5	0,9417	DMU 10	0,8640

Quadro 03 – Eficiência da Relação Custo x Benefícios do Produto para cada DMU

Estes indicadores mostram o quão eficiente cada concorrente é na geração de valor para o cliente. Como pode-se perceber somente o concorrente DMU_1 é que tem eficiência igual a 1,0000. Isso quer dizer que este concorrente tem a preferência racional dos clientes. Esta preferência seria expressa na mesma ordem deste indicador de eficiência (quadro 03).

A empresa sob análise (DMU_10) tem indicador de eficiência igual a 0,8640, logo precisa reduzir seu preço, dado as características (benefícios) de seu produto. Cada empresa na verdade precisa reduzir seu preço num percentual igual ao complemento de seu indicador ao valor máximo (1,0000). O quadro 04 mostra estas necessidades de redução para cada concorrente:

DMU	Red do PV	DMU	Red do PV
DMU 1	0,00%	DMU 6	5,22%
DMU 2	3,27%	DMU 7	10,00%
DMU 3	15,20%	DMU 8	4,22%
DMU 4	1,82%	DMU 9	6,09%
DMU 5	5,83%	DMU 10	13,60%

Quadro 04 – Redução Mínima no Preço de Vendado Produto para cada DMU

Em outras palavras pode-se dizer que o preço máximo será dado pela multiplicação do preço atual pelo indicador de eficiência. Por conta disso, pode-se concluir que para que a empresa sob análise possa competir neste mercado ela terá que praticar um preço não superior a \$ 21,60 (\$ 25,00 x 0,8640).

De forma geral a empresa teria a preferência racional dos consumidores se praticasse preços inferiores a \$ 21,60. Isso poderia ajudar a empresa não a só a definir um preço que alavancasse suas vendas, sem haver desperdício de esforços (excesso de redução da receita), mas também iria proporcionar uma alternativa de comunicação de seu produto, como sendo aquele que gera a melhor relação custo x benefício entre os similares disponíveis no mercado.

Esta forma de estabelecimento do preço de venda prima pela observação das características competitivas do mercado, já que estabelece um preço de forma relativa, baseada na comparação explícita dos benefícios auferidos dado o sacrifício (preço) feito, em função de cada competidor.

Apesar da modelagem mostrar como cada empresa pode maximizar o valor agregado, de maneira relativa, em função da competitividade, vale ressaltar que a decisão de compra é feita quase que exclusivamente com base na percepção de valor. Cabe, então, a empresa procurar formas de fazer com que seu valor agregado (melhor relação custo x benefícios) seja percebido pelos clientes. Caso a empresa não seja capaz de melhorar as características do produto (caso não tratado aqui) e/ou diminuir o preço de venda, ela não estaria apta a competir neste mercado.

5. Conclusões e considerações finais

Com base no exposto pode-se perceber que o modelo apresentado tem o poder de discriminar as alternativas de custo x benéfico (valor agregado) em opções atraentes e não atraentes para os clientes, levando em consideração as características técnicas e o preço dos produtos. Por conta disso, este pode auxiliar os gestores em suas decisões de preço de venda.

O modelo serve, então, 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.

Esta também 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.

Por fim, vale ressaltar que este trabalho tem o propósito de iniciar a discussão da utilização de modelos DEA na análise da formação do preço de venda, combinando aspectos técnicos e preço na busca de uma decisão 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 gestores no processo decisório sobre o estabelecimento do preço de venda de seus produtos/serviços.

Referências

- BANKER, R. D.; CHARNES, A.; COOPER, W. W. (1984) - Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*. Vol. 30, n. 9, p. 1078-1092.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. (1978) - Measuring the Efficiency of Decision Making Units. *European Journal Of Operational Research*. Vol. 2, n. 6, p. 429-444.
- CHARNES, A.; COOPER, W. W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. (1994) - *Data Envelopment Analysis*. KAP. 2ª. Edição. Boston.
- CHURCHILL, G.; PETERS, J. P. (2000) - *Marketing: criando valor para os clientes*. Saraiva. São Paulo.
- COELLI, T.; RAO, D. S. P.; BALTESE, G. E. (1998) - *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*. KAP. Boston.
- HORNGREN, C. T.; DATAR, S. M.; FOSTER, G. (2004) - *Contabilidade de custos: uma abordagem gerencial*. Pearson-Prentice Hall. 11ª. Edição. São Paulo..
- KALECKI, Michael. (1983) - *Teoria da Dinâmica Econômica*. Abril Cultural. São Paulo.
- KOTLER, P. (2000) - *Administração de Marketing*. Prentice Hall. 10ª. Edição. São Paulo.
- LINS, M. P. E.; MEZA, L. Â. (2000) - *Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no Ambiente de Apoio à Decisão*. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.
- MACEDO, M. A. S. (2004a) - A Utilização da Análise Envoltória de Dados (DEA) na Consolidação de Medidas de Desempenho Organizacional. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11, 2004, Porto Seguro. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos*. ABC. Porto Seguro. 1 CD.
- MACEDO, M. A. S. (2004b) - Indicadores de Desempenho: Uma Contribuição para o Monitoramento Estratégico através do Uso de Análise Envoltória de Dados (DEA). In: SIMPÓSIO DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO, LOGÍSTICA E OPERAÇÕES INTERNACIONAIS, 7, 2004, São Paulo. *Anais do VII SIMPOI*. FGVSP. São Paulo. 1 CD.

MEZA, L. A.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; COELHO, P. H. G. (2003) - SIAD – Sistema Integrado de Apoio à Decisão: uma implementação computacional de modelos de análise de envoltória de dados. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA OPERACIONAL DA MARINHA, 6, 2003, Rio de Janeiro. *Anais do VI SPOLM*. CASNAV. Rio de Janeiro. 1 CD.

PADOVEZE, C. L. (1999) - *Contabilidade Gerencial: um enfoque em sistema de informação contábil*. Atlas. 2ª. Edição. São Paulo.

PINDYCK, R. S. e RUBINFELD, D. L. (2002) - *Microeconomia*. Prentice Hall. 5ª. Edição. São Paulo.

ROSADAS, L. A. S., MACEDO, M. A. S. (2004) - Formação do Preço de Venda: Uma Análise do Setor de Material de Construção. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS, 11, 2004, Porto Seguro. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Custos*. ABC. Porto Seguro. 1 CD.

ZHU, J. (2000) - Multi-factor Performance Measure Model with Application to Fortune 500 Companies. *European Journal of Operational Research*. Vol. 123, n. 1, p. 105-124.