

Análise do comportamento da demanda com abordagem de cenários simulados no setor automobilístico

Analysis of demand behavior with simulated scenarios in the automotive sector

Sergio de Araujo

Mestrando em Engenharia Mecânica da Produção pela Universidade de Taubaté – UNITAU. Taubaté, SP – Brasil. sergioara3@yahoo.com.br

Valesca Alves Corrêa

Doutora em Engenharia Mecânica e Professora do Departamento de Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté – UNITAU. Taubaté, SP – Brasil. valesca.correa@unitau.com.br

Luiz Eduardo Nicolini do Patrocínio Nunes

Doutor em Engenharia Mecânica e Professor do Departamento de Engenharia Mecânica pela Universidade de Taubaté – UNITAU. Taubaté, SP – Brasil. luiz@unitau.br

Resumo

A Engenharia Mecânica da Produção é uma área muito importante para diversos setores industriais. As empresas procuram melhorar seus processos, métodos, filosofias, mecanismos e tecnologias para alcançarem melhores destaques competitivos diante da concorrência, conquistando maior participação e preferência dos consumidores num mercado acirrado. Neste trabalho, objetiva-se realizar uma análise comportamental da demanda de uma empresa do setor automobilístico simulando um cenário por meio da implantação de ampliação da visibilidade das etapas do processo fabril, de trânsito e de armazenagem. A metodologia empregada envolve uma ampla revisão de diversos casos em que a ferramenta de simulação é utilizada para disponibilizar a visibilidade de diferentes etapas da produção. Espera-se demonstrar que a demanda linear pode equalizar o nível de estoque aliado à aplicação de um modelo de política de comercialização dos produtos e atendimento da demanda com a ampliação da visibilidade da rede de concessionárias dessa empresa, possibilitando a colocação de pedidos em qualquer etapa da cadeia produtiva.

Palavras-chave: Otimização. Previsão de demanda. Simulação computacional. Sistemas de produção.

Abstract

The field of mechanical engineering production is very important for many industries. Companies seek to improve their processes, methods, philosophies, mechanisms and technologies to achieve a competitive edge, win over consumer preference, and gain a greater share of a strained market. The aim of this paper is to carry out a behavioral analysis of demand for a company in the automotive sector by simulating a scenario that entails implementing an expansion of visibility of the steps of the manufacturing process, transit and storage. The methodology involves an extensive review of several cases, where the simulation tool is used to provide visibility of the different stages of production. It is expected to show that linear demand can equalize the level of stock when allied to the application of a marketing policy model of product and service demand along with the expansion of its dealer network's visibility, allowing the placement of orders at any stage of the chain of production.

Key words: Computer simulation. Demand forecasting. Optimization. Production systems.



1 Introdução

A busca constante para a maximização dos lucros e minimização dos custos pressiona as empresas a se reinventarem a cada dia.

Diante de um mundo globalizado, as empresas necessitam criar constantemente formas de relacionamento que tragam as condições necessárias de parcerias, contemplando objetivos comuns que possibilitam o surgimento de novas oportunidades de negócios no mercado.

Mudanças de estratégias são constantes num mercado de grande competitividade e assim que uma vantagem competitiva é estabelecida em determinado segmento, logo os demais participantes procuram outros conceitos para não ficarem obsoletos, mesmo que tenham de copiar os modelos de seus concorrentes mais fortes. A flexibilidade dos métodos de colocação de pedido nos diversos estágios do processo produtivo vem ao encontro para auxiliar na redução dos níveis de estoque.

Assim, o uso de novas tecnologias para obter um desempenho operacional cada vez mais eficiente exige um planejamento e a programação de produção, e são métodos de fundamental importância para otimizar o sistema de produção, sendo esse um dos problemas enfrentados pelas empresas.

A simulação computacional é uma aliada dos gestores e tomadores de decisão, os quais contribuem para a sua crescente disseminação no mercado empresarial, e pode ser aplicada para prever como será um determinado comportamento de um problema específico. Em face da variedade de métodos e ferramentas disponíveis, é preciso uma melhor compreensão dessa metodologia visando a sua correta adequação ao projeto abordado.

Nesse cenário, para se manterem mais competitivas e conquistarem novos mercados, as empresas buscam por ferramentas de simulação, dentre as diversas opções disponíveis, aquelas que

melhor atendam a objetivos, como minimização de custos, melhoria de qualidade, maximização de lucros, alocação dos recursos, redução de estoques.

