

PAMELA SAYURI GUSHIKEN

Análise de previsão de demanda aplicada ao planejamento de produção do setor petroquímico
com utilização do otimizador SCSMART

Pamela Sayuri Gushiken

Análise de previsão de demanda aplicada ao planejamento de produção do setor petroquímico
com utilização do otimizador SC MART

Trabalho de Graduação apresentado ao Conselho de Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica da Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do diploma de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica.

Orientador (a): Prof. Dr. José Roberto Dale Luche


Guaratinguetá - SP
2018

G982a	<p>Gushiken, Pamela Sayuri Análise de previsão de demanda aplicada ao planejamento de produção do setor petroquímico com utilização do otimizador SCSMART / Pamela Sayuri Gushiken. – Guaratinguetá, 2018. 38 f : il. Bibliografia: f. 35-38</p> <p>Trabalho de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2018. Orientador: Prof. Dr. José Roberto Dale Luche</p> <p>1. Controle de produção .2. Planejamento empresarial. 3. Previsão na administração. 4. Indústria petroquímica. I. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU 658.5</p>
-------	---

Pamela Sayuri Gushiken

ESTE TRABALHO DE GRADUAÇÃO FOI JULGADO ADEQUADO COMO
PARTE DO REQUISITO PARA A OBTENÇÃO DO DIPLOMA DE
"GRADUADO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA"


APROVADO EM SUA FORMA FINAL PELO CONSELHO DE CURSO DE
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA


Prof. Dra. Andréia Maria Pedro Salgado
Coordenadora

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. José Roberto Dale Luche
Orientador/UNESP-FEG


Prof. Dr. Ancirson Francisco da Silva
UNESP-FEG


Eng. Raissa Gabriela Cândido Nogueira
Membro Externo

Novembro de 2018

DADOS CURRICULARES

PAMELA SAYURI GUSHIKEN

NASCIMENTO 20.09.1993 – São Paulo / SP

FILIAÇÃO Luiz Katsumi Gushiken

Yumiko Nobaro Gushiken

2013/2018 Curso de Graduação em Engenharia de Produção Mecânica, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista

Dedico este trabalho, de modo especial, aos meus pais, minha família e amigos que sempre me apoiaram em todas as situações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela minha vida, minha capacidade, minha família e meus amigos.

Aos meus pais *Luiz* e *Yumiko*, que sempre me incentivaram e me apoiaram em minhas decisões, apesar de qualquer dificuldade, e ao meu irmão *Leandro*, pelo incentivo e irmandade. Os ensinamentos que passaram para mim refletem toda a base do meu desenvolvimento pessoal, acadêmico e profissional;

ao meu namorado *Lucas*, que sempre esteve ao meu lado, independentemente da situação, e me ajudou a acreditar em minha capacidade e potencial. Seu total apoio e parceria foram fundamentais para me tornar cada vez mais uma pessoa e profissional melhor;

à minha segunda família, *República Tá-Mar*, pela amizade, pelo carinho, pelo apoio e por todas as ensinamentos e histórias compartilhadas. Em especial, às minhas irmãs de coração, *Laura*, *Beatriz* e *Rafaela*, que me proporcionaram momentos de muita alegria, apoio e amor;

ao meu orientador, *Prof. Dr. José Roberto Dale Luche*, pela sua orientação, dedicação e auxílio, e ao *Prof. Aneirson Francisco*, por todo o suporte durante minha graduação e, em especial, neste trabalho;

à minha tutora de estágio *Maria Eduarda*, que sempre compreendeu os meus desafios e nunca deixou de me apoiar e fornecer o suporte necessário para o meu crescimento pessoal e profissional;

aos grandes amigos que eu conheci e tive a oportunidade de dividir meu cotidiano ao longo de toda a graduação, que tornaram os desafios e a vida mais leves. Em especial, aos meus amigos *Gustavo*, *Caio* e *Isadora*, que dividiram esse desafio comigo e em sempre me deram apoio em cada etapa.

RESUMO

O planejamento e controle da produção é um processo no qual as variáveis de diferentes setores, como por exemplo comercial, energia, industrial, inteligência de mercado, logística e matérias primas, são analisadas de forma integrada a fim de atingir o ponto ótimo de operação de uma empresa petroquímica. A área é responsável por otimizar o perfil de matérias primas e sua alocação, de energia, de produção das unidades industriais, da distribuição e das vendas, visando atender as demandas dos clientes.

Para uma melhor previsão de demanda, faz-se uso de uma estrutura básica de otimização que se inicia com os inputs e o processo retorna seus respectivos outputs. De modo geral, as duas maneiras mais comuns de se realizar os inputs são: manualmente e via histórico do produto. Utilizar o método de previsão de demanda é uma ação importante para que a empresa saiba quando precisa de cada produto, seja para o setor de vendas, seja para os departamentos de estoque, produção e logística. Na área de Planejamento das Operações, uma das maiores dificuldades consiste na falha do cumprimento dos números (produção, consumo, exportação, etc) planejados para determinado mês. O trabalho a ser desenvolvido busca analisar se o método utilizado atualmente encontra-se como confiável. Pretende-se também contribuir para o processo de tomada de decisão no âmbito do planejamento e controle da produção aplicado ao setor petroquímico.

PALAVRAS-CHAVE: Planejamento e controle da produção. Previsão de demanda. Petroquímica.

ABSTRACT

Production planning and control is a process in which the variables of different sectors, such as commercial, energy, industrial, market intelligence, logistics and raw materials, are analyzed in an integrated way in order to reach the optimum operating point of a petrochemical company. The area is responsible for optimizing the profile of raw materials and their allocation, energy, production of industrial units, distribution and sales, aiming to meet the demands of customers.

For a better demand forecast, a basic optimization structure is used that starts with the inputs and the process returns its respective outputs. In general, the two most common ways of performing the inputs are: manually and via the product history. Using the demand forecasting method is an important action for the company to know when it needs each product, either for the sales sector or for the inventory, production and logistics departments. In the area of Operations Planning, one of the major difficulties is the failure to comply with the numbers (production, consumption, exports, etc.) planned for a given month. The work to be developed seeks to analyze whether the method currently used is reliable. It is also intended to contribute to the decision-making process in the planning and control of production applied to the petrochemical sector.

KEYWORDS: Production planning and control. Demand forecasting. Petrochemicals.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – A indústria química brasileira – Evolução do faturamento líquido 1995 a 2017 ...	16
Figura 2 – Planejamento Estratégico, Tático e Operacional.....	19
Figura 3 – Visão geral das Atividades do PCP	20
Figura 4 – Métodos da Previsão de Demanda	22
Figura 5 – Métodos Qualitativos	23
Figura 6 – Participação da Indústria Química na Indústria de Transformação (em % sobre o PIB Industrial)	27
Figura 7 – O Setor Petroquímico	28
Figura 8 – Ponto ótimo de operação	31
Figura 9 – Processo de otimização	32
Figura 10 – Representação gráfica dos dados do consu/mo de PE na unidade da Bahia em 2017	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Faturamento Líquido por Grupos de Produtos – 2017.....	28
Tabela 2 – Dados do consumo de Polietileno na unidade da Bahia em 2017	33
Tabela 3 – Cálculo do Erro Médio.....	35
Tabela 4 – Cálculo do fator de Confiabilidade	35

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQUIM	Associação Brasileira da Indústria Química
EM	Erro médio de Previsão
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> ou tempo médio entre falhas
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PE	Polietileno
PIB	Produto Interno Bruto
PMP	Plano Mestre de Produção
PP	Polipropileno
PVC	Policloreto de vinila
UNPOL	Unidade de Poliolefinas

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	12
1.2	OBJETIVO	13
1.3	DELIMITAÇÃO.....	14
1.4	JUSTIFICATIVA	14
1.5	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO.....	17
2.2	PREVISÃO DE DEMANDA.....	19
2.3	MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA	20
2.3.1	Métodos qualitativos.....	21
2.3.1.1.	Júri de executivos.....	22
2.3.1.2.	Método delphi	23
2.3.1.3.	Força de vendas.....	23
2.3.1.4.	Pesquisa de mercado	23
2.3.1.5.	Analogia histórica	24
3.	MÉTODOS DE PESQUISA.....	25
4.	DESENVOLVIMENTO	26
4.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA.....	26
4.2.	OTIMIZAÇÃO	29
4.3.	MODELAGEM DO PROBLEMA	31
5.	RESULTADOS	32
6.	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo Lustosa et al. (2008), o planejamento e controle da produção (PCP), ao fornecer informações para comandar e controlar o sistema produtivo e proporcionar feedback aos seus gestores e executores, torna possível uma criteriosa análise não somente do processo produtivo, mas de toda a empresa, suas metas e objetivos, ao comparar o planejado com o efetivamente realizado. A função controle da produção cuida de dirigir e/ou regular o fluxo metódico dos materiais por todo o ciclo de fabricação, desde a requisição de matérias-primas, até a entrega do produto terminado, mediante a transmissão sistemática de instruções aos subordinados, segundo o plano que se utiliza nas instalações do modo mais econômico.

