

ARTIGO

MÉTODO DE CUSTEIO ABC NA DISTRIBUIÇÃO FÍSICA DE PRODUTOS

Antonio Galvão Novaes

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas
Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

O método clássico adotado no Brasil para calcular os custos do transporte rodoviário de cargas, com base no peso e na distância, são satisfatórios para situações convencionais, mas ocasiona distorções sérias quando aplicado a sistemas logísticos, principalmente na distribuição física de produtos. Para essas situações, é mais apropriado utilizar o método ABC (Custeio Baseado em Atividades), que permite uma melhor representação dos custos, evitando distorções.

ABSTRACT

The classical method adopted in Brazil to estimate cargo transportation costs, based on weight and distance, is acceptable for conventional situations, but may introduce serious distortions when applied to Logistics systems, mainly in the physical distribution segment. For these situations the ABC (Activity Based Costing) method is more appropriate, since it yields a better cost representation, avoiding distortions.

1. A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE CUSTOS

Nas fases anteriores da Logística se dava muita ênfase à garantia da qualidade, não só do produto, como também dos serviços associados (entrega, atendimento pós-venda, etc...). Paralelamente, e como

decorrência da forte competição entre as empresas, passou-se a buscar a redução de custos em todos os níveis e de forma sistemática. Na moderna concepção do *Supply Chain Management* (Gerenciamento da Cadeia de Suprimento), a satisfação desses dois objetivos é considerada um fato consumado, ou seja, admite-se que essa condição já foi plenamente atingida dentro da empresa. Isso porque esse padrão é o mínimo considerado adequado para atuar competitivamente no mercado globalizado. Dessa forma, as empresas que ainda não conseguiram implantar um controle de qualidade adequado, ou que vem apresentando formas de custeio ultrapassadas, dificilmente conseguirão atuar de forma integrada e com sucesso na cadeia de suprimento otimizada.

Por outro lado, observa-se hoje uma demanda crescente no País para serviços logísticos diversos, com muitas empresas de transporte de carga se preparando para atuar como operadores logísticos. Grande parte dessas empresas estão acostumadas a operar na transferência de produtos cobrindo distâncias relativamente longas. Na transferência de produtos a situação mais comum é a de veículos com lotação completa, transportando mercadorias desde um ponto de origem (fábrica, centro de distribuição, armazém) até um ponto de destino (centro de distribuição, armazém, loja). Para esse tipo de transporte predominam os custos diretos, que variam diretamente com a tonelage transportada e com a distância, dependendo também do tipo de carga e do veículo utilizado no deslocamento. Já na distribuição física, os custos fixos passam a ser muito importantes. Primeiro, porque as distâncias cobertas são bem menores, fazendo com que os custos fixos de carga e descarga passem a ter maior importância relativa. Segundo, porque os serviços logísticos modernos embutem uma série de componentes (processamento da informação, roteirizadores, equipamentos de movimentação de materiais, etc...) que ocasionam aumento expressivo nos custos fixos indiretos. E um dos grandes problemas da análise de custo tradicional é exatamente a forma inadequada com que são tratados os custos fixos. O sistema de custeio ABC (*Activity Based Costing*), desenvolvido a partir do trabalho do Prof. Robert S. Kaplan, da *Harvard Business School* (Kaplan *et al*, 1998), é um método moderno, que tem apresentado resultados satisfatórios em diversas aplicações a indústrias e empresas de serviços.

2. MÉTODO DE CUSTEIO BASEADO EM ATIVIDADES (ABC)

A literatura técnica sobre Custeio Baseado em Atividades apresenta um exemplo padrão que nos ajuda a melhor entender os conceitos e objetivos desse método (Kaplan *et al*, 1998). São consideradas, no exemplo, duas indústrias quase iguais. A indústria A produz um milhão de canetas por ano, todas iguais, na cor azul. O fabricante B, por sua vez, também produz um milhão de canetas por ano, mas de tipos, tamanhos e cores diferentes. Esse fabricante, num ano típico, produz cerca de 1.000 variedades diferentes de canetas. Alguns tipos especiais de canetas, fabricados sob encomenda para serem oferecidas como brinde por grandes empresas, não passam de 100 a 200 por ano. Mas a indústria B também produz canetas comuns (azul, preta e vermelha), cuja produção anual atinge cerca de 100.000.

Apesar de ambas produzirem a mesma quantidade de canetas, a indústria B precisa de muito mais recursos para fabricar seu variado *mix* de produtos. Relativamente à empresa A, a indústria B necessita de maior equipe técnica de planejamento e controle da produção, mais empregados para programar e fazer o *set up* das máquinas, inspecionar a qualidade dos produtos, acompanhar a execução dos pedidos, projetar novos produtos e aperfeiçoar os existentes, negociar com os fornecedores, inspecionar a matéria-prima e os componentes recebidos e atualizar a bases de dados no sistema de informação da companhia. Por outro lado, a empresa B vai operar com níveis bem mais elevados de tempo de espera entre os diversos processos de fabricação, tempos de *set up*, horas extras dos funcionários, bem como de estoque de insumos e de rejeitos. Mesmo apresentando o mesmo *output* físico, o custo de aquisição da matéria-prima para a empresa B tende a ser maior, visto que coloca pedidos menores para uma série de itens, ao contrário da indústria A, que consome uma variedade bem menor de insumos. Finalmente, é de esperar que a firma B apresente um custo de administração maior, já que tem maior trabalho nos setores de marketing e vendas, finanças, contabilidade e compras, principalmente.

A análise de custos tradicional começa com a escolha de um fator explicativo básico, de natureza físico-operacional, que permita à gerência e à diretoria da empresa a gestão econômico-financeira do

negócio. No caso da fabricação de canetas, a escolha natural seria o *número de canetas produzidas*. No caso da indústria A não haveria maiores problemas em calcular o custo unitário: basta dividir a soma dos gastos pelo número de canetas produzidas para se obter o custo unitário. Já para a empresa B, o cálculo requer um pouco mais de detalhamento. Para isso, parte-se dos conceitos clássicos de *custo fixo* e de *custo variável*.

A empresa B consegue medir as quantidades de matéria-prima utilizadas em cada tipo de caneta. Isso porque, no projeto da caneta, estão especificadas as quantidades de cada insumo, o que possibilita calcular o custo unitário da matéria-prima. Por outro lado, medindo no chão de fábrica as sobras e perdas de materiais, se chega a uma estimativa do custo adicional correspondente. Assim, pode-se avaliar com precisão satisfatória, os custos unitários de matéria-prima para cada tipo de caneta produzida. Como esse custo é proporcional ao número de itens, esse elemento é denominado de *custo variável*. De forma semelhante se pode calcular os custos variáveis de utilização das máquinas na fábrica, de mão-de-obra direta, e de outros fatores de produção.

Outros gastos, como as despesas de administração, por exemplo, não estão diretamente ligadas a um determinado tipo de produto, mas sim à operação da empresa como um todo. São *custos fixos*, ou seja, não variam diretamente com a quantidade produzida. Mas a empresa precisa estimar de alguma forma os custos individualizados para cada tipo de produto. Como o fator explicativo clássico, para este exemplo, é o número de canetas produzidas, a forma tradicional de alocar o custo de administração a cada produto é realizar o rateio com base nesse elemento. Por exemplo, suponhamos que um determinado tipo de caneta tenha uma produção de 200.000 itens, ou seja, 20% do total. Tomamos 20% do custo de administração e dividimos esse valor por 200.000, obtendo assim a parcela alocável à atividade em questão, para o tipo de produto considerado. O mesmo é feito para outros tipos de custo fixo, tais como gastos com energia, vigilância, informática, seguro, e outros.

No caso da empresa B, a menos de uma pequena diferença no custo da matéria-prima e nos custos variáveis, o resultado do processo de

custeio levaria a valores quase iguais para todos os tipos de caneta fabricadas. Se os preços das canetas forem estabelecidos com base nesses custos estimados, poderão ocorrer distorções sérias. Em geral, os produtos mais elaborados terão seus custos subestimados, enquanto os produtos de menor dificuldade de fabricação serão superestimados. Porque isso acontece? Hoje, na era da informação, os custos fixos têm uma participação muito grande nos custos do produto, quando comparados com a participação dos custos variáveis. Isso acontece por várias razões. Em primeiro lugar, os custos de mão-de-obra direta caíram para uma porcentagem relativamente baixa na formação do custo dos produtos. Segundo, a competitividade global e crescente entre as empresas tem levado a produtos mais sofisticados, em termos tecnológicos e de acabamento, bem como a esforços de marketing e serviços de pós-venda mais diferenciados. Em terceiro lugar, a atual tecnologia de computadores e de sistemas de informação tem levado a um crescimento exponencial nas atividades de obtenção, inspeção e uso de dados e de informações no domínio empresarial. Esses avanços nas operações e na gestão das empresas ocasionaram um aumento expressivo nos custos fixos. Por outro lado, os preços das matérias-primas não cresceram na mesma proporção dos demais custos, e o impacto do custo da mão-de-obra vem caindo em decorrência da automação industrial. Dessa forma, os custos variáveis, diretamente alocáveis aos diferentes tipos de produto, passaram a ter menor participação no cômputo dos custos de produção. Assim, uma fábrica de canetas da década de 40 tinha uma estrutura de custos baseada predominantemente nos custos variáveis. Mas para a indústria B de nosso exemplo, esse tipo de cálculo de custos seria extremamente prejudicial, pois levaria, de um lado, a custos sub estimados para os itens especializados e de baixo volume, e custos super estimados para os produtos de tipo comum e de volume elevado. O que fazer então para corrigir essa distorção?

A resposta a essa questão é ir mais a fundo na explicação da composição dos custos, o que é alcançado através do método ABC. Em lugar de eleger um único fator explicativo, cada item de custo será explicado por um "direcionador de custo" (*cost driver*), escolhido cuidadosamente entre os possíveis fatores explicativos de forma a melhor representar a relação de causa e efeito específica para cada

atividade. Por exemplo, o custo de utilização de uma certa máquina na fábrica pode ser relacionado ao tempo de uso da mesma (R\$/hora-máquina). Já o custo de expedição pode estar associado ao número de notas de despacho, o custo do setor de compras ao número de pedidos, e assim por diante. A escolha de um direcionador de custo para uma atividade específica reflete um *trade-off*, até certo ponto subjetivo, entre precisão e facilidade de mensuração.

Normalmente os direcionadores de custo, no método ABC, são de três tipos: a) "direcionadores de transação", b) "direcionadores de duração" e c) "direcionadores de intensidade". Os direcionadores de transação se referem ao número de operações repetitivas. Por exemplo, número de *set ups* da máquina, número de pedidos, número de veículos descarregados na doca, etc. Esse tipo de direcionador de custo pode ser usado quando todos os *outputs* da operação imprimem mais ou menos o mesmo nível de esforço sobre a atividade. Por exemplo, a elaboração de um pedido, com o apoio dos modernos sistemas de EDI (*Electronic Data Interchange*), exige praticamente o mesmo esforço para a maioria dos insumos, não dependendo portanto do tipo de produto para o qual o insumo se destina, mas tão somente do número de vezes que é executado. Os direcionadores de duração estão relacionados com o tempo de execução da atividade. São utilizados quando ocorrem variações apreciáveis no tempo de execução de uma certa atividade, em função do tipo de produto. Por exemplo, um produto que é transportado em *pallets* vai requerer um tempo de carregamento do caminhão na doca de despacho muito menor do que outro tipo de mercadoria solta. Outro exemplo típico é o tempo de *set up* das máquinas, que pode ser de 10 minutos para um certo produto e de 6 horas para outro. Finalmente, os direcionadores de intensidade consideram diretamente a quantidade de recursos necessária para realizar uma determinada atividade. Por exemplo, quando os produtos exigem controle de qualidade em níveis muito diversos, tanto os direcionadores de transação como os de duração podem não refletir adequadamente o esforço aplicado. Podemos, então, determinar o número de homens-hora do pessoal alocado ao controle de qualidade em cada caso, calculando os salários, horas extras e encargos sociais, e estabelecendo valores de custo unitário para cada tipo de produto

separadamente. Os direcionadores de intensidade são os mais precisos, porque refletem melhor o consumo dos recursos de produção, mas são os que consomem mais tempo e homens-hora para levantar.

Quando se deve adotar o método ABC de custeio? Duas regras simples ajudam a buscar uma resposta para essa questão (Kaplan *et al*, 1998). Em primeiro lugar, verifique se a empresa apresenta setores ou atividades com despesas elevadas em recursos indiretos ou de suporte, e verifique também se essas despesas vem crescendo ao longo do tempo. Para os casos em que a maior parte das despesas são formadas por mão-de-obra direta e utilização direta de insumos (principalmente materiais), sendo possível ligá-las aos diferentes produtos por meio dos métodos convencionais de custeio, o emprego do método ABC é menos justificado. Em segundo lugar, verifique se a empresa apresenta intensidade muito diversificada no que diz respeito a tipos de produto ou serviços, classes de clientes e uso de processos. Por exemplo, a empresa pode oferecer produtos de baixo valor e em grandes volumes, ao mesmo tempo que comercializa produtos de valor elevado, em pequenas quantidades. No lado mercadológico, a empresa pode estar trabalhando com clientes institucionais, que adquirem grandes volumes e exigem acentuado esforço de vendas, e ao mesmo tempo vendendo no varejo, com consumidores do tipo pessoa-física. Também pode ocorrer a manufatura de um produto com a marca e especificações impostas pelo varejista, o que pode exigir processos de fabricação especiais ou longos *set ups* das máquinas. Todas essas situações favorecem a utilização do método ABC de custeio.

3. CUSTEIO ABC NA DISTRIBUIÇÃO "UM PARA UM"

Vamos analisar a aplicação do método de custeio ABC a um caso mais simples de distribuição, denominado de "distribuição um para um" na literatura (Daganzo, 1996). Esse tipo de distribuição ocorre quando se atende um cliente com um carregamento completo, caso semelhante ao da transferência de produtos (mas geralmente com distâncias bem menores). Para isso vamos nos valer de um exemplo.

Três firmas varejistas são consideradas nessa análise: V1, V2 e V3. O varejista V1 contrata uma pequena transportadora para levar produtos diversos de seu CD, situado num ponto A, para uma de suas lojas, situada num ponto B, à 60 km de A. A transportadora adquire um caminhão VW 12.140 H, com 8 toneladas de capacidade para realizar o serviço. A operação apresenta as seguintes características:

- Tempo de carregamento no CD, inclusive espera: 2,5 horas
- Tempo de percurso (ida): 1,5 horas
- Tempo de descarga na loja, inclusive espera: 2,5 horas
- Tempo de retorno: 1,5 horas
- Quantidade transportada por viagem : 8 ton
- Quantidade transportada por ano: 2496 ton
- Viagens por dia: 1
- Período de operação semanal (dias): 6
- Período de operação anual do varejista (semanas): 52
- Período de operação anual do veículo (semanas)¹: 49

Como se vê, o serviço prestado pela transportadora é bastante uniforme. O tempo de ciclo, isto é, o tempo necessário para cumprir uma viagem completa, é de 8 horas (obtido somando-se os tempos indicados acima). Desse total, 5 horas são gastas com carga e descarga, e 3 horas na trajetória (ida e volta). Uma vez que o veículo realiza uma viagem completa por dia, tem-se uma distância percorrida igual à 120 km/dia, ou $120 \times 6 \times 52 = 37.440$ km/ano. Com base num custo variável unitário de R\$0,219/km para esse tipo de veículo, calculamos o custo quilométrico anual, igual à $0,219 \times 37.440 = \text{R}\$8.199,36$. O custo fixo mensal, por sua vez, é de R\$2.405,55, levando a um custo anual fixo de $12 \times 2.405,55 = 28.866,60$. Esse custo é corrigido de forma a levar em conta a indisponibilidade do veículo durante 3 semanas por ano, ou seja, multiplicamos o valor calculado para o custo fixo anual por 52 e dividimos o resultado por 49, obtendo R\$30.633,94. Somando-se os dois custos, obtemos o custo

¹ Três semanas por ano são reservadas para serviços de manutenção e reparos na oficina.

total anual de R\$38.833,30. Anualmente são transportadas $8 \times 6 \times 52 = 2.496$ toneladas do produto.

Tradicionalmente o direcionador de custo adotado no transporte rodoviário de carga é o *momento de transporte*, ou seja, a quantidade de toneladas-km transportada. Para esse cálculo consideramos somente a distância percorrida pelo caminhão transportando a carga, excluindo o retorno vazio, ou seja 60 km. Assim, o serviço em questão produz $60 \times 2.496 = 149.760$ tkm por ano. O custo médio será então de $R\$38.833,30 \div 149.760 = R\$0,259$ por tkm. Sobre esse custo, a transportadora acrescentará um percentual para cobrir as despesas indiretas (administração, impostos) e o lucro. O cálculo de custos que acabamos de fazer se enquadra dentro da metodologia clássica. Para uma configuração homogênea como essa, e para outras situações razoavelmente homogêneas, esse método é bastante satisfatório. Suponhamos, por exemplo, que um outro varejista V2 solicite um serviço semelhante à mesma transportadora, mas para levar anualmente 5.000 toneladas de seus produtos da cidade A para a cidade C, numa distância de 30 km. Um cálculo simples, multiplicando a quilometragem pelo custo unitário, fornece rapidamente o custo para a nova situação: $0,259 \times 30 = R\$7,77$ por tonelada transportada. Colocando sobre esse valor de custo a porcentagem para cobrir os custos indiretos e o lucro, a transportadora tem condições de apresentar uma cotação de preço para o novo cliente num prazo muito reduzido. Um terceiro varejista V3, por sua vez, solicita os serviços da transportadora para transferir 1.000 toneladas de produto por ano desde seu CD em A, até um distribuidor localizado a 800 km de distância. De forma semelhante, a transportadora calcula rapidamente o custo esperado, levando a uma cotação de $0,259 \times 800 = R\$207,20$ por tonelada transportada.

Esse método de estimar os custos é rápido e de fácil aplicação. Mas produzirá resultados corretos? Na verdade, quando analisamos os tempos que formam o ciclo de uma viagem no caso de referência (varejista V1), observamos que 5 horas, ou 62,5% do tempo, são gastas com carga, descarga e esperas, e somente 3 horas efetivamente na estrada. Observe que a primeira regra para responder se é recomendada a utilização do Custeio ABC já foi observada. De fato,

nota-se a elevada participação de recursos indiretos fixos na composição dos custos. Essa distorção pode comprometer em muito nossa avaliação de custos. Seria melhor nessa situação considerarmos não um, mas dois direcionadores de custo: a) o *momento de transporte* (em toneladas-km), e b) a *quantidade de carga transportada*. Voltamos então aos nossos cálculos de custo:

A parte do ciclo de viagem gasta efetivamente na estrada tem o custo formado por dois componentes: o *custo quilométrico*, diretamente proporcional à distancia percorrida e o *custo do veículo parado*, diretamente proporcional ao tempo. Se admitirmos que a velocidade do caminhão na estrada é razoavelmente constante, podemos somar as duas parcelas de custo e dividir pelo momento de transporte sem grande erro, gerando um custo unitário por tonelada-km. No caso do varejista V1, são percorridos 37.440 km por ano, acarretando um custo quilométrico de R\$8.199,36 por ano, conforme visto. Por outro lado, o veículo gasta 3 horas na estrada (ida e volta). O total anual de horas de operação, à base de 8 horas por dia, 6 dias por semana, 52 semanas por ano, é igual à 2496 horas por ano. O custo anual do veículo parado, corrigido, vimos que é igual à R\$30.633,94 o qual, dividido por 2496 horas, leva à R\$12,27 por hora de operação. Como são gastas 3 horas de percurso na estrada por viagem de ida e volta, e são realizadas $6 \times 52 = 312$ viagens por ano, concluímos que são gastas anualmente $3 \times 312 = 936$ horas na estrada. Multiplicando o total de horas pelo custo horário, obtemos o valor anual de $936 \times 12,27 = R\$11.484,72$. Somando-se as duas parcelas de custo temos $8.199,36 + 11.484,72 = R\$19.684,08$ por ano. Anualmente são deslocadas 149.760 toneladas-km. Temos então um custo unitário de $R\$19.684,08 \div 149.760 = R\$0,1314$ por tonelada-km.

O processo de carga e descarga, mais esperas, não acarreta nenhum custo quilométrico, pois o caminhão está parado. Vimos que o custo do veículo parado é de R\$12,27/hora. Para cada viagem são gastas 5 horas em carga, descarga e esperas, levando a um custo de $R\$5 \times 12,27 = R\$61,35$ por viagem completa. Dividimos esse valor por 8 toneladas, que é a quantidade de carga transportada numa viagem, obtendo o custo unitário de R\$7,67 por tonelada.

Uma vez calculados os custos unitários para cada direcionador de custo, estamos em condições de estimar os custos operacionais para atender às solicitações dos varejistas V2 e V3. Mas antes é conveniente verificar se nossos cálculos estão corretos. Se aplicarmos a metodologia baseada em dois direcionadores de custo ao caso do varejista V2, o valor do custo total anual deve ser igual ao anteriormente obtido. Vimos que o serviço para o varejista V1 corresponde a 149.760 toneladas-km por ano. A primeira parcela do custo anual é então $0,1314 \times 149.760 = \text{R}\$19.684,08$. Anualmente são transportadas 2496 toneladas: O custo anual de carga/descarga é então igual a $2496 \times 7,67 = \text{R}\$19.144,32$. Somando-se as duas parcelas de custo, obtemos o custo anual de $\text{R}\$38828,40$ que, a menos de erros de arredondamento, repete o valor anteriormente calculado.

Vamos determinar agora os custos para os serviços demandados pelos varejistas V2 e V3. No primeiro caso, temos 5.000 toneladas a transportar a uma distância de 30 km, o que leva à $5.000 \times 30 = 150.000$ tkm por ano. O custo anual é de $0,1314 \times 150.000 + 7,67 \times 5.000 = \text{R}\$58.060,00$, ou $\text{R}\$11,61$ por tonelada transportada, 49% maior do que o valor anteriormente calculado! O varejista V3, por sua vez, deseja transportar 1.000 toneladas do produto, a uma distância de 800 km, que corresponde a $1.000 \times 800 = 800.000$ tkm. O custo correspondente é então $0,1314 \times 800.000 + 7,67 \times 1.000 = \text{R}\$112.790,00$, ou $\text{R}\$112,79$ por tonelada transportada, cerca de 45% menos do que anteriormente calculado! Qual seria o resultado provável se a transportadora adotasse o primeiro método para calcular seus custos e propor o frete? Ficaria no vermelho trabalhando para o varejista V2 e não conseguiria vender seus serviços para o varejista V3, o que a levaria a uma situação falimentar em pouco tempo.

O exemplo mostra, de maneira dramática, os possíveis efeitos da adoção de critérios diferentes na determinação de custos. É fácil ver que o tempo de carga, descarga e esperas tem um peso relativamente maior para as viagens mais curtas. Esse efeito vai se diluindo à medida que a distância aumenta. Daí a necessidade de separar devidamente os dois efeitos, escolhendo dois direcionadores de custo que reflitam adequadamente as possíveis situações. Mas será que o

processo de aprimoramento do cálculo dos custos pára aí? Por exemplo, o transporte dos produtos, no caso do varejista V3, poderia ser realizado por um veículo maior, talvez uma carreta. A transportadora poderia fazer sua cotação apresentando custos diferenciados, contemplando a utilização de veículos de tonelagens diversas e calculando os custos separadamente para cada caso. Essa forma de individualizar os custos evitaria problemas como, por exemplo, o varejista exigindo a alocação de um veículo de menor capacidade, para reduzir seus custos de estoque, quando o cálculo do frete foi baseado num equipamento diferente.

No caso do transporte de carga tradicional, de longa distância e com lotação completa, em princípio não há necessidade da utilização do método ABC de custeio. Porque? Basicamente porque a maior parte das despesas é formada por custos variáveis e a oferta de serviços é praticamente uniforme, em termos da clientela, tipos de serviços oferecidos e processos operacionais. Mas a demanda mais sofisticada e variada de serviços logísticos que começa a ser observada atualmente no Brasil, não deixa dúvidas quanto à necessidade de se adotar formas mais atualizadas de levantamento e estruturação de custos.

4. CUSTEIO ABC NA DISTRIBUIÇÃO “UM PARA MUITOS”

Na prática, ocorrem muitos casos em que o veículo de distribuição efetua uma seqüência de visitas num mesmo roteiro, entregando mercadorias em várias lojas de varejo ou levando as compras aos domicílios dos consumidores. Esse caso é denominado de “distribuição um para muitos” (*one-to-many distribution*) na literatura (Daganzo, 1996). Neste caso vamos nos valer também de um exemplo.

Um operador logístico opera um sistema de distribuição física a partir de seu depósito e atende uma região urbana de uma grande cidade. Para facilitar a exposição, vamos admitir que o serviço oferecido pelo operador logístico é compartilhado por dois clientes. As mercadorias são distribuídas a partir do depósito do operador logístico. Anteriormente, os produtos foram transferidos dos armazéns dos fabricantes até o depósito do transportador. Os custos

de transferência, descarga, movimentação interna, carregamento nos veículos de distribuição, entre outros, não são considerados na presente análise. Para um mês típico, obtiveram-se os dados operacionais indicados na Tabela 1.

Tabela 1: Informações operacionais para um mês típico

	Cliente I	Cliente II	Total
Quantidade transportada (kg)	2.794.505	1.507.386	4.301.891
Número de visitas	62.000	38.000	100.000
Número de veículos utilizados	–	–	67
Quilometragem total	–	–	118.957

O operador logístico utiliza uma frota homogênea de 67 veículos, tipo MBB 710, com capacidade útil de 4.000 kg, custo variável de R\$0,176/km e custo fixo de R\$2.144,64 por mês. Multiplicando os custos unitários pelos valores correspondentes da Tabela 1, chega-se a um custo mensal total de R\$164.627,31. Atualmente o operador logístico, seguindo a tradição observada entre os transportadores de carga convencional, calcula seus custos e cobra seus serviços com base no *peso* da mercadoria transportada. Ou seja, dividindo o custo total pela quantidade em kg, obtemos o valor de R\$38,27 por tonelada transportada. Assim, o serviço prestado ao cliente I custaria R\$106.945,71, ou cerca de 65% do total; o cliente II, por sua vez, seria responsável pelos 35% restantes do custo do serviço. É com base no custo unitário acima calculado que o operador, adicionando uma margem para cobrir os custos indiretos e o lucro, estabelece o preço de seus serviços.

Para aplicar o método ABC precisamos dispor de informações mais detalhadas. De fato, somente quando se dispõe de um sistema de gestão informatizado, com coleta eletrônica de dados e um tratamento adequado de informações, é que se consegue auferir todas as possibilidades de um sistema de custeio moderno. Hoje, muitas empresas utilizam, por exemplo, *softwares* do tipo ERP (*Enterprise Resource Planning*) que monitora funções diversas na empresa, nas áreas de finanças, marketing, manufatura, logística e recursos humanos. Admitimos então que nosso operador logístico implante um sistema desse tipo, ainda que parcial. Como o custo de

deslocamento da carga até a áreas de entrega depende da distância, torna-se necessário dividir a região servida em zonas. No caso, dividiu-se a região atendida em 7 zonas, a saber: 1) zona A, até 5 km do depósito (distância Euclidiana); 2) zona B, de 5 a 10 km; 3) zona C, de 10 a 15 km; 4) zona D, de 15 a 20 km; 5) zona E, de 20 a 25 km; 6) zona F, de 25 a 30 km; 7) zona G, de 30 a 35 km. Na Tabela 2 são apresentados os dados mensais correspondentes aos serviços prestados pelo operador logístico aos clientes A e B.

Tabela 2: Dados desagregados, distribuição “um para muitos”

Zona	Cliente I			Cliente II		
	Nº de visitas	Quantidade (kg)	Tempo médio de parada (min)	Nº de visitas	Quantidade (kg)	Tempo médio de parada (min)
A	9.352	327.320	5,1	3.800	121.600	5,4
B	12.469	473.822	5,3	5.700	205.200	5,6
C	15.240	716.280	6,4	9.500	400.900	5,9
D	15.760	803.760	6,2	4.560	158.232	6,4
E	6.235	305.515	6,3	4.180	164.276	6,5
F	2.944	167.808	6,4	6.460	286.178	6,8
G	–	–	–	3.800	171.000	6,9
Total	62.000	2.794.505	5,7	38.000	1.507.386	6,2

4.1. Restrições operacionais

Para aplicar o método de custeio ABC precisamos inicialmente definir os direcionadores de custo. Mas antes é necessário verificar se os veículos operam com *restrição de tempo* ou de *peso*. No primeiro caso, o tempo total de realização de um roteiro é mais restritivo, pois sua soma não pode ultrapassar um limite máximo de horas de operação por dia. Quando isso ocorre o veículo sai do depósito com um carregamento incompleto. No segundo caso, a capacidade de carregamento do caminhão é mais restritiva, sobrando tempo para efetuar o roteiro completo.

Um roteiro de distribuição genérico é formado por três elementos: a) deslocamento do veículo do depósito até a área de entrega e vice-versa; b) deslocamento do veículo dentro da área de entrega; c) paradas para descarga da mercadoria e entrega ao cliente (conferência, esperas, descarregamento propriamente dito). O tempo estimado de ciclo do veículo (tempo para realizar um roteiro diário) é dado por (Novaes *et al*, 1999 a e b):

$$TC = \frac{2d k_2}{V_1} + \frac{k_1 k_2}{V_2 \sqrt{\delta}} N + t_p N \quad (1)$$

onde N é o número de pontos visitados num roteiro, d é a distância Euclidiana entre o depósito e a área de distribuição, k_1 é uma constante que depende da métrica utilizada ($k_1 = 0,765$ para métrica Euclidiana), k_2 é um fator de correção que leva em conta os efeitos da rede de transportes na distância, δ é a densidade de pontos visitados por km^2 , t_p é o tempo médio de parada num cliente, sendo V_1 e V_2 as velocidades no trajeto até a área e dentro da área respectivamente. Sendo H a jornada de trabalho diária, podemos determinar o máximo valor de N quando ocorre *restrição de tempo*. Para isso igualamos TC à H e determinamos N_1 a partir de (1):

$$N_1 = \frac{H - \frac{2d k_2}{V_1}}{\frac{k_1 k_2}{V_2} \sqrt{\delta} + t_p} \quad (2)$$

A *restrição de peso*, por outro lado, é analisada dividindo-se a capacidade de carga W do veículo (em kg) pela quantidade média de carga q (kg) entregue numa visita:

$$N_2 = \frac{W}{q} \quad (3)$$

onde N_2 é o máximo número de entregas quando o caminhão é lotado por peso. Quando $N_1 < N_2$, a distribuição é restrita por tempo, quando $N_1 > N_2$ é restrita por peso, e quando $N_1 = N_2$ o sistema é simultaneamente restrito pelos dois fatores.

No nosso exemplo, $H = 8$ horas, $k_1 = 0,765$, $k_2 = 1,4$, $V_1 = 35$ km/hr, $V_2 = 30$ km/hr, $\delta = 6,15$ pontos/ km^2 , e $t_p = 5,9$ minutos, $W =$

4.000kg e $q = 43$ kg. Calculando N_1 para as zonas mais próxima e mais distante do depósito obtemos 77 e 42 respectivamente. Obtemos, por outro lado $N_2 = 93$, e portanto o sistema em questão é *restrito por tempo*.

4.2. Direcionadores de custo

Conforme visto na seção anterior, três atividades básicas foram identificadas, a saber: a) percurso depósito área de distribuição e vice-versa; b) percurso dentro da área; c) paradas para descarga da mercadoria e entrega. Para cada atividade foram definidos os respectivos direcionadores de custo.

4.2.1. Direcionador de custo para o percurso entre o depósito e a área

O custo é dado por:

$$C_1 = 2 d k_1 C_{KM} + \frac{2 d k_1}{V_1} C_{HR} \quad (4)$$

onde C_{KM} é o custo variável, em R\$ por km, e C_{HR} é o custo fixo, em R\$ por hora de operação. Como vemos em (4), esse custo é diretamente proporcional à distância d . Por outro lado, como o sistema é restrito por tempo, o direcionador de custo mais apropriado é o tempo total de parada no roteiro. Assim, o custo unitário será:

$$u_1 = \left[2 d k_1 C_{KM} + \frac{2 d k_1}{V_1} C_{HR} \right] / \sum_i t_{pi} \quad (5)$$

onde $\sum_i t_{pi}$ é a soma dos tempos de parada num roteiro. O custo unitário u_1 é calculado individualmente para cada zona, levando em conta também que o número N de visitas e os tempos de parada variam caso a caso. Efetuando os cálculos, obtivemos os valores de u_1 indicados na Tabela 3.

4.2.2. Direcionador de custo para o percurso dentro da área

O custo é dado por (Novaes *et al*, 1999a):

$$C_2 = \frac{k_1 k_2}{\sqrt{\delta}} N C_{KM} + \frac{k_1 k_2}{V_2 \sqrt{\delta}} N C_{HR} \quad (6)$$

Como o sistema é restrito por tempo, o direcionador de custo mais apropriado é o tempo total de parada no roteiro. Assim, o custo unitário será dado por:

$$u_2 = \left[\frac{k_1 k_2}{\sqrt{\delta}} N C_{KM} + \frac{k_1 k_2}{V_2 \sqrt{\delta}} N C_{HR} \right] / \sum_i t_{p_i} \quad (7)$$

Efetuada os cálculos, obtivemos os valores para u_2 indicados na Tabela 3. As pequenas variações observadas no custo unitário u_2 são devidas às variações de t_{p_i} ao longo das zonas. Como ambos os direcionadores de custo são o tempo de parada (o efeito da distância já está embutido na separação por zona), podemos somá-los, formando um único custo unitário, conforme mostrado na Tabela 3, que denominamos de u_D (custo de deslocamento).

Tabela 3: Custos unitários para os direcionadores 4.2.1 e 4.2.2 (R\$/minuto de parada)

Zona	u_1	u_2	$u_1 + u_2$	Zona	u_1	u_2	$u_1 + u_2$
A	0,0042	0,0444	0,049	E	0,0464	0,0361	0,082
B	0,0132	0,0427	0,056	F	0,0603	0,0345	0,095
C	0,0229	0,0371	0,060	G	0,0762	0,0334	0,110
D	0,0340	0,0369	0,071				

4.2.3. Direcionador de custo para as paradas dentro da área

O custo unitário é dado por:

$$u_p = \frac{TC_Z C_{HR}}{\sum t_{p_i}} \quad (8)$$

onde TC_Z é a parte do tempo de ciclo gasta diretamente nas entregas, que é obtida retirando de TC os tempos referentes ao deslocamento do veículo do depósito até a área de entrega e vice-versa e os deslocamentos do veículo dentro da área de entrega. Efetuando os cálculos, obtivemos um valor médio $u_p = 0,204$ por minuto de parada.

4.3. Aplicação e comparações

Calculam-se agora os custos incorridos pelos clientes I e II, tomando como base os dados apresentados na Tabela 2. O serviço prestado ao cliente I custaria R\$98.849,66, ou cerca de 60% do total; o cliente II, por sua vez, seria responsável pelos 40% restantes, ou R\$65.516,46. Observa-se que, na média geral, a participação dos clientes I e II nos custos não se alterou expressivamente. No entanto, a vantagem da utilização do método ABC é evitar distorções na composição dos custos que possam comprometer o desempenho econômico e operacional do operador logístico. Suponhamos, como exemplo, as seis situações indicadas na Tabela 4, que correspondem a possíveis entregas dentro do contexto da aplicação.

Os casos 1 e 4 correspondem a situações com quantidade de carga igual à média geral e tempos de entrega iguais às médias indicadas na Tabela 2. No caso 1, com entrega longe do depósito, o custo ABC é 15,7% maior do que o custo baseado no peso. Para o caso 4, porém, o custo ABC é 17% menor do que o custo baseado no peso. Os casos 2 e 5, por sua vez, mostram situações em que o peso está abaixo da média, mas os tempos de visita são significativamente maiores. Para esses casos as distorções são marcantes, com os custos ABC 213% e 164% maiores do que os custos correspondentes por peso. Finalmente, os casos 3 e 6 correspondem a situações com peso acima da média e tempos de entrega inferiores aos valores médios observados. Aqui ocorre exatamente o contrário, com os valores do custo ABC iguais respectivamente a 55,6% e 47,0% dos custos calculados com base no peso.

À medida que o serviço vai sendo oferecido ao longo do tempo, a tendência é se observar mudanças mais ou menos significativas nos índices operacionais, sejam elas decorrentes da própria evolução da demanda, sejam ocasionadas por atitudes deliberadas dos clientes. Por exemplo, o cliente pode contratar um outro operador logístico que ofereça uma estrutura tarifária diferente, entregando ao atual operador apenas a parte do serviço que lhe dê vantagem de custo. O método ABC evita distorções desse tipo e se adapta, sem maiores problemas, a alterações marginais nas variáveis do sistema.

Tabela 4: Aplicação do método de custeio ABC ao exemplo

Caso	Cliente	Zona	Quantidade média (kg)	Tempo de parada médio (min)	Custo com base no peso (R\$)	Custo ABC (R\$)
1	I	F	43	6,4	1,65	1,91
2	I	F	35	14,0	1,34	4,19
3	I	F	70	5,0	2,68	1,49
4	II	A	43	5,4	1,65	1,37
5	II	A	35	14,0	1,34	3,54
6	II	A	70	5,0	2,68	1,26

5. CONCLUSÕES

Os dois exemplos de aplicação do método de custeio ABC a problemas logísticos mostram as vantagens de se utilizar formas mais atualizadas de avaliação de custos. O método de custeio ABC, conforme visto, pode ser aplicado a situações diversas que ocorrem em Transportes e em sistemas logísticos em geral. Mas devemos lembrar, no entanto, que é necessário entender perfeitamente sua estrutura, para evitar aplicações fora dos limites naturais impostos pelas restrições. Assim, possíveis oscilações marginais nas variáveis devem ficar limitadas a faixas preestabelecidas, sob pena de o sistema de custeio se tornar vulnerável a outros tipos de distorções. Por exemplo, vimos que o número de paradas de um roteiro típico na zona mais distante é $N_1 = 42$. Dividindo a capacidade do veículo (4.000 kg) por 42, obtemos a quantidade limite de 95 kg para o processo de custeio acima apresentado. Acima desse ponto o sistema começa a ser restrito por peso em algumas situações. Seria então necessário um adicional por peso para evitar possíveis distorções e abusos.

Deve-se lembrar também que, para a boa utilização do método de custeio ABC, a empresa deve implantar um sistema de aquisição e tratamento de informações adequado. Hoje, com o uso crescente de sistemas de posicionamento de veículos através de GPS e a utilização de computadores de bordo (*eletrônica embarcada*, no jargão do setor) é possível criar uma base de dados dinâmica, contendo todos os dados necessários para a aplicação do sistema de custeio ABC.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Daganzo, C.F. (1996). *"Logistics Systems Analysis"*, Springer-Verlag, Berlin.
- Kaplan, R.S. e R. Cooper (1998). *"Custo e Desempenho"*, Editora Futura, São Paulo, SP.
- Novaes, A.G. (1989). *"Sistemas Logísticos: Transporte, Armazenagem e Distribuição Física de Produtos"*, Editora Edgard Blücher, São Paulo, SP.
- Novaes, A.G. e O.D. Graciolli (1999a). Designing Multi-vehicle Delivery Tours in a Grid-cell Format, *European Journal of Operational Research* (trabalho aceito, aguardando publicação).
- Novaes, A.G.; J.E. Souza de Cursi e O. Graciolli (1999b). A Continuous Approach to the Design of Physical Distribution Systems, *Computers & Operations Research* (trabalho aceito, aguardando publicação)).
- Shank, J.K. e V. Govindarajan (1997). *"A Revolução dos Custos"*, Editora Campus, Rio de Janeiro.

Endereço dos autores:

Antonio Galvão Novaes

Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas

Universidade Federal de Santa Catarina

Caixa Postal 476, Florianópolis, SC, 88010-970

E-mail: novaes@eps.ufsc.br