Universidade de Brasília
Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade
Departamento de Administração

GABRIEL SOARES ZICA BERGO

MODELO COST-VOLUME-PROFIT: UMA BREVE RESENHA COMPARATIVA

Brasília - DF
2018

GABRIEL SOARES ZICA BERGO

MODELO COST-VOLUME-PROFIT: UMA BREVE RESENHA COMPARATIVA

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Contábeis.

Professor Orientador: Prof. Paulo A. de Britto

Brasília - DF

2018

Bergo, Gabriel Soares Zica.
Modelo *Cost-Volume-Profit*: Uma Breve Resenha Comparativa / Gabriel Soares Zica Bergo. Brasília, 2018.
59 f. : il.

Monografia (bacharelado) - Universidade de Brasília - UnB, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais - CCA, 2018.
Orientador: Prof. Paulo A. de Britto, Departamento de Ciências Contábeis e Atuariais.

GABRIEL SOARES ZICA BERGO

MODELO COST-VOLUME-PROFIT: UMA BREVE RESENHA COMPARATIVA

A Comissão Examinadora, abaixo identificada, aprova o Trabalho de Conclusão do Curso de Contabilidade da Universidade de Brasília do aluno

GABRIEL SOARES ZICA BERGO

Prof. Paul A. de Britto
Professor - Orientador

Prof. Rildo e Silva
Professor - Examinador

Brasília - DF
2018

A Jeová, que se mostrou criador, que foi criativo. Seu folego de vida em mim me foi sustento e me deu coragem para questionar realidades e propor sempre um novo mundo de possibilidades.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus familiares pelo apoio e incentivo, aos meus amigos pela companhia em todas as etapas desse trabalho, e aos professores do departamento de Ciências Contábeis e Atuariais, que me proporcionaram essa oportunidade e ajudaram na conclusão deste trabalho.

"The betrayal you can see is trivial, what is truly frightening and much more lethal is the betrayal you cannot see". (Sōsuke Aizen)

Kubo, T. (4 de Fevereiro de 2009). Bleach: Beauty Is So Solitary. Tokyo, Japan. Shueisha Publishing Co. Volume 37, Capítulo - 99 "Turn Back The Pendulum 10", pp. 19.

RESUMO

A análise da linha de produção de uma empresa pode definir o seu futuro no mercado, com intuído de auxiliar esta análise, vários modelos foram desenvolvidos e aperfeiçoados para resolver este problema. O objetivo deste trabalho foi estudar o modelo *Cost-Volume-Profit* original e suas diversas variações que surgiram nos últimos anos. Dentre os modelos estudados, alguns possuíam uma complexidade de aplicação maior enquanto outros foram desenvolvidos com o intuito de ajudar no mundo acadêmico. Várias foram as inovações apresentadas para aperfeiçoar o modelo *Cost-Volume-Profit* original, dentre elas a inclusão da analise de risco e a adaptação para se utilizar num problema com mais de um produto. A partir dos modelos estudados neste trabalho foi concluído que há uma vasta gama de conceitos utilizados para a criação de modelos derivados do modelo *Cost-Volume-Profit* original, e todos esses podem ser utilizados no auxilio da tomada de decisões, cada um com a sua particularidade.

Palavras-chave: Cost-Volume-Profit; Multiprodutos; Probabilístico; Acadêmico; Tomada de Decisão.

ABSTRACT

The analysis of the production line of a company can define its future in the market, with intuition to help this analysis, several models were developed and improved to solve this problem. The objective of this work was to study the original Cost-Volume-Profit model and its several variations that have appeared in recent years. Among the models studied, some had a greater application complexity while others were developed with the purpose of helping in the academic world. Several innovations were presented to improve the original Cost-Volume-Profit model, including the inclusion of risk analysis and adaptation to use in a problem with more than one product. From the models studied in this work it was concluded that there is a wide range of concepts used to create models derived from the original Cost-Volume-Profit model, and all of them can be used to help decision-making, each with its own particularity.

Key-words: Cost-Volume-Profit; Multiproduct; Probabilistic; Academic; Decision Making.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Modelo CVP original (Bergo, Lucas, Sobreiro, & Nagano, 2016).....30

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Resumo comparativo dos modelos apresentados. Error! Bookmark not defined.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS ix

RESUMO xiii

ABSTRACT xv

LISTA DE ILUSTRAÇÕES xvii

LISTA DE QUADROS xix

SUMÁRIO 20

1 INTRODUÇÃO 22

1.1 Contextualização 25

1.2 Formulação do Problema 26

1.3 Objetivo Geral 26

1.4 Objetivos Específicos 27

2. REFERENCIAL TEÓRICO 28

2.1 Modelo CVP Original 28

2.2 Outros modelos CVP 31

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA 33

3.1 Tipo e Descrição Geral da Pesquisa 34

4 PESQUISA BIBLIOGRAFICA - MODELOS CVP 35

4.1 Modelo Cost-Volume-Profit Sob Condições de Incertezas 35

4.2 Análise do Modelo Cost-Volume-Profit Incremental 36

4.3 Análise do Modelo Cost-Volume-Profit Com Incertezas, Caso do Hotel Welsh 38

4.4 Modelo Cost-Volume-Profit para Multiprodutos com Limite de Produção 39

4.5 Análise do Modelo CVP para Multiprodutos Baseado na Contribuição de Cada Produto para o Lucro 42

4.6 Análise do Modelo CVP com Incertezas e Equações de Demanda 43

4.7 Modelo CVP Estocástico com Equações Econômicas de Demanda e Custo 45

4.8 Uso da Logíca Difusa no Sistema CVP 47

4.9 Equação CVP Universal para Mudanças Relativa no Lucro de Empresas de Manufatura.....48

4.10 Modelo Cost-Volume-Profit para Multiprodutos Utilizando Realocação de Recursos.....50

5 RESUMO.....53

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....56

7 REFERÊNCIAS.....58

1 INTRODUÇÃO

Para que a empresa alcance os seus objetivos, as mesmas precisam resolver todos os problemas, que existem ou irão aparecer, através de uma boa administração. As principais funções da administração são: planejamento, organização, controle e direção (SOBRAL & PECI, 2013).

A Revolução Industrial trouxe consigo o avanço tecnológico em vários campos do conhecimento. Este processo proporcionou uma busca contínua para conseguir uma produção mais eficientes, ou seja, usando recursos obtidos pela empresa para produzir da melhor maneira possível. Com isso em mente, várias técnicas ou sistemas de gerenciamento se tornaram comumente usados, o que, por sua vez, levou a um aumento no número de organizações em vários setores (HILLIER & LIEBERMAN, 2001).

Para a solução de problemas, a administração, que é principalmente um processo de coordenação do trabalho dos membros da organização, trabalha com a alocação dos recursos para alcançar os objetivos de forma eficaz, realizando as atividades com ênfase nos resultados, e eficiente, que foca no método em que os recursos são utilizados na hora de realizar uma tarefa (SOBRAL & PECI, 2013).

Desde então, o mundo vem passando por mudanças no ambiente coorporativo, algumas das pequenas empresas e indústrias de antigamente se transformaram em corporações gigantescas e de maior complexidade. Porém, ao mesmo tempo que os pontos positivos apareceram, como um mercado mais amplo e rendas maiores, problemas também surgiram, como a locação dos recursos da empresa nas diferentes áreas que foram surgindo com a especialização dos segmentos para que estas trabalhassem de maneira eficiente para a organização como um todo (HILLIER & LIEBERMAN, 2006).

Consequentemente, para lidar com essa situação, as organizações começaram a fornecer ou produzir vários produtos, o mix de produtos comumente conhecido. Este processo pode ser visto claramente em organizações de fabricação, pois tenta fornecer um conjunto de produtos similares, mas com características específicas, observando as características e necessidades de seus clientes (KAKUMANU, 1998).

Como o próprio nome sugere, a pesquisa operacional tem como natureza pesquisar melhores maneiras de se executar operações em diferentes áreas, como transporte, planejamento financeiro, militar, telecomunicação e produção. Para se estudar um problema, o método científico é utilizado. Nele, se observa e define um problema, depois se constrói um

modelo científico para tentar extrair a essência do problema, a partir desses dados se deduz soluções para o problema, e, por fim, são realizados experimentos para testar as mesmas. Todos esses estudos podem gerar uma melhoria na eficiência nas organizações, e essa eficiência é necessária para que as empresas sobrevivam no competitivo mercado contemporâneo (HILLIER & LIEBERMAN, 2006).

O estudo da pesquisa operacional, tendo em vista a sua sistemática, leva o técnico a adquirir um raciocínio organizado. Essa formalização do raciocínio facilita a análise e interpretação dos problemas reais, levando a um exame detalhado dos aspectos envolvidos. (MARINS, 2011)

Um profissional que assume uma função em uma empresa logo se depara com situações onde deverá tomar algum tipo de decisão. À medida que este profissional vai ascendendo na carreira, os problemas e as decisões vão se tornando mais complexas e de maior responsabilidade. Apesar de cada gestor ter o seu próprio procedimento de análise e solução de problemas, pode-se, em geral, estabelecer algumas etapas que, necessariamente, devem ser observadas, configurando o que se denomina de papel do decisor: Identificar o problema, formular objetivos, analisar limitações e avaliar alternativas. (MARINS, 2011)

Para ter sucesso em um mercado competitivo, uma empresa precisa se destacar e criar vantagens em relação as outras. Para ser uma empresa eficaz é necessário que ela supere a média do setor e se torne sustentável de maneira financeira e produtiva. No caso das indústrias, a eficácia operacional é de suma importância, pois por meio dela se obtém boas execuções de processos e procedimentos operacionais mais eficientes, se destacando em relação aos competidores (PORTER, 1980).

Para se obter vantagem competitiva, uma boa estratégia é necessária. Na tentativa de se conseguir uma fatia do mercado, são relevantes algumas forças que se destacam e regem a competição dos diversos setores, para se atingir o objetivo de seguir atuante no certame que a empresa esta emergida, tais forças precisam de uma atenção extra das empresas, essas forças são: clientes, fornecedores, novos competidores, produtos substituídos e concorrentes. A partir dessas forças pode se definir uma estratégia competitiva para buscar um diferencial ou uma eficácia melhor nas vendas (PORTER, 1980).

Diversas estratégias existem como, por exemplo, a de liderança no custo total, de enfoque e de diferenciação (CARNEIRO, CAVALCANTI, & SILVA, 1997). Um meio de se atingir essa meta de baixo custo e alta rentabilidade é a alocação eficaz de recursos, que geralmente são muito escassos (PORTER, 1980). A escassez dos recursos é algo recorrente no mercado contemporâneo, sejam árvores oriundas de uma floresta ou metais encontrados em

uma mina. A escassez de uma matéria prima deve ser sempre acompanhada para que se possa aproveitar ao máximo os seus benefícios. (HOTELLING, 1931). Recursos escassos devem ser utilizados racionalmente de maneira eficaz. Por outro lado, as exigências do desenvolvimento industrial, e a globalização da economia, forçam a utilização de ferramentas mais poderosas na solução de problemas específicos ou gerais das empresas. (MARINS, 2011)

Pode-se utilizar apenas o necessário para que a fonte de recursos de uma empresa tenha capacidade de se recuperar e ter sempre uma reserva de emergência, ou pode-se extrair o máximo possível para se aproveitar os recursos no atual ciclo de produção, porém correndo o risco de exaurir a fonte do material extraído. A partir das decisões tomadas, o aproveitamento mais eficaz na hora da produção contribui para resolver o problema de escassez dos matérias, aproveitando o máximo do extraído ou realocando excessos de modo mais eficaz, evitando desperdícios (HOTELLING, 1931).

No que diz respeito a este contexto, principalmente para as organizações de manufatura, a definição dos níveis de produção é de grande importância, pois nem sempre há oportunidades de ajustes nestes níveis sem perda financeira. Consequentemente, considerando as informações do mercado, as organizações de fabricação podem definir seu plano de produção principal com base no modelo de custo-volume-lucro - CVP, que, por sua vez, define o ótimo volume para um produto, considerando as informações de custo e lucro. Embora o propósito do modelo seja simples, sua implementação é difícil porque as organizações de fabricação produzem vários produtos, ou seja, há muitas variáveis a serem consideradas e, especialmente na prática, não há tempo suficiente para encontrar uma boa solução. (BERGO, LUCAS, SOBREIRO, & NAGANO, 2016)

Para auxiliar na tomada de decisão o modelo deve atender os diversos requisitos básicos de produção de determinada empresa, como existem diversos tipos de empresa e pensamentos vários modelos se derivaram do modelo original. Os modelos criados a partir da equação original do CVP precisam ser eficazes e completos em sua análise, para que essas empresas possam tirar maior proveito de sua produção periódica, reduzindo custos, aumentando lucro ou até mesmo aumentando a própria produção. A pesquisa realizada neste trabalho analisou diversos métodos. Estes métodos foram apresentados por Kakumanu (1998); Shao & Du (2006); Shao & Feng,(2007); Bergo, Lucas, Sobreiro, & Nagano, 2016; dentre outros. Aqui analisamos se o método é viável e atende os requisitos inicialmente citados, além de demonstrar uma contribuição significativa desses modelos e de alguns outros que foram apresentados, para o planejamento e controle da produção.

1.1 Contextualização

O mundo econômico vem se desenvolvendo e se tornando cada vez mais competitivo com o passar dos anos e aproveitar o máximo dos produtos produzidos e serviços ofertados nunca foi tão essencial para a sobrevivência de uma empresa. Com o constante crescimento da concorrência nos diversos mercados existentes, o aproveitamento da produção realizada pelas empresas deve ser o melhor possível, seja reduzindo custos, aumentando o lucro ou produzindo com mais eficiência (PORTER, 1980). Para isso, diversas fórmulas, modelos e estratégias foram criados para estimularem a competitividade de uma empresa como, por exemplo, o sistema *Just-in-Time (* se baseia na produção do produto na hora em que este é demandado, eliminando assim gastos com estocagem exagerada e produções desnecessárias), o sistema *Kanban (* usado para ajudar a implementar os princípios do sistema Toyota) e o sistema *Toyota* de produção (produção surgiu para resolver o problema com a falta de recurso das industrias japonesas), cada um visando diferentes aspectos e buscando diferentes objetivos, entre eles, a maximização da produção, o aumento do lucro e a minimização dos custos.

É perceptível que, embora as técnicas da Pesquisa Operacional já estejam bastante divulgadas no meio acadêmico, nas Empresas ainda há várias restrições ao conhecimento e domínio desse ferramental. A falta de tradição no uso de técnicas sofisticadas no mundo empresarial brasileiro, aliada a dificuldades de comunicação com as universidades, fazem com que o uso da Pesquisa Operacional por empresas esteja bem aquém do que seria desejável (MARINS, 2011).

Para lidar com esse problema, alguns algoritmos foram propostos, como aqueles de Kakumanu (1998); Shao & Du (2006); Shao & Feng (2007); Milanovic, Milanovic, Misita, Klarin, & Zunjic (2010); e mais recentemente Bergo, Lucas, Sobreiro, & Nagano (2016). Embora essas discussões tenham avançado para resolver o problema, ainda há lacunas. Considerando isso, com foco em complementar ou corroborar esses estudos, o objetivo deste artigo é apresentar os diversos algoritmos existentes para ajudar a definir qual se adequa melhor a cada situação, considerando o modelo CVP em situações com vários produtos e variáveis probabilísticas. Generalizando, um algoritmo tenta determinar o volume necessário para o produto, a fim de alcançar o maior lucro possível, considerando os níveis de produção estabelecidos pelas equações propostas em cada modelo.

1.2 Formulação do Problema

Com o objetivo de se conseguir um melhor aproveitamento na hora de produzir, vários modelos foram propostos para auxiliar na tomada de decisão. Um modelo muito utilizado é o *Cost-Volume-Profit – CVP*, posteriormente, a partir desse modelo alguns novos modelos foram criados para aperfeiçoar certas indefinições do modelo original. Um exemplo de problema do modelo original seria a falta de adaptação para múltiplos produtos ou variações no valor do produto a ser produzido. O modelo *Cost-Volume-Value - CVV* utiliza se de equações de demanda e custo para substituir os valores de preço e custo previamente usados (SHAO & FENG, 2007), resolvendo o problema de valores de preço fixos ao longo do tempo. O modelo proposto por *Milanovic et al., (2010)* que estuda a elasticidade de cada componente da equação original do modelo CVP (MILANOVIC, MILANOVIC, MISITA, KLARIN, & ZUNJIC, 2010), mostra como a variação de algum dos elementos principais da equação pode afetar o resultado. Outro tipo de modelo *CVP* é o adaptado para a utilização na produção de mais de um produto, não se limitando a um, como na equação original, para isso o mesmo utiliza do conceito de limite de produção, no qual um número é definido e a produção de tal produto não pode ultrapassar esse número, para calcular o quanto de cada produto deve ser produzido (KAKUMANU, 1998). Já o modelo GBV[1], mais recentemente proposto, que trabalha baseado no modelo original do CVP, arranja os produtos em diferentes mixes considerando a capacidade mínima e máxima de produção. Neste trabalho, os modelos acima citados serão analisados e comparados para poder responder perguntas como: Qual o modelo com maior eficiência? Qual a complexidade e nível de dificuldade quanto a implantação do modelo? Qual modelo se encaixa melhor em determinada situação de mercado?

1.3 Objetivo Geral

Devido a globalização e aos diferentes tipos de mercado existentes, vários tipos de modelos foram desenvolvidos. Com os problemas de preço e demanda, além de uma constante concorrência apresentada pelo mercado financeiro, um método eficaz para se decidir como realizar a produção se faz necessário. No intuído de se tomar decisões precisas e eficazes, os métodos citados neste trabalho serão analisados como um sistema de auxílio a tomada de

[1] Modelo CVP para multiprodutos proposto por Bergo, Lucas, Sobreiro, & Nagano publicado em 2016.

decisão, suas principais características e diferenças serão comparadas para um melhor entendimento dos modelos. Para se selecionar os modelos foi pesquisado no Google Scholar[2] artigos com relação ao tema, e estes foram ordenados por relevância a critérios do website. Ainda neste trabalho serão abordadas quais as suas inovações perante o modelo CVP original, e para qual tipo de situação ele se faz mais adequado.

1.4 Objetivos Específicos

Para se estudar a eficácia dos modelos será apresentado uma breve resenha sobre cada modelo, destacando quais os seus pontos positivos, diferenças, nível de complexidade, dificuldade na implantação e outras informações relevantes fornecidas por seus devidos autores. E a partir dos resultados obtidos avaliar a precisão, a eficácia e tempo necessário na realização de suas análises. Também serão comparadas as inovações e diferenças entre os modelos. Para realizar tal propósito, alguns exemplos numéricos foram utilizados pelos autores, e alguns desses serão disponibilizados neste trabalho para melhor visualização. Consequentemente, baseando-se nas conclusões obtidas identificar se os modelos podem ser realmente utilizados como um sistema de auxílio na tomada de decisões e para qual tipo de situação cada um é mais adequado.

[2] https://scholar.google.com.br/ site para busca de trabalhos acadêmicos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Com o passar do tempo, novos modos de pensar foram surgindo. A preocupação com a elaboração de métodos capazes de fazer uma empresa aproveitar ao máximo a sua produção vem desde o início das primeiras empresas e indústrias. A partir dessa preocupação, no início da década de cinquenta, o modelo *Cost-Volume-Profit*, ou CVP, passou a ser implementado na hora de se conduzir a produção das empresas. A partir desse modelo, diversos estudos foram e estão sendo realizados no intuito de otimizar a produção das empresas modernas. As pesquisas relacionadas ao modelo CVP tomaram diferentes direções, no que tange o ponto principal da pesquisa, alguns estudos focaram-se mais na quantidade dos produtos, outros na sazonalidade da produção, alguns nos limites impostos pelo mercado e pelos processos utilizados e ainda se utilizaram da curva de demanda e de oferta para melhorar o modelo CVP. Na posterioridade deste estudo serão abordados alguns dos métodos que derivaram do modelo original, e também será mostrado o próprio modelo original.

2.1 Modelo CVP Original

O modelo CVP original foi proposto no inicio do século vinte, não se sabe ao certo quem foi o primeiro a propor esse modelo, pois ele se inspira bastante em alguns conceitos, como o da teoria da firma, apenas o deixando linear para facilitar a sua aplicação. Esse modelo tem a função de encontrar um ponto de equilíbrio onde o custo e a receita sejam iguais, para que a partir deste, o tomador de decisão possa saber o quanto deve produzir ou vender para começar a gerar lucro. Vários autores consideram o modelo CVP conveniente para ser usado nas tomadas de decisões empresariais. Analisando o modelo, ele se encaixa melhor nas empresas que possuem menos complexidade, o que abriu margem para que outros modelos se derivassem desse. Nas finanças contemporâneas, o modelo CVP ainda é uma importante ferramenta na tomada de decisões. De maneira geral, o modelo se utiliza da relação entre os custos, o volume de produção, o preço de venda e o lucro. Por analisar essas variáveis essenciais, o modelo se torna uma ferramenta administrativa para diversos tipos de análise como, por exemplo, o cálculo do mínimo necessário para se cobrir os custos de produção. Para que o modelo possa fluir de maneira melhor, alguns pressupostos devem ser levados em consideração: todos os custos da organização deverão ser classificados em fixos ou variáveis;

todas as unidades produzidas serão vendidas; custos fixos não serão alterados (MILANOVIC, MILANOVIC, MISITA, KLARIN, & ZUNJIC, 2010); custos variáveis irão variar proporcionalmente ao volume de vendas; apenas um produto pode ser utilizado; o volume de vendas é o único fator que afeta os custos; a receita de maneira relevante e o nível de eficiência deve ser constante (PHILLIPS, 1994).

Levando em consideração os pressupostos acima citados, o modelo pode ser representado pelas Equações 1, 2, 3 e 4 (MILANOVIC, MILANOVIC, MISITA, KLARIN, & ZUNJIC, 2010):

$$P = TR - TC \tag{1}$$

$$TR = Q \cdot SP \tag{2}$$

$$TC = FC + TVC \tag{3}$$

$$TVC = Q \cdot VC \tag{4}$$

Em que:

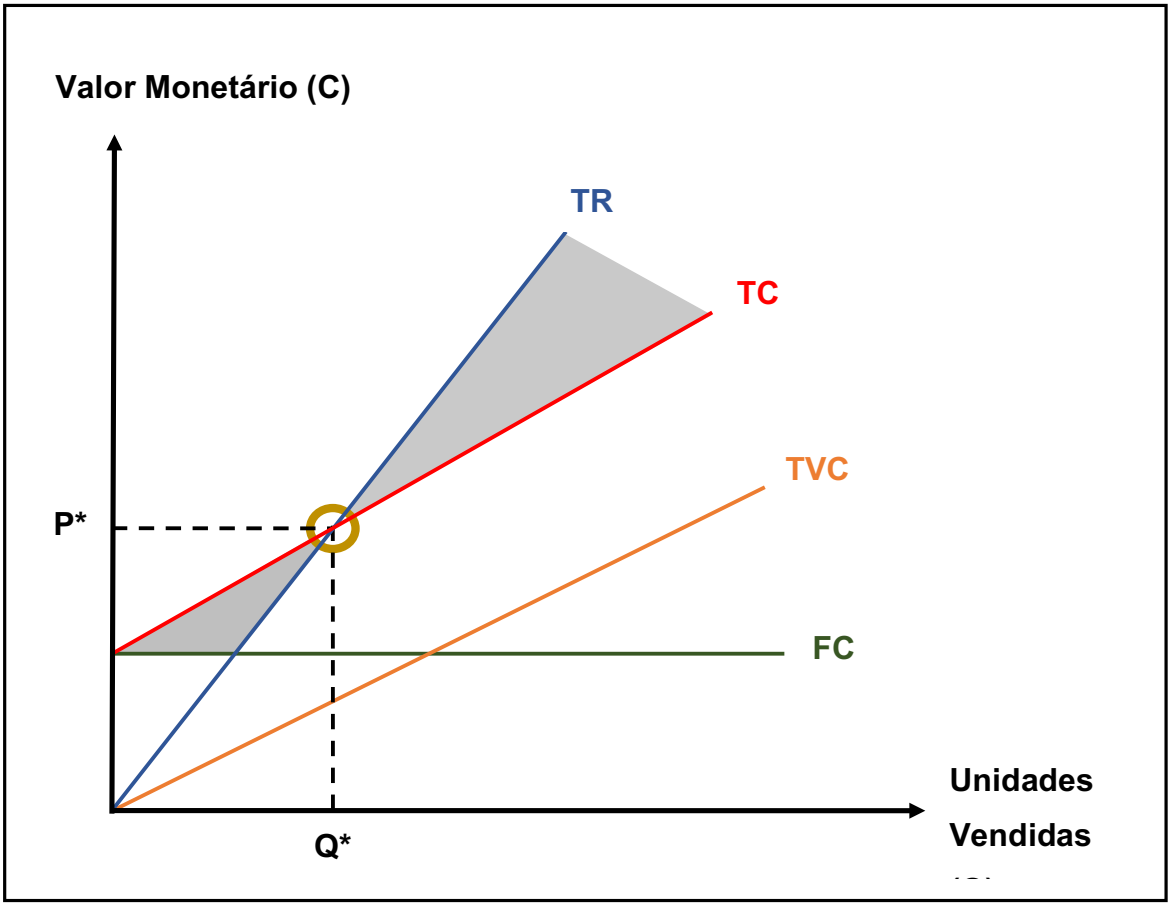
P representa o lucro;
Q representa o volume de vendas;
TR representa o total de receitas;
SP representa o preço de venda unitário;
TC representa o custo total;
TVC representa o custo variável total;
VC representa o custo unitário; e
FC representa o custo fixo.

E a equação final do modelo CVP pode ser representada pela Equação 5 (MILANOVIC, MILANOVIC, MISITA, KLARIN, & ZUNJIC, 2010):

$$P = (SP - VC) \cdot Q - FC \tag{5}$$

Por fim, pode-se ver de uma forma simples na Figura 1 como as variáveis se comportam em relação ao break-even-point:

Figura 1- Modelo CVP original



(BERGO, LUCAS, SOBREIRO, & NAGANO, 2016)

Conforme podemos perceber na Figura 1, a área preenchida do gráfico, que se localiza a direita do ponto circulado, mostra o quanto há de lucro na empresa, isso acontece quando o total de receitas é maior que o total de custos, que é formado pela soma dos custos fixos e dos custos variáveis. Enquanto, a área colorida a esquerda do ponto marcado representa o quanto a empresa está tendo de prejuízo, que acontece em situação inversa a anterior, quando os custos totais superam o total de vendas. Já P* é o ponto onde o lucro atinge o break-even-point, ou seja, é igual a zero, enquanto Q* é a quantidade que se precisa produzir para atingir o break-even-point. E o ponto em destaque no gráfico é o ponto de equilíbrio ou *break-even point*. Neste ponto não há lucro ou prejuízo para a empresa e ocorre quando as equações de custo total e total de vendas são iguais.

2.2 Outros modelos CVP

Tomando como ponto inicial o modelo original desenvolvido no inicio do século passado, outros tipos de modelos foram criados. Destes, alguns foram escolhidos para serem abordados nessa pesquisa. Foram selecionados modelos que derivaram em diversos ramos diferentes, alguns usaram uma abordagem mais simples para fácil aplicação e entendimento, outros com equações mais complexas e diversas etapas de implementação. Outra característica importante é a quantidade de produtos que cada modelo consegue abordar, enquanto alguns suportam apenas um produto por vez, outros conseguem suportar multiprodutos.

A produção e venda de produtos variados é comum na maioria das empresas, portanto seria necessário um modelo *CVP* que se adequasse as situações em que vários produtos serão produzidos, um modelo mais robusto deveria ser usado, já que o primeiro não seria capaz de suportar mais de um produto em sua fórmula. Para resolver esse problema foram propostos modelos *CVP* capazes de suportar uma linha de produção com vários produtos, os modelos *CVP* para multiprodutos de Kakumanu (1998); González (2001); Bergo, Lucas, Sobreiro e Nagano (2016).

Como um dos pressupostos para se implementar o modelo CVP é de que todas as variáveis são um valor pré-estabelecido pelo tomador de decisão e que perpetua ao longo do tempo, isso fez com que futuros modelos propostos também usassem variáveis determinísticas para complementar o modelo. Por isso, a implementação de um modelo estocástico de *CVP* se faz necessária, pois as diversas variáveis, as incertezas e dúvidas ocorrentes nos mercados modernos serão levadas em consideração. Em modelos determinísticos não existem variáveis aleatórias, trabalham com valores médios ou usam valores obtidos em coletas de dados. Já em modelos estocásticos existe pelo menos uma variável aleatória, normalmente é usado uma função de probabilidade para se determinar alguma das variáveis. Como consequência dessa necessidade de modelos estocásticos, ocorreu um importante aumento na contribuição de modelos estocásticos no inicio da década de 90. Uma das primeiras variações do modelo *CVP* com incertezas foi proposta por Jaedick & Robichek (1964), a partir deste autor alguns outros modelos foram surgindo com o passar do tempo. Essas outras pesquisas do modelo estocástico do *CVP* surgiram em grande volume, pois esse acabou se tornando essencial para empresas com

linhas de produção mais complexas, como exemplos de outros modelos que seguiram essa ideologia podemos citar os estudos de Yunker & Yunker (2003); e Yunker & Schofield (2005). Contudo, as pesquisas não se limitaram apenas aos recorrentes problemas de aplicação em mais de um produto e de incertezas do mercado. Outra tentativa de melhorar o modelo foi incluir o *Economic Value Added – EVA,* que mede o valor anual adicionado além do custo de imobilizar e utilizar o capital que um projeto exige (BERK & DEMARZO, 2009), o *EVA* também leva em consideração todos os capitais e reflete a criação de valor da empresa no período (GRIFFITH, 2004). Fazendo uso deste indicador de criação de valor no lugar dos lucros operacionais, e utilizando da análise de valor proposta por Shao Xi-Juan, criou-se um modelo estocástico, baseado no CVP que leva em consideração os imprevistos do mercado, o *CVV* de Shao & Feng (2007).

Na seção de pesquisa bibliográfica deste trabalho será abordado sobre os diferentes tipos de modelos e quais inovações contribuíram para atualizar o modelo CVP original. É possível adiantar que a inclusão de vários produtos e a utilização de variáveis probabilísticas foram as maiores contribuições realizadas nos últimos anos. Apesar de serem discutidas por diversos autores, poucos deles conseguiram utilizar ambas as inovações em um mesmo algoritmo.

3. MÉTODOS E TÉCNICAS DE PESQUISA

Uma pesquisa deve ser realizada para se produzir conhecimento científico. Existem várias maneiras de se obter esse conhecimento que se manifesta com características diferentes. A pesquisa científica possui diversas finalidades e pode ser classificada de acordo com o método em que seus dados são coletados.

Pode-se assim categorizar a pesquisa em três tipos de enfoques: quantitativo, qualitativo ou multimodal. Quando utilizamos de uma abordagem quantitativa na coleta e análise de dados da pesquisa para responder as questões desta, frequentemente utiliza-se de estatísticas, quantificação de dados e observações numéricas para estabelecer teses e padrões sobre o fato em questão. Já as pesquisas qualitativas apresentam maior liberdade teórica para se tomar conclusões, estão baseadas em coletas de dados sem medição numérica, como descrições e comparações, porém devem apresentar uma estrutura coerente e consistente. E, por fim, as pesquisas multimodais são as que utilizam tanto os métodos quantitativos quanto os qualitativos. Apesar de diferentes, os enfoques utilizam cinco etapas similares: Realizam observação e avaliação de fenômenos, estabelecem pressupostos ou ideias como consequência da observação, testam o fundamento das suposições, revisam as suposições com base nos testes e análises e, por fim, propõem novas observações para fundamentar suas ideias (SAMPIERI, COLLADO, & LUCIO, 2006).

A pesquisa científica, que é realizada com conceitos e estabelece princípios científicos, pode ser classificada como pesquisa pura. Já a pesquisa aplicada é a realização de pesquisas para resolver questões de cunho prático e imediato (SAMPIERI, COLLADO, & LUCIO, 2006).

Para se entender uma pesquisa de maneira mais profunda, essas também são classificadas quanto a estratégia, objetivo e estudo utilizado para se formular a pesquisa, onde estes não são excludentes. As pesquisas, tanto qualitativa como quantitativa, são classificadas em estudos exploratórios, descritivos, correlacionais e explicativos, apesar de uma pesquisa poder incluir elementos de mais de um, desses tipos de pesquisa. Os estudos exploratórios servem para preparar o campo em que o estudo será efetuado, proporcionando maior familiaridade com o problema. Os estudos descritivos fundamentam as pesquisas correlacionais, essas, proporcionam informações para que possa se dar continuidade aos estudos explicativos ou experimentais, que são responsáveis por promover um entendimento da pesquisa de modo geral (SAMPIERI, COLLADO, & LUCIO, 2006).

Por fim, a coleta de informação de uma pesquisa deve ser cuidadosa e minuciosa. Deve ser manter registro para que se entenda como e porque se chegaram a essas conclusões. Os diferentes tipos de coletas podem ser classificados em bibliográfica, documental, pesquisa de campo e diversas outras.

3.1 Tipo e Descrição Geral da Pesquisa

A pesquisa científica realizada neste trabalho é classificada como aplicada, pois objetiva gerar conhecimento para a aplicação prática no problema de produção das empresas, analisando e avaliando os diferentes modelos propostos durante o tempo. Utiliza-se de uma abordagem qualitativa, pois leva em consideração apenas a formulação e processamentos dos modelos, não se utilizando de exemplos numéricos para avaliar cada modelo, já que muitos se predispõem a avaliar diferentes tipos de situações. O enfoque dessa pesquisa é de caráter qualitativo, pois analisa os modelos apresentados de forma empírica apesar destes possuem fórmulas para representá-los, e descritivo, realizado através do procedimento da pesquisa bibliográfica (SAMPIERI, COLLADO, & LUCIO, 2006), pois utiliza a coleta e análise de dados para mostrar como os diferentes modelos CVP propostos podem ser usados como uma ferramenta na tomada de decisões. O método comparativo é utilizado para relacionar os modelos cujos conteúdos foram analisados. Toda Pesquisa bibliográfica foi elaborada com base em material publicado sobre o assunto abordado neste trabalho, estes publicados a partir da data de publicação modelo inicial até os anos em que este trabalho foi produzido.

4 PESQUISA BIBLIOGRAFICA - MODELOS CVP

Nesta seção serão apresentados os artigos que abordam o tema deste trabalho. Estes artigos foram selecionados para retratar a maior diversidade possível das derivações que se basearam no modelo original de CVP.

4.1 Modelo Cost-Volume-Profit com Inclusão do Fator de Risco

Realizado no ano de 1964, o estudo de Jaedick & Robichek já levantava questões sobre instabilidades e incertezas do mercado (JAEDICK & ROBICHEK, 1964). Segundo os autores, a análise CVP era de deveras importância na tomada de decisões de uma empresa, já que esta analisava o volume de venda necessário para atingir o lucro desejado. Entretanto, mesmo no início das indústrias modernas, já se fazia perceptível a incapacidade do modelo de lidar com risco e incertezas. Através de um exemplo simples, se chegou a conclusão de que para se tomar a melhor decisão o modelo deveria levar em consideração os riscos e expectativas do mercado. Para melhorar o modelo original foi proposto adicionar alguns conceitos de probabilidade para deixá-lo mais apto a tomar melhores decisões. No desenvolver da nova fórmula, os quatro preceitos principais foram de utilizar: o preço por unidade, o custo variável de cada unidade, os custos totais e a expectativa de venda de cada produto. Conforme os autores dizem, todas essas variáveis podem sofrer com incertezas.

Primeiramente, foi levado em consideração que apenas o volume de vendas seria considerado incerto, ou em outras palavras, uma quantidade desconhecida. Para calcular o valor desconhecido foi feita uma distribuição probabilística baseada em valores de diferentes estimativas de vendas de produtos similares. Logo, o resultado de uma média ponderada seria o valor a ser utilizado na fórmula. Com o uso dessa estimativa, pode-se apurar a probabilidade de um lucro maior que o esperado ou de um prejuízo não esperado. Formando uma curva normal de distribuição, ele comparou dois produtos de modo que o lucro esperado e o risco na venda de produtos fossem levados em consideração na hora de decidir qual dos dois produtos seria produzido. Depois de algumas considerações em relação à probabilidade e ao cálculo do desvio padrão de uma distribuição normal, a fórmula para o cálculo da estatística de vendas utilizada no teste de hipótese foi:

$$X = \frac{Vendas\ Esperadas - Média\ das\ Vendas}{Desvio\ padrão\ da\ distribuição}$$

Calculando a quantidade de unidades que seriam necessárias de vender usando o modelo CVP original, ele poderia colocar esse resultado na equação apresentada e calcular a probabilidade de atingir esse valor no cenário estudado. Subsequentemente, foi deduzido que o lucro também poderia ser representado por uma distribuição normal, podendo facilmente calcular o ponto onde não haveria prejuízo e a probabilidade de ele ocorrer.

Posteriormente, todas as outras variáveis foram tratadas como incertas, assim como no caso do volume de vendas, onde nenhuma correlação existia sobre elas. Ao refazer os cálculos, foi perceptível que o lucro médio permanecia o mesmo, porém, na medida que as outras variáveis foram se tornando randômicas, o risco do cenário foi aumentando gradativamente. Isso significa que o desvio padrão foi aumentando conforme as probabilidades foram sendo aplicadas.

Em suma, o modelo proposto por Jaedick & Robichek inclui o fator de risco na tomada de decisões, fazendo com que o perfil da empresa seja incluída na hora de escolher o produto a ser produzido, seja ela a favor de correr risco ou mais concervadora (JAEDICK & ROBICHEK, 1964).

4.2 Análise do Modelo Cost-Volume-Profit Incremental

Publicado em 1990 por Chan, o artigo sugere que o modelo CVP original seja visto de uma maneira diferente, fugindo do tradicional foco do modelo CVP, o ponto de equilíbrio (CHAN, 1990). Neste trabalho, é questionado como uma mudança nos valores das variáveis pode ter um imapcto grande no resultado final, trocando o ponto de vista principal do modelo para o processo e não focando apenas no resultado. Ele aborda que todas as variáveis do sistema estão interligadas, e uma pequena mudança no valor de uma, pode acarretar em alterações nos valores das outras. O propósito do artigo é de implementar uma análise incremental para a variação do lucro com relação às outras incógnitas da equação.

Para iniciar o modelo dele fornece a equação do modelo CVP, que é representada da seguinte maneira:

$$Z = px - vx - F$$

Onde:

Z = Lucro;

p = Preço unitario;

x = Volume de vendas;

v = Custos variaveis unitário; e

F = Custos fixos.

Logo após, ele sugere que se inclua um termo que represente o aumento relativo de cada variável. Sendo assim:

p muda para $p + \delta p = p(1 + p')$

x muda para $x + \delta x = x(1 + x')$

v muda para $v + \delta v = v(1 + v')$

F muda para $F + \delta F = F(1 + F')$

Onde δp, δx, δv e δF representam o aumento na variável e p', x', v' e F' denotam o aumento relativo das mudanças.

Incluindo margens de ganho e perda nas variáveis apresentadas podem-se calcular o quanto essas mudanças afetaram no lucro. Por exemplo, um aumento de 10% no preço de venda ocasionaria uma diminuição de 20% nas vendas, consequentemente, levando a uma diminuição de 8% do lucro. Após apresentar a teoria, um estudo de caso completo é apresentado, exemplificando o modelo com números. Fórmulas para se calcular a correlação das variáveis são apresentadas pelo autor, esses levam em consideração a elas dicidade e a demanda dos produtos.

Pode-se dizer que o modelo proposto por Chan mostra um diferente foco do original, pois este não se limita a calcular resultados e pontos de equilibrio para a produção, mas procura fazer uma análise da correlação das variáveis do modelo CVP. Fazendo com que a análise da sensibilidade das variáveis colaborem na hora da toma de decisão, seja para aumentar um preço ou diminuir algum custo (CHAN, 1990).

4.3 Análise do Modelo Cost-Volume-Profit Com Incertezas, Caso do Hotel Welsh

Em 1994, foi escrito por Phillips um trabalho cujo foco era a análise do modelo CVP sob a influência de incertezas, para visualizar melhor o que se foi proposto, o autor utiliza-se de exemplos citando um hotel (PHILLIPS, 1994). O artigo afirma que hotéis possuem um grande custo fixo, porém lucros exorbitantes. Entretanto, o modelo CVP tradicional não leva em consideração os riscos de não conseguir arcar com esses custos. Na opinião do autor, o modelo original é uma ferramenta para a tomada de decisões em curto prazo. Com base nas variáveis que o modelo aborda, ele diz que o modelo original é uma ótima forma de calcular pontos de equilíbrio, tabular estratégias de preços e organizar escolhas de vendas. A equação básica no artigo é representada como:

$$NP = Px - (a + bx)$$

Em que:

NP = Lucro;

P = Preço unitario de venda;

x = Unidades vendidas;

a = Custos Fixos; e

b = Custos Variaveis por unidade.

Para o autor, além de algumas outras pequenas limitções, o modelo tradicional peca por presumir que todas as variáveis são conhecidadas com certeza, pois o mercado está cercado de incertezas. Contudo, segundo pesquisas, grande parte dos administradores não estão suscetíveis a utilizar estatísticas para realizar a análise, então, por meio do seu trabalho, ele tenta mostrar que essa aplicação não é complexa e possui diverso benefícios.

Ele também analisa o lucro como uma distribuição normal, com média e desvio padrão conhecidos ou possíveis de se determinar, como feito em artigos anteriores. Pode-se calcular o valor de Z através da fórmula:

$$Z = \frac{Valor\ Esperado - Media}{Desvio\ Padrão}$$

Com esse resultado e utilizando-se de uma tabela normal, pode-se calcular a probabilidade deste evento ocorrer, como em qualquer distribuição normal. Para ilustrar, um exemplo utilizando um hotel no país de Gales foi abordado. No exemplo, os custos são segregados entre fixos e variáveis, e a probabilidade de alocação dos quartos é calculada, assim como a probabilidade de atingir certos níveis de lucro. No encerramento do artigo ele reforça os pontos negativos do modelo original, que são: o jeito que a estrutura dos custos é abordada, apenas em variável e fixo; o comportamento dos custos, que são constantes durante o tempo, tanto os fixos quanto as variáveis; problemas com a sazonalidade do mercado, que é constante em hotéis; e a falta de suporte para multiprodutos.

Concluindo, ele implementa elementos a incerteza no modelo CVP, que apesar de não ser algo novo, tem sua difusão acontecendo de maneira modesta.

4.4 Modelo Cost-Volume-Profit para Multiprodutos com Limite de Produção

Desenvolvido por Kakumanu em 1998, o modelo CVP para multiprodutos com limite de produção foi inovador (KAKUMANU, 1998). Formulado com intuito de uma aplicação, o modelo conta com sistema de coleta de dados e um sistema de suporte a tomada de decisões. O objetivo inicial do modelo proposto era de detarminar a quantidade de uma variadade de produtos a se produzir com custos mínimos, para isso um modelo CVP voltado para multiprodutos era necessário. No artigo, o modelo é desenvolvido como uma ferramenta para ajudar na tomada de decisões, controle e administração da produção, não tendo como enfoque qualquer tipo de contribuição acadêmica. O artigo incorpora novas variáveis ao modelo, ela são: o limite de produção para cada produto, a taxa de retorno, a taxa de imposto e o mix de produção.

Para produzir um novo modelo CVP e um sistema de suporte a tomada de decião, foi necessário utilizar os pressupostos do modelo determinístco original, dentre eles: os custos podem ser segregados entre fixos e variáveis; as outras variáveis permanecem constantes; e os custos fixos não podem ser rateados. Por se tratar de um programa de computador, ele armazena os dados e relatórios previamente fornecidos para fins de comparação, não se limitando apenas

a ser uma equação de break-even-point. A partir desse ponto, o modelo seria capaz de responder perguntas como: como a mudança de preços afetaria o volume de vendas necessário para o lucro?; Quais efeitos as variáveis tem sobre volume produzido?; Se o mix de produtos a ser produzido mudar, qual será o efeito disso no lucro?

Todos os dados necessários para o modelo funcionar são de fácil coletagem dentro da empresa. Segundo o autor, o seu modelo pode ser classificado para uso em apenas um produto como para vários produtos, ele também o classifica com estocástico e determinístico, apesar de não trabalhar com risco ou probabilidades. Também menciona previamente em seu artigo que como os custos fixos não podem ser alocados nos produtos, se este for muito grande e pode ser evitado é melhor descontinuar a produção de determinado produto.

O modelo foi desenvolvido utilizando as mesmas variáveis básicas do modelo original, apenas acrescentando: o lucro alvo, a taxa de imposto, a capacidade de produção para cada produto e o número de produtos. Um novo importante pressuposto é que os materiais de produção são compartilhado por todos os produtos do mix, fazendo com que a realocação de recursos seja possível. Como o modelo é realizado em diversas etapas, por conter vários produtos, um algoritmo foi desenvolvido para executar todas as equações propostas dentre da sua devida etapa. Caso a solução ideal não possa ser alcançada devido aos limites, o algoritmo desenvolvido gerará a melhor solução possível. Para iniciar o modelo, uma média ponderada dos preços e custos de cada produto é realizada. Após a etapa anterior, ele calcula o volume necessário a ser produzido para se atingir o lucro desejado através da fórmula:

$$Q = \frac{(1-t)FC}{(1-t-r)wp-(1-t)wc}$$

Onde:

FC = Custo fixo

t = taxa de imposto

r = margem de lucro almejada

wp = Media ponderada do preço

wc = media poderada do custo

O lucro desejado seria o lucro mínimo que a administração consideraria aceitável para manter a linha de produção dos atuais produtos. Se a administração quiser calcular o ponto de equilíbrio, onde não há prejuízo ou lucro, basta tornar o valor da margem de lucro almejada

igual a zero. Por outro lado, se for necessário saber qual a quantidade necessária a ser produzida independente dos impostos, basta igualar a variável taxa de impostos a zero. Outra variavel importante a ser fornecida é o limite de produção do maquinário. Com esse limite o resto do modelo pode fornecer o quanto de cada produto pode ser produzido. Baseando-se na solução, três casos podem surgir: o volume de produção de todos os produtos está adequado ao limite; o volume de todos os produtos está acima do limite e; apenas alguns produtos estão com o volume de produção acima do limite. Nos dois primeiros casos, o algoritmo se encerra e no segundo caso há uma sobra de produtos. Já no terceiro caso, como alguns produtos passaram do limite de produção, uma sobra é gerada por eles. Esta sobra é realocada para outros produtos, fazendo com que eles fiquem mais próximos do limite, consequentemente, gerando mais lucro. Esta etapa de realocação acontece em uma quantidade finita de interações, que param quando o limite dos produtos é atingido ou não há mais sobras.

Usando como base o algoritmo desenvolvido no artigo, também foi criado um sistema para o auxílio na tomada de decisão. Esse sistema permite o usuário encontrar a melhor solução com base nos dados fornecidos, além de permitir a comparação das diferentes soluções possíveis caso o usuário utilize outros dados. O Softwere desenvolvido e algoritmo são de fácil compreensão e uma ótima ferramenta para auxiliar a administração. No final do processo o sistema emite um relatório de sete partes. Na primeira parte ele informa o impacto das variáveis custo fixo, taxa de retorno e taxa de imposto. A segunda parte consiste nas informações dos produtos como, número de produtos, número de interações necessárias para se chegar ao resultado, quais produtos chegaram ao limite de produção, dentre outros. Na parte três, ele informa as variáveis chaves obtidas pelo algoritmo, cujo o nome destas é autoexplicativo. Na parte quatro, ele permite ao usuário comparar três soluções possíveis, comparando o resultado inicial com o melhorado pelo algortimo, para que a evolução fique nítida. Na quinta parte, ele mostra diferentes cenários caso se altere os custos fixos, a taxa de retorno ou a taxa de impostos. Na sexta parte, ele compara o cenário otimista com o pessimista, nestes cenários a única diferença existente é a ordem de vendas dos produtos, já que todos chegam ao mesmo resultado no final. E na última parte, ele emite um relatório analisando a atual produção dos mixes, avaliando se esta é viavel ou não.

4.5 Análise do Modelo CVP para Multiprodutos Baseado na Contribuição de Cada Produto para o Lucro

Publicado em 2001, o artigo escrito por González aborda uma dinâmica diferente para a análise do modelo CVP (GONZÁLEZ, 2001). Mesmo não adicionando o fator risco no modelo, ele consegue inserir diversas outras variáveis e tornar o modelo apto a trabalhar com multiprodutos. Tirando o fato de poder trabalhar com mais de um produto, ele segue os pressupostos básicos do modelo original, que são: a linearidade dos custos fixos e variáveis; e que os valores são conhecidos com precisão pelo tomador de decisão. No texto é explicado que o uso de equações para determinar o preço ao longo do tempo complicaria o modelo para multirodutos, pois inúmeros pontos de equilíbrio iriam surgir, o que tornaria a análise muito longa, complexa e, consequentemente, inviável. Ele diz que o único jeito de conseguir adaptar o modelo para multiprodutos seria se os produtos possuíssem algum tipo de correlação ou compartilhassem de alguma matéria prima que limitasse sua produção.

No modelo construído, ele leva em consideração o número de produtos, as instalações industriais em que serão produzidos e os mercados em que serão comercializados. É recomendado que o empreendedor mantenha registro dos seus custos através de algum sistema para facilitar na obtenção dos dados, o sistema sugerido no artigo é o ABC. Iniciando a formulação do modelo, ele não levará em consideração a capacidade de produção. Para calcular a quantidade total de produtos a ser produzida, ele utiliza-se da fórmula:

$$Q = F + \sum_{i=1}^{l} F(p_i) + \sum_{k=1}^{n} F(c_k) + \sum_{j=1}^{m} F(x_j) + \pi$$

Onde:

F = Custo Fixo

$F(p_i)$ = Custos da unidade industrial

$F(c_k)$ = Custo do mercado

$F(x_j)$ = Custo dos produtos

π = Taxa de retorno

Cada variável do modelo é calculada através de alguma equação própria para se chegar a seu devido valor. No artigo é explicado detalhadamente como cada etapa do modelo funciona, assim como suas limitações, como os custos foram devidamente alocados. Para melhor visualização do modelo em ação, ele também fornece um exemplo numérico completo. Um dos problemas com o modelo, é que por precisar de todos os valores precisos, ele funciona através da tentativa e erro.

Logo após a apresentação do modelo, o artigo pode ser separado em duas seções. Na primeira seção, é destacado pelo autor que o modelo possui três problemas: os limites de produção, produtos que não possuem uma margem de ganho positiva, produtos que utilizam da mesma matéria prima. Na segunda seção do artigo, ele implementa limites de produção e de venda no modelo apresentado, assim como aborda sobre os produtos que não possuem margem de lucro positiva mas não podem ser descontinuados. E na seção final, ele discorre sobre os produtos que utilizam recursos em comum e aqueles que são exclusivos de um produto.

Em suma, o artigo apresenta um modelo CVP com possibilidade de uso para multiprodutos, que funciona com a ausência de limite de produtos e com recursos invidualizados para cada produto, ele pode se adequar a escala da empresa e, por fim, utiliza de uma margem de lucro imposta pelo usuário para determinar os objetivos no quesito lucro.

4.6 Análise do Modelo CVP com Incertezas e Equações de Demanda

Escrito por Yunker & Yunker em 2003, o artigo introduz e discute sobre a aplicação do modelo CVP com incertezas destinado para o uso acadêmico (YUNKER & YUNKER, 2003). Para adicionar elementos de incerteza no modelo os autores incorporaram uma função econômica de demanda na equação, correlacionando o preço com a quantidade vendida, quanto menor o preço, mais unidades serão vendidas. A função linear que ele utiliza é:

$$q = a - bp + u$$

Onde:

q = quantidade vendida

p = preço

a = parte determinística da equação

b = declive da equação

u = termo de perturbação

Indo na contra-mão dos demais estudos, eles utilizam o preço como uma unidade chave para a resolução do problema, enquanto outros estudos estocásticos utilizavam como uma variável que não poderia ser controlada. O modelo é utilizado para se encontrar o ponto de equilíbrio, onde não há prejuízo ou lucro, e calcular o lucro através da margem de lucro do administrador.

Para os autores, todas as decisões do mundo real são tomadas mediante incertezas, porém, para que um modelo se torne mais realista, ele preicsa se tornar mais complicado, que para o meio acadêmico pode não ser uma vantagem. Por isso foi simplesmete implementado no modelo original, uma função econômica de demanda que relaciona o preço com a expectativa de venda, fazendo a variável preço se tornar o elemento chave da equação, não apenas um valor fixo ou uma variável randômica. A maior aplicação do modelo CVP original é para se calcular o ponto de equilíbrio, segundo os autores. Analisando a equação proposta no artigo, conclui-se que quanto maior o custo, mais produtos serão necessários se vender, e quanto maior o preço, menos produtos precisarão ser vendidos. A partir deste ponto, o administrador da empresa estima a probabilidade dessas unidades serem vendidas e, caso esta probabilidade esteja dentro da expectativa do adminstrador, a produção é iniciada.

Para formular a equação, o principal elemento levado em consideração foi a relação negativa entre o preço e a demanda. Através de processos de regressão da equação a equação de demanda foi adicionada ao modelo original. Com isso, uma vez que o preço esteja fixado, assim como os outros valores e o desvio padrão são estimados, o modelo determina a probabilidade da realização do lucro. Um preço pequeno gera um desvio padrão menor e um preço maior, um desvio padrão maior. Incluindo a equação de demanda no modelo CVP original ele gera a equação:

$$\pi = (a + bc)p - bp^2 - ac - k + (p - c)u$$

Onde:

q = quantidade vendida

p = preço

a = parte determinística da equação

b = declive da equação

u = termo de perturbação

π = Lucro

c = custo unitário médio

k = custo fixo

No intuito de tornar o modelo mais eficiente, são sugeridos cinco preços que o tomador de decisões deve utilizar para sua análise, estes são: o maior preço em que o ponto de equilíbrio se iguala ao nível de risco aceito pelo tomador de decisão; preçoo onde o lucro é maximizado; preço onde a probabilidade de ocorrer o ponto de equilíbrio é maior; preço com o ponto de equlíbrio com o valor mais alto; e o menor preço em que o ponto de equilíbrio se iguala ao nível de risco aceito pelo tomador de decisão. Para todas essas hipótese de preços, fórmulas são fornecidas para que estes sejam calculados.

Algumas críticas são abordadas no final do artigo. A primeira delas seria que o modelo é considerado completo demais para ser útil, principalmente no meio acadêmico. Os resultados e o procedimento de cálculo são bastante complexos para ser ensinado a estudantes de graduação, não somente porque eles não tem a informação necessária, mas porque lhes falta o pensamento analítico necessário para se compreender os resultados.

4.7 Modelo CVP Estocástico com Conceito de Valor Adicionado

No ano 2007, Shao & Feng publicaram um artigo onde não apenas se incluiu incertezas no modelo CVP, mas alteram o lucro pelo conceito de valor adicionado, para que todos os valores da empresa sejam levados em consideração, podendo assim saber se a empresa criou valor para sua marca, não se limitando apenas em saber se obteve lucro (SHAO & FENG, 2007). Para os autores, o principal foco de uma empresa não é mais o lucro e sim gerar valor, pois os lucros não levam em consideração os valores investidos na empresa, apenas os custos de produção. O modelo CVP original não conseguia medir esse tipo de ganho, por isso eles propuseram o modelo CVV, que substitui o lucro pelo valor adicionado (EVA[3]). Contudo, não se limitaram a isso, também incrementaram fatores probabilísticos a equação. A unidade de

[3] EVA ou lucro econômico mede o valor anual adicionado além do custo de imobilizar e utilizar o capital que um projeto exige (BERK & DEMARZO, 2009).

mensuração EVA foi escolhida por levar em consideração todos os valores investidos na empresa, não apenas os custos, refletindo melhor o valor criado no período.

Como para calcular o lucro não se inclui o capital inicial investido, apenas os custos da produção, não é possível calcular se as atividades da empresa estão gerando valor para a mesma e seus acionistas. No início dos anos 90, EVA (Economic Value Added) foi amplamente usado por ser um indicador eficaz, capaz de medir as atividades que geram valor. Substituindo o lucro por EVA na equação do modelo CVP obteremos a seguinte equação:

$$V = (px - bx - a)(1 - t) - cw$$

Em que:

V = EVA

p = Preço

x = Quantidades vendidas

b = Custo unitario

a = Custo fixo

t = Taxa de imposto

c = Capital investido

w = WACC (Custo do capital medio ponderado)

Utilizando a equação acima, podemos calcular o real ponto de equilíbrio do lucro econômico, segundo o autor.

Subsequentemente, no artigo é implementado elementos de propabilidade na equação para torná-la estocástica. Antes disso, o preço na equação é substituído por um função linear de demanda relacionando a quantidade vendida com o preço. O custo unitário será substituído por uma função de custo de segundo grau. Tudo isso para tornar o modelo mais preciso, representando melhor o mercado real. Analisando as vendas passadas e consultando previsões de mercado e de demanda, as empresas podem estipular possíveis cenários de venda. Esses dados são importantes para se incluir as variáveis probabilísticas. Considerando EVA como uma distribuição normal e com um desvio padrão, o modelo se torna probabilístico. Com a inclusão destes elementos, o modelo se torna uma equação cúbica com três possibilidades de resultado, podendo ser: o valor máximo esperado de EVA, quando EVA se iguala a zero ou caso EVA seja negativo.

Por fim, podemos concluir que o artigo apresenta uma grande inovação no modelo original, substituindo o lucro pelo conceito de criação de valor, levando em consideração os custos do investimento inical das firmas.

4.8 Uso da Logíca Difusa no Sistema CVP

Desenvolvido em 2009 por Yuan, o modelo CVP, com a incrimentação de elementos da lógica difusa, foi uma tentativa de facilitar a compreensão dos modelos estocásticos (YUAN, 2009). Para o autor, uma das maiores deficiências do modelo original era não levar em consideração os riscos e incertezas do mercado. Existem diversos modelos que analisam os riscos através de probabilidade, porém, algumas empresas decidem não usar esses modelos pelo fato de serem muito complexos, tornando-os até financialmente inviáveis para as pequenas e médias empresas. Modelos probabilísticos necessitam da presunção de uma distribuição normal, o que os torna um pouco inflexíveis em relação as dinâmicas condições de negócio. Decisões são comumente tomadas baseadas na intuição humana, senso comum e experiência ao invés de dados precisos e claros.

O conceito de lógica difusa é utilizada por atuar com conceitos vagos. A identificação da interação entre as variáveis é de extrema importância para o sucesso do planejamento. Para isso, uma técnica que pode proporcionar estimativas com alcances de custo e venda para o planejamento que se aproximem da realidade, deve ser considerada. O objetivo desse artigo é aplicar a lógica difusa neste pensamento humano para ajudá-lo na análise do modelo CVP. A lógica difusa pode pegar informações imprecisas e tentar converter para algo mais simples que possa representar o pensamento humano. Aplicando a lógica difusa ao conceito do modelo CVP, podemos buscar uma análise mais simples dos resultados e tambám analisar quais as relações existentes entre as diversas variáveis do modelo enquanto afetadas por incertezas.

Geralmente, nem todas as empresas possuem a informação precisa de demanda, custos variáveis e até custos fixos. Normalmente, os administradores atribuem valores baseados na sua experiência de mercado. Por exemplo, eles fazem algumas estimativas de preço que podem ser consideras baixas, medianas ou altas, com isso a lógica difusa pode utilizar esses termos ao invés de números. Baseado nesses dados e classificando todas as variáveis da mesma maneira, um número proporcional de regras é postulado. A partir dessas regras, um sistema é formado, onde podemos comparar a interação das variáveis, pois para entendermos completamente as contribuições de cada variável no lucro, devemos, primeiramente, entender como eles

interagem entre si e individualmente no sistema. Uma das primeiras observações é de que o lucro é positivamente afetado pelo preço, quanto maior o preço, maior o lucro. Portanto, uma estratégia de preço é muito importante na hora de tomar decisões.

Após explicar o procedimento, um exemplo é demonstrado no texto, onde é feita uma análise da interação das variáveis no lucro e entre elas próprias. Nesse exemplo, a previsão dos efeitos em diferentes cenários é feita, possibilitando uma análise mais precisa destes efeitos. Com os resultados, o tomador de decisões saberá se é mais eficaz aumentar o preço de venda, porém, vender menos, ou diminuir o preço de venda e vender mais unidades.

Resumindo, o modelo proposto lida com as incertezas de quantificação das variáveis, pois estas não são facilmente determinadas por todos. Ele tem a intenção de ser aplicado a pequenas e médias empresas que necessitam de um modelo mais simples e rápido. Ele consegue responder casos hipotéticos sem a necessidade de dados precisos ou conhecimentos de probabilidade.

4.9 Equação CVP Universal para Mudanças Relativa no Lucro de Empresas de Manufatura

Realizado em 2010, o estudo proposto por Milanovic, Milanovic, Misita, Klarin, & Zunjic cria uma fórmula chamada de equação universal, cujo objetivo é produzir uma variação no lucro através de impactos simultâneos nas diferentes variáveis que afetam o lucro (MILANOVIC, MILANOVIC, MISITA, KLARIN, & ZUNJIC, 2010). A equação universal leva em consideração a possibilidade de todas as variáveis poderem ser variadas ao mesmo tempo, além de poder ser usado na produção de mais de um produto. Ele calcula a elasticidade[4] de cada variável com relação ao lucro e à outras variáveis para estabelecer uma relação entre as variáveis. O artigo começa introduzindo o modelo CVP. O autor afirma que o modelo original é voltado para pequenas e médias empresas. Além disso, a análise CVP é utilizada para examinar os diversos cenários possíveis. A utilidade do modelo se faz mais útil nas empresas menos complexas, porém, o modelo também se mostra muito eficaz quando é utilizado para avaliar apenas projetos de grandes empresas. Com auxílio do modelo, pode-se determinar: qual volume de vendas é necessário para se alcançar o lucro desejado; qual a combinação de produtos que gera o maior lucro, e identificar o ponto de equilíbrio.

[4] Elasticidade é o tamanho do impacto que a alteração em uma variável exerce sobre outra variável.

A análise CVP interpreta a relação entre lucro, custos, volumes de venda e o preço de venda, e examina o impacto na mudança dos valores de cada um. Segundo o texto, o modelo é proposto com várias simplificações para reduzir a complexidade da decisão de onde ocorrerá a alocação de recursos, além de ser usado para apenas um período, quando um produto chega a durar anos. A equação universal é inicialmente proposta de uma forma linear. Ela avalia qual o comportamento das demais variáveis quando há uma alteração na quantidade vendida. Para se calcular a variação ele utiliza a formula a seguir que mede a porcentagem de mudança no lucro quando a venda destes produtos se altera em 1%:

$$DOL = \frac{(SP - VC)Q}{P}$$

Onde:

DOL = Grau de alavancagem operacional

SP = Preço de venda

VC = Custo variável unitário

Q = Unidades vendidas

P = Lucro

Quando a mudança não é linear, diferentes condições para a aumento de produção ocorrem e para avaliar isso é necessario se fazer uma análise marginal das vendas e custos, isso acabou sendo levado em consideração, já que mudanças reais raramente se comportam como uma linha reta. A questão de limite de produção também é abordada, no texto é citado o exemplo de turnos, quanto maior o número de turnos, maiores serão os custos. O modelo CVP não linear pode ser chamado de um modelo econômico, enquanto o linear apenas para contagem de valores. A justificativa de modelos lineares é por conta de sua praticidade pois, em caso simples, eles acabam se aproximando dos modelos não lineares, e os parâmetros para determinar as curvas de custo e venda podem ser difíceis de serem estimados.

Começando pela análise linear do lucro com as outras variáveis. A primeira variável que é avaliada é o volume de vendas, através da formulação de uma equação ele consegue determinar a elasticidade do volume de venda com relação ao lucro. Esse coeficiente indica quanto o lucro altera em relação a um aumento ou diminuição do volume de vendas. Logo após, ele faz o mesmo procedimento comparando a variável preço com o lucro e fazendo seus comentários sobre o comportamento dessa variável. Por fim, ele realiza o procedimento nas

variáveis restantes. Como as operações de uma empresa não se comportam de maneira tão simples, uma análise onde as variáveis mudam simultaneamente se torna essencial. Para isso, foi inserido na equação original o procedimento de cálculo da elasticidade de cada variável em relação ao lucro, criando assim, a equação universal. Através desta equação, algumas outras equações iriam se derivar desta, dependendo das variáveis que iriam variar ou se manter estáticas. No geral, se o mercado é inelástico a uma variável, um aumento de preço sempre irá aumentar o lucro, por exemplo. Por outro lado, se o mercado for elástico, dependendo do valor da elasticidade, um corte de preço pode acabar aumentando muito as vendas. Como último passo para criação do modelo e, consequentemente, para torná-lo ainda mais abrangente, são incrementadas equações que permitem o modelo ser usado em multiprodutos. Essa característica acaba tornando o modelo deveras complexo e trabalhoso, pois demanda do cálculo da elasticidade de cada variável da equação em relação ao lucro e as demais variáveis do respectivo produto. Um exemplo utilizando uma pequena empresa é feito para confirmar os resultados do modelo proposto.

Concluindo, foi feito uma derivação para criar um modelo novo que apresenta as variações dos elementos chaves do modelo original, podendo ser utlizado para vários produtos. Usando um exemplo de uma empresa que possui seis produtos, fica nítido a influência de cada variável no lucro da empresa.

4.10 Modelo Cost-Volume-Profit para Multiprodutos Utilizando Realocação de Recursos

Publicado em 2016 por Bergo, Lucas, Sobreiro, & Nagano, o artigo foca no problema de realocação de recursos para maximizar o lucro (BERGO, LUCAS, SOBREIRO, & NAGANO, 2016). Ele inclui o conceito de unidades mínimas a serem produzidas, fazendo com que recursos dos produtos menos lucrativos possam ser alocados para produtos mais lucrativos, caso haja demanda. Inicialmente, o modelo CVP era apenas usado para definir o volume ótimo de produtos a ser produzido, considerando as informações de custo e venda. Mais precisamente, o algoritmo calcula a quantidade de produtos a ser produzida de cada produto para que se atinja o maior lucro possível. Para isso, se leva em considerção o mínimo de produtos necessários a serem produzidos, e os recursos usados para a produção de um produto podem ser realocados para outros produtos.

Segundo os autores, o modelo CVP é uma equação que determina o volume necessário a ser produzido para que os custos e lucros se equilibrem, em outras palavras, ele determina o ponto de equilíbrio. É importante enfatizar que algumas premissas devem ser levadas em consideração na hora de aplicar o modelo original, dentre elas: custos fixos permanecerão imutáveis, enquanto custo variáveis irão alternar conforme o volume de vendas; lucro só é afetado pelas unidades vendidas; e os níveis de eficiência se mantém constantes.

O modelo usado como parâmetro de comparação foi o postulado por Kakumanu, em 1998 (KAKUMANU, 1998). Este modelo propunha o desenvolvimento de um mix de produtos baseado na margem de contribuição de cada produto, utilizando a demanda de mercado e as capacidades de mínima e máxima de produção desse produto. Para alcançar este objetivo, o modelo proposto por Bergo, Lucas, Sobreiro, & Nagano cria uma solução baseada no limite mínimo de produção. A partir desses dados, ele identifica a diferença entre a demanda de mercado e a solução inicial, realocando o excesso de recursos dos produtos que ultrapassaram a demanda. Primeiramente, utilizando-se da produção atual e do limite de mínimo, o excesso de produção é calculado, através da equação:

$$QR = \sum_{i=1}^{n} IM_i - M_i$$

Onde:

QR = Quantidade sobressalente de recursos

n = número de produtos

IM_i = Quantidade inicial de produção do produto i

M_i = Volume de produção do produto i

Logo após, calcula-se a margem de contribuição de cada produto, para saber qual produto é mais lucrativo, através da equação:

$$PM_i = P_i - C_i$$

Onde:

PM_i = Margem de lucro do produto i

P_i = Preço do produto i

C_i = Custo do produto i

Então, através do algoritmo proposto, que realoca os recursos excedentes baseado na demanda de mercado, o volume final de cada produto é calculado. Todo modelo é exemplificado e testado em cinquenta problemas gerados de maneira aleatória, comparando o lucro inicial com o gerado pelo modelo.

Em conclusão, baseado nos resultados apresentados no artigo, pode-se concluir que o modelo proposto pode ser usado como uma importante ferramenta no auxílio da tomada de decisão quando há necessidade de balancear ou ajustar o volume produzido, para que este se adapte ao limite de produção.

5 RESUMO

Neste capítulo será discutido a literatura abordada neste trabalho, apontando quais são contribuições e suas diferenças. Apesar de todos os modelos derivarem da mesma equação original, muitos acabaram por mudar o foco original do modelo. Alguns dos artigos apresentados simplesmente não utilizam os seus estudos para calcular o ponto de equilíbrio ou tentar atingir o lucro alvo estabelecido pela empresa. O objetivo dos estudos varia entre:

- Tentar melhorar o modelo original de alguma maneira, seja implementando novas equações ou acabando com alguma restrição original que este possuía; e
- Procurar estudar o comportamento de cada variável na equação.

A literatura a respeito do tema CVP é vasta. Portanto, de acordo com o objetivo do gestor, diferentes modelos podem ser usados na tentativa de aperfeiçoar a produção da empresa. Dentre os temas mais abordados nos trabalhos acadêmicos, podemos destacar os que implementam elementos probabilísticos ou tentam aplicar algum elemento para tornar o modelo mais adaptado a dinâmica do mercado. Outro problema bastante estudado é a limitação com relação ao número de produtos que podem ser utilizados no modelo, onde, inicialmente, poderia apenas analisar um produto por vez. Alguns estudos acabam tomando um rumo mais acadêmico, tentam gerar um modelo probabilístico que seja de fácil compreensão para que possa ser aplicado por estudantes de graduação.

Um ponto é comum na opinião de todos os autores, o modelo original sofre de limitações por conta dos pressupostos que este impõe para que o modelo funcione e, por conta disso, o modelo acaba só sendo eficaz quando aplicado em empresas mais simples ou de pequeno porte. Alguns acreditam que o modelo não consegue mais simular o mercado atual, que se tornou muito dinâmico e imprevisível para ser representado por um modelo determinístico. Outros acreditam que as empresas de sucesso não se limitam a produzir apenas um produto e precisam de um modelo prático que consiga englobar todos os seus produtos. Também há quem acredite que o modelo não pode se limitar ao curto espaço temporal que o modelo original se limita, pois o prazo de um ano, as vezes, não é suficiente para que o ciclo de vida de um produto se conclua. Para contornar esses problemas, cada autor fez sua contribuição em diferentes pontos, para ajudar na identificação dessas contribuições a tabela adiante foi elaborada.

Quadro 1 – Resumo comparativo dos modelos apresentados

Estudos	Características	Produtos	Variáveis
Jaedick & Robichek (1964).	Inclui alguns conceitos de probabilidade no modelo CVP criando incerteza e fazendo com que algumas variáveis deixem de ser fixas e trabalha com algumas aproximações de valores.	Único.	Estocástico.
Chan (1990).	Propõe e discute uma análise de sensibilidade do modelo CVP utilizando análise incremental com auxílio de gráficos e exemplos.	Único.	Determinístico.
Phillips (1994).	Este artigo examina o modelo básico CVP e descreve como incluir incertezas durante o processo de tomada de decisão.	Único.	Estocástico.
Kakumanu (1998).	Desenvolve e testa um modelo CVP com limite de produção para a produção de multiprodutos o que, por sua vez, otimiza a margem de lucro sobre as vendas.	Multiproduto.	Determinístico.
González (2001).	Desenvolve um modelo alternativo para o problema de multiprodutos no modelo CVP, usando sistemas de custeio ABC para manter registro das variáveis e atingir a margem de lucro desejada.	Multiproduto.	Determinístico.
Yunker & Yunker (2003).	Analisa e aplica o modelo CVP com incertezas, especial gerado para instruções em sala de aula.	Único.	Estocástico.
Shao and Feng (2007)	Apresentam um modelo estocástico chamado CVV, modelo baseado no valor econômico adicionado (EVA) para simular a situação de incerteza.	Único.	Estocástico.
Yuan (2009).	Apresenta uma aplicação de lógica difusa na análise CVP para lidar com as imprecisões do modelo original.	Único.	Estocástico.
Milanovic, Milanovic, Misita, Klarin, & Zunjic (2010).	Ele indica uma equação universal que mostra a influencia das variáveis e o seus impactos no lucro baseado no modelo CVP.	Único e Multiproduto.	Determinístico e Estocástico.
Bergo, Lucas, Sobreiro, & Nagano (2016).	Produz um modelo CVP para multiprodutos que prioriza a produção dos produtos com maior margem de lucro	Multiproduto.	Determinísticos.

Dentre as inovações apresentadas, algumas possuem semelhanças, como o elemento probabilístico. Quando algum autor implementa o fator risco na equação, na maioria das vezes, ele se utiliza de uma curva normal com desvio padrão para alcançar este objetivo. Quando o objetivo era tornar o modelo o mais preciso possível, equações de demanda e oferta eram adicionadas no lugar das variáveis do produto. Por outro lado, os modelos que calculam valores para mais de um produto se mostraram mais diversos quanto a abordagem para fazer tais cálculos, alguns se utilizavam de limites de produção enquanto outros utilizavam de modelos matemáticos para ampliar a equação. Outra abordagem diferente vem dos trabalhos que buscam estudar o comportamento das variáveis no modelo, e não tentam melhorá-lo, esses estudos tem o intuito de manipular as variáveis para atingir os resultados desejados. Também podemos ver uma divisão entre os modelos que são voltados para o mundo acadêmico e outros que podem ser aplicados na prática, já que há um consenso de que os modelos que abordam variáveis estocásticas podem acabar se tornando muito complexos.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O trabalho aqui realizado conseguiu abordar os diferentes tipos de modelo CVP. Através dos artigos estudados pode-se concluir que os modelos estudados podem ser utilizados como uma importante ferramenta na tomada de decisão quando o assunto é em relação a produção de uma empresa, mas também pode ser usado como uma ótima ferramenta acadêmica para promover a imersão de novos profissionais no mundo empresarial. Apesar de todos os trabalhos encontrarem algum tipo de limitação ou entrave, a vasta gama de modelos permite que algum deles se adeque mais ao objetivo proposto pelo tomador de decisões.

Como cada modelo aqui apresentado possui uma característica singular, fica difícil promover qualquer tipo de comparação de resultados entre os modelos. A escolha de qual modelo utilizar cabe a própria empresa, esta deve levar em consideração o tamanho do seu porte, a quantidade de produtos a ser produzido, o grau de precisão e complicação que esta aceita do modelo, quais os objetivos no estudo da produção e diversos outros motivos. Os artigos acadêmicos aqui apresentados também podem servir de base para a proposição de novos modelos, já que alguns se limitam apenas a estudar o comportamento da equação e de suas variáveis, propondo algumas possíveis mudanças para estudos futuros e aconselhando algumas literaturas para o desenvolvimento desses trabalhos. Para comprovar a sua utilidade, todos os artigos possuem exemplos com aplicações práticas de seus trabalhos, alguns até abordando casos reais. Destes trabalhos podemos salientar o proposto por Milanovic, Milanovic, Misita, Klarin, & Zunjic (2010), pois este é um dos poucos que consegue proporcionar um modelo não determinístico que pode ser aplicado em multiprodutos simultaneamente, o que acaba reduzindo o tempo de aplicação da análise (MILANOVIC, MILANOVIC, MISITA, KLARIN, & ZUNJIC, 2010). A precisão dos modelos mais recentes possui um preço, a complexidade que estes modelos adquiriam para poder comportar as incertezas do mercado, o que pode acabar tornando eles inviáveis para empresas de baixo investimento.

Resgatando a literatura revisada neste trabalho, podemos concluir que o modelo CVP se divergiu em diversos modelos consideravelmente diferentes, cada trabalho utiliza de um conceito diferente para realocar os produtos, analisar as variáveis, simular o mercado ou calcular o valor proporcionado pela produção de produtos da empresa, o que torna difícil uma comparação entre eles. Porém, com base nesses modelos, pode-se propor melhorias aos modelos estudados neste trabalho. Um ponto que ajudaria na precisão dos modelos seria a utilização de unidades produzidas, ao invés de um valor de volume para se calcular a

quantidade produzida para a solução, diminuindo, assim, a margem de erro apresentada. Outra mudança que ajudaria o modelo seria o acréscimo de variáveis estocásticas para melhor simular os acontecimentos do mercado, como equações de demanda e oferta, além de poderem também usar da probabilidade, atribuindo um desvio padrão ao lucro para que se possa calcular o risco dos possíveis cenários. Pode-se também tentar desenvolver um modelo estocástico com um nível de complexidade menor, para que este possa ser usado em menores empresas e para que o tempo de análise seja reduzido, fazendo com que as decisões sejam tomadas mais rapidamente. Entretanto, o que mais se sente falta no meio acadêmico é a proposição de um modelo completo, que consiga englobar as incertezas do mercado, as aversões ao risco do usuário, o problema de multiprodutos, e que consiga acompanhar o produto durante toda vida útil de sua produção. Em suma, os resultados obtidos através das pesquisas apresentadas mostram que os modelos estudados podem ser usados como uma ferramenta eficaz de tomada de decisão, levando em conta que o modelo correto seja escolhido para atender o objetivo do tomador de decisões.

7 REFERÊNCIAS

Bergo, G., Lucas, B., Sobreiro, V., & Nagano, M. (2016). Multiproduct Cost-Volume-Profit Model: A Resource Reallocation Approach for Decision Making. *Journal of Cost Analysis and Parametrics*, p. 164-180.

Berk, J., & DeMarzo, P. (2009). *Finanças Empresariais.* Porto Alegre: Bookman.

Carneiro, J. M., Cavalcanti, M. A., & Silva, J. F. (Set./Dez. de 1997). Porter Revisitado: Análise Crítica da Tipologia Estratégica do Mestre. *RAC - Revista de Administração Contemporânea, 1*(3), pp. 7-30.

Chan, Y. L. (1990). Incremental Cost-Volume-Profit Analysis. *Journal of Accouting Education, 8*(2), pp. 253-261.

González, L. (2001, October 13). Multiproduct CVP analysis based on contribution rules. *International Journal of Production Economics, 73*(3), pp. 273-284.

Griffith, J. M. (2004). The True Value of EVA. *Journal of Applied Finance, 14*(2), pp. 25-29.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2006). *Introdução à Pesquisa Operacional* (8º ed.). São Paulo: McGraw Hill.

Hillier, F., & Lieberman, G. (2001). *Introduction to operations research* (7ª ed.). New York, New York, United States: McGraw-Hill.

Hotelling, H. (1931). The economics of exhaustible resources. *The Journal of Political Economy, 39*(2), pp. 137-175.

Jaedick, R. K., & Robichek, A. A. (October de 1964). Cost-Volume-Profit Analysis under Conditions of Uncertainty. *The Accouting Review, 39*(4), pp. 917-926.

Kakumanu, P. (1998). Multiproduct cost-volume-profit model with product limits. *Production Planning & Control: The Managemet of Operations, 9*(1), pp. 87-95.

Marins, F. A. (2011). *Introduçao à Pesquisa Operacional.* Sao Paulo, SP, Brasil: Cultura Acadêmica.

Milanovic, D., Milanovic, D., Misita, M., Klarin, M., & Zunjic, A. (December de 2010). Universal equation for the relative change in profit of manufacturin company. *Production Planning & Control: The Management of Operations, 21*(8), pp. 751-759.

Phillips, P. (1994). Welsh hotel: cost-volume-profit analysis and uncertainty. *International Journal of Contemporary Hospitality Management, 6*(3), pp. 31-36.

Porter, M. E. (1980). *Competitive strategy: yechniques for analzing industries and competitors with a new introduction.* New York, NY, USA: New York: Free Press.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. B. (2006). *Metodologia de Pesquisa* (3rd edition ed.). Sao Paulo, Brasil: McGraw-Hill.

Shao, X.-j., & Du, L.-p. (2006). The Development of Cost-Volume-Profit Analysis Model based on Value Creation. *Value Engineering, 7*, pp. 40-42.

Shao, X.-j., & Feng, J.-y. (2007, September). Stochastic Cost-Volume-Value Model with Economic Demand and Cost Functions. *Wireless Communication, 4*, pp. 3927 - 3930.

Shingo, S. (1981). *A Study of the Toyota Production System.* Tokyo, Japan: Japan Management Assosiation.

Sobral, F., & Peci, A. (2013). *Administração: Teoria e Prática no Contexto Brasileiro* (2nd Edição ed.). Sao Paulo, SP, Brasil: Pearson.

Yuan, F.-C. (2009). The use of a fuzzy logic-based system in cost-volume-profit. *Expert Systems with Applications, 36*, pp. 1155-1163.

Yunker, J. A., & Schofield, D. (2005, April 5). Pricing training and development programs using stochastic CVP analysis. *Managerial and Decision Economics, 26*(3), pp. 191-207.

Yunker, J. A., & Yunker, P. J. (2003). Stochastic CVP analysis as a gateway to decision-making under uncertainty. *Journal of Accounting Education, 21*(4), pp. 339-365.