

Análise de efeitos na variação de orçamento: uma ferramenta de auxílio na redução de custos

Maria Da Glória Diniz De Almeida

Ary Costa Neto

José Glenio Medeiros De Barros

Fernanda Rodrigues Coelho Heringer

Cyro Alves Borges Junior

Roméria Rebelo Medeiros De Barros

Halley Salles Vieira

Resumo:

Este trabalho teve como objetivo a elaboração de uma ferramenta de trabalho que permitisse à empresa a identificação das causas das variações de custos mais penalizantes em relação ao seu orçamento previsto. Inicialmente, os setores produtivos queixavam-se dos aumentos de preço unitário, sem acompanhar os progressos que poderiam ser feitos. Esta ferramenta separa a influência das variações de volume de produção, de preço unitário e de consumo específico dos materiais, de forma a deixar claro o desempenho que está sendo obtido pela usina e sua origem. Como resultado, é possível identificar as causas das variações de orçamento, assim como ações para o retorno à norma, auxiliando o setor a cumprir seu engajamento de orçamento de despesas de fabricação.

Área temática: *Controladoria*

Análise de efeitos na variação de orçamento: uma ferramenta de auxílio na redução de custos

Maria da Glória Diniz de Almeida (Michelin - Brasil) gloria.almeida@br.michelin.com

Ary Costa Neto (Michelin - Brasil) ary.costa@br.michelin.com

José Glenio Medeiros de Barros (Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Brasil) glenio@uerj.br

Fernanda Rodrigues Coelho Heringer (Michelin - Brasil) fernanda.heringer@br.michelin.com

Cyro Alves Borges Junior (Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Brasil) cyroborges@globo.com

Roméria Rebelo Medeiros de Barros (Univ. do Estado do Rio de Janeiro - Brasil) rorebelo@ig.com.br

Halley Salles Vieira (Universidade do Estado do Rio de Janeiro - Brasil) halley.vieira@volkswagen.com.br

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a elaboração de uma ferramenta de trabalho que permitisse à empresa a identificação das causas das variações de custos mais penalizantes em relação ao seu orçamento previsto. Inicialmente, os setores produtivos queixavam-se dos aumentos de preço unitário, sem acompanhar os progressos que poderiam ser feitos. Esta ferramenta separa a influência das variações de volume de produção, de preço unitário e de consumo específico dos materiais, de forma a deixar claro o desempenho que está sendo obtido pela usina e sua origem. Como resultado, é possível identificar as causas das variações de orçamento, assim como ações para o retorno à norma, auxiliando o setor a cumprir seu engajamento de orçamento de despesas de fabricação.

Palavras chave: Custos de Energia Elétrica; Análise de Efeitos; Redução de Custos.

Área Temática: Controladoria.

1. Introdução

O presente trabalho descreve a elaboração e a implementação de uma ferramenta para a identificação das causas das variações de custos mais penalizantes do processo produtivo de uma fábrica de produtos metálicos da Michelin, fabricante de pneus.

Inicialmente, tinha-se um desvio de custos em relação ao orçamento previsto nos anos de 2003 e 2004. O ano de 2003 é lembrado como um ano de progresso da fábrica em termos de melhoria da qualidade do processo. Até meados deste ano, embora o nível de qualidade do produto liberado ao cliente fosse satisfatório (nível de qualidade do produto que chega ao cliente), o nível de qualidade do produto fabricado (nível de qualidade do produto no processo produtivo) era sensivelmente aquém do que se esperava para este tipo de produto. Tinha-se um nível de defeitos no processo igual ao dobro do objetivo em termos de processabilidade do produto, ou seja, para cada tonelada de produto final produzido, obtinha-se 10 defeitos, enquanto o objetivo era de 5 defeitos. Com isso, o problema de qualidade tornou-se uma prioridade de melhoria para toda a usina, já que esse nível de qualidade baixo prejudica a performance da fábrica em termos de cumprimento do programa de produção e de produtividade das máquinas e da mão-de-obra. Declaradamente, este passou a ser o objetivo número 1 (um) a ser tratado e somente questões de segurança eram prioridade em relação a ele.

Dessa forma, uma melhor performance do processo começou a exigir das pessoas um maior rigor quanto aos meios de processamento, entre eles as principais peças de manutenção e as

principais peças de produção que têm contato com o produto fabricado durante o processamento do mesmo. Para um melhor nível de qualidade de fabricação, alguns defeitos na peças que processam o produto passaram a não ser mais aceitáveis. Todavia, um ponto importante deve ser observado. A dificuldade de determinar até que ponto uma peça ruim prejudica o processo é certamente um aspecto que fez com que o consumo específico das peças aumentasse. Isso é fato, mas não é claro e, muitas vezes, a peça passou a ser trocada pela dúvida de prejudicar ou não o processo, ou seja, na dúvida, troca-se a peça. Estas contas representavam até então 10% das despesas de fabricação. A partir deste momento, um maior número de peças passou a ser trocado e a qualidade do processo melhorou. É importante lembrar que esta foi uma das ações que permitiram a melhoria, não sendo a única.

A partir do segundo semestre de 2003, os preços das peças dispararam. A sua proporção nas despesas de fabricação passou a representar 17%.

Com base nos dados reais do ano de 2003, elaborou-se o orçamento para o ano de 2004. Desde os primeiros meses deste ano, percebeu-se que estas duas contas continuavam a não cumprir o orçamento previsto para elas. Deve-se lembrar que o orçamento para este ano já continha os aumentos reais de consumo dos materiais de produção e manutenção ocorridos em 2003.

Ocorreu também no ano de 2004, o aumento do preço do aço no mercado, da ordem de 50%. Como a maior parte das peças tem como origem este produto, os preços unitários das peças tiveram o repasse deste aumento.

Mais uma vez, o orçamento foi desrespeitado e não foi suficiente para as despesas realizadas.

Inicia-se, então, uma defesa por parte dos técnicos de manutenção e produção de que a explosão do orçamento deve-se ao aumento dos preços unitários. O consumo específico dos materiais, que seria o indicador de performance técnica de manutenção, perdeu o foco, e o aumento no preço unitário das peças passou a ser a justificativa principal da causa da explosão do orçamento.

É fato que o aumento de preço foi relevante. Enquanto a inflação média anual girou na ordem dos 6%, a variação de preço dos itens da conta 60400 (peças de manutenção) foi de 32% e da conta 60730 (peças de produção) foi de 63%. No momento da determinação do orçamento para 2005, tornou-se necessário identificar o efeito de aumento dos preços, do consumo específico e do volume de produção em relação ao ano de 2004. A constatação é mostrada na Tabela 1.

Conta contábil	Efeito volume	Efeito consumo	Efeito preço	Valor total 2003	Valor total 2004	Variação (2004-2003)
60400 em 2003	80.378	-73.661	231.138	729.708	967.564	237.855
60400 em 2003 + efeitos	810.086	656.047	960.847			
% de variação em relação a 2003	11%	-10%	32%			
60730 em 2003	20.931	-10.221	100.491	159.404	270.604	111.201
60730 em 2003 + efeitos	180.334	149.183	259.895			
% de variação em relação a 2003	13%	-6%	63%			

Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Tabela 1 – Análise de efeitos entre 2003 e 2004

Como pode ser visto pela Tabela 1, nestas duas principais contas, houve progresso de consumo específico na globalidade dos itens. Por outro lado, o aumento do volume de produção justifica o aumento do consumo global de peça. Enquanto isso, a variação de preço unitário é bastante superior à inflação no ano.

Com isso, viu-se que a opinião dos técnicos realmente era fato. Mas isso não bastava, porque, apesar de toda a variação de preço, a redução dos consumos específicos dos materiais precisava ser feito. Por outro lado, este fato é uma maneira clara de buscar ações do serviço de compras para reduzir os preços unitários.

Assim, a análise pontual da Tabela 1 em relação ao ano de 2004, mostrou a necessidade de se ter uma ferramenta para monitorar continuamente estes efeitos e mostrar onde os progressos precisam ser feitos. Priorizar é preciso, visto que não é possível fazer ações de melhoria sobre todos os itens, considerando que os recursos são limitados. Se a priorização não for feita de maneira correta, muito tempo e esforço são perdidos, não se tendo a eficácia necessária e suficiente para se ter evolução na redução dos custos.

2. Caracterização da empresa

A Fábrica de Cabos e Aros Metálicos da Unidade Industrial da Michelin localizada em Itatiaia(RJ) destina-se à produção das partes metálicas de pneumáticos – popularmente conhecidos como pneus – para ônibus, caminhões, automóveis e caminhonetes. Estes são considerados como produtos semi-acabados.

A fábrica de Itatiaia foi instalada no Brasil no final da década de 70, juntamente com sua Unidade Industrial de Campo Grande, destinada à produção de pneus para ônibus e caminhões. Já em 1999, foi inaugurada, também em Itatiaia, a Fábrica de Pneus para Automóveis e Caminhonetes.

As várias unidades industriais de pneus, semi-acabados metálicos e não-metálicos no Brasil e no exterior fazem desta empresa uma das maiores do mundo no mercado de pneumáticos.

3. Revisão da literatura

A Função Produção dentro de uma empresa deve ser bem gerenciada para contribuir para o progresso do negócio. Segundo Slack et al (1999), ela tem três papéis básicos: servir como apoio à estratégia empresarial, ser implementadora da estratégia empresarial e impulsionar a estratégia empresarial.

Para as empresas que concorrem diretamente em preço, o custo será seu principal objetivo de produção. Quanto menor o custo de produzir seus bens e serviços, menor pode ser o preço a seus consumidores. Mesmo aquelas empresas que concorrem em outros aspectos que não o preço estarão interessadas em manter seus custos baixos, visto que, com isso, podem aumentar sua margem de lucro, já que o preço é determinado pelo mercado.

Ainda segundo Slack et al (1999), o custo é afetado por outros objetivos de desempenho: alta qualidade pode significar custos baixos, uma vez que não desperdiçam tempo ou esforço em retrabalho e não incomodam o cliente; operações rápidas diminuem o nível de estoque em processo, bem como diminuem os custos administrativos indiretos; operações confiáveis não geram o prejuízo da interrupção e a perda da eficiência (as interrupções no fornecimento de energia elétrica de uma unidade industrial são extremamente penalizantes para a performance da mesma); as operações flexíveis contribuem para que se produza aquilo que é desejado pelo cliente, sem perda de tempo e capacidade.

Conforme Almeida (2001), produzir produtos com qualidade ou o “bom da primeira vez” evita a necessidade de uma nova produção para atender o cliente e a flexibilidade da produção é essencial para que se atenda de fato o cliente. Por vezes, vê-se a prática industrial buscando reduzir seus custos internos sem observar ou até mesmo negligenciando o mercado. Isso ocorre, por exemplo, no caso da produção de um produto que o mercado não compra. O custo do produto, embora excelente, não agrega valor à empresa, visto que será convertido em estoque e não em receita. O mercado que pede algum produto diferenciado não pode ser visto

como ameaça externa, mas sim como oportunidade de conquistar clientes ainda não cativos de outro fornecedor. Assim, é preciso que se alinhe o funcionamento da indústria à estratégia empresarial, de forma que estas não se tornem incoerentes.

4. Desenvolvimento do trabalho e da ferramenta

4.1. Metodologia de análise de efeitos

Algumas definições tornam-se necessárias a fim de permitir a compreensão da análise de efeitos:

- Período base: período de tempo que fornece dados de produção, quantidade total consumida e preço médio mensal de forma a servir de base de comparação para os meses seguintes, identificando os progressos e regressos do negócio em relação a este período.
- Q_{base} : quantidade média mensal consumida por cada item no período base
- P_{base} : preço médio mensal para cada item no período base
- $Q' = \frac{\text{Quantidade consumida média mensal do período base}}{\text{Produção média mensal do período base}} \times \text{Produção mensal real mensal}$ (Equação 1)
- $Q_{ano/mês}$: quantidade real consumida por cada item no ano e no mês em consideração
- $P_{ano/mês}$: preço médio mensal de cada item no ano e no mês em consideração

Composição do ano/mês: o primeiro dígito refere-se ao ano e os dois últimos dígitos identificam o mês. Exemplos: 409 – ano 2004 e mês 9 ou setembro; 501 – ano 2005 e mês 1 ou janeiro.

A metodologia de análise de efeitos pode ser representada pela Figura 1.

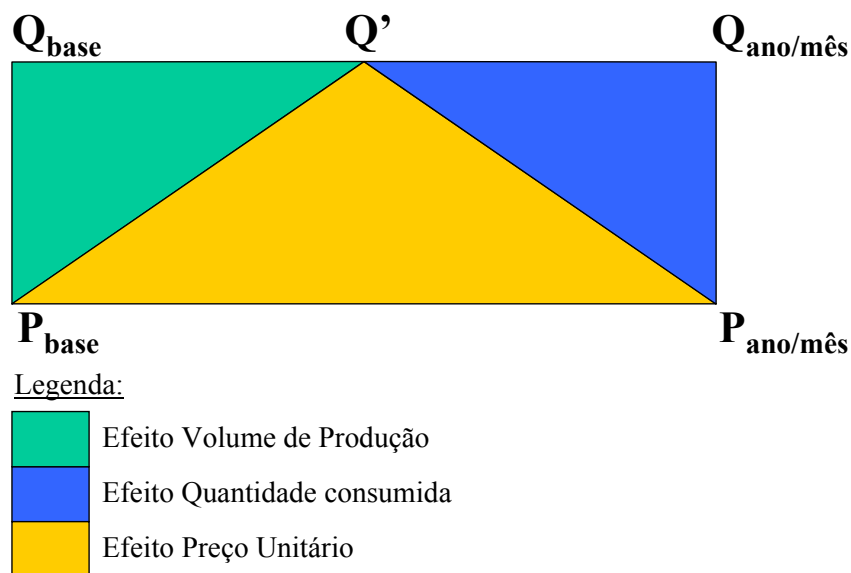


Figura 1 – Representação esquemática da análise de efeitos

No presente trabalho, pelo menos 3 efeitos podem ser considerados relevantes: os efeitos quantidade, volume de produção e preço.

O efeito volume de produção refere-se ao montante de recursos financeiros que variaram em função da variação do volume de produção. Em outras palavras, se, por exemplo, durante o período base um determinado item A teve um consumo Q_{base} de 10 unidades e uma produção de 100kg, no ano/mês 501, quando obteve uma produção de 150kg, deveria ter um consumo

Q' de 15 unidades. Dessa forma, 15 unidades passa a ser a quantidade consumida esperada ou Q'. A definição de Q' pode ser observada na Equação 1.

Esta quantidade valorizada pelo preço médio do período base P_{base} , que, por exemplo, seria de R\$25,00, constitui o efeito volume de produção, que é a quantia de recursos financeiros que se gastou a mais ou economizou – caso a produção tenha sido menor no ano/mês 501 – em função da variação do volume de produção. Este efeito é valorizado em reais (R\$). No caso do exemplo, citado o efeito volume de produção seria de $(15 \text{ un} - 10 \text{ un}) \times R\$25/\text{un} = R\$125$. A Equação 2 tem por objetivo representar este efeito.

$$\text{Efeito Volume de Produção} = (Q' - Q_{base}) \times P_{base} \quad (\text{Equação 2})$$

Já no caso do efeito quantidade consumida, este é representado pela variação real da quantidade consumida $Q_{ano/mês}$ em relação à quantidade esperada de consumo em função da produção no ano/mês em questão Q'. A valorização é feita, todavia, pelo $P_{ano/mês}$ real, uma vez que, caso o consumo fosse reduzido, o benefício para a empresa seria obtido pelo preço atual. Dando continuidade ao exemplo, a Q_{501} , que é a quantidade consumida em janeiro de 2005, foi de 32 unidades, ou seja, 7 além da esperada Q'. Com um P_{501} de R\$50,00, ou seja, o dobro do preço do P_{base} , tem-se um efeito quantidade consumida de $(32 \text{ un} - 15 \text{ un}) \times R\$50/\text{un} = R\$850$, que é representado pela Equação 3.

$$\text{Efeito Quantidade Consumida} = (Q_{ano/mês} - Q') \times P_{ano/mês} \quad (\text{Equação 3})$$

Para o efeito preço unitário, por sua vez, tem-se que a variação de preço unitário entre o período base, que é identificado por P_{base} , e o preço unitário do ano/mês em questão é ponderado pela quantidade esperada a ser consumida Q' determinada pela produção do mesmo ano/mês. Assim, o exemplo citado tem um efeito preço unitário de $(R\$50/\text{un} - R\$25/\text{un}) \times 15 \text{ un} = R\375 . Este efeito é definido pela Equação 4.

$$\text{Efeito Preço Unitário} = (P_{ano/mês} - P_{base}) \times Q' \quad (\text{Equação 4})$$

Dessa forma, a variação total entre o período base e o período ano/mês considerado é dado pela soma dos efeitos volume de produção, quantidade consumida e preço unitário, como mostra a Equação 5.

$$\begin{aligned} \text{Variação Total} = & \text{Ef. volume de produção} + \\ & + \text{Ef. quantidade consumida} + \text{Ef. preço unitário} \end{aligned} \quad (\text{Equação 5})$$

No exemplo 1, tem-se:

$$\text{Variação total} = 125 + 850 + 375 = R\$1.350 \text{ ou}$$

$$\text{Variação total} = (32 \times 50) - (10 \times 25) = R\$1.350, \text{ que é representado pela Equação 6.}$$

$$\text{Variação Total} = (Q_{ano/mês} \times P_{ano/mês}) - (Q_{base} \times P_{base}) \quad (\text{Equação 6})$$

O objetivo principal desta metodologia de análise é permitir a identificação mensal dos itens mais penalizantes em termos de variação de quantidade consumida e preço unitário. Ela pode ser seccionada por setor, por conta contábil ou outro agrupamento que seja de interesse do negócio.

Embora os cálculos da análise, que foram mostrados pelas Equações 1 a 6 sejam executados em um banco de dados em *Microsoft Access*, a exploração pelos técnicos e compradores é feita com o auxílio de uma ferramenta desenvolvida em *Microsoft Excel*, por ser de maior utilização pelo público alvo. A tela de entrada da ferramenta é mostrada na Figura 2.

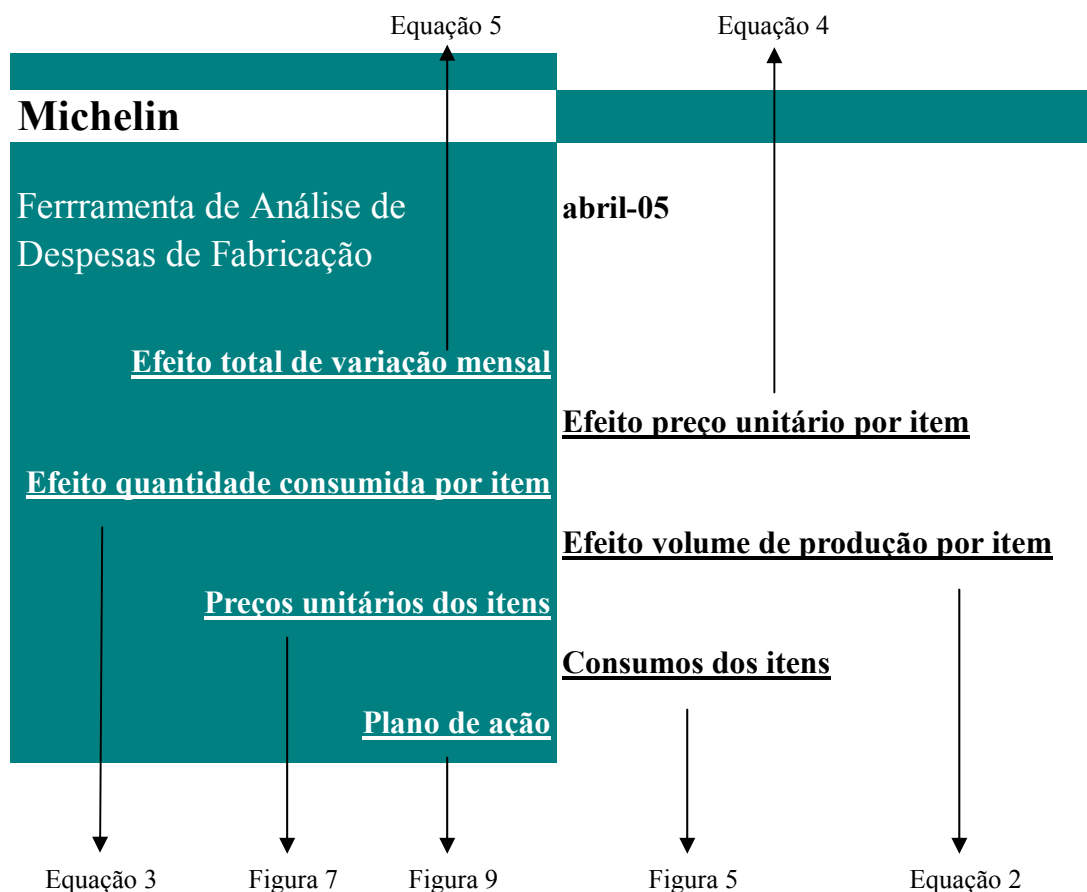
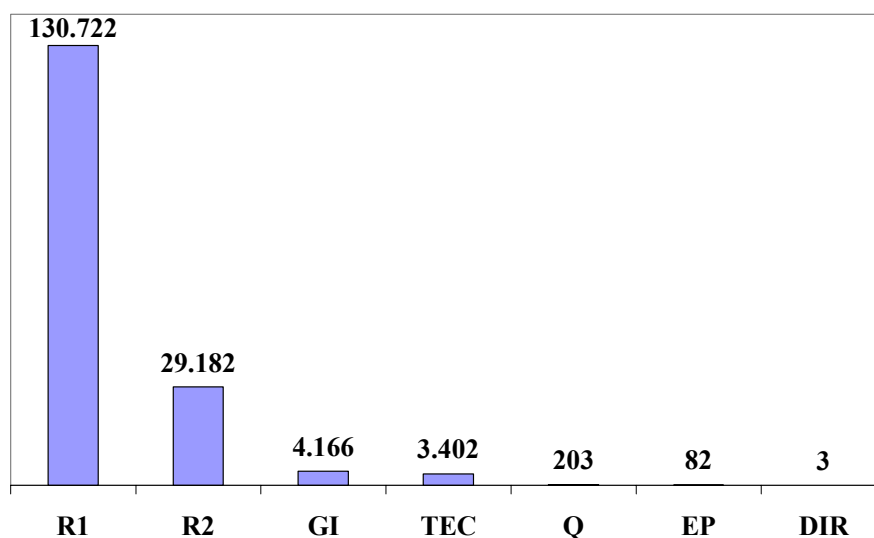


Figura 2 – Tela de entrada da ferramenta da análise de efeitos na variação de orçamento

Com o auxílio da ferramenta, pode-se identificar quais são os itens mais penalizantes em termos de consumo específico ou quantidade consumida. Veja, por exemplo, o caso do setor R1 conta 60400 (peças de manutenção) por meio das Figuras 3 e 4. A conta 60400 representa 28% das despesas de fabricação da unidade de negócios em questão.

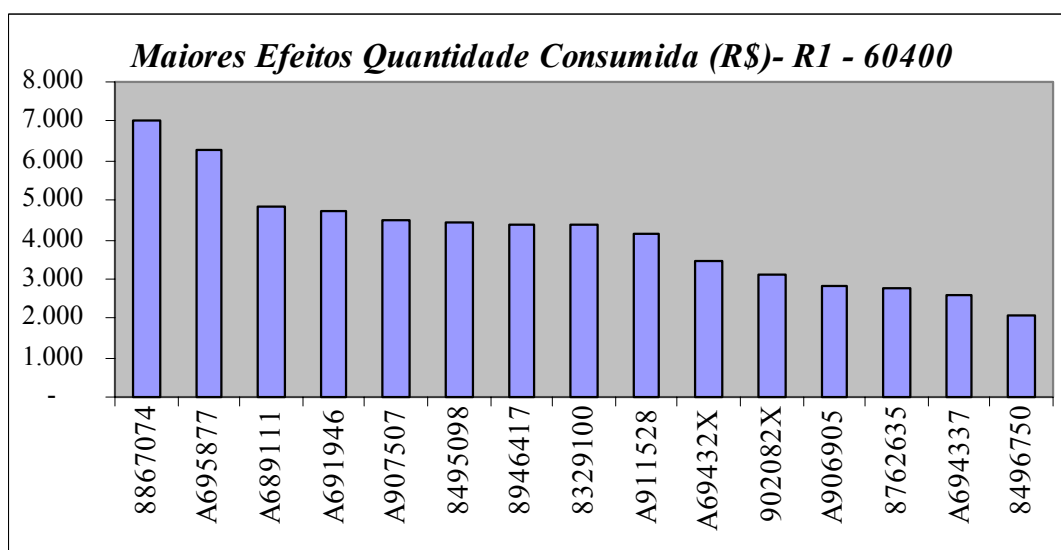


Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Figura 3 – Efeito Quantidade Consumida por Setor

Pela Figura 3, observa-se que o setor R1 é o mais penalizante em relação à quantidade consumida, ou seja, é o setor que apresenta o maior desvio de consumo de peças por kg produzido em relação ao previsto no orçamento do ano.

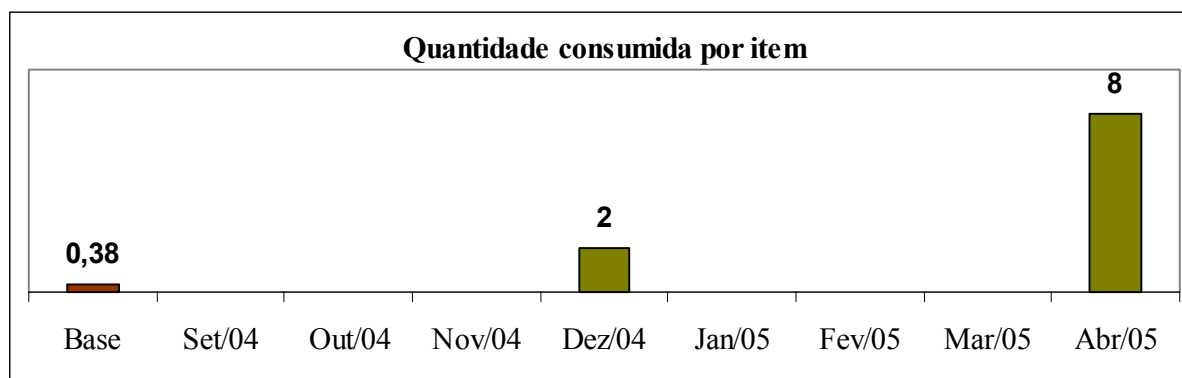
A Figura 4 mostra os itens mais penalizantes em termos de quantidade consumida do setor R1 na conta contábil 60400 (peças de manutenção). Isso significa que o desvio de consumo específico do item 8867074, por exemplo, representou no mês de abril/05 um impacto de aproximadamente R\$7.000. Vê-se que os itens apresentados pela Figura 4 representam somente o impacto de R\$61.490, e não a totalidade do impacto mostrada na Figura 3, que é de R\$130.722. Isso porque a metodologia visa identificar os itens mais penalizantes em relação ao impacto nos custos da empresa e não todos os itens, a fim de centralizar esforços na redução de consumo dos itens mais representativos.



Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Figura 4 – Itens mais penalizantes do setor R1 conta 60400 com relação à quantidade consumida

A Figura 5 tem como objetivo mostrar a quantidade consumida pelo item 8867074 ao longo dos meses do período analisado. No mês de abril/05, este item foi considerado o mais penalizante.



Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Figura 5 – Quantidade consumida pelo item 8867074 mensalmente

Por outro lado, com relação ao efeito preço unitário, a Tabela 2 e a Figura 6 podem mostrar novamente a situação do setor R1 na conta contábil 60400.

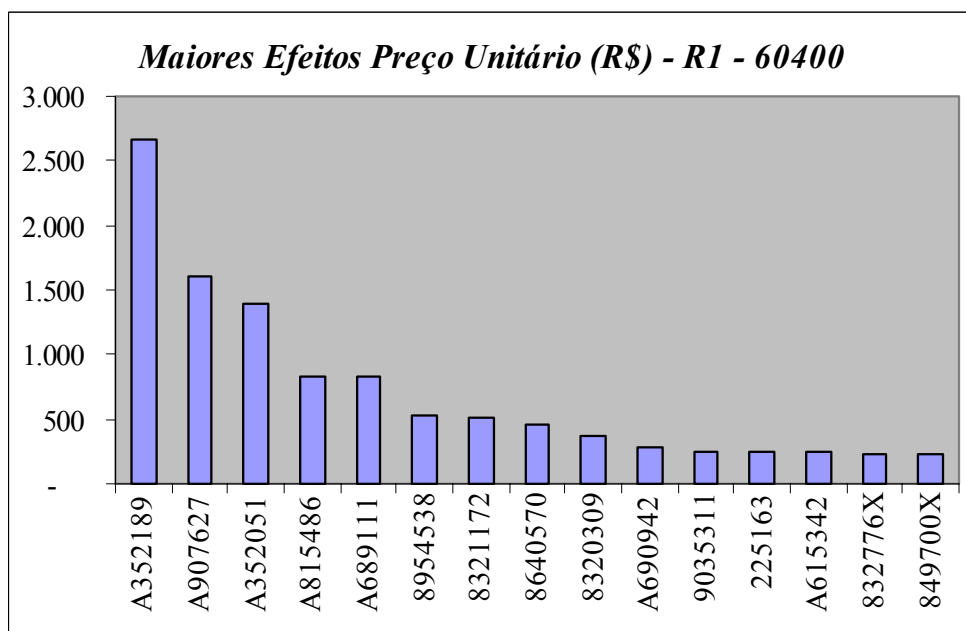
<i>Setor</i>	<i>Efeito Preço Unitário</i>
DIR RES	0
EP	0
GI	0
P	-1
Q	-11
R1	-48.687
R2	-43.338
R3	-34.787
TEC	-7.452
Total Global	-134.276

Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Tabela 2 – Efeito Preço Unitário por Setor

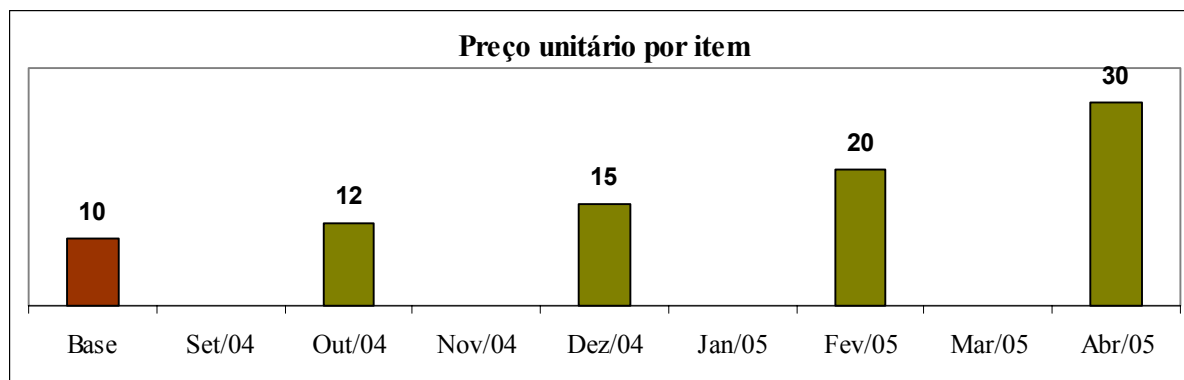
A Tabela 2 mostra que o setor R1 está sendo beneficiado pela baixa do preço unitário em relação ao previsto, sendo que o mesmo ocorre no mês de abril/05 com outros setores, ou seja, como o preço unitário da globalidade dos itens está mais baixo que o previsto, o impacto é negativo, trazendo uma menor despesa no orçamento realizado que o esperado.

Embora o montante total da conta 60400, que representa as peças de manutenção, no setor R1 tenha um impacto negativo de R\$48.687, ainda há itens que penalizam negativamente o valor total gasto, que são compensados por outros itens de forma a se ter globalmente o impacto negativo. Nem por isso deve-se deixar de identificar os itens mais penalizantes em relação a preço unitário para que se busque ações para redução do valor por parte do serviço de compras. O item A352189 é o mais penalizante no caso apresentado, como mostra a Figura 6, e causou um impacto de R\$2.673 no mês de abril/05.



Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Figura 6 – Itens mais penalizantes do setor R1 conta 60400 com relação a preço unitário



Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Figura 7 – Preço unitário do item A352189 mensalmente

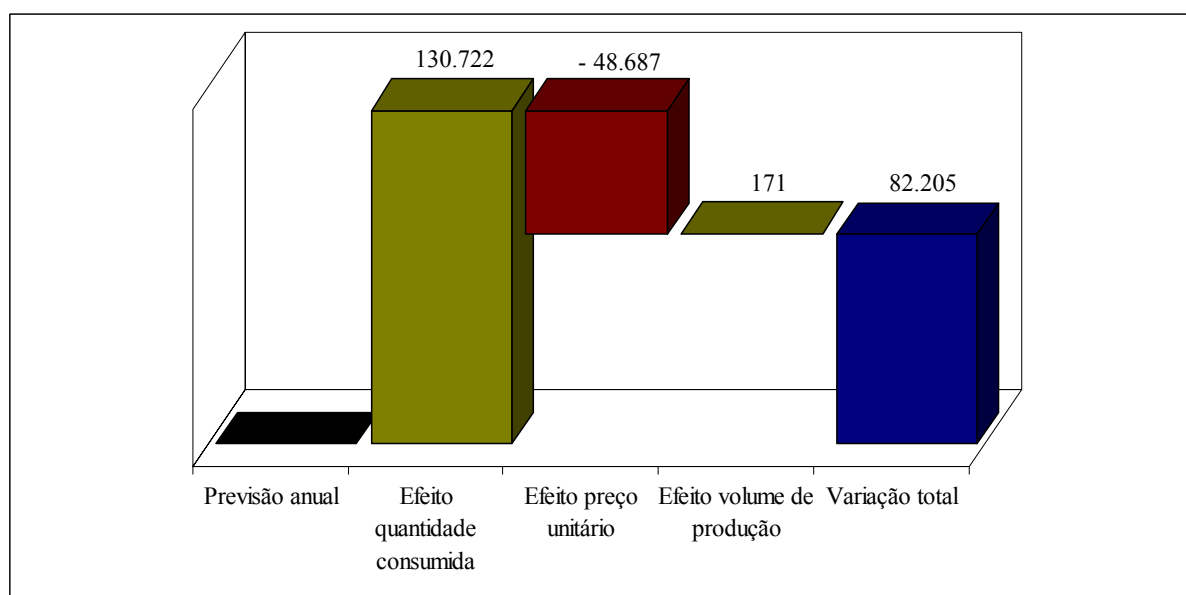
O efeito volume de produção do setor R1 pode ser observado pela Tabela 3.

<i>Setor</i>	<i>Efeito Volume de Produção</i>
DIR RES	0
EP	0
GI	0
P	0
Q	0
R1	171
R2	-7.568
R3	10.218
TEC	0
Total Global	2.820

Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Tabela 3 – Efeito Volume de Produção por Setor

O efeito total do setor R1 foi de R\$82.205, que é exatamente a soma dos efeitos quantidade consumida (R\$130.722), preço unitário (-R\$48.687) e volume de produção (R\$171). Este é mostrado pela Figura 8.



Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Figura 8 – Variação total de orçamento do setor R1

A partir desta análise é estabelecido um plano de ação, seja com o objetivo de verificar as causas de variação da quantidade consumida, quando não são conhecidas, seja para realizar uma modificação no processo produtivo. Por outro lado, busca-se também ações por parte do setor de compras no sentido da redução dos preços unitários. Um extrato do plano de ação em curso é mostrado na Tabela 4. O objetivo final deste plano de ação é buscar a redução contínua dos custos de fabricação.

<u>Código</u>	<u>Despesa / Problema</u>	<u>Ação</u>	<u>Resp.</u>	<u>Prazo</u>	<u>Evolução</u>
8868374	8868374 - kit engrenagem máquina 335 - aumento de consumo	Verificar a causa de aumento de consumo	João	abr-05	Aumento do número de máquinas de 5 para 40 máquinas 345; circuito de detecção de massa está sendo desligado pelos operadores para evitar paradas aleatórias. Com isso, a máquina não desarma e continua forçando o kit quando a máquina tem problema, e ele acaba funcionando como um fusível. Reduzir o número de paradas aleatórias das máquinas 345.
8867074	8867074 - RODA DENT P/CORR ISO 06B-1 Z=0	Verificar causa de aumento de consumo	José	abr-05	
A816803	A816803-lona de freio de cobre	Em compra uma lona de teflon-bronze muito mais cara por orientação da qualidade. Por outro lado, peças de material cobre tiveram em torno de 100% de variação; avaliar o preço na hora de homologar o novo material e o ganho com a modificação.	Pedro	abr-05	Em ensaio nas máquinas 356/2 e 456/7. Durabilidade antiga: 1 ^{as} cabeças 4 meses.
A352189	A352189 - aumento de preço unitário ao longo dos meses	Contactar fornecedor atual para buscar causas da variação de preço Buscar novos fornecedores, caso o fornecedor não tenha tendência a retornar ao preço antigo	Ana	mai-05	
A352189	A907627 - o preço unitário do item não variou, mas sim o valor de frete	Identificar o valor de frete pago mês a mês e a causa das variações	Maria	jun-05	

Fonte: Setor de Gestão Industrial – Michelin

Tabela 4 – Plano de ação para redução de custos de fabricação

5. Conclusão

A ferramenta de análise apresentada buscou explicitar os efeitos quantidade consumida, preço unitário e volume de produção de forma a possibilitar a identificação por cada setor e por suas contas contábeis os itens mais penalizantes em termos de quantidade consumida ou consumo específico e preço unitário em relação ao previsto.

Com isso, pode-se identificar as causas destas variações, assim como ações para o retorno ao previsto ou à performance praticada anteriormente no momento da previsão, auxiliando o setor a cumprir seu engajamento de orçamento de despesas de fabricação no ano.

Como resultado, os setores de produção e manutenção conseguem enxergar a parte do orçamento penalizada em função do aumento do preço unitário das peças, enquanto o efeito quantidade consumida mostra os itens mais penalizantes em termos de consumo. Com a identificação destes itens, é possível analisar as causas dos aumentos de consumo, assim como ações de redução. Por isso, torna-se uma ferramenta eficaz com o objetivo de redução de custos.

As bases de cálculo em *Microsoft Access* e *Microsoft Excel* tornam esta ferramenta de imediata utilização por outras unidades industriais da Michelin Brasil, e também de fácil adaptação a outras empresas.

O passo seguinte é tornar esta ferramenta um instrumento de auxílio à reprevisão dos custos da unidade produtiva ao longo do tempo pelas tendências de variação dos efeitos ao longo do tempo.

Referências

ALMEIDA, M. G. D., (2001) - O custeio das atividades como auxílio no processo de melhoria contínua para a redução dos custos da manufatura. Tese de M.Sc.. COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro.

SLACK, N.; CHAMBERS, S., HARLAND, C.; HARRISON, A. & JOHNSTON, R. (1999) – *Administração da Produção*. Editora Atlas S.A. São Paulo.