O objetivo deste trabalho é avaliar o comportamento da demanda por meio da introdução de uma nova política de visibilidade da cadeia de produção possibilitando à rede de concessionário colocar pedidos em qualquer fase do processo, resultando na equalização dos estoques da montadora pelos processos simulados.

2 Fundamentação teórica

Neste tópico, será abordada a fundamentação teórica sobre os temas mais relevantes ao trabalho. A base proveniente para o estudo abrange os sistemas produtivos que envolvem estimativas e otimização de estoque e simulação computacional.

2.1 Simulação e modelagem

A simulação computacional é uma ferramenta capaz de reproduzir os diversos cenários e estimar os respectivos resultados. Um estudo realizado no desempenho dos fluxos de processos simulados permite visualizar a gestão dos recursos e estimar os ganhos de novos cenários, principalmente considerando a inconstância de demanda e de mercados.

As ferramentas de simulação permitem o estudo dos dados com níveis de detalhes minuciosos, possibilitando que diferenças de comportamento, às vezes sutis, venham a ser notadas.

O emprego de animações permite visualizar o comportamento dos sistemas durante as simulações, um estudo simulado pode economizar tempo, recursos financeiros, recursos operacionais no desenvolvimento de projetos, trazendo ganhos de produtividade e qualidade, com situações seme-

lhantes ao do sistema real em um ambiente que não existe.

Para Freitas Filho (2008), são muitas as definições de simulação. Os sistemas de simulação têm sido aceitos e empregados como técnicas que permitem aos analistas dos mais diversos segmentos verificarem ou encaminharem soluções, com a profundidade desejada, aos problemas com os quais convivem diariamente. O intuito é apoiar a tomada de decisão e, para isto, deve-se criar um modelo que atenda as necessidades das organizações capazes de projetar os cenários como se fossem a própria realidade, livres de distorções ou inconsistências dos dados.

Desenvolve-se um experimento com modelos de simulação objetivando encaminhar uma solução a um dado problema em virtude de algumas razões básicas que são consideradas para não ser praticadas no ambiente real. As razões mais comuns são: i) o sistema real ainda não existe; ii) experimentar com o sistema real é dispendioso; iii) experimentar com o sistema real não é apropriado.

A Figura 1 demonstra as etapas a serem seguidas de um processo de simulação.

A modelagem está disponível e apta para utilização em vários sistemas da cadeia empresarial, tais como sistemas de produção; de transporte e estocagem; computacionais; administrativos e de prestação de serviços diretos ao público.

Kechinski et al. (2010) analisaram o processo de desenvolvimento de produto (PDP), objetivando comparar o modelo utilizado por uma empresa líder no ramo de diagnóstico automotivo com o modelo referencial de desenvolvimento de produtos desenvolvido para empresas de bens e serviços. No estudo comparativo, encontraram aspectos positivos e negativos e sugerem que o PDP é um processo-chave para as empresas, em razão de seu gerenciamento ser capaz de formalizar as atividades em etapas, garantindo qualida-

de do produto e redução dos custos. Concluíram que a adoção de um modelo referencial auxilia na gestão do ciclo de desenvolvimento de produtos contribuindo para as inovações e êxito dos produtos no mercado.

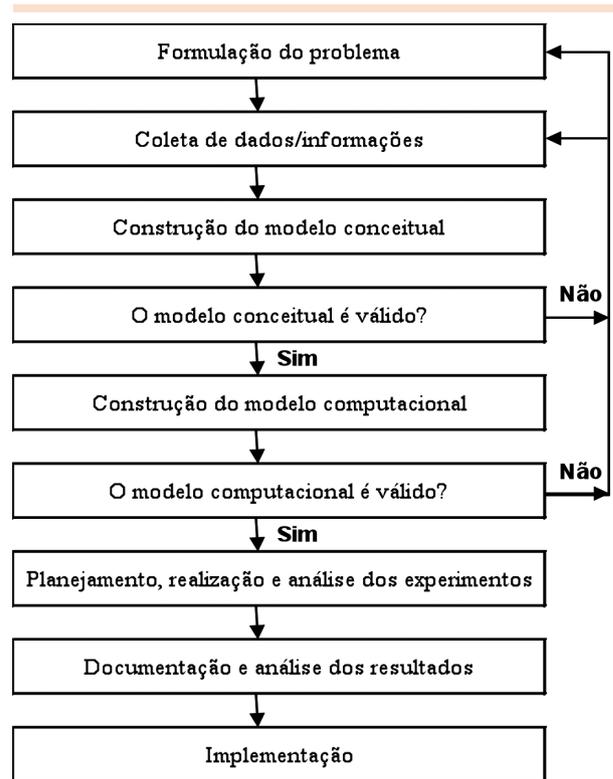


Figura 1: Representação de fluxograma das etapas da simulação

Fonte: Law (2000).