Uma das maiores dificuldades para o desempenho da função PCP refere-se a relacionamentos. Por administrar informações de diversas áreas, o PCP está em constante processo de negociação com os diferentes agentes dentro do processo produtivo. O PCP é o representante da área de vendas dentro da fábrica, é ele quem sabe das prioridades e prazos de entrega dos produtos aos clientes e faz a programação de modo que atenda a esse objetivo. No entanto, os interesses são antagônicos, enquanto a Produção quer uma programação estável e antecipada de grandes lotes, Vendas quer maior flexibilidade e diversidade para atender as constantes mudanças no mercado (...) O PCP precisa ponderar esses diferentes interesses fazendo com que a produção atenda ao planejamento, otimizando ao máximo os recursos sem deixar de atender ao cliente, no caso, o departamento de Vendas. (CARMELITO, 2008)

Com a competitividade do mercado global, as empresas têm dado maior importância ao planejamento de estoque, vendas e operações, utilizando práticas de previsão de demanda com a finalidade de se tornarem cada vez competitivas. A formulação de planejamentos e direcionamento estratégico das empresas dependem da identificação e a previsão correta das mudanças emergentes no ambiente de negócios, o que torna a previsão de demanda um elemento chave na tomada de decisão gerencial (LEMOS, 2006). Para Kotler (1991), a demanda é definida como a quantidade que seria adquirida pelos consumidores de um local, durante um tempo, em um determinado mercado. Essa demanda pode ser prevista pelas empresas e organizações de acordo com o que elas obtiveram como resultados anteriores, e essa demanda precisa ser bem gerenciada.

Dado que existe um planejamento em uma organização, quer empresa ou país, existe espaço para uma previsão de demanda. A maioria das organizações existe para servir ao

consumidor, em suas mais diversas formas. Prever a demanda significa estimar a resposta do consumidor e planejar medidas para atender estas necessidades (CALÔBA; CALÔBA; SALIBY, 2002).

De acordo com Santos et al. (2016), dentro desse assunto pode-se deduzir que a implementação de técnicas quantitativas de previsão pode permitir que os gestores utilizem o resultado obtido para uma orientação inicial, e juntamente ao seu entendimento e competência crítica em relação ao cenário, estabelecer os níveis ou volumes de compra de novos produtos.

O seguinte trabalho propõe realizar um estudo de previsões de demanda aplicado ao planejamento de produção, numa indústria petroquímica. Visa identificar qual o método para realização de inputs no planejamento de produção, se adequa melhor à realidade do mercado.

1.2 OBJETIVO

O objetivo geral deste trabalho consiste em apresentar uma melhoria no caso de estudo do processo de previsão de demandas na área de planejamento e controle da produção em uma indústria petroquímica. Ou seja, verificar a confiabilidade do método de previsão de demanda aplicado atualmente, levando em conta diversos fatores de decisão.

Como objetivos específicos do trabalho, apresentam-se:

- Evidenciar se o método aplicado é a melhor forma para realizar o planejamento da produção;
- Identificar as margens de erro entre os números previstos e os do planejamento ocorrido.

1.3 DELIMITAÇÃO

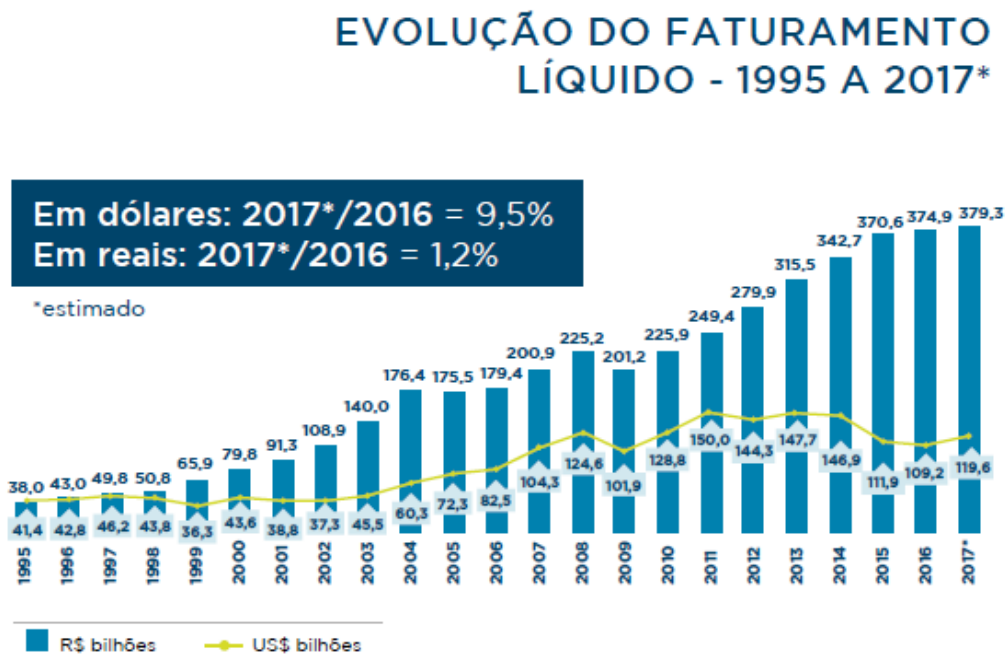
Este trabalho limitou-se ao estudo sobre previsão de demanda com aplicação no planejamento de produção de maneira superficial, partindo de teorias existentes na literatura e documentos de uma indústria petroquímica brasileira. Técnicas de otimização serão estudadas e desenvolvidas para o problema em questão, com a utilização do simulador de otimização SCmart.

1.4 JUSTIFICATIVA

O tema deste trabalho origina-se da dificuldade com relação a assertividade da previsão de demanda na área de Planejamento e Controle da Produção (PCP) numa indústria petroquímica de grande porte.

Estimou-se que a indústria química representou 48% do total do faturamento líquido em 2017, sendo a petroquímica aproximadamente 65% deste total. Segundo os estudos de desempenho da Indústria Química, realizada pela ABIQUIM (2017), a indústria química brasileira ocupa a oitava posição mundial, com participação de 2,4% no PIB e cerca de 11% no produto da indústria de transformação, correspondendo, em 2016, ao segundo maior setor industrial brasileiro. Tais fatos, evidenciam o elevado crescimento do setor petroquímico e sua devida importância econômica.

Figura 1 – A indústria química brasileira – Evolução do faturamento líquido 1995 a 2017



Fonte: Abiquim (2017)

O planejamento e controle da produção torna-se um setor necessário nas organizações pois implica diretamente em como a empresa será direcionada, a partir de seus objetivos e metas traçadas, atingindo o setor de produção, vendas, comercial, financeiro e logístico. Na área de PCP, uma das maiores dificuldades consiste na inexatidão do cumprimento dos números (produção, consumo, exportação e vendas) planejados para determinado período. Essas imprecisões podem ser estar associadas com a escolha do método aplicado para fornecer a previsão.

As previsões são usadas não só para o propósito de predição, mas também para gerar conhecimento, orientar decisões políticas e monitorizar o sistema operacional. De acordo com Lindberg e Zackrisson (1991), uma função muito importante da previsão diz respeito à geração de conhecimento tanto do sistema quanto da variável, cujo estado futuro está sendo previsto, e do próprio método de previsão. Toda previsão se baseia em suposições, e a precisão de uma previsão nos diz algo sobre a exatidão das suposições subjacentes. Mesmo o tipo mais simples de extrapolação de tendências baseia-se na suposição de que o sistema que está sendo previsto é estável e que a tendência passada pode, portanto, ser usada para prever estados futuros.

Não é suficiente uma empresa ter uma boa imagem, ser reconhecida pela sua qualidade e apresentar custos competitivos, também é fundamental que uma empresa esteja estruturada

para dimensionar a quantidade de bens ou serviços que irá produzir, de forma que possa atender à demanda proveniente do mercado consumidor (WERNER, 2004).

Entender e ter uma expectativa do mercado futuro é de fundamental importância para as empresas, uma vez que com base nessa compreensão se realizam as previsões de demanda, que são a base para o planejamento das atividades da empresa (ROSSETTO et al, 2011).

1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho consta-se dividido em uma estrutura de 7 capítulos. Esta primeira parte introduz o trabalho, trazendo as considerações iniciais, objetivos, delimitações, justificativas e sua estrutura.

No capítulo 2, será apresentada uma revisão da literatura sobre o tema, que utiliza como base as palavras chave definidas para esse estudo. Abordará sobre o PCP, previsão de demanda e também os métodos existentes, com foco no caráter qualitativo.

No capítulo 3, serão evidenciados os métodos de pesquisa utilizados para este trabalho. No capítulo seguinte, será feita a contextualização do estudo de caso, com uma breve apresentação da indústria petroquímica, otimização e explicação do problema a ser resolvido.

No capítulo 5, os resultados obtidos do estudo serão mostrados e as contribuições que o mesmo poderá trazer para a empresa.

Como finalização, no capítulo 6, será feita a conclusão do trabalho, verificando se os objetivos propostos foram alcançados, realizando as considerações finais do estudo e também fornecendo sugestões para trabalhos futuros. E por fim, no capítulo 7, serão indicadas as referências utilizadas para a realização deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO

Os sistemas de Planejamento e Controle de Produção (PCP) evoluíram como fruto da evolução da própria ciência da Administração, desde os esforços de Frederick W. Taylor e Henry Ford, na primeira década século XX, até os dias de hoje (LUSTOSA et al., 2008).

Hodiernamente, as companhias e instituições que aspiram permear o meio competitivo buscam progressivamente conhecer estratégias e métodos que contribuam e apoiem a programação, planejamento e execução de suas práticas no meio de produção.

Torna-se imprescindível a disponibilidade de um sistema de planejamento e controle da produção eficaz, que permita à empresa gerenciar a demanda, os materiais, a capacidade produtiva e a produção. A eficácia do PCP pode ser avaliada pelo alcance dos objetivos de redução dos *lead times* de produção, dos custos de estoque (matéria-prima, materiais em processo e produtos acabados) e de produção (ociosidade, horas extras, etc), cumprimento de prazos e agilidade de resposta diante de alterações de demanda (MESQUITA; CASTRO, 2006).

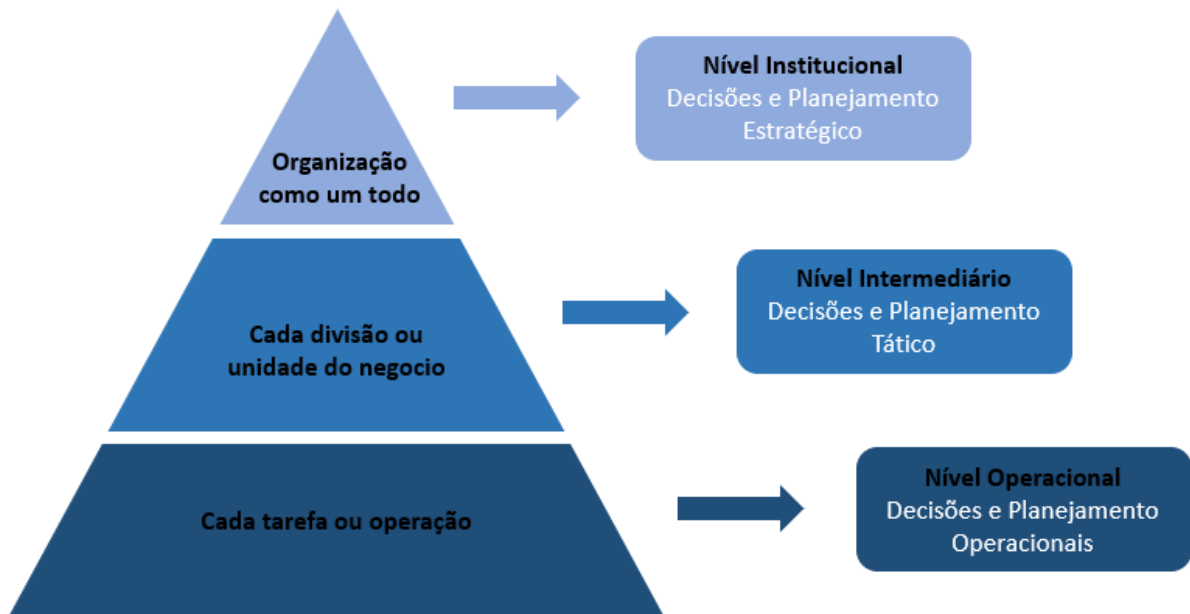
Segundo a definição dada por Mesquita (2016), o PCP consiste em um conjunto que faz a coordenação dos recursos operacionais da companhia, englobando todas as ações e a solidificação das informações. Possuindo a finalidade de garantir qualidade e produtividade, além de possivelmente reduzir os custos operacionais. Simplificando, o planejamento e controle da produção estabelece quem, o que, quando, como e onde será produzido.

O sistema de PCP possibilita planejar as carências futuras de capacidade, a aquisição dos materiais comprados, os níveis apropriados de estoques, delinear as atividades do plano de produção, ser capaz de saber sobre a situação corrente, ser capaz de reagir eficazmente e ser apto de prometer e cumprir prazos.

Como o seu próprio nome indica, compõe-se de duas fases: o planejamento e o controle. Na fase do planejamento, são feitos os planos isto é o que deverá acontecer. Na fase do controle, determina-se o que foi feito, isto é, encontram-se as respostas efetivas às questões que já haviam sido tentativamente respondidas na fase do planejamento (MACHLINE, 1979, p. 252). O estágio de controle incorpora o feedback, ou seja, a comparação do que foi

realizado com o planejado. Desta confrontação transparece a discrepância ou a conciliação entre os planos e a realidade.

