

Determinação da margem de contribuição de produtos com variabilidade de preços e custos diretos unitários

Abraão Freires Saraiva Júnior (USP) - abraaofsjr@gmail.com

Maxweel Veras Rodrigues (UFC) - maxweel@terra.com.br

Reinaldo Pacheco da Costa (USP) - rpcosta@usp.br

Resumo:

O presente trabalho objetiva apresentar um método para se determinar a Margem de Contribuição de produtos que possuem acentuada variabilidade de custos diretos unitários e de receitas unitárias. Para cumprir este objetivo, é proposto um método de três etapas que é construído a partir da integração de técnicas provindas da Contabilidade Gerencial e da Pesquisa Operacional, com destaque à simulação de Monte Carlo. O método é testado a partir de um estudo de caso realizado em uma indústria de produtos plásticos brasileira. Por fim, conclui-se que o método é eficaz no tratamento da variabilidade de preços e custos diretos unitários para a determinação da Margem de Contribuição de produtos.

Palavras-chave: *Variabilidade de custos diretos unitários e preços. Simulação de monte carlo. Margem de contribuição.*

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

Determinação da margem de contribuição de produtos com variabilidade de preços e custos diretos unitários

Resumo

O presente trabalho objetiva apresentar um método para se determinar a Margem de Contribuição de produtos que possuem acentuada variabilidade de custos diretos unitários e de receitas unitárias. Para cumprir este objetivo, é proposto um método de três etapas que é construído a partir da integração de técnicas provindas da Contabilidade Gerencial e da Pesquisa Operacional, com destaque à simulação de Monte Carlo. O método é testado a partir de um estudo de caso realizado em uma indústria de produtos plásticos brasileira. Por fim, conclui-se que o método é eficaz no tratamento da variabilidade de preços e custos diretos unitários para a determinação da Margem de Contribuição de produtos.

Palavras-chave: Variabilidade de custos diretos unitários e preços. Simulação de monte carlo. Margem de contribuição.

Área Temática: Aplicação de modelos quantitativos na gestão de custos.

1 Introdução

A abertura de mercado e o rápido desenvolvimento de novas tecnologias têm impactado de maneira decisiva as organizações, fazendo-as buscar novas metodologias de gestão que as tornem mais competitivas. Não existe mais privilégio por ser uma pequena ou grande empresa, todas estão no mesmo mercado competindo pelos mesmos clientes. As empresas precisam conhecer bem seus custos, saber tomar decisões, utilizar de forma sistêmica suas informações, saber entender o cliente e conseguir atingir o mercado e suas necessidades. Uma análise criteriosa de variáveis como os preços e custos que compõem um produto pode ser utilizada como arma competitiva a fim de melhor satisfazer a estratégia e o processo de consolidação e crescimento de uma empresa (LEONE, 2000).

Uma adequada compreensão destas variáveis auxilia na definição de métricas ou parâmetros de decisão que podem ser utilizados na melhoria do resultado econômico da empresa. Um dos parâmetros de decisão existente é a margem de contribuição que possui mensuração econômica (PADOVEZE, 2006).

Em alguns processos de produção, o levantamento e análise de custos são dificultados devido à existência de produtos que possuem elevada variabilidade de utilização de matérias-primas e de insumos. Tem-se como exemplo, a indústria de fabricação de produtos plásticos a partir de materiais reciclados, em que se observa uma considerável variação dos custos diretos unitários, variação esta ocasionada pela alternância da quantidade de material e tempo de processamento demandados por cada produto.

Com isto, levantou-se o seguinte questionamento: como determinar a margem de contribuição unitária de produtos que possuem acentuada variabilidade de custos diretos unitários e de preços de venda? Para responder a esse questionamento, o presente estudo fez o uso de técnicas provindas da Contabilidade Gerencial e da Pesquisa Operacional, com destaque ao método de simulação de Monte Carlo.

O artigo é estruturado a partir da fundamentação teórica, onde é apresentado o conceito de margem de contribuição e os aspectos inerentes à simulação com destaque ao método de Monte Carlo. Na metodologia, são enfatizadas as etapas da pesquisa. Em seguida, é apresentado o método proposto para determinar a margem de contribuição unitária dos

produtos esperada para um determinado período em um cenário de variabilidade de custos unitários. Na seqüência, é apresentada uma aplicação do método proposto a partir de dados coletados em uma indústria real, bem como os resultados alcançados. Na última seção, são expostas as considerações finais dos autores

2 Fundamentação Teórica

Para uma melhor compreensão do estudo realizado, é abordado o conceito de margem de contribuição e os aspectos inerentes à simulação, com ênfase ao método de Monte Carlo.

2.1. Margem de Contribuição

Para que se compreenda o conceito da margem de contribuição é preciso, primeiramente, que se entenda a abordagem do Método de Custeio Variável (MCV). Em sua concepção restrita, este método caracteriza-se por apropriar aos produtos ou serviços somente os seus custos variáveis, ficando os fixos separados e considerados como despesas do período e indo diretamente para o resultado (BORNIA, 2002; MARTINS, 2003). O MCV, ao identificar os custos de comportamento variável, permite uma análise gerencial em função do grau de participação de cada componente de custo no valor global do objeto de custo (produtos, pedidos, clientes, segmentos da empresa, entre outros) trazendo conclusões objetivas do ponto de vista gerencial (GARRISON, NOREEN e BREWER, 2007). Apesar de ter validade gerencial, o MCV não é utilizado como o padrão pelo sistema fiscal brasileiro que faz o uso Custeio por Absorção (LEONE, 2000).

Derivada do custeamento variável, a margem de contribuição (MC) é caracterizada pela diferença entre a receita e a soma de custos e despesas variáveis, fazendo com que seja evidenciado o valor que cada unidade produzida, linha de produto, pedido ou cliente proporciona à empresa de sobra entre a sua receita e o custo que de fato tenha provocado (MARTINS, 2003). Os custos fixos são subtraídos desta margem de contribuição para se obter o lucro operacional líquido. A MC propicia informações ao gerente para decidir se é coerente diminuir ou expandir uma linha de produção, para avaliar as alternativas provenientes do mix de produção e venda e de propagandas especiais, para verificar se é economicamente interessante aceitar um pedido ou não, além de verificar quais produtos, pedidos e clientes são mais lucrativos para a empresa (HORNGREN, 1978; ASSEF, 2005).

Ressalta-se que, em alguns processos, a margem de contribuição unitária (MCU) sofre variação. Esta decorre da variabilidade dos itens que a compõem, itens estes apontados por Padoveze (2006), a saber: custos diretos unitários de material, de mão-de-obra e de utilidades (energia, água, ar-comprimido, entre outros); despesas variáveis unitárias (comissões de venda, frete de entrega, entre outros); e os preços de venda praticados.

2.1.1 A Variabilidade Associada à Margem de Contribuição Unitária

Fazer estimativas ou projeções dos itens que compõem a MCU demanda um conhecimento de dados históricos e das condições mercadológicas envolvidas com o negócio. Na maioria dos casos, são aplicadas estatísticas descritivas nesses dados, na forma de média simples, para projetar os gastos e preços de venda do período seguinte. Essa projeção torna-se dificultada quando, na empresa, há uma grande variabilidade de gastos e receitas por produto.

Essa variabilidade pode ser trabalhada através de técnicas de simulação, aliada à estatística descritiva. Em outras palavras, busca-se uma função densidade de probabilidade que represente a distribuição de freqüência de utilização de cada item para, em seguida, relacionar números aleatórios com as variáveis de interesse e extrair os resultados de cada simulação. Além disso, pode-se fazer o uso de softwares para a organização e realização de

simulações.

2.2 Simulação

A simulação é um método de representar um sistema real através da construção de um modelo matemático. A simulação tem sido utilizada na engenharia para dar conta de situações nas quais se tenta compreender características de um sistema pelo conhecimento de outro que é similar (PRADO, 2004). Além disso, para Lustosa *et al.* (2004), a simulação é especialmente útil em situações que envolvem análise de riscos.

Para Banks e Carson (1984), a simulação é a imitação da operação de processos reais ou sistemas num dado período de tempo. Essa técnica envolve a geração de uma história artificial de um sistema, e a observação desta para fazer inferências relativas às características de operação do sistema real.

Winston (1994), por outro lado, define a simulação como uma técnica que emula a operação de um sistema do mundo real à medida que esse sistema evolui no tempo. Isso é, em geral, feito por meio do desenvolvimento de um modelo de simulação expresso na forma de relações matemáticas ou lógicas entre as variáveis de interesse desse sistema.

Hillier e Liberman (1995) indicam que o primeiro passo para a realização de uma simulação é o desenvolvimento de um modelo que represente o sistema a ser investigado. Winston (1994) e Buffa (1973) sugerem que uma forma adequada de simular o comportamento do tipo de variáveis que se pretende analisar é através do desenvolvimento de um modelo de simulação utilizando distribuições de probabilidades de eventos discretos conhecido como método de Monte Carlo.

2.2.1 Método de Simulação de Monte Carlo

Existem vários métodos de simulação e um deles é conhecido como método de Monte Carlo que, de acordo com Prado (2004), consiste em uma maneira de se transformar um conjunto de números aleatórios em outro conjunto de números (variáveis aleatórias), com a mesma distribuição da variável considerada. Lustosa *et al.* (2004, p. 251) advogam que a simulação de Monte Carlo é “uma técnica que utiliza a geração de números aleatórios para atribuir valores às variáveis do sistema que se deseja investigar.” A cada iteração o resultado é armazenado e, ao final de todas as iterações, a seqüência de resultados gerados é transformada em uma distribuição de probabilidades possibilitando calcular estatísticas descritivas, como a média e o desvio-padrão. Para Gentle (2003), um grupo de unidades físicas de um fenômeno aleatório pode ser descrito por uma função densidade de probabilidade, função esta que o método de Monte Carlo utiliza para determinar propriedades das variáveis em estudo.

3 Metodologia

A escolha de um método depende dos pressupostos que orientam o pesquisador ao defrontar-se com o problema de pesquisa. Para realizar este trabalho utilizou-se um método hipotético-dedutivo para a solução do problema proposto, pois, conforme Marconi e Lakatos (2003), parte de um problema na qual é oferecida uma solução provisória, esta é criticada e acabam surgindo novos problemas.

A metodologia segue uma pesquisa de campo que, conforme Marconi e Lakatos (2003, p. 186), “consiste na observação de fatos e fenômenos tal como ocorrem espontaneamente, na coleta de dados a eles referentes e no registro de variáveis que se presumem relevantes, para analisá-los”. Essa pesquisa de campo foi aplicada dentro de uma indústria real brasileira. Foram realizadas entrevistas com pessoas-chave e coletados dados *in*

loco no processo produtivo da indústria. Para efeito deste trabalho, estabeleceu-se um cenário hipotético com a utilização de dados relativos aos custos e despesas inerentes à empresa. Em seguida, estes dados foram trabalhados e apresentados a partir de planilhas eletrônicas para facilitar a visualização e o entendimento dos resultados alcançados.

Realizou-se, ainda, uma pesquisa bibliográfica que, de acordo com Gil (2002, p. 44), “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros [...]”, de onde é retirado o embasamento teórico para a realização da pesquisa de campo.

4 Método Proposto

Aqui é exposta a estrutura do método proposto para auxiliar o processo de determinação da margem de contribuição unitária de produtos de uma indústria que possui grande variabilidade de custos diretos unitários. O método é dividido em três etapas e utiliza dois *corpus* teóricos: a Margem de Contribuição e Simulação de Monte Carlo.

A primeira etapa consiste na análise e projeção dos gastos unitários, ou seja, dos custos e despesas que incidem em cada produto da empresa, devendo ser minucioso e possuir uma base de dados confiável, pois tem influência direta nos resultados que se pretende obter. A segunda etapa corresponde à análise dos dados relativos aos preços de venda praticados pela empresa. A terceira etapa é a determinação da Margem de Contribuição Unitária Esperada (MCU_E) dos produtos para o período em análise. A figura 1 mostra, esquematicamente, a estrutura do modelo proposto:

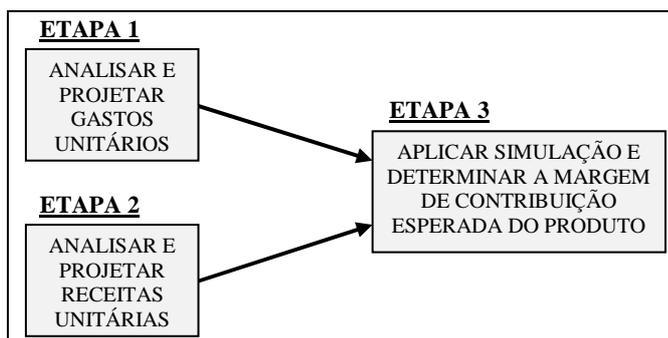


Figura 1: Estrutura do modelo proposto para determinação da Margem de Contribuição Unitária Esperada
Fonte: Elaborado pelos autores

4.1 Etapa 1 – analisar e projetar gastos unitários

Para que esta etapa seja concluída com êxito, a estrutura da empresa deve ser conhecida, incluindo o seu funcionamento, mão-de-obra utilizada, produtos fabricados, impostos incidentes, entre outros. A etapa um consiste no levantamento e análise de todos os custos e despesas que incidem diretamente no produto solicitado, além do valor que o cliente está disposto a desembolsar para adquiri-lo. Para análise destes custos e despesas, deve-se fazer o uso de dados históricos de um horizonte temporal aceitável. Em seguida, é realizada uma avaliação da frequência de incidência desses gastos a fim de projetá-los para o período em análise. Esta projeção é feita através da construção de histogramas de frequência de utilização, por produto, de cada recurso produtivo. Vale ressaltar que, para efeito do corrente estudo, são trabalhados apenas os gastos variáveis da empresa, pois os gastos fixos não têm influência direta na análise de aceitação de um novo pedido. Essas distribuições geradas constituem a base para aplicação de simulação a ser utilizada na determinação da MCU_E do produto.

Para execução desta etapa, primeiramente, os custos e despesas que variam

diretamente com o volume de produção devem ser identificados. A seguir, são apresentados os principais custos e despesas que podem ser classificados como variáveis junto ao modo que estes devem ser analisados e projetados, conforme o método proposto:

- **Material Direto:** No caso em que o produto é feito a partir de uma mistura de matérias-primas (MP), deve-se levantar, em peso e em valor monetário, cada quantidade de MP utilizada. O levantamento do quantitativo de material consumido pode ser realizado a partir de pesagens de cada lote produzido. Davis *et al.* (2001) indicam que o tamanho da amostra a ser testada pode ser de cinco unidades, já que para aplicações industriais do controle de processo é preferível fazer o uso de amostras de tamanho pequeno. De posse dessas informações, calcula-se o custo da matéria-prima para cada produto, para cada lote em análise. Esses valores são projetados a partir de histogramas de frequência e utilizados na determinação da margem de contribuição unitária do produto. Vale ressaltar que, no caso de um processo de industrialização, impostos recuperáveis como ICMS, IPI, entre outros, não valoram os custos, pois são repassados ao consumidor final.
- **Mão-de-obra Direta:** consiste nos salários nominais mais os encargos sociais e benefícios dos funcionários diretamente relacionados com a fabricação dos produtos. A projeção desse tipo de custo também pressupõe uma base histórica de dados e é feita através de distribuição de frequência. Como esse custo tem relação unívoca com o tempo de processamento destinado pelo operário para cada produto, e este tempo, normalmente, possui variabilidade, pode-se fazer o uso de histogramas de frequência para projetar esses custos unitários para períodos seguintes. O levantamento do tempo de trabalho de cada operário pressupõe uma cronometragem *in loco* (TAYLOR, 1990). Os custos inerentes ao pessoal de apoio à produção, como os supervisores, gerentes, mecânicos, inspetores, faxineiros, entre outros, não compõem a base de cálculo desse custo, pois são classificados como Custos Indiretos de Fabricação (CIF).
- **Utilidades:** nos casos em que a consecução de produtos pressupõe a utilização de maquinário e este é operacionalizado através de energia elétrica, deve-se determinar quanto cada produto custa em relação ao consumo energético. Ressalta-se que esse custo está diretamente ligado ao tempo utilizado da máquina ou equipamento para a fabricação de cada produto, aqui denominado Tempo de Ciclo (TC). Existem máquinas que medem, automaticamente, o tempo de ciclo para cada unidade produzida, além de oferecer um histórico das medições. Por motivos diversos, como a má qualidade da matéria-prima, por exemplo, verifica-se que esses tempos de processamento podem variar aleatoriamente. De forma similar aos itens anteriores, deve-se analisar o histórico de utilização das máquinas para cada produto. Em seguida, esses dados devem ser representados através de histogramas e projetados na forma de distribuição de frequência. Vale ressaltar que outros itens consumidos pelo maquinário podem ser tratados de forma similar à energia, como lubrificante, fluido refrigerante, água, ar comprimido, gás natural, entre outros. Para tal, basta que estes tenham sua utilização mensurada e os custos calculados um a um.
- **Despesas Variáveis:** mesmo não relacionado diretamente com o processo produtivo em si, este tipo de custo varia com o volume de produtos vendidos e tem influência direta na determinação da MCU. Bernardi (2004) destaca, como principais despesas variáveis, os gastos relacionados com comissões sobre vendas, com a distribuição de produtos, entre outros.

Em suma, destaca-se que o *output* esperado desta etapa é a projeção das distribuições de frequência de utilização de cada recurso em cada produto, junto aos valores monetários correlacionados. Para tal, pode-se fazer o uso dos softwares como MINITAB® 15.0 e EXCEL® 2007. Para a determinação da MCU são necessárias, ainda, informações referentes às receitas unitárias. Estas são tratadas a seguir.

4.2 Etapa 2 – analisar e projetar receitas unitárias

Nesta etapa, são analisadas e projetadas as receitas unitárias dos produtos. Como as receitas unitárias referem-se aos preços de venda praticados, esta etapa delinea-se apenas na análise de dados históricos relativos ao valor venal de cada produto. Vale ressaltar que, em muitas empresas, os preços são tabelados levando em consideração tanto fatores mercadológicos (práticas da concorrência, por exemplo), como também fatores econômicos (inflação e o aumento da tributação, por exemplo). Convém lembrar que, no âmbito deste estudo para fins gerenciais, o preço unitário de venda refere-se ao preço à vista e não considera o Imposto sobre Produtos Industrializados (IPI), Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) ou qualquer outro imposto ou taxa sobre a venda.

De posse dessas informações, são construídos histogramas e realizam-se projeções na forma de distribuições de frequência. Estas projeções são aproveitadas, através de simulação, na determinação da MCU de cada produto que a empresa fornece.

4.3 Etapa 3 – aplicar simulação e determinar a margem de contribuição unitária esperada do produto

Esta etapa consiste na determinação da MCU esperada de um produto para um determinado período. Para calcular a MCU esperada, deve-se determinar a MCU para cada simulação e aplicar estatística descritiva. Para tal, deve-se fazer o uso de números aleatórios gerados por algum software específico que, incidindo sobre as distribuições de frequência extraídas das etapas anteriores, resulta em uma determinada quantidade consumida de recurso (matéria-prima, mão-de-obra e energia) e uma correspondente receita unitária do produto.

Vale ressaltar que os resultados obtidos seguem a frequência de ocorrência determinada pelas distribuições de frequência auferidas e que, para cada simulação, um número aleatório gerado incide tanto nos recursos produtivos, quanto nas receitas unitárias. Multiplicando essas quantidades consumidas, geradas em cada simulação, pelo valor monetário de uma unidade de consumo, consegue-se determinar os gastos unitários para cada produto. A soma desses gastos gerados deve ser dividida por um Índice de Rendimento, cujo cálculo é exposto na equação 2. Este índice tem relação com os custos gerados pela fabricação de produtos não-conformes com a qualidade requerida pelos clientes. A mesma sistemática deve ser aplicada às receitas de vendas desconsiderando os produtos refugados, já que estes não são vendidos.

Em cada sorteio ou geração de número aleatório, a probabilidade de um determinado consumo de um recurso ser obtido é igual à probabilidade ou frequência relativa que este recurso tem em relação às demais possibilidades. Destaca-se que cada número aleatório, sendo este não-nulo, valora-se entre 0 e 1. Para o cálculo da MCU do produto, em cada simulação, faz-se o uso da fórmula apresentada a seguir:

$$MCU_n = PV_n - \left\{ \left(\frac{CMD_n + CMOD_n + CDU_n}{IR} \right) + (DVU_n) \right\} \quad (1)$$

Onde: n - número da simulação realizada (n = 1, 2, 3, ..., k)

PV - preço de venda
 CMD - custo de material direto
 CMOD - custo de mão-de-obra direta
 CDU - custo direto de utilidades (energia direta)
 DVU - despesas variáveis unitárias
 IR - índice de rendimento

A expressão que define o Índice de Rendimento é dada por:

$$IR = 1 - \left(\frac{nr}{np} \right) \quad (2)$$

Onde: nr - número médio de produtos refugados por mês
 np - número médio de produtos produzidos por mês

Para o cálculo do preço de venda, em cada simulação, faz-se:

$$PV_n = Cot.PV \text{ ALEATÓRIO}_n \quad (3)$$

Onde: Cot.PV ALEATÓRIO_n - valor cotado para o preço de venda relacionado com o número aleatório incidente no intervalo correspondente ao valor cotado e gerado na n-ésima simulação (0 < nº aleatório ≤ 1)

Para o cálculo de cada custo unitário (CMD, CMOD ou CDU), em cada simulação, utiliza-se a expressão:

$$CUN_n = CoUN \text{ ALEATÓRIO}_n \times VURC \quad (4)$$

Onde: CUN_n - custo unitário do recurso na n-ésima simulação (CMD, CMOD ou CDU)
 CoUN ALEATÓRIO_n - valor do consumo unitário de recurso (material direto, mão-de-obra direta ou utilidades) relacionado com o número aleatório gerado na n-ésima simulação
 VURC - valor (custo) por unidade de recurso consumido

Para a determinação do valor da despesa variável unitária, em cada simulação, faz-se um cálculo similar ao apresentado na expressão 3, como é mostrado a seguir:

$$DVU_n = DVU \text{ ALEATÓRIO}_n \quad (5)$$

Onde: DVU_n - despesa variável unitária
 DVU ALEATÓRIO_n - valor de despesa variável unitária relacionado com o número aleatório gerado na n-ésima simulação

Lustosa *et al.* (2004) indicam que a simulação deve ser replicada mais de cem vezes para que se obter uma amostra representativa. No entanto, não há recomendação quanto ao número máximo de simulações a serem realizadas, pois este número depende da capacidade de processamento equipamento utilizado para executar as simulações. Como instrução básica, deve-se aplicar o maior número de simulações possíveis levando em consideração o poder de processamento do equipamento a ser utilizado.

Após a aplicação das simulações, deve-se determinar a MCU esperada do produto para o período em análise. Para tal, projetam-se as MCU's apontadas em cada simulação na forma de uma função densidade de probabilidade para a aplicação de estatística descritiva. A estatística utilizada é a média das MCU's. Assim, para efeito deste estudo, o valor da MCU esperada do pode ser descrito pela expressão 6:

$$MCU_E = \frac{\sum_{n=1}^k MCU_n}{k} \quad (6)$$

Onde: k - número de simulações realizadas (k = 10.000)

MCU_E - Margem de Contribuição Unitária Esperada do produto

Para a realização das operações matemáticas anteriores, sugere-se o uso do software EXCEL[®] 2007, tanto por este possuir um recurso de geração de números aleatórios, como por ser de fácil acessibilidade.

5 Estudo de Caso

Esta seção apresenta a aplicação do método proposto em uma indústria que atua na fabricação de produtos plásticos a partir do beneficiamento de material reciclado. Com mais de 30 anos de existência no mercado, a empresa trabalha com máquinas de injeção e de sopro para fabricar artigos variados como baldes, mesas, cadeiras, bacias, dentre outros produtos. De acordo com o CEMPRE (2008), é possível economizar até 50% de energia com o uso de plástico reciclado. Este fato aliado ao baixo custo de coleta desse material devido à baixa remuneração dos chamados “catadores”, faz com que o custo desse material seja menor que o custo do plástico virgem. Em contrapartida, a qualidade do primeiro tipo de plástico é inferior à do segundo, principalmente, no que diz respeito à resistência a esforços mecânicos e à uniformidade de processamento.

Para efeito do corrente estudo, conjecturou-se que os gestores da indústria em questão necessitavam estipular as MCU's dos produtos para o mês de outubro do ano de 2007 para verificar quais destes possuíam as maiores margens individuais em termos econômicos. Vale ressaltar que o estudo aborda uma situação hipotética em que são estabelecidas algumas suposições sobre o tipo de negócio e sobre processo produtivo da empresa em questão, suposições estas que balizam o cenário empresarial criado para a aplicação do método proposto de forma a evitar possíveis distorções na análise. As suposições são destacadas a seguir:

- A empresa fabrica os seus produtos utilizando material reciclado em sete máquinas com características distintas, porém com Tempos de Ciclo iguais;
- Os preços de venda praticados pela empresa são tabelados e negociáveis;
- Todas as máquinas podem produzir qualquer tipo de produto mediante troca de molde/ferramenta;
- As comissões sobre vendas aumentam conforme o preço de venda aplicado;
- A empresa realiza a entrega dos produtos para os clientes.

5.1 Aplicação do Método

Nesta seção, é apresentado o emprego do método proposto para a projeção da margem de contribuição unitária dos produtos, para um determinado período, de uma indústria de artefatos plásticos. Em cada etapa do método, são trabalhados dados relativos à empresa em questão. Os dados da primeira etapa, relativos aos custos unitários de cada produto, são reais. Já a base de dados das demais etapas é fictícia, porém, tem correspondência verossímil com o tipo de processo produtivo da empresa. Com o intuito de reduzir o excesso de informações desta seção, tomou-se como base informações referentes a um dos produtos fabricados.

5.1.1 Etapa 1 – analisar e projetar gastos unitários

Para realizar esta etapa, primeiramente, realizou-se um levantamento dos produtos fabricados pela empresa e a composição de cada um deles, como mostra o quadro 1:

TIPO DE PRODUTO	CÓDIGO MNEMÔNICO	COMPOSIÇÃO			
		MATERIAL 1: PLÁSTICO		MATERIAL 2: ALÇA METÁLICA	
		DESCRIÇÃO	QDE (Kg)	DESCRIÇÃO	QDE (Kg)
BALDE 8L	BD8L	B/B COLOR. REC.	(VARIÁVEL)	AÇO GALV. 3,4 mm	0,035
BALDE 10L	BD10L	B/B COLOR. REC.	(VARIÁVEL)	AÇO GALV. 3,4 mm	0,035
BALDE 15L	BD15L	B/B COLOR. REC.	(VARIÁVEL)	AÇO GALV. 3,4 mm	0,040
BALDE 20L	BD20L	B/B COLOR. REC.	(VARIÁVEL)	AÇO GALV. 4,0 mm	0,061
BACIA 45L	BC45L	B/B COLOR. REC.	(VARIÁVEL)	-	-
BACIA 73L	BC73L	CAD COLOR. REC.	(VARIÁVEL)	-	-
CESTO DE LIXO	CLX	B/B COLOR. REC.	(VARIÁVEL)	-	-
BALDE PARA CONSTRUÇÃO	BCON	B/BPRETO REC.	(VARIÁVEL)	AÇO GALV. 4,0 mm	0,057

Quadro 1: Relação de produtos fabricados e materiais componentes

Como a empresa utiliza plástico reciclado como matéria-prima, dependendo da qualidade desta, há uma variação no consumo de material e no tempo de fabricação de cada produto no decorrer do ano. Com isso, fez-se um levantamento histórico dos nove meses anteriores ao período de análise, do gasto de MP. Os gastos foram segmentados ao máximo, com o intuito de se identificar o quanto cada um deles representa em cada item produzido, obtendo assim, uma visão geral dos gastos envolvidos com o negócio. Para efeito do estudo em curso, analisou-se apenas a variação dos gastos diretos unitários, variação esta que foi projetada na forma de distribuições de frequência para ser trabalhada através de simulação. O quadro 2, referente ao produto BCON, apresenta o histórico de consumo de MP. Vale ressaltar que o levantamento foi realizado através de amostras de cinco produtos coletadas a cada lote de cem unidades fabricadas e que os dados foram projetados na forma de distribuição de frequência.

MÉDIA AMOSTRAL DE CONSUMO DE B/B PRETO REC.(Kg)	FREQUÊNCIA ABSOLUTA DE CONSUMO EM 2007 - BALDE P/ CONSTRUÇÃO									CONSOLIDADO (JAN. À SET.) - BALDE P/ CONSTRUÇÃO			
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	CONSUMO DE B/B PRETO REC.(Kg)	FREQUÊNCIA ABSOLUTA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
0,630	200	100	100	200	400	-	400	400	300	0,630	2.100	0,52%	0,52%
0,631	300	100	-	100	900	-	600	500	800	0,631	3.300	0,82%	1,34%
0,632	600	300	200	300	1.700	-	800	800	1.300	0,632	6.000	1,49%	2,83%
0,633	500	500	400	500	2.300	-	1.500	1.200	1.800	0,633	8.700	2,16%	4,98%
0,634	900	400	700	700	3.200	100	2.100	1.800	2.500	0,634	12.400	3,07%	8,06%
0,635	1.300	900	700	900	3.900	500	2.800	2.400	3.900	0,635	17.300	4,29%	12,34%
0,636	1.900	1.600	1.100	1.300	3.300	200	3.500	3.200	5.800	0,636	21.900	5,43%	17,77%
0,637	2.600	2.300	1.500	1.600	3.100	100	4.200	4.074	5.000	0,637	24.474	6,07%	23,84%
0,638	3.000	3.100	1.600	1.900	2.995	600	5.100	3.900	4.800	0,638	26.995	6,69%	30,53%
0,639	3.700	3.900	1.500	2.100	2.500	400	4.500	3.500	4.300	0,639	26.400	6,54%	37,07%
0,640	4.500	4.700	2.100	2.600	2.100	900	3.800	2.900	3.600	0,640	27.200	6,74%	43,82%
0,641	5.200	4.200	2.400	2.900	1.800	1.200	3.500	3.200	3.985	0,641	28.385	7,04%	50,85%
0,642	4.600	3.900	2.889	3.400	1.700	1.400	3.000	2.500	2.800	0,642	26.189	6,49%	57,34%
0,643	4.000	3.600	3.100	3.836	1.500	900	2.400	2.600	2.700	0,643	24.636	6,11%	63,45%
0,644	3.200	3.700	3.500	3.700	1.400	1.600	1.800	2.400	2.500	0,644	23.800	5,90%	69,35%
0,645	2.700	2.900	3.800	3.600	1.200	1.900	1.460	2.100	2.200	0,645	21.860	5,42%	74,77%
0,646	1.500	2.000	4.200	3.000	800	2.300	900	1.800	2.200	0,646	18.700	4,64%	79,40%
0,647	1.400	1.494	4.400	2.600	500	2.000	500	1.500	2.000	0,647	16.394	4,06%	83,47%
0,648	1.300	1.300	3.900	2.100	600	3.200	300	1.000	1.800	0,648	15.500	3,84%	87,31%
0,649	700	1.300	3.600	1.500	300	3.800	200	700	1.300	0,649	13.400	3,32%	90,63%
0,650	600	600	2.900	800	200	4.300	-	400	1.700	0,650	11.500	2,85%	93,48%
0,651	800	800	1.500	400	-	4.400	100	300	1.800	0,651	10.100	2,50%	95,98%
0,652	698	500	1.100	200	100	3.500	200	-	1.300	0,652	7.598	1,88%	97,87%
0,653	300	300	900	-	-	2.400	-	100	900	0,653	4.900	1,21%	99,08%
0,654	100	100	500	100	-	1.300	-	-	500	0,654	2.600	0,64%	99,73%
0,655	-	200	200	-	-	500	-	-	200	0,655	1.100	0,27%	100,00%
PRODUÇÃO TOTAL	46.598	44.794	48.789	40.336	36.495	37.500	43.660	43.274	61.985	SOMA	403.431	100%	

Quadro 2: Distribuição de frequência de consumo de material plástico do produto BCON

Em seguida, foram coletadas informações referentes aos preços de aquisição dos materiais para determinar os custos por quilograma de consumo. Vale destacar que há produtos formados por mais de um componente, como o produto em questão. De cada componente, são retirados os impostos sobre compra de matéria-prima, sendo estes recuperados posteriormente na venda. Assim, calculou-se o custo da matéria-prima por produto ou componente, como mostra o quadro 3. O custo do material é alocado diretamente no cálculo do gasto unitário de cada produto.

MATÉRIA-PRIMA	PREÇO / Kg	ICMS	IPI	CUSTO / Kg
AÇO GALVANIZADO 3,4 mm	R\$ 2,94	R\$ 0,336	R\$ 0,14	R\$ 2,464
AÇO GALVANIZADO 4,0 mm	R\$ 2,94	R\$ 0,336	R\$ 0,14	R\$ 2,464
PLÁSTICO B/B COLORIDO RECICLADO	R\$ 1,66	-	-	R\$ 1,66
PLÁSTICO B/B PRETO RECICLADO	R\$ 1,62	-	-	R\$ 1,62
PLÁSTICO CAD COLORIDO RECICLADO	R\$ 2,56	-	-	R\$ 2,56

Quadro 3: Custo por quilograma de matéria-prima consumida

Para a determinação dos custos unitários de mão-de-obra direta (MOD), foi realizado um procedimento similar ao utilizado na determinação dos custos unitários anteriores. Como os custos unitários de MOD relacionam-se diretamente com o tempo despendido pelos operários em cada produto e que, no caso da empresa em questão, este tempo está limitado à duração do processamento de cada unidade, foi feito um levantamento histórico dos Tempos de Ciclo (TC) no horizonte de nove meses. Para efeito deste levantamento, fez-se o uso de amostras de cinco produtos coletadas a cada lote de cem produtos fabricados. Os tempos foram medidos e disponibilizados pelas máquinas injetoras, que dispunham de medidores internos. O quadro 4 apresenta o levantamento realizado para o produto BCON. Os dados levantados também foram projetados na forma de distribuição de frequência.

TEMPO DE CICLO (segundos)	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA DE TEMPO DE CICLO EM 2007 - BALDE P/ CONSTRUÇÃO									CONSOLIDADO (JAN. A SET.) - BALDE P/ CONSTRUÇÃO			
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	TEMPO DE CICLO (segundos)	FREQÜÊNCIA ABSOLUTA	FREQÜÊNCIA RELATIVA	FREQÜÊNCIA ACUMULADA
24	300	200	-	200	-	-	-	-	400	24	1.100	0,27%	0,27%
25	900	400	700	500	200	-	-	-	1.200	25	3.900	0,97%	1,24%
26	1.800	900	1.100	900	300	-	-	-	2.100	26	7.100	1,76%	3,00%
27	2.900	1.600	1.500	1.300	400	-	-	100	3.100	27	10.900	2,70%	5,70%
28	3.800	2.300	2.200	1.700	800	-	-	300	4.200	28	15.300	3,79%	9,49%
29	5.100	3.300	2.900	1.900	1.300	300	200	500	5.800	29	21.300	5,28%	14,77%
30	6.498	3.900	3.700	2.100	1.700	100	100	700	5.600	30	24.398	6,05%	20,82%
31	5.300	4.794	4.600	2.600	2.600	500	400	900	5.200	31	26.894	6,67%	27,49%
32	4.700	4.200	5.800	2.900	3.400	400	800	1.100	4.900	32	28.200	6,99%	34,48%
33	4.000	3.900	4.900	3.400	4.100	900	1.000	1.300	4.200	33	27.700	6,87%	41,34%
34	3.200	3.600	4.100	3.900	3.795	1.200	1.600	1.700	3.900	34	26.995	6,69%	48,03%
35	2.700	3.700	3.889	3.700	3.400	1.400	2.400	2.200	2.885	35	26.274	6,51%	54,55%
36	1.500	2.900	3.500	3.600	3.000	1.700	2.800	2.900	3.200	36	25.100	6,22%	60,77%
37	1.400	2.400	3.000	3.000	2.700	1.600	3.500	3.500	2.900	37	24.000	5,95%	66,72%
38	900	2.100	2.400	2.600	2.100	1.900	4.200	4.400	2.500	38	23.100	5,73%	72,44%
39	700	2.600	1.800	2.100	1.900	2.300	5.100	3.900	1.900	39	22.300	5,53%	77,97%
40	600	900	1.100	1.536	1.700	2.000	4.500	3.574	2.100	40	18.010	4,46%	82,44%
41	300	600	800	1.100	1.400	3.200	3.800	3.300	1.800	41	16.300	4,04%	86,48%
42	-	300	400	600	900	3.800	3.500	3.200	1.400	42	14.100	3,50%	89,97%
43	-	200	300	300	500	4.300	3.260	2.800	1.100	43	12.760	3,16%	93,13%
44	-	-	-	200	200	4.600	2.200	2.400	800	44	10.400	2,58%	95,71%
45	-	-	100	200	-	3.500	1.800	2.100	400	45	8.100	2,01%	97,72%
46	-	-	-	-	100	2.100	1.200	1.400	200	46	5.000	1,24%	98,96%
47	-	-	-	-	-	1.200	900	700	100	47	2.900	0,72%	99,68%
48	-	-	-	-	-	500	400	300	100	48	1.300	0,32%	100,00%
PRODUÇÃO TOTAL	46.598	44.794	48.789	40.336	36.495	37.500	43.660	43.274	61.985	SOMA	403.431	100%	

Quadro 4: Freqüência absoluta de tempo unitário de processamento do produto BCON

Para a determinação do custo da mão-de-obra diretamente envolvida com a fabricação dos produtos, foram analisados os seguintes gastos: salário pago, adicional noturno, encargos sociais, férias, décimo terceiro salário, vale-transporte, vale-refeição, equipamentos de proteção individual, entre outros. A partir desses dados, fez-se um consolidado por função com seu gasto total. Em seguida, calculou-se o custo da mão-de-obra por hora e por segundo da função Auxiliar de Fabricação, função esta diretamente relacionada com a fabricação dos produtos. Para isso, analisou-se o somatório dos salários e encargos de cada funcionário e calculou-se a média mensal de custos de mão-de-obra direta. Posteriormente, para determinar o custo total de mão-de-obra direta, multiplicou-se o custo médio pela quantidade de Auxiliares de Fabricação existentes na fábrica. O valor total encontrado foi dividido pela carga horária mensal total de trabalho para a determinação do custo por hora. Finalmente, dividiu-se o custo por hora por 3600 para encontrar o custo de mão-de-obra direta por segundo de trabalho. O custo por segundo de MOD encontrado foi de R\$ 0,00101.

O custo por segundo de MOD foi utilizado no cálculo do custo unitário de MOD de

cada produto ou componente, valor que participa diretamente na determinação da MCU. O quadro 5 mostra o cálculo para os componentes dos produtos em estudo:

ITEM / PRODUTO	TEMPO DE CICLO (segundos)	CUSTO / SEGUNDO DE MOD	NECESSIDADE DE OPERÁRIOS P/ PRODUÇÃO	CUSTO DE MOD / ITEM
ALÇA METÁLICA 3,4 mm / BD8L	2,7	0,00101	1	0,002727
ALÇA METÁLICA 3,4 mm / BD10L	2,7	0,00101	1	0,002727
ALÇA METÁLICA 3,4 mm / BD15L	3,1	0,00101	1	0,003131
ALÇA METÁLICA 4,0 mm / BD20L	8,0	0,00101	1	0,00808
ALÇA METÁLICA 4,0 mm / BCON	8,0	0,00101	1	0,00808

Quadro 5: Custo de MOD para cada componente dos produtos

Para a determinação dos custos relacionados com a energia diretamente consumida pelas máquinas do setor produtivo, foi feito um levantamento histórico dos gastos totais com energia na empresa. Em seguida, verificou-se que uma parte do consumo energético não se relacionava diretamente com a fabricação dos produtos, como no caso da iluminação, computadores, ar-condicionado, entre outros. Assim, foi retirado da conta de energia total da empresa, desconsiderando os impostos, apenas o que foi consumido diretamente considerando o restante como consumo indireto. O valor encontrado foi de R\$ 0,19551 por KWh.

Para encontrar o valor do consumo energético de cada máquina diretamente relacionada com a fabricação dos produtos, foram realizadas mensurações a partir de medidores eletrônicos e observações nos manuais dos fabricantes. Os valores encontrados foram multiplicados pelo custo por quilowatt/hora previamente calculado, o que resultou no custo de energia por hora de operação de cada máquina. Por motivo de adequação à unidade de tempo utilizada no corrente estudo, o segundo, dividiu-se os valores encontrados por 3600. Das máquinas utilizadas na produção, verificou-se que a ALÇA 1 operava apenas na fabricação das alças metálicas de 3,4 mm, enquanto que a máquina ALÇA 2 fabricava somente as alças de 4,0 mm. Todos os tipos de produtos poderiam ser fabricados em qualquer uma das máquinas dos modelos INJ AB, INJ MN e INJ XY. Assim, de posse da quantidade existente de cada modelo e considerando que o tempo de ciclo não era afetado pela máquina escolhida para a produção, projetaram-se as probabilidades de cada uma das máquinas serem selecionadas para produzir um produto através de distribuição de frequência, como mostra o quadro 6:

MÁQUINA	CONSUMO DE ENERGIA (Kwh)	CUSTO / KWh	CUSTO DE ENERGIA / HORA- MÁQUINA	CUSTO DE ENERGIA / SEG.- MÁQUINA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
ALÇA 01	3,04	0,1955	0,5943504	0,00016510		
ALÇA 02	1,52	0,1955	0,2971752	0,00008255		
INJ AB 01	34,20	0,1955	6,686442	0,00185735	40%	40%
INJ AB 02	34,20	0,1955	6,686442			
INJ MN 01	30,40	0,1955	5,943504	0,00165097	20%	60%
INJ XY 01	32,30	0,1955	6,314973	0,00175416	40%	100%
INJ XY 02	32,30	0,1955	6,314973			

Quadro 6: Custo de energia por segundo de utilização das máquinas e probabilidade de seleção para produção

As despesas variáveis consideradas pela empresa em estudo são referentes aos gastos com comissão sobre vendas e com a entrega de cada produto. Verificou-se que a alíquota da comissão do vendedor incidente sobre o preço de venda praticado era variável e tabelada. Quanto maior a cotação do preço, maior a alíquota da comissão. Desta forma, os vendedores eram motivados a vender os produtos pelos maiores preços possíveis. Pelo fato de a empresa realizar a distribuição dos produtos para lojas do atacado e varejo a partir de uma frota própria de veículos, as despesas relacionadas com a entrega dos produtos foram determinadas para cada produto. Para tal, foram analisados os gastos relacionados com pneus utilizados, combustível, diárias dos motoristas e ajudantes, entre outros. Esses gastos foram considerados

como despesas variáveis, sendo influenciados pelo volume de venda dos produtos.

Para a determinação da despesa variável unitária de entrega de cada tipo de produto, fez-se o uso de dados históricos relativos ao total gasto com os itens acima citados e de informações a respeito da área ocupada por cada tipo de produto no compartimento de carga dos veículos. Vale ressaltar que os valores cotados são aproximados. O quadro 7 apresenta as alíquotas de comissão de vendas e os valores de despesa de entrega:

COTAÇÃO DO PREÇO	COMISSÃO SOBRE O PREÇO DE VENDA	PRODUTO	DESPESA VARIÁVEL DE ENTREGA
P1	0,4%	BD8L	R\$ 0,0434
		BD10L	R\$ 0,0443
P2	0,6%	BD15L	R\$ 0,0586
		BD20L	R\$ 0,0703
P3	0,8%	BC45L	R\$ 0,0712
		BC73L	R\$ 0,1184
P4	1,0%	CLX	R\$ 0,0665
		BCON	R\$ 0,0649

Quadro 7: Despesa aproximada de entrega por produto

As informações obtidas nesta etapa, aliada à projeção das receitas unitárias de vendas que será apresentada na seção seguinte, foram utilizadas diretamente na determinação da MCU de cada produto.

5.1.2 Etapa 2 – analisar e projetar receitas unitárias

Após levantamento junto ao Setor Comercial da empresa, verificou-se que a precificação era realizada de forma tabelada. Para cada produto era utilizada uma tabela com quatro cotações de preço: P1, P2, P3 e P4, sendo a primeira a de menor valor. De acordo com o poder de barganha do cliente, o vendedor estava autorizado a oferecer um desconto até o valor mínimo cotado por P1. De posse dos preços praticados para a venda de cada produto, um estudo histórico foi realizado para determinar a frequência de incidência de cada uma das cotações, como apresenta o quadro 8 aplicado ao produto BCON.

BALDE PARA CONSTRUÇÃO			
COTAÇÃO	PREÇO DE VENDA	FREQUÊNCIA RELATIVA	FREQUÊNCIA ACUMULADA
P1	R\$ 3,70	15%	15%
P2	R\$ 3,80	25%	40%
P3	R\$ 3,90	40%	80%
P4	R\$ 4,00	20%	100%
TOTAL		100%	

Quadro 8: Preços praticados na venda do produto BCON com a incidência histórica de cada cotação

Os valores e as distribuições de frequências encontradas, aliados à simulação de Monte Carlo, foram utilizados na determinação da MCU esperada para o mês de outubro de 2007 de cada produto. O cálculo da MCU esperada é abordado na etapa a seguir.

5.1.3 Etapa 3 – aplicar simulação e determinar a margem de contribuição unitária esperada do produto

De posse das informações obtidas na etapa anterior, foram determinadas as possíveis MCU's para o mês de outubro de 2007 de BCON. Para tal, fez-se o uso do método de simulação de Monte Carlo. A utilização deste método para determinação deu-se da seguinte forma: geraram-se números aleatórios não-nulos entre 0 e 1 e os remeteram, com base nas distribuições de frequência estabelecidas, a um valor correspondente de consumo de matéria-prima, tempo de ciclo e custo energético por segundo de operação de máquina. As distribuições de frequência relativa apontaram as probabilidades de ocorrência de cada valor.

Já as distribuições de frequência absoluta serviram como base para a definição dos intervalos, entre 0 e 1, que se relacionavam aos números aleatórios gerados. Este procedimento foi replicado 500.000 vezes para a consecução de uma amostra representativa da realidade empresarial modelada.

Os valores encontrados relativos ao consumo unitário de matéria-prima foram multiplicados, em cada simulação, pelo custo por quilograma do material plástico utilizados em cada tipo de produto. Assim, conseguiu-se determinar o custo de material direto de cada produto fabricado, em cada simulação. Os tempos de ciclo encontrados foram multiplicados pelo custo de mão-de-obra direta por segundo de trabalho e pelo custo de energia por segundo de operação de máquina para a determinação do custo de MOD e da energia direta de cada tipo de produto, respectivamente. O somatório dos três custos unitários calculados foi dividido pelo Índice de Rendimento, calculado a partir da expressão matemática 2. Para o cálculo do IR, foi realizado um levantamento histórico da quantidade total produzida (3.397.223) nos nove meses anteriores ao período em análise. Em seguida, levantou-se o número total de unidades produzidas que não atenderam às necessidades dos clientes expressas através de especificações de projeto (101.905 produtos). Desta forma, obteve-se um IR de 0,97 que foi utilizado para o custeamento de BCON.

Os custos determinados em cada simulação, inflacionados pelo IR, foram somados aos custos unitários relacionados com a fabricação da alça metálica. Vale destacar que esta soma foi aplicada, exclusivamente, aos produtos BCON, BD8L, BD10L, BD15L e BD20L. Finalmente, para o cálculo do gasto total unitário de cada produto, o valor da soma anterior foi adicionado ao valor das despesas variáveis unitárias. Tomando como base a expressão 1 do método proposto, os valores de gasto total unitário foram confrontados com as receitas unitárias para a determinação, em cada simulação, das MCU's dos produto. O quadro 9 apresenta, para o produto BCON, algumas MCU's obtidas com as simulações.

DETERMINAÇÃO DA MCU - BALDE PARA CONSTRUÇÃO															
SIMULAÇÃO	CONSUMO B/B PRETO. REC. (Kg)	CUSTO / Kg DE B/B PRETO. REC.	TEMPO DE CICLO (seg.)	CUSTO / seg. DE MOD	CUSTO DE ENERGIA / seg. MÁQUINA	CONSUMO AÇO GALV. 4,0 mm (Kg)	CUSTO / Kg AÇO GALV. 4,0 mm	TEMPO DE CICLO (seg.) ALÇA METÁL.	CUSTO DE MOD / ALÇA	CUSTO DE ENERGIA / seg. ALÇA 02	DESPESA DE ENTREGA	RECEITA UNITÁRIA	COMISSÃO SOBRE VENDA	GASTO UNITÁRIO TOTAL	MCU
1	0,653	1,62	36	0,00101	0,00175416	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,90	0,0312	1,43845305	2,46155
2	0,644	1,62	42	0,00101	0,00165097	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,80	0,0228	1,42765218	2,37235
3	0,642	1,62	36	0,00101	0,00165097	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,80	0,0228	1,40785234	2,39215
4	0,642	1,62	29	0,00101	0,00185735	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,90	0,0312	1,40321932	2,49678
5	0,64	1,62	45	0,00101	0,00175416	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,70	0,0148	1,42598855	2,27401
6	0,641	1,62	31	0,00101	0,00175416	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	4,00	0,04	1,41296357	2,58704
7	0,654	1,62	35	0,00101	0,00165097	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,70	0,0148	1,41715031	2,28285
8	0,635	1,62	43	0,00101	0,00185735	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,90	0,0312	1,43291295	2,46709
9	0,638	1,62	33	0,00101	0,00165097	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,80	0,0228	1,39294212	2,40706
10	0,649	1,62	41	0,00101	0,00185735	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,90	0,0312	1,45038235	2,44962
11	0,647	1,62	38	0,00101	0,00175416	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	4,00	0,04	1,44293173	2,55707
12	0,632	1,62	36	0,00101	0,00175416	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,90	0,0312	1,40338089	2,49662
13	0,638	1,62	30	0,00101	0,00185735	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,80	0,0228	1,39109493	2,40891
14	0,649	1,62	39	0,00101	0,00165097	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,80	0,0228	1,42777288	2,37223
15	0,642	1,62	33	0,00101	0,00175416	0,057	2,464	8,0	0,00808	0,000082549	0,0649	3,90	0,0312	1,41153297	2,48847

Quadro 9: Determinação das MCU's do produto BCON em cada simulação

Vale ressaltar que foram realizadas 500.000 simulações utilizando o software EXCEL[®] 2007 da Microsoft. Os números aleatórios gerados não aparecem no quadro 9, pois estes foram inseridos diretamente nas fórmulas de cálculo de cada item, quando oportuno. As MCU's geradas foram projetadas na forma de uma função densidade de probabilidade. A partir dessa função, determinou-se a Margem de Contribuição Unitária Esperada para o mês de outubro de cada tipo de produto. Para tal, foi aplicada estatística descritiva, de acordo com a expressão 6, na forma de média através da utilização do software MINITAB[®] 15.0. A figura 2 mostra os valores da MCU_E para outubro de 2007 de todos os produtos, bem como o comportamento das MCU's geradas do produto BCON:

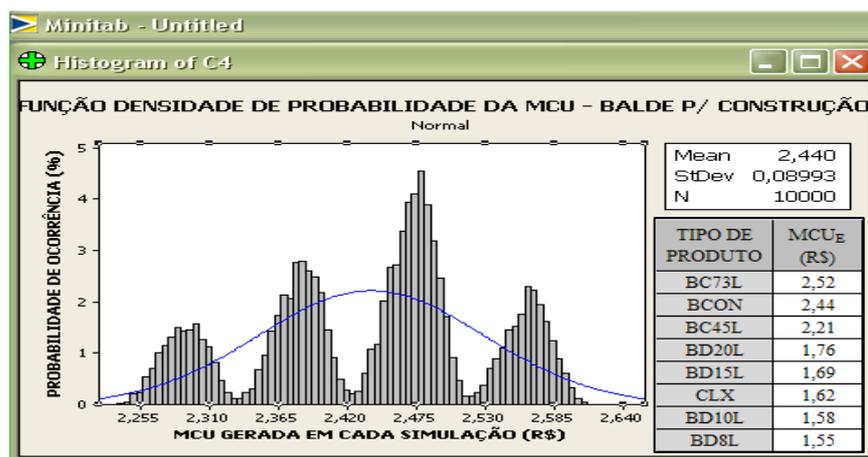


Figura 2: Determinação da MCU_E do produto BCON a partir do software MINITAB® 15.0

6 Análise dos Resultados

Pelos resultados projetados, todos os produtos possuem MCU_E positiva e contribuem para a geração de lucro da empresa. Os produtos BC73L, BCON e BC45L apresentam MCU_E com superioridade destacada em relação aos demais cinco produtos. A diferença obtida entre a maior e a menor MCU_E foi de 62,93%.

Vale ressaltar, ainda, que as margens obtidas poderiam ser ainda maiores caso a empresa conseguisse uma maior estabilização do seu processo produtivo. Para tal, poder-se-ia diminuir o tempo despendido na fabricação de produtos defeituosos a partir da adoção de ferramentas da qualidade. Além disso, os gestores da empresa poderiam trabalhar, junto aos fornecedores de matéria-prima, para a consecução de plástico reciclado de melhor qualidade, o que acarretaria em uma redução da variabilidade do processo produtivo tanto em termos de consumo de material, como também de tempo de fabricação de cada produto.

7 Conclusões e Recomendações

Este trabalho apresentou uma sistemática para determinação da margem de contribuição unitária esperada para um determinado período a partir da união de conceitos e técnicas provindos da Contabilidade Gerencial e da Pesquisa Operacional. Especificamente para o caso em que a empresa operava com uma grande variabilidade de gastos e receitas unitárias, realizou-se a aplicação do método de simulação de Monte Carlo e de estatística descritiva para determinação dos produtos que possuíam os maiores desempenhos econômicos em termos unitários. Assim, conseguiu-se atingir ao objetivo geral do estudo.

O conhecimento detalhado da estrutura de custos da empresa verificou-se imprescindível para averiguar se os produtos contribuía para a alavancagem do resultado econômico da empresa e em quanto. A utilização da simulação de Monte Carlo foi necessária para o tratamento, caso a caso, dos gastos unitários dos produtos já que a simples adoção de uma média aritmética para os valores não se adequava à realidade de grande variação.

Vale destacar que um acompanhamento contínuo dos gastos deve ser realizado pelos gestores para que ações corretivas imediatas possam ser tomadas no momento em que ocorrerem variações acentuadas. Fazer essa análise dos gastos requer disciplina e determinação, além de demandar amplo esforço, porém, proporciona informações que ajudam a empresa a tomar decisões mais precisas.

Finalmente, idealiza-se que este estudo contribua como referencial teórico para o tratamento da variabilidade de custos diretos e receitas unitárias em outras organizações.

Referências

- ASSEF, R. **Gerência de Preços como Ferramenta de Marketing**. Rio de Janeiro: Elsevier: Campus, 2005.
- BANKS, J.; CARSON, J. S. **Discrete-event System Simulation: international series in industrial and system engineering**. New Jersey: Prentice Hall, 1984.
- BORNIA, A. C. **Análise Gerencial de Custos: Aplicações em Empresas Modernas**. Porto Alegre: Editora Bookmann, 2002.
- BUFFA, E. S. **Modern Production Management**. 4th ed. New York, John Willey & Sons, 1973.
- CEMPRE. CEMPRE informa nº 66. Disponível em: <http://cempre.tecnologia.ws/cempre_informa.php?lnk=ci_2002-1112_inter.php>, acesso em 06/04/08.
- DAVIS, M. M.; AQUILANO, N. J.; CHASE, R. B. **Fundamentos da Administração da Produção**. 3 ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2001.
- GARRISON, R. H.; NOREEN, E. W.; BREWER, P. C. **Contabilidade gerencial**. 11 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007.
- GENTLE, J. E. **Random Number Generation and Monte Carlo Methods**. New York: Springer, 2003.
- GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.
- HILLIER, F. S.; LIEBERMAN, G. J. **Introduction to Operations Research**. New York: McGraw Hill, 1995.
- HORNGREN, C.T. **Contabilidade de Custos: um enfoque administrativo**. São Paulo : Atlas, 1978.
- LEONE, G. S. G. **Curso de Contabilidade de Custos**. 2ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- LUSTOSA, P. R. B.; PONTE, V. M. R.; DOMINAS, W. R. **Simulação**. In: CORRAR, L. J.; THEÓPHILO, C. R. (Org.). Pesquisa Operacional para decisão em contabilidade e administração. São Paulo: Atlas, 2004.
- MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- PADOVEZE, C. L. **Curso Básico Gerencial de Custos**. 2 ed. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.
- PRADO, D. **Teoria das Filas e da Simulação**, 2 ed. Minas Gerais: INDG, 2004.
- TAYLOR, F. W. **Princípios de Administração Científica**. São Paulo: Atlas, 1990.
- WINSTON, W. L. **Operations research – applications and algorithms**. 3rd ed. Belmont, CA, Duxbury Press, 1994.