Law (2000) relata que a aplicação da modelagem requer seguir passos para sua formulação, como a definição da análise do problema, propósitos e objetivos do estudo. Após essa etapa de definição, deve-se planejar o projeto admitindo os recursos necessários que possibilitará descrever um modelo/esboço conceitual do sistema e seus cenários desejados. Nessa fase, deve-se coletar macroinformações e dados para alimentar, por meio de parâmetros, o sistema que será modelado. Consequentemente, o modelo será codificado numa linguagem de simulação apropriada para verificação e validação satisfazendo os objetivos do estudo.

Depois de criado o modelo, segue a etapa do projeto experimental com a determinação dos testes que devem ser realizados e, assim, na fase de experimentação, as simulações serão executadas para geração dos dados desejados permitindo realizar as análises de sensibilidade, contemplando a interpretação e avaliações estatísticas dos resultados. Com as informações produzidas, segue-se para a comparação de sistemas e identificação das melhores soluções encontradas.

Sempre é necessário documentar o modelo para que este seja referência no uso em futuras modificações do modelo inicial.

Considerando que a simulação é uma ferramenta de análise de comportamento de processos, o seu emprego exige o conhecimento tanto de suas vantagens quanto de suas desvantagens.

Algumas das vantagens destacadas dessa ferramenta são: o fato de que um modelo de simulação pode ser utilizado inúmeras vezes para avaliação dos problemas; a facilidade de aplicação em relação a outros métodos analíticos; os modelos simulados que podem ser aproximados aos detalhes dos sistemas reais sem que seu fluxo natural seja perturbado e as hipóteses que podem ser testadas para confirmação de viabilidade. Além disso, ela permite compreender melhor quais variáveis são importantes para o desempenho e como se integram com os outros elementos de um sistema; identifica gargalos ou funis de um processo que podem impedir ou sobrecarregar o fluxo natural do processo; possibilita mostrar como realmente se opera o sistema em relação à maneira que se pensa como ele atua; permite explorar questões ou dúvidas, como, por exemplo, sobre o que aconteceria se fosse utilizada outra maneira para operar, e não uma comum adotada.

Da mesma forma, algumas desvantagens, que podem ser referenciadas como dificuldades para a aplicação da simulação, são relacionadas, a seguir: a construção de modelos requer treinamento espe-

cial de longo tempo; os resultados da simulação são, em muitos casos, de difícil interpretação; a modelagem e experimentação associadas aos modelos de simulação consomem muitos recursos e tempo para o desenvolvimento.

2.2 Sistemas simulados

Dentro da área de Produção existem muitas subáreas que utilizam a simulação para viabilizar seus processos, como exemplo, a gestão de estoques, que é item comumente objetivo de otimização nas empresas que desejam destacar-se da concorrência.

Meridith (1992) preconiza que várias são as razões para manter o estoque, sendo algumas delas mais usuais nas empresas. Situações como: a) necessidade de segurança em razão da variabilidade da demanda; b) antecipação de produção para atender pedidos para épocas ou situações especiais; c) fragmentação entre os estágios de produção; d) *lead time* e trânsito longo do material; e) oportunidade e especulação financeira.

Figueiredo e Netto (2001) analisaram alguns aspectos básicos da logística de suprimento e propuseram que é possível reduzir os níveis de estoque por meio da consolidação de locais de estocagem. Ainda em seu estudo selecionaram, pela revisão da literatura, o modelo apropriado para a situação observada em uma empresa, que serviu como base para uma metodologia de gestão do seu suprimento de materiais e equipamentos. Os resultados indicaram ser possível à redução em média de 30,6% no nível de estoque de segurança.

Mendes e Escrivão Filho (2002) observaram que, nos últimos anos, os sistemas integrados de gestão, ou *Enterprise Resource Planning* (ERP), passaram a ser largamente utilizados pelas empresas, e são apresentados como “solução” para a maioria dos problemas empresariais. Concluem que os ERPs são sistemas genéricos capazes de in-

tegrar todas as informