

Avaliação de desempenho de lojas de retalho utilizando um modelo de *Data Envelopment Analysis* multi-nível

C.B. Vaz * A.S. Camanho † R.C. Guimarães †

* Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Bragança
civaz@ipb.pt

† Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
acamanho@fe.up.pt
rcguimar@cotec.pt

Abstract

This paper describes a method for the assessment of retail store performance based on Data Envelopment Analysis (DEA). The assessment considers the stores as complex organizations that aggregate several subunits, corresponding to sections with management autonomy. This structure motivated an analysis at two different levels: the section level and the store level. The performance assessment of the sections involves a comparison among similar sections located in different stores, and evaluates efficiency spread. This is followed by an analysis at the store level to define targets for the sections. This analysis takes into account the interdependencies of the sections composing a store, as they share limited resources such as the floor area. This is achieved using a Network DEA model, which determines the maximum store sales allowing for reallocations of area among the sections within a store. The method developed is illustrated using a case study consisting of a Portuguese chain of supermarkets.

Resumo

Este artigo descreve um método de avaliação de desempenho de lojas de retalho baseado na técnica de *Data Envelopment Analysis* (DEA). O método desenvolvido tem em conta que as lojas são organizações complexas que agregam várias secções, com alguma autonomia de gestão. Assim, desenvolveu-se um modelo de DEA multi-nível, que considera dois níveis de análise: a loja e as secções que a constituem. A análise do desempenho de cada secção comercial resulta da comparação com secções similares localizadas noutras lojas da cadeia e permite averiguar se existe disparidade no seu desempenho. A avaliação ao nível da loja permite definir objectivos de melhoria de desempenho, tendo em conta que as secções partilham os recursos limitados. Para isso, define-se um modelo de "Network DEA" que permite determinar os níveis óptimos das vendas da loja e que poderá sugerir a realocação de área entre as secções. O método desenvolvido é aplicado a um caso real de uma cadeia Portuguesa de lojas de base alimentar.

Keywords: Data Envelopment Analysis, Retail, Efficiency, Resource allocation.

Title: The assessment of retailing efficiency using Network Data Envelopment Analysis.

1 Introdução

Este artigo descreve um método de avaliação de desempenho de lojas de retalho. Tendo em conta que cada loja constitui uma organização complexa, que agrega várias sub-unidades relativas às várias linhas de produtos vendidos (i.e., venda de carne, frutas e legumes, produtos de limpeza, etc.) o método deve permitir a comparação das sub-unidades (linhas de produtos vendidos) entre as várias lojas. Para isso definem-se os inputs e os outputs para avaliar o desempenho de cada secção comercial recorrendo a um modelo de *Data Envelopment Analysis* (DEA) e analisam-se os resultados obtidos. Esta análise é importante para verificar se existe disparidade no desempenho das secções nas várias lojas e identificar as secções eficientes, cujo funcionamento possa servir de exemplo relativamente às melhores práticas. Posteriormente, procede-se à avaliação das lojas, consideradas como unidades integradoras das diversas secções. Esta análise integradora é importante para identificar objectivos realistas para cada secção, já que estas partilham os recursos limitados das lojas, como por exemplo a área. Para isso, recorre-se a um modelo de "Network DEA" que permite compatibilizar os objectivos individuais de cada secção com o objectivo primordial das lojas de retalho, que consiste em maximizar as vendas globais da loja. O modelo de "Network DEA" utilizado neste artigo é baseado no modelo de Färe et al (1997).

A secção seguinte descreve o enquadramento do sector de retalho Português e fornece uma breve descrição da empresa utilizada como caso de estudo. A secção 3 descreve a metodologia usada na análise das lojas de retalho. Os resultados obtidos e as suas implicações são discutidas na secção 4. Finalmente a secção 5 apresenta as principais conclusões.