Figura 2 – Planejamento Estratégico, Tático e Operacional



Fonte: Adaptado de Paula (2015)

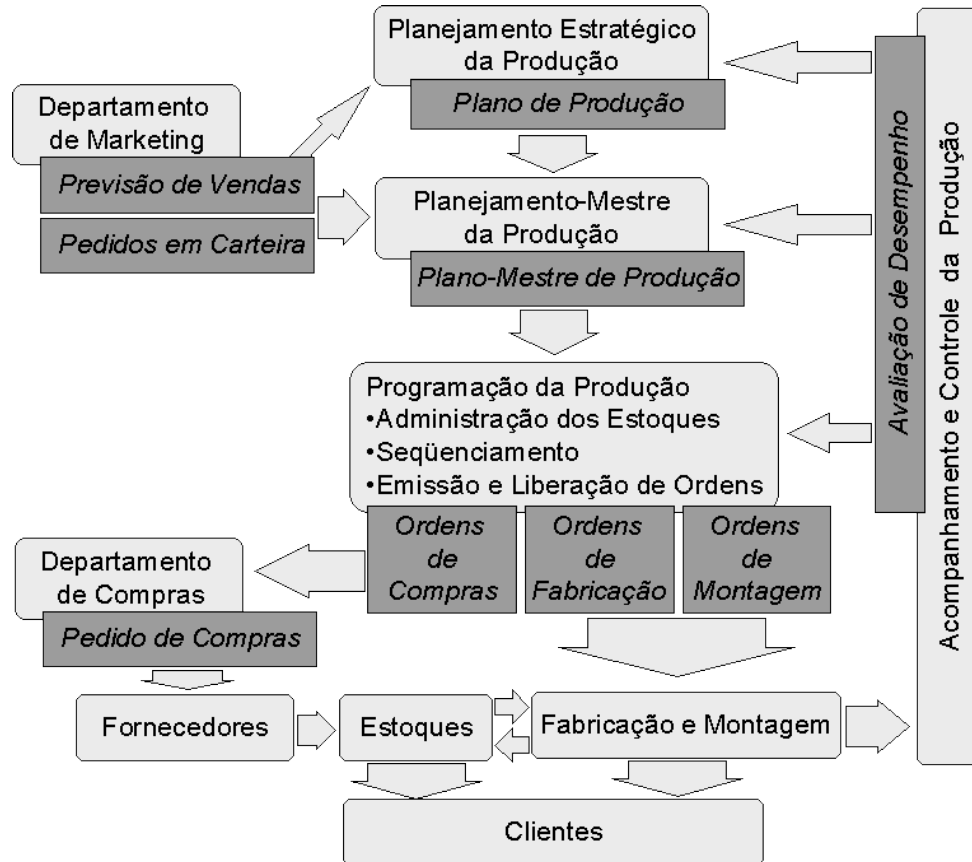
O PCP ocorre em três níveis hierárquico: estratégico, tático e operacional.

No nível estratégico, onde são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa, o PCP participa da formulação do Planejamento Estratégico da Produção, gerando um plano de produção. No nível tático, onde são estabelecidos os planos de médio prazo para a produção, o PCP desenvolve o Planejamento Mestre da Produção, obtendo o Plano Mestre da Produção (PMP). No nível operacional, onde estão preparados os programas de curto prazo de produção e realizado o acompanhamento dos mesmos, o PCP prepara a programação da produção administrando estoques, sequenciado, emitindo e liberando as ordens de compras, fabricação e montagem, bem como executa o acompanhamento e controle da produção (MOLINA; RESENDE, 2006).

Neste nível, nota-se a eficácia do PCP com maior clareza, uma vez que representa a fase em que ocorre o auge da produção.

Após passar pelos três níveis hierárquicos, as ordens são enviadas para o Departamento de Compras, Fabricação e Montagem. Uma parte das ordens é armazenada como estoque, e a outra, comercializada com o consumidor final do produto.

Figura 3 – Visão geral das Atividades do PCP



Fonte: Tubino (2007)

2.2 PREVISÃO DE DEMANDA

Archer (1980) define a previsão como a habilidade de prever a ocorrência de eventos antes que eles realmente ocorram. As previsões, portanto, fornecem informações que permitem que os planejadores tomem decisões antes do surgimento dos acontecimentos previstos que afetam ou são afetados por suas ações. Nesse sentido, a previsão está no centro do planejamento. Sem previsões confiáveis da demanda, é incerto produzir planos de desenvolvimento significativos ou formular prescrições políticas adequadas. O acerto ou erro de uma previsão poderá determinar o fracasso ou sucesso de uma empresa em um período curto ou em um horizonte maior (LIN, 2009).

Realizar previsão de demanda é uma atividade importante, pois pode revelar as tendências de mercado e contribuir no planejamento estratégico da empresa (WERNER; RIBEIRO, 2003). Para Lemos (2006), a formulação de planejamento e o direcionamento estratégico das empresas dependem da identificação e a previsão correta das mudanças

emergentes no ambiente de negócios, o que torna a previsão de demanda um elemento chave na tomada de decisão gerencial. As previsões de demanda também auxiliam na solução de problemas mais imediatos (WERNER; RIBEIRO, 2003), os gerentes conseguem dimensionar a produção e verificar os recursos materiais e humanos necessários para o processo. (MESQUITA, 2016)

2.3 MÉTODOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

Os chamados Métodos de Previsão de Demanda têm como objetivo estimar as vendas futuras, por meio de análises que propiciam que os gestores estabeleçam metas de faturamento e indiquem com maior assertividade a dimensão das mercadorias a serem desenvolvidas ou obtidos com os fornecedores. Na maioria dos mercados, a demanda da empresa não é estável, e uma boa previsão torna-se fator chave para o sucesso. Quanto mais instável for a demanda, maior será a importância da precisão da previsão e, conseqüentemente, mais elaborados serão os procedimentos para tanto (WERNER, 2004).

Segundo Lin (2009), os métodos de previsão de demanda classificam-se entre qualitativo e quantitativo. O método qualitativo fragmenta-se em avaliação subjetiva e exploratórios, e o quantitativo subdivide-se em séries temporais e explicativas ou causais.

Figura 4 – Métodos de Previsão de Demanda



Fonte: Adaptado de Lin (2009)

Para Armstrong (2011), uma previsão de sucesso exige um processo de conhecimento, seja a tarefa de escolher e aplicar os modelos usados na previsão quantitativa ou fazendo os julgamentos holísticos usados em previsões qualitativas. A aprendizagem eficiente exige fazer estimativas explícitas e avaliá-las contra os eventos subsequentes.

2.3.1 MÉTODOS QUALITATIVOS

Os métodos qualitativos de previsão, também chamados métodos intuitivos ou subjetivos, dependem da experiência acumulada pelos especialistas ou grupo de pessoas reunidas para prever a probabilidade do resultado de eventos (LEMOS, 2006). Métodos qualitativos são adaptáveis, mas tendenciosos devido a incorporação de opiniões de entrevistados ou especialista (SPEDDING; CHANN, 2000; LEMOS, 2006). Para Bonotto e Flogliatto (2015), estes métodos possuem como características principais a incorporação de fatores como julgamentos, experiências, opiniões e intuições, em geral, todos subjetivos, em suas análises.

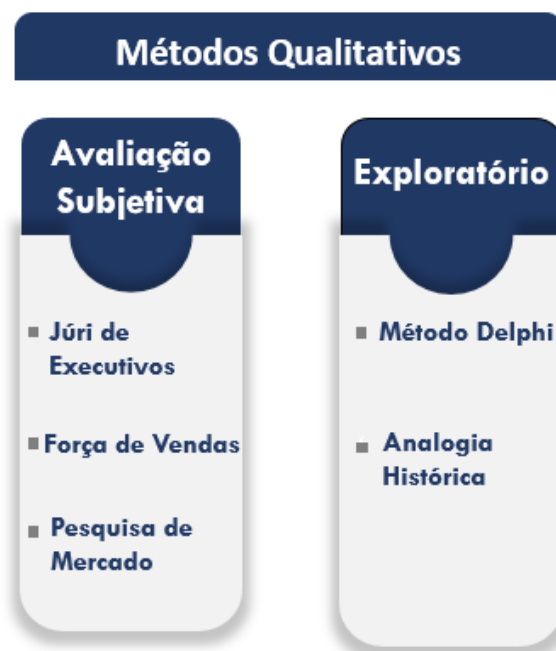
Um dos problemas identificados por Armstrong (2011) seria referente à violação de alguns princípios de previsão qualitativa. Um dos fundamentos é que as previsões de julgamento devem ser geradas de forma independente. No entanto, as opiniões pessoais

podem sofrer influências externas, mesmo que grupos focais argumentem sem intenções de destinar a produção de previsões.

O método qualitativo foi subdividido nas categorias de avaliação subjetiva e exploratória (Figura 5). O modo subjetivo é aquele no qual os processos usados para analisar os dados não são bem especificados. Eles podem ser baseados em processos simples ou complexos e usar dados subjetivos ou objetivos com inputs. O fator crítico é que os dados são transformados em previsões na mente do previsor (LIN, 2009). Dentre os métodos de avaliação subjetiva, encontram-se o Júri de executivos, Força de Vendas e Pesquisa de mercado.

Os métodos Delphi e Analogia Histórica classificam-se como caráter exploratório. Os métodos exploratórios utilizam conhecimento e avaliações sobre o passado para prever o futuro (LIN, 2009).

Figura 5 – Métodos Qualitativos



Fonte: Adaptado de Lin (2009)

2.3.1.1. JÚRI DE EXECUTIVOS

Esse método baseia-se no ponto de vista de grupos restritos de executivos de elevada posição hierárquica sobre determinada variável que se pretende realizar a previsão, isto porque, enquanto executivos, eles devem conhecer bem as atividades desenvolvidas em seus

respectivos setores, e essa troca de opiniões entre eles possibilita uma visão sistêmica de todo processo (ROSSETTO et al, 2011).

É importante perceber que este método é útil quando não se têm dados históricos anteriores de demanda. (PEINADO; GRAEML, 2007).

2.3.1.2. MÉTODO DELPHI

Modelo que busca o consenso de um grupo de especialistas a respeito do comportamento de determinada demanda sem que haja interação pessoal entre eles, buscando esquivá-los da influência mútua (CASTRO, 2009).

Esse método é especialmente recomendável quando não se dispõe de dados quantitativos ou estes não podem ser projetados para o futuro com segurança, em face de expectativa de mudanças estruturais nos fatores determinantes das tendências futuras, ou seja, quando há rupturas ou descontinuidades no ambiente ou no assunto específico que se pretende estudar (GRISI e BRITTO, 2003).

2.3.1.3. FORÇA DE VENDAS

Normalmente, quem está à frente de determinada atividade possui experiência relevante neste aspecto. Deste modo, pode-se dizer que a opinião da equipe de vendas é importantíssima no processo de elaboração das previsões, uma vez que eles estão em contato direto com a demanda (ROSSETTO et al, 2011).

2.3.1.4. PESQUISA DE MERCADO

Segundo Bonotto; Fogliatto (2015) este método consiste num modelo de verificação da atuação da demanda através da listagem dos fatores mais importantes que interferem a preferência do consumidor. Em geral, a pesquisa tem como principal foco a execução direta de questionários e a efetuação de entrevistas face a face com um número representativo do mercado. Trata-se do modo mais confiável para alcance de informações representativas sobre determinado público.

2.3.1.5. ANALOGIA HISTÓRICA

Trata-se de um modelo que busca identificar produtos que possuam dados históricos suficientes e sejam similares ao objeto de estudo para se realizar uma análise comparativa e poder gerar uma melhor estimativa. Costuma-se chamar esses itens com padrões semelhantes de “produtos-espelhos” (CASTRO, 2009).

3. MÉTODOS DE PESQUISA

O estudo a ser desenvolvido trata-se de uma pesquisa aplicada, pois “objetiva gerar conhecimentos para a aplicação prática, dirigidos à solução de problemas específicos” (GERHARDT e SILVEIRA, 2009). O objetivo é considerado exploratório, pois envolve um levantamento bibliográfico.

Por se tratar de uma análise e estudo de caso, a abordagem classifica-se como qualitativa. Os procedimentos da pesquisa são classificados como bibliográfica, pois será realizada uma revisão da literatura na primeira etapa do trabalho.

4. DESENVOLVIMENTO

4.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DA INDÚSTRIA PETROQUÍMICA

A química está envolvida em nosso cotidiano, quase todos os produtos que usamos em nossa rotina possui algum componente ou insumo proveniente da indústria química. Em 2015, este setor foi considerado como o terceiro maior segmento da indústria de transformação brasileira, representando aproximadamente 10,8% sobre o PIB Industrial.

Figura 6 – Participação da Indústria Química na Indústria de Transformação (em % sobre o PIB Industrial)



Fonte: IBGE – PIA Empresas Unidade de Investigação: Unidade local industrial (base: 2015).

A petroquímica é o setor da química vinculado aos derivados de petróleo e suas vastas aplicações. A indústria petroquímica tem como finalidade gerar o maior número possível de subprodutos, com menor custo e maior qualidade a partir da matéria-prima do petróleo.

A petroquímica representa o setor mais significativo e dinâmico da abrangente indústria química brasileira, a qual estima-se ter adquirido um faturamento líquido de US\$ 58,1 bilhões em 2017, equivalendo a um aumento de cerca de 10,5% do faturamento de 2016, subdividido pelos Grupos de Produtos (Tabela 1).

A competitividade da indústria petroquímica está intimamente relacionada com os seguintes fatores: escala de produção, integração, disponibilidade de matéria-prima, tecnologia, facilidade de acesso ao mercado consumidor e custo de capital (GOMES; DVORSAK; HEIL, 2005).

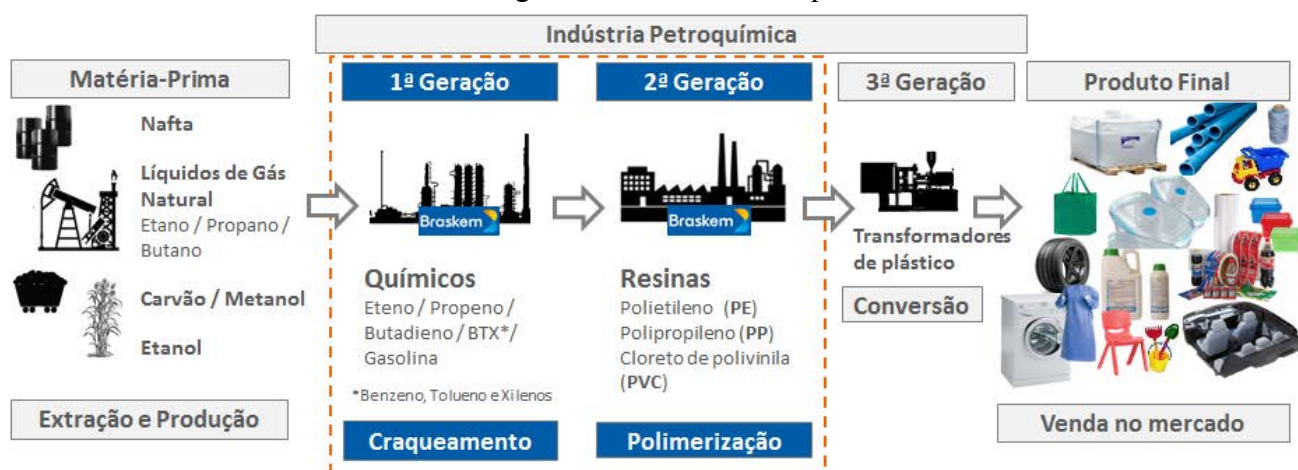
Tabela 1 – Faturamento Líquido por Grupos de Produtos - 2017

Faturamento Líquido por Grupos de Produtos - 2017	
Produtos	US\$ Bilhões
Outros Prod. Quím. Orgânicos	9,6
Produtos e preparados Químicos diversos	9,4
Resinas Termoplásticas	9,4
Petroquímicos Básicos	9,1
Outro Inorgânicos	5,4
Intermediários para Resinas e Fibras	4,8
Intermediários para Fertilizantes	3,4
Gases Industriais	2,7
Cloro e Álcalis	1,8
Elastômeros	1,3
Resinas Termofixas	1,2

Fonte: Adaptado de Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim) (estimativa).

A cadeia petroquímica constitui-se de quatro ramos principais: extração de matéria-prima, primeira geração, segunda geração e terceira geração.

Figura 7 – O Setor Petroquímico



Fonte: BRASKEM (2018)

A primeira etapa consiste na extração e produção de matéria-prima, que depois passará por um procedimento de craqueamento e produzirá diversos petroquímicos básicos, dando entrada à fase da 1ª geração.

Segundo Gomes, Dvorsak e Heil (2005), a primeira geração constitui os insumos básicos petroquímicos - olefinas (eteno, propeno e butadieno) e aromáticos (benzeno, tolueno e xilenos). Estes químicos podem ser vendidos para terceiros ou, com o objetivo de criação de valor, podem ser polimerizadas num processo onde se tornam resinas termoplásticas.

A segunda geração são, sobretudo, as produtoras de intermediários e resinas termoplásticas. As empresas de terceira geração, mais conhecidas por empresas de transformação plástica, são os clientes da indústria petroquímica que transformam os produtos da segunda geração e intermediários em materiais e artefatos utilizados por diversos segmentos, como o de embalagens, construção civil, elétrico, eletrônico e automotivo (GOMES; DVORSAK; HEIL, 2005).

A empresa envolvida no estudo de caso a ser tratado neste trabalho, constitui-se como a maior produtora de resinas termoplásticas nas Américas e a maior produtora de polipropileno nos Estados Unidos. A companhia foi considerada a única petroquímica integrada de primeira geração e segunda geração de resinas termoplásticas no Brasil.

O foco de fabricação da empresa petroquímica são as resinas polietileno (PE), polipropileno (PP) e policloreto de vinila (PVC), e também os insumos químicos básicos (eteno, propeno, butadieno, benzeno, tolueno, cloro, soda e solventes, etc). Agrupados, proporcionam um dos portfólios mais completos do mercado, ao compor-se também do polietileno verde, produzido a partir da cana-de-açúcar, de origem 100% renovável.

A empresa é considerada de grande porte, pois possui, atualmente, 41 unidades industriais: sendo 29 no Brasil (Alagoas, Camaçari, Duque de Caxias, Mauá e Triunfo), 6 (cinco) nos Estados Unidos, 2 (duas) na Alemanha e 4 (quatro) no México. Todos as unidades de negócio Químicos são localizados no Brasil, e são denominados de acordo com a ordem de integração à companhia: Camaçari (Q 1), Triunfo (Q 2), Mauá (Q 3) e Duque de Caxias (Q 4). A capacidade de produção é de mais de 20 milhões de toneladas por ano de resinas termoplásticas e outros produtos petroquímicos.

A empresa está inserida no setor químico e petroquímico, que tem participação relevante em inúmeras cadeias produtivas e é essencial para o desenvolvimento econômico. Nesse contexto, a química e o plástico contribuem na criação de soluções sustentáveis para a melhoria da vida das pessoas em setores como moradia, alimentação e mobilidade (BRASKEM, 2018).

4.2. OTIMIZAÇÃO

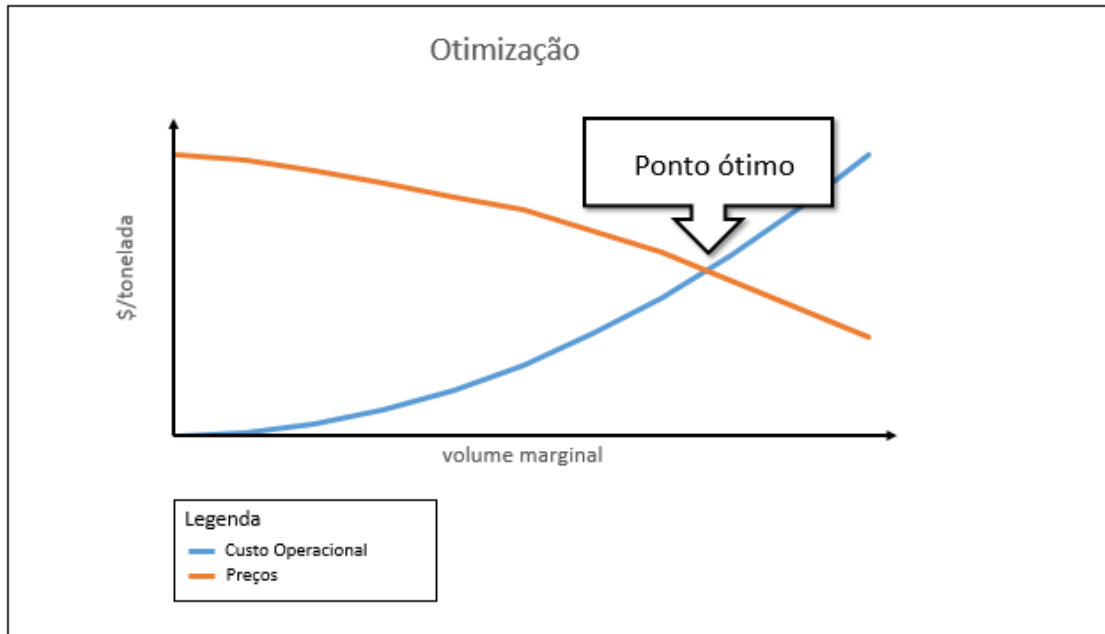
O uso de ferramenta de otimização incorporada aos ciclos de planejamento contribui fortemente para garantir a competitividade do negócio. O otimizador procura tomar decisões de única ou de múltipla escolha durante o processo, considerando todos os cenários viáveis, com a finalidade de encontrar a maior probabilidade do ótimo global.

Na empresa a ser estudada, para as simulações de previsão dos números, leva-se em consideração os inputs manuais realizados, dentre eles estão os principais fatores: capacidade de produção, fatores naturais e fatores de risco. Os inputs são inseridos dentro do otimizador SCMart, software desenvolvido exclusivamente para a empresa, que possui um formato rápido e assertivo como direcionador de decisões, desde que a função objetivo seja clara e os inputs qualificados.

O SCMart envolve decisões sobre fornecedores, recursos disponíveis, nível de estoque e clientes, levantando possibilidade de como reduzir custos, garantir melhor performance da empresa e perpetuação dos negócios. Consiste em uma ferramenta para auxiliar no planejamento, no design, análises dos ativos e na programação da produção.

A otimização inicia-se com a leitura dos inputs e o processo retorna seus respectivos outputs referentes ao ponto ótimo. Segundo Marins (2011), denomina-se solução ótima, aquela que maximiza ou minimiza a função objetivo, buscando a melhor solução dentre as viáveis. Neste estudo de caso, o ponto de operação é referente ao volume no qual o custo marginal é igual ao preço marginal (Figura 6). A partir deste ponto, se o volume de venda aumentar, a margem marginal apresentará prejuízo na venda deste volume excedente. E, se o volume de venda diminuir, a margem marginal torna-se positiva, apontando que há um prejuízo por deixar de vender um volume com esta indicação.

Figura 8 – Ponto ótimo de operação



Fonte: Próprio do autor (2018)

Este procedimento é validado por gerentes e demais responsáveis pelo processo, numa reunião de consolidação das áreas de Planejamento das Operações, Comercial e Logística para detalhar os volumes de atendimento, sinergias e modais de transporte. Após isto, as informações são comunicadas às equipes envolvidas e registradas para futuras consultas. Por fim, o resultado da otimização é comparado tanto com o que foi planejado anteriormente como com os resultados reais do processo. Este ciclo se reinicia continuamente, controlando as operações da empresa (Figura 7).

Figura 9 – Processo de otimização



Fonte: Próprio do autor (2018)

4.3. MODELAGEM DO PROBLEMA

O estudo, a seguir, será feito sobre a primeira geração (petroquímicos básicos), concentrando-se no processo de analisar a confiabilidade do método utilizado para a previsão de demanda aplicado ao planejamento da produção (níveis tático e operacional).

Atualmente, para as simulações de previsão do plano de produção da empresa, leva-se em consideração os inputs manuais realizados, que são pré-determinados por um Gerente Comercial. Logo, o método aplicado classifica-se como qualitativo, uma vez que tem caráter subjetivo, levando em consideração a opinião de especialistas para a realização de previsão de demanda.

Objetiva-se verificar se o método aplicado atualmente, encontra-se como o mais adequado, do ponto de vista da confiabilidade, para o plano de produção de petroquímicos básicos. Pretende-se também contribuir com uma literatura sobre a abordagem do uso de um simulador para otimização no desenvolvimento do planejamento da produção e sua contribuição para a melhoria de tomadas de decisões.

5. RESULTADOS

A coleta das informações teve início após a confirmação da acessibilidade de dados para o estudo das previsões. A empresa armazena dados históricos mensais, tanto de previsão de demanda, quanto dos dados reais de produção, por meio de um sistema que possui atualização mensal. Nesta etapa, foi escolhido o produto a ser estudado e coletaram seus dados históricos de venda referentes ao ano de 2017.

Conforme os objetivos do estudo, de analisar a confiabilidade do uso de método qualitativo para previsão de demanda, os resultados adquiridos em quilotonelada apresentam-se na Tabela 2, apresentando 12 observações mensais, de janeiro de 2017 a dezembro de 2017, realizando a análise do produto selecionado.

Tabela 2 – Dados do consumo de Polietileno na unidade da Bahia em 2017

consumo de Polietileno - unidade BA						
Período	Previsão [kt]	Realizado [kt]	Delta	Assertividade	Indicador	Desvio
jan-17	52,8	52,4	-0,4	99%	▼	-1%
fev-17	49,3	48,6	-0,7	99%	▼	-1%
mar-17	52,3	53,3	1	98%	▲	2%
abr-17	54,2	49,5	-4,7	91%	▼	-9%
mai-17	57,6	56,9	-0,7	99%	▼	-1%
jun-17	54,8	53,5	-1,3	98%	▼	-2%
jul-17	59,1	53,4	-5,7	90%	▼	-10%
ago-17	58,1	56,4	-1,7	97%	▼	-3%
set-17	54,2	54,2	0	100%		0%
out-17	53,9	52,6	-1,3	98%	▼	-2%
nov-17	50,1	45,9	-4,2	92%	▼	-8%
dez-17	54,3	52,3	-2	96%	▼	-4%

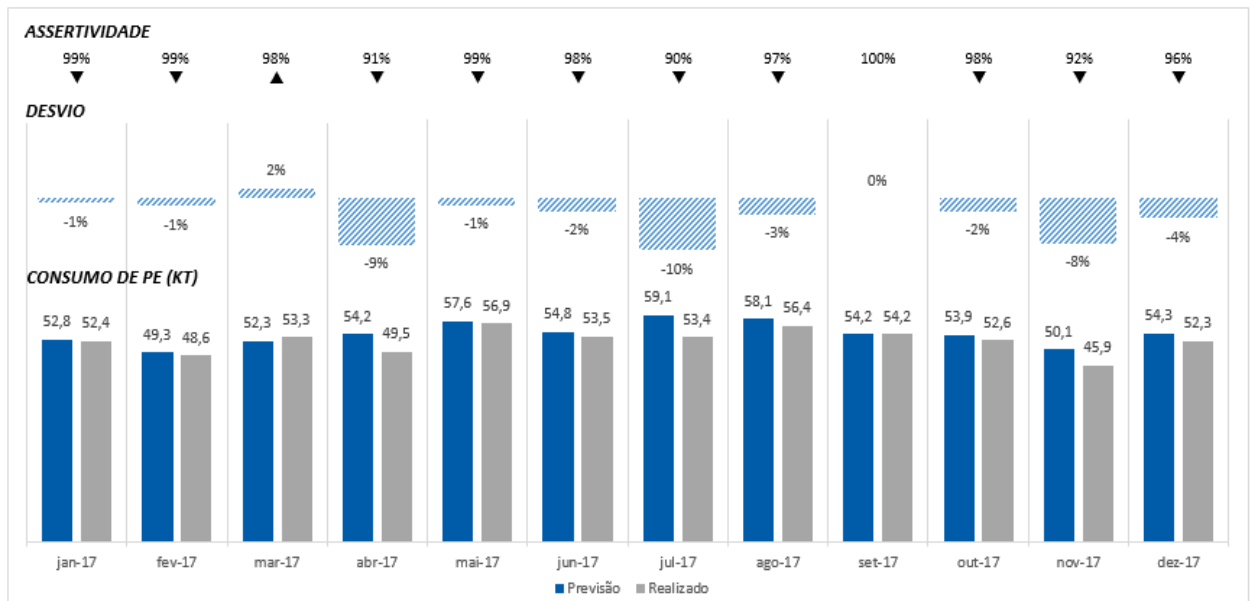
Fonte: Próprio do autor (2018)

Após a coleta, os dados foram tabulados em planilha de Excel, realizando também as comparações do delta entre Previsão e Realizado, bem como a porcentagem de assertividade e desvios. Preferiu-se o uso de planilha eletrônica pelo motivo de monitoramento da etapa de cálculo e homogeneização da escala.

Os dados nomeados como “Previsão” são as informações de output do otimizador SCMart premeditadas para aquele mês. Já as informações dadas como “Realizado” são os dados já consolidados que foram cumpridos naquele respectivo mês. O “Delta” constitui-se da diferença entre os dados do Realizado e a Previsão, o “Desvio” faz o cálculo da porcentagem

que o Delta representa dentro da Previsão estipulada e a Assertividade corresponde a 100% menos o Desvio gerado, mostrando o quanto a acurácia do método foi atingida.

Figura 10 – Representação gráfica dos dados do consumo de PE na unidade da Bahia em 2017



Fonte: Próprio do autor (2018)

Com a finalidade de verificar a confiabilidade do método qualitativo, primeiramente, calculamos o Erro médio de previsão, afim de torna-lo o parâmetro de comparação para a confiabilidade.

A diferença entre o valor realizado (A_t) e o previsto (P_t), reflete o erro de previsão (e_t). Quando este valor é dividido pelo período n , temos a resposta do erro médio de previsão (EM).

$$e_t = A_t - P_t \quad (i)$$

$$EM = \frac{\sum_{t=1}^n e_t}{n} \quad (ii)$$

Tabela 3 – Cálculo Erro Médio

consumo de Polietileno - unidade BA				
Período	Previsão [kt]	Realizado [kt]	e_t	Erro Médio
TOTAL:	650,7	629	-21,7	-3%

Fonte: Próprio do autor (2018)

A partir dos cálculos, obtivemos para o Erro médio de previsão o valor de 1,8083, o que representa, aproximadamente, 3% de desvio aceitável. Portanto, todos os dados apresentados que possuam desvio superior a 3%, são considerados como falha, sendo assim, identificou-se 8 meses os dados encontram-se como adequados ou dentro dos limites estabelecidos, e 4 meses considerados como ocorrência de falhas.

Para o cálculo do fator de confiabilidade, utilizamos da fórmula de MTBF (*mean time between failures* ou tempo médio entre falhas), Taxa de Falhas (λ) e Confiabilidade (R_t).

$$MTBF = \frac{\text{Tempo em bom funcionamento (em meses)}}{\text{número de falhas}} \quad (\text{i})$$

$$\lambda_t = \frac{1}{MTBF} \quad (\text{ii})$$

$$R_t = e^{-\lambda t} \quad (\text{iii})$$

Tabela 4 – Cálculo do fator de Confiabilidade

consumo de Polietileno - unidade BA				
Falhas	Funcionamento Adequado	MTBF	λ_t	R_t
4	8	2	0,5	0,00247875

Fonte: Próprio do autor (2018)

A confiabilidade é a estimativa do erro de uma medida, ou seja, o quanto o seu valor obtido varia em relação ao valor real. Os cálculos acima foram realizados de forma a relatar qual a porcentagem de falha do método de previsão qualitativo.

6. CONCLUSÃO

Os modelos matemáticos (estatísticos e econométricos) permitem a obtenção dos erros (de previsão). Porém, para a previsão qualitativa, isto nem sempre se verifica. Caso não exista registro das previsões realizadas em períodos anteriores, é inviável obter os erros. Depois de obtidos os erros de previsão, é preciso buscar informações sobre a variância destes erros, procedendo-se, então, com a obtenção das estimativas da variância (WERNER, 2004).

A confiabilidade varia em uma escala de 0 a 1, sendo, neste caso, o zero representado pelo mínimo de falhas e o número 1 o máximo. De acordo com os cálculos obtidos, é possível observar que o fator de confiabilidade se aproxima de zero, indicando a baixa chance de falha do método qualitativo no estudo de caso apresentado. É possível afirmar que para o período e produto apresentado a metodologia apresenta-se adequada, porém não é viável garantir a assertividade do método para outros períodos e/ou produtos.

Apenas identificar como ocorre o processo de elaboração das previsões, não é o suficiente, portanto, buscou-se identificar, além disso, qual a importância desta atividade para as empresas, bem como a confiabilidade dos resultados obtidos através das técnicas utilizadas, entre outros aspectos, sob a ótica da análise qualitativa (ROSSETTO et al, 2011).

REFERÊNCIAS

- ABIQUIM. **O desempenho da indústria química em 2017**. Disponível em: < https://abiquim.org.br/uploads/guias_estudos/desempenho_industria_quimica_2017.pdf> . Acesso em: 04 jun. 2018
- ARCHER, B. H. Forecasting demand: quantitative and intuitive technique. **International journal of tourism management**, Guilford, p. 1-8. mar. 1980.
- ARMSTRONG, J. Strategic planning and forecasting fundamentals. In: ALBERT, K. **The strategic management handbook**. New York: MacGraw Hill, 1983.
- ARMSTRONG, J. S. **Principles of forecasting: A handbook for researchers and practitioners**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- BRASKEM. **O Setor Petroquímico**. Disponível em: < <http://www.braskem-ri.com.br/o-setor-petroquimico>> . Acesso em: 04 dez. 2018.
- BONOTTO, G.; FOGLIATTO, F. S. **Previsão de demanda a partir de métodos quantitativos aplicada ao setor varejista**. 2015. 23 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.
- CASTRO, R.A. **Estudo do comportamento da demanda no varejo através de modelos de previsão**. 2009. 123 f. Trabalho de Conclusão de Curso. Graduação em Engenharia de Produção – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, 2009.
- CALÔBA, G. M.; CALÔBA, L. P.; SALIBY, E. Cooperação entre redes neurais artificiais e técnicas 'clássicas' para previsão de demanda de uma série de vendas de cerveja na Austrália. **Pesquisa Operacional**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 3, p.345-358, jul. 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s0101-74382002000300004>>. Acesso em: 20 nov. 2018
- CARMELITO, R. **As dificuldades do PCP: planejamento e controle de produção**. 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/negocios/as-dificuldades-do-pecp-planejamento-e-controle-de-producao/26334/>>. Acesso em: 07 ago. 2018
- DIAS, G. P. P. Proposta de processo de previsão de vendas para bens de consumo. In: **Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 19., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1999.
- FAVA, V. L. Metodologia de box-Jenkins para modelos univariados. In: VASCONCELLOS, M. A. S.; ALVES, D. **Manual de econometria: nível intermediário**. São Paulo: Atlas, 2000.
- GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB /UFRGS e pelo Curso de Graduação Tecnológica – Planejamento e Gestão para o Desenvolvimento Rural da SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GOMES, P.; DVORSAK, P.; HEIL, T. **Indústria petroquímica brasileira: Situação Atual e Perspectivas**. 2005. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/2485/1/BS%2021%20Ind%C3%BAstria%20petroqu%C3%ADmica%20brasileira_P.pdf>. Acesso em: 09 set. 2018

GRISI, C.C. H. ; BRITO, R. P. Técnica de cenários e o método Delphi: uma aplicação para o ambiente brasileiro. In: Seminários em administração, 6., 2003, São Paulo. **Anais...** São Paulo: FEA-USP, 2003. Disponível em: <http://www.ead.fea.usp.br/Semead/6semead/MKT.htm>>. Acesso em: 20 set. 2018

JANUÁRIO, R. S. B. Et al. Índice de massa corporal e dobras cutâneas como indicadores de obesidade em escolares de 8 a 10 anos. *Revista Bras Cineantropom Desempenho Hum*, Florianópolis, v. 10, n. 3, p. 266-70, 2008.

KOTLER, P. **Marketing management: analysis, planning, implementation, and control**. New Jersey: Prentice-Hall, 1991.

LEMOS, F. O. **Metodologia para seleção de métodos de previsão de demanda**. 2006. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.

LIN, T. Y. **estudo de modelos de previsão de demanda**. São Paulo: Fundação Getúlio Vargas, 2009.

LINDBERG, E.; ZACKRISSON, U. Deciding about the uncertain: the use of forecasts as an aid to decision-making. **Scandinavian journal of management**, v. 7, n. 4, p.271-283, jan. 1991. Elsevier BV. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/0956-5221\(91\)90003-j](http://dx.doi.org/10.1016/0956-5221(91)90003-j)>. Acesso em: 18 nov. 2018

LUSTOSA, L. et al. **Planejamento e controle da produção**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008. cap 9, p. 201-248.

MACHLINE, C. et. al. **Manual de administração e produção**. 5. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1979.

MARINS, F. A. S. **Introdução a pesquisa operacional**. São Paulo: Cultura Acadêmica, Universidade Estadual Paulista, Pró-reitora de Graduação, 2011.

MESQUITA, M. A.; CASTRO, R. L. **Análise das práticas de planejamento e controle da produção em fornecedores da cadeia automotiva brasileira**. 2008. 10 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola Politécnica de São Paulo, São Carlos, 2006.

MESQUITA, R. **PCP: o que é plano de controle de produção e qual sua importância na logística da sua empresa**. 2016. Disponível em: <<http://saiadolugar.com.br/pcp/>>. Acesso em: 30 jun. 2018

MOLINA, C. C.; RESENDE, J. B. atividades do planejamento e controle da produção (PCP). **Revista científica eletrônica de administração**, Garça, v. 11, n. p.1-5, dez. 2006.

PAULA, G. B. **planejamento estratégico, tático e operacional**. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/planejamento-estrategico-tatico-e-operacional/>>. Acesso em: 15 set. 2018

PEINADO, J.; GRAEML, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: Unicenp, 2007. 748 p.

PEREIRA, L. **S. Petroquímica**. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/quimica/petroquimica/>>. Acesso em: 30 ago. 2018

ROSSETTO, M. et al. **Técnicas qualitativas de previsão de demanda: um estudo multicase com empresas do ramo de alimentos**. VIII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos11/55814697.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2018

SANTOS, M. et al. Análise da demanda dos itens de alto valor agregado: aplicação do teste de kruskal-wallis em uma multinacional do setor de óleo e gás. **Revista Produção Industrial e Serviços**, Paraná, v. 3, n. 1, p.1-14, dez. 2016.

SELLITTO, M. Formulação estratégica da manutenção industrial com base na confiabilidade dos equipamentos. **Produção**, São Paulo, v.15, n.1, p. 44-59, 2005.

SPEDDING, T; CHANN, K. Forecasting demand and inventory management using Bayesian time series. **Integrated manufacturing systems**, Singapura, v. 11, n. 5, p. 331-339, 2000

TUBINO, D. F. **O planejamento e controle da produção: teoria e prática**. São paulo: editora atlas, 2007.

WERNER, L.; RIBEIRO, J. L. D. **Previsão de demanda: uma aplicação dos modelos boxjenkins na área de assistência técnica de computadores pessoais**. 2003. 21 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.

WERNER, L. **Um modelo composto para realizar previsão de demanda através da integração da combinação de previsões e do ajuste baseado na opinião**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 166 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) –Departamento de Engenharia de Produção e Transportes, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.