2 Contexto do estudo

2.1 Sector de retalho

O sector de retalho em Portugal é dominado por quatro grupos comerciais (Sonae, Jerónimo Martins, Os Mosqueteiros, Auchan), que operam num mercado oligopolista caracterizado por uma intensa concorrência. Esta tem sido avivada pelas ofensivas das lojas de desconto, que se diferenciam pelos preços baixos. Neste contexto de intensa concorrência do sector e conseqüente diminuição de margens, a avaliação e melhoria dos níveis de eficiência é um factor chave na gestão das cadeias de retalho.

O estado actual da literatura revela, por um lado, que a aplicação da técnica de DEA como instrumento para avaliação da eficiência de unidades de uma mesma organização é reduzida, e, por outro lado, que os estudos de cadeias de retalho de base alimentar, constituídas por supermercados e hipermercados, são também raros. Esta situação reforça a necessidade do desenvolvimento desta área.

O estudo de avaliação do desempenho proposto é definido tendo em conta as contribuições existentes na literatura relativas à necessidade de envolver os gestores na definição dos modelos a usar (Thomas et al, 1998), à definição das variáveis a incorporar nos modelos (Donthu and Yoo, 1998, Keh and Chu, 2003), e à utilização de múltiplos modelos para avaliar as diversas vertentes de gestão das lojas (Keh and Chu, 2003, Grewal et al, 1999).

2.2 Caso de estudo

A cadeia de retalho analisada neste artigo surge com dois formatos de lojas: hipermercados e supermercados. As lojas comercializam produtos relativos a cinco secções comerciais: alimentar (inclui mercearias e bebidas), perecíveis (inclui talho, peixaria, fruta, legumes, padaria e pastelaria), bazar ligeiro (inclui os artigos relativos a casa e decoração), bazar pesado (inclui

electrodomésticos, materiais de fotografia, vídeo e informática) e têxtil (inclui a oferta de linhas de vestuário e calçado). O estudo incide sobre a avaliação do desempenho de 70 lojas que incluem 14 hipermercados e 56 supermercados.

A actividade de cada secção da loja é gerida conjuntamente pela direcção central e pela direcção da loja. A direcção central da empresa é responsável pela negociação dos contratos com os fornecedores. Também define a gama de artigos a comercializar, as lojas onde deverão ser comercializados e os respectivos preços (com excepção da secção de perecíveis). No caso da secção de perecíveis, a loja é responsável pela selecção dos artigos a encomendar e pela definição da quantidade encomendada e respectivos preços. Isto deve-se à necessidade da loja tomar decisões em tempo útil dada a natureza dos produtos. À direcção da loja cabe a responsabilidade de vigiar os stocks e os indicadores de gestão do negócio, fazer o recrutamento de pessoal e cuidar da imagem da loja.

3 Metodologia de avaliação de desempenho

3.1 Modelo de DEA para avaliar a eficiência das secções

O desempenho de cada secção comercial resulta da comparação com secções similares localizadas noutras lojas da cadeia em análise. O modelo de DEA utilizado para a avaliação das secções comerciais foi o modelo original de Charnes et al (1978), com economias de escala constantes e orientação aos outputs, o que decorre do objectivo primordial do retalho, correspondente à maximização das vendas.

Considerando que n Decision Making Units (DMUs) designadas por j ($j = 1, \dots, n$) utilizam os inputs x_{ij} (x_{1j}, \dots, x_{mj}) $\in \mathbb{R}_+^m$ na obtenção dos outputs y_{rj} (y_{1j}, \dots, y_{sj}) $\in \mathbb{R}_+^s$, a eficiência de cada DMU j_0 obtém-se através do inverso do factor máximo (δ_0) com que todos os outputs da DMU j_0 são expandidos, através da seguinte fórmulação:

$$\begin{aligned} \max \left\{ h_{j_0} = \delta_0 + \epsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i + \sum_{r=1}^s s_r \right) \mid \right. \\ x_{ij_0} = \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i, \quad i = 1, \dots, m \\ \left. \delta_0 y_{rj_0} = \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r, \quad r = 1, \dots, s, \quad \lambda_j, s_i, s_r \geq 0, \quad \forall j, i, r \right\} \end{aligned} \quad (1)$$

O modelo (1) avalia a eficiência relativa das DMUs na obtenção de outputs a partir dos recursos utilizados, dada por $1/\delta^*$. A medida de eficiência atingirá o valor 100% quando a unidade avaliada for considerada eficiente, enquanto valores inferiores indicarão a existência de ineficiências. As unidades com um nível de eficiência de 100% estão situadas na fronteira do conjunto das possibilidades de produção identificado pelo modelo de DEA. Uma unidade ineficiente é definida como aquela em que existe evidência de que, utilizando um nível igual ou inferior de todos os inputs, poderia produzir um nível de outputs superior ao que actualmente produz. O modelo de DEA permite também identificar os *benchmarks* para as unidades ineficientes, através dos valores de $\lambda_j^* > 0$ na solução óptima do modelo (1).

3.2 Modelo de Network para definição de objectivos

A avaliação individual das secções permite avaliar a eficiência de cada uma por comparação com unidades semelhantes. No entanto, quando se pretende definir objectivos para cada

secção de uma loja, é necessário ter em conta que essa secção partilha recursos com as restantes secções da loja. Assim, é necessário um modelo que para além de incluir a informação relativa aos inputs e outputs das secções, considere a informação adicional sobre a partilha de recursos associados a uma determinada loja, os quais podem ser redistribuídos entre secções. Para atingir esse objectivo foi desenvolvido um modelo de DEA que considere a realocação de recursos da DMU (loja) entre as sub-DMUs (secções) que a constituem. Este modelo é baseado no modelo de Färe et al (1997).

O modelo de Färe et al (1997) foi usado para avaliar o desempenho de unidades agrícolas assumindo que é permitida a redistribuição da área para o cultivo de vários cereais de forma a aumentar a produção de cereais e desta forma aumentar a eficiência. O modelo permite que a área utilizada para a produção de um determinado cereal possa aumentar ou diminuir desde que a área global da DMU afecta à produção de todos os cereais não aumente.

De seguida descreve-se um novo modelo "Network DEA" adaptado às lojas de retalho. Pretende-se fazer uma realocação da área de venda da loja pelas várias secções, com o objectivo de maximizar as vendas. Considere-se n lojas (DMUs) designadas por j ($j = 1, \dots, n$) que transformam os recursos x_{ij} (x_{1j}, \dots, x_{mj}) $\in \mathbb{R}_+^m$ nos outputs y_{rj} (y_{1j}, \dots, y_{sj}) $\in \mathbb{R}_+^s$. Assume-se que apenas o recurso área (x_{1j}) pode ser distribuído pelas secções para ajustar as vendas nas várias secções ou ser atribuído a zonas não comerciais (i.e., área de circulação ou área de promoções da loja). O valor da área utilizado para a obtenção de vendas na secção r é definido por x_{1rj} . A área total de cada loja é dada por $\sum_{r=1}^s x_{1rj}$. Note-se que as variáveis do modelo (2) são θ_r , x_{1rj} e λ_j . A formulação do novo modelo de "Network DEA" é a seguinte:

$$\begin{aligned} \max \{ & AN_o = \sum_{r=1}^s \theta_r y_{rj_o} \\ & \theta_r y_{rj_o} \leq \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj}, \quad r = 1, \dots, s, \\ & x_{1rj_o} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{1rj}, \quad r = 1, \dots, s, \\ & x_{ij_o} \geq \sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij}, \quad i = 2, \dots, m, \\ & x_{1j_o} \geq \sum_{r=1}^s x_{1rj_o}, \quad \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, \dots, n \} \end{aligned} \quad (2)$$

Contrariamente ao modelo de Färe et al (1997), o novo modelo não determina eficiência, mas sim vendas totais. Como as vendas das lojas estão associadas a secções comerciais de natureza diferenciada, associa-se a cada secção r uma proporção do aumento das vendas específica, θ_r , sendo necessário garantir que a função objectivo a maximizar corresponda às vendas totais da loja definidas por $\sum_{r=1}^s \theta_r y_{rj_o}$. Esta expressão garante que as vendas totais da loja nunca são inferiores às vendas actuais.

O modelo (2) permite determinar, para cada unidade j_o a nova reafectação da área (x_{1rj_o}) pelas secções de forma a melhorar o valor total das vendas da loja, bem como possibilita a definição de objectivos de melhoria de desempenho. A metodologia utilizada para aplicar o modelo de "Network DEA" é análoga à de Färe et al (1997). Isto significa que se comparam os resultados do modelo de DEA standard com os obtidos com o modelo de "Network DEA" para determinar o aumento adicional das vendas da loja que pode ser conseguido pela redistribuição da área. Para isso, calcula-se o ganho da alocação dos recursos através da razão entre as vendas totais (AN_o) obtidas com o modelo (2) e as vendas totais da loja correspondentes a uma situação eficiente, obtidas com o modelo de DEA (1). Se os valores do ganho forem superiores a 1 indica que o aumento adicional das vendas, relativamente à situação observada no modelo de DEA standard, é conseguido através da realocação da área entre as secções. Para se obter

uma estimativa da eficiência da alocação de recursos inverte-se o valor do ganho.

4 Resultados

4.1 Avaliação de eficiência das secções comerciais

Os inputs e outputs utilizados para avaliar o desempenho das secções são os mesmos para as cinco secções (alimentar, perecíveis, bazar ligeiro, bazar pesado, têxteis) que constituem cada loja. Os inputs do modelo de DEA são a área da secção, o valor dos produtos em stock, o número de referências disponíveis e o valor da quebra (i.e., produtos roubados ou deteriorados) correspondente à secção. O output do modelo é o valor das vendas brutas da secção. A Tabela 1 apresenta a média dos inputs e do output referentes ao ano de 2002 para as cinco secções nas 70 lojas analisadas.

Tabela 1: Média dos inputs e output de cada secção comercial

| | Alimentar | Perecíveis | B. Ligeiro | B. Pesado | Têxteis |
|-------------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| Inputs | | | | | |
| Área (m^2) | 1 592 | 668 | 774 | 522 | 614 |
| Stock (€) | 811 155 | 113 630 | 586 168 | 781 670 | 348 003 |
| Nº de referências | 10 177 | 1 394 | 9 447 | 7 171 | 5 979 |
| Quebra (€) | 63 115 | 263 911 | 47 194 | 60 003 | 51 512 |
| Output | | | | | |
| Vendas (€) | 16 043 999 | 6 697 937 | 4 147 911 | 4 684 169 | 2 781 558 |

A área representa a dimensão da secção na loja e influencia criticamente as vendas. O stock reflecte o valor médio mensal investido em produtos que cada secção tem disponível para vender. O número de referências representa o número de produtos disponíveis para venda em cada secção. A quebra é o montante anual perdido na secção relativo aos produtos que não se venderam por razões de furto, mau manuseamento e expiração do prazo de validade. Esta variável é um resultado da actividade da secção que se deseja minimizar porque penaliza o seu desempenho. De acordo com as várias alternativas para a inclusão deste tipo de dados nos modelos de DEA descritas na literatura, optou-se por definir a quebra como um input do modelo. O valor das vendas brutas da secção representa o valor total anual dos produtos vendidos.

Para avaliar a eficiência das secções comerciais utilizou-se o modelo (1), considerando cada secção como uma DMU. A Tabela 2 apresenta a média e o desvio padrão da eficiência obtida para cada uma das cinco secções e o número de unidades eficientes obtido para as amostras constituídas por 70 secções de cada um dos tipos existentes nas lojas. Globalmente, o número de unidades eficientes das secções é muito reduzido, variando entre 3 e 7 por secção e a eficiência média de cada secção é relativamente baixa, variando entre 53% e 76%. Conclui-se, de uma forma geral, que as secções apresentam disparidades nos níveis de desempenho e portanto o potencial de melhoria de eficiência que poderia advir da adopção das melhores práticas de gestão observadas nas secções eficientes (*benchmarks*) parece ser elevado.

Tabela 2: Resultados da avaliação da secção r ($r = 1, \dots, 5$) com o modelo (1)

| | Alimentar | Perecíveis | B. Ligeiro | B. Pesado | Têxteis |
|---------------------------|-----------|------------|------------|-----------|---------|
| Média | 0.60 | 0.76 | 0.61 | 0.53 | 0.60 |
| Desvio padrão | 0.20 | 0.16 | 0.23 | 0.24 | 0.23 |
| Nº de unidades eficientes | 3 | 7 | 6 | 6 | 6 |

A menor dispersão da eficiência na secção de perecíveis parece indicar que a maior autonomia das lojas na tomada de decisões pode ser benéfica. A grande dispersão observada nos valores de eficiência do bazar pesado está relacionada com o facto de existirem várias configurações diferentes para esta secção. Relativamente à secção alimentar, as três unidades consideradas eficientes correspondem a hipermercados. Estas lojas têm a dimensão óptima, correspondendo a valores máximos da produtividade.

A avaliação individual das secções também permite retirar conclusões sobre o desempenho de uma loja, vista como unidade integradora das várias secções. Considere-se, a título de exemplo, a Tabela 3 em que se apresenta o valor da eficiência das 5 secções das lojas L12, L16 e L25. Verifica-se que a loja L12 tem bom desempenho em todas as secções pois tem valores de eficiência elevados na generalidade das secções. Tal significa que pode ser considerada como *benchmark*. A loja L16 é um exemplo de mau desempenho em todas as secções. Isto poderá significar que a loja não está a vigiar correctamente os indicadores de gestão de negócio das secções comerciais ou que está a ser penalizada por factores da envolvente, tais como baixa densidade populacional ou elevada concorrência. A loja L25 tem bom desempenho nas secções alimentar e perecíveis e mau desempenho nas secções bazar pesado e têxteis. O gestor desta loja deverá explorar as razões para o pior desempenho de algumas secções.

Tabela 3: Eficiência de cada uma das secções das três lojas consideradas como exemplo

| | Alimentar | Perecíveis | B. Ligeiro | B. Pesado | Têxteis | Eficiência média |
|-----|-----------|------------|------------|-----------|---------|------------------|
| L12 | 100% | 100% | 100% | 81% | 92% | 95% |
| L16 | 45% | 55% | 48% | 30% | 44% | 44% |
| L25 | 83% | 95% | 75% | 44% | 50% | 69% |

Globalmente, da análise da eficiência da cadeia de lojas, verifica-se que existem apenas 5 lojas (L10, L12, L13, L15, L20) que são exemplos das melhores práticas (*benchmarks*) nas cinco secções comerciais (o critério utilizado para considerar a loja como *benchmark* foi ter a eficiência média das cinco secções igual ou superior a 85% e a eficiência individual de todas as secções igual ou superior a 80%).

4.2 Definição de objectivos permitindo realocação de recursos

Esta fase da análise consiste na definição de objectivos para melhoria do desempenho tendo em conta que as secções partilham a área da loja. Isto requer, numa primeira fase, o uso do modelo de DEA (1) para estimar os objectivos de vendas sem a realocação de área entre as secções. Na segunda fase usa-se o modelo (2) para explorar o potencial da realocação da área entre as secções para maximizar as vendas totais. Este modelo permite determinar a distribuição óptima da área atribuída a cada secção, bem como os objectivos relativos às vendas e aos restantes inputs correspondentes a uma operação eficiente.

Os inputs e os outputs do modelo são ilustrados na Figura 4.2. Cada DMU corresponde a uma loja que está subdividida em cinco secções comerciais ($r = 1, \dots, 5$), como se mostra na Figura 4.2.

O output de cada loja é o valor das vendas brutas, e está subdividido pelas cinco secções definidas ($r = 1, \dots, 5$). Um dos inputs da loja é a área, estando esta também subdividida em cinco secções (x_{1r} , $r = 1, \dots, 5$). Os restantes inputs são a quebra total, o stock total e o número total de referências, definidos por x_i ($i = 2, 3, 4$). Estes inputs correspondem à soma dos valores observados nas cinco secções da loja. Para evitar que o modelo de DEA perdesse a sua capacidade de discriminação, optou-se por referenciar por secção apenas a área porque é considerada pelos retalhistas como o input mais importante na obtenção das vendas.

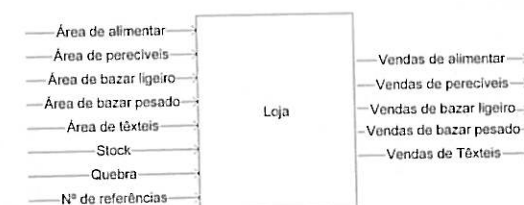


Figura 1: Inputs e outputs do modelo de "Network DEA"

Os resultados da eficiência técnica obtidos com o modelo de DEA (1) indicam que a eficiência técnica média das lojas é igual a 83%. Isto significa que o potencial de aumento médio das vendas é de cerca de 20%, caso não se verifique realocação da área entre secções da loja.

De seguida analisa-se a possibilidade de aumentar ainda mais as vendas através da realocação da área entre as secções de cada loja. Os resultados da aplicação do modelo de "Network DEA" ao caso de estudo permitem calcular o aumento nas vendas resultante da realocação da área, bem como os níveis eficientes dos restantes recursos da loja (inputs).

Verifica-se que existem apenas 5 lojas (L03, L10, L12, L18 e L20) com ganho da alocação dos recursos igual a 1 no modelo de "Network DEA", o que significa que nestas lojas a realocação da área entre as secções não consegue melhorar as vendas relativamente aos objectivos definidos pelo modelo de DEA standard (1). Estas 5 lojas são também tecnicamente eficientes, o que significa que o seu desempenho não pode ser melhorado. Nas 65 lojas com ganhos superiores a 1 (ineficientes do ponto de vista alocativo), é possível obter um aumento adicional das vendas através de uma melhoria na distribuição da área total da loja. Por exemplo, as duas lojas, L13 e L15, identificadas como eficientes em todas as secções têm ganho superior a 1, o que significa que podem aumentar ainda mais as vendas através da redistribuição da área total pelas secções. As lojas L18 e L03 aparecem nesta análise global como eficientes embora tenham sido identificadas como ineficientes na análise individual das secções. Isto pode ocorrer, uma vez que a análise individual das secções é mais exigente, de forma que quando se considera uma análise integrada ao nível da loja, verifica-se que não é possível melhorar simultaneamente todas as secções.

A Figura 2 compara o valor inicial da área total, valor total de vendas, quebra, número de referências e stock da cadeia de lojas com os objectivos propostos pelo modelo (1) e pelo modelo (2) de "Network DEA". Em cima de cada coluna indica-se a variação percentual em relação ao seu valor inicial.

O modelo de "Network DEA" mostra que após a realocação de área entre as secções das lojas é possível aumentar 17% às vendas totais da cadeia de lojas face às vendas totais propostas pelo modelo de DEA (Figura 2). Este aumento das vendas é possível utilizando menos área (-10.7%) do que a utilizada actualmente. Relativamente aos restantes recursos, verifica-se que o aumento das vendas totais de cada loja pode ser acompanhado por uma redução da quebra, do número de referências e do stock relativamente ao valor inicial. Conclui-se que há lojas ineficientes que podem fazer ajustamentos aos seus recursos, seguindo as melhores práticas observadas nos *benchmarks*.

5 Conclusões

Este artigo propõe um método para avaliar o desempenho em dois níveis, associados a DMUs complexas (lojas) constituídas por várias sub-DMUs (secções). No primeiro nível, recorre-se à utilização do DEA para avaliar o desempenho de cada secção comercial através da comparação

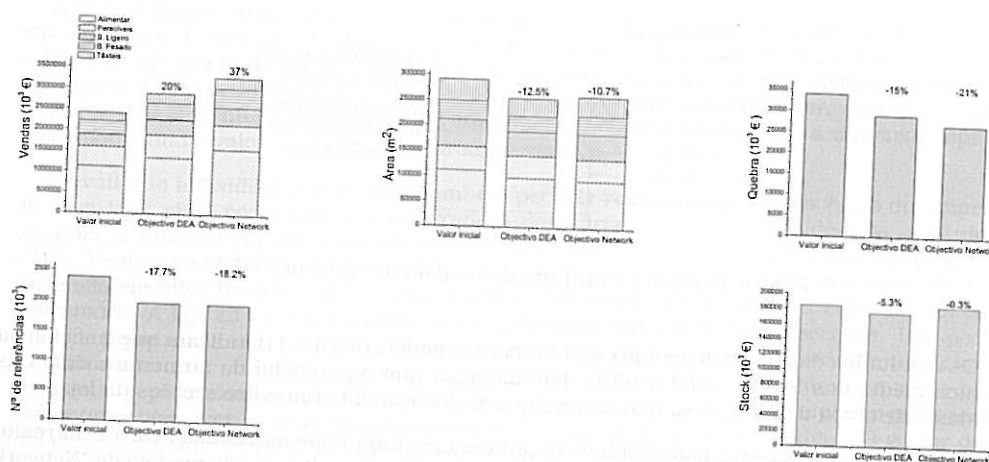


Figura 2: Vendas totais, área total, quebra, nº de referências e stock total da cadeia de lojas

com secções similares localizadas noutras lojas. No segundo nível, procurou-se definir objectivos de melhoria de desempenho das secções, permitindo uma redistribuição da área da loja entre as secções com vista a maximizar as vendas totais da loja. Para isso, desenvolveu-se um novo modelo de DEA (2) adaptado ao sector de retalho.

Relativamente ao caso de estudo, a avaliação das secções permitiu verificar a existência de alguma disparidade nos níveis de desempenho. Apenas 5 lojas demonstraram ser exemplos das melhores práticas em todas as secções. Verificou-se que a realocação de área entre as secções sugerida pelo modelo de *Network DEA* permitiria um aumento de vendas de 17% em relação ao nível eficiente identificado pelo modelo de *DEA standard*. Isto equivale a um aumento de 37% em relação aos valores actuais de vendas.

Como desenvolvimento futuro, pretende-se explorar o impacto dos factores da envolvente (i.e. baixa densidade populacional ou a elevada concorrência) no desempenho das lojas.

6 Referências

- Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E. (1978) Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research*, Vol. 2, No. 6, pp.429-444.
- Donthu, N. and Yoo, B. (1998) Retail Productivity Assessment Using Data Envelopment Analysis, *Journal of Retailing*, Vol. 74, No. 1, pp. 89-105.
- Färe, R., Grabowski, R., Grosskopf, S. and Kraft, S. (1997) Efficiency of a fixed but allocatable input: A non-parametric approach, *Economics Letters*, Vol. 56, pp. 187-193.
- Grewal, D., Levy, M., Mehrotra, A. and Sharma, A. (1999) Planning Merchandising Decisions to Account for Regional and Product Assortment Differences, *Journal of Retailing*, Vol. 75, No. 3, pp. 405-424.
- Keh, H. T. and Chu, S. (2003) Retail productivity and scale economies at the firm level: a DEA approach, *Omega*, Vol. 31, No. 2, pp. 75-82.
- Thomas, R. R., Barr, R. S., Cron, W. L. and Slocum, J. W. (1998) A process for evaluating retail store efficiency: a restricted DEA approach, *International Journal of Research in Marketing*, Vol. 15, No. 5, pp. 487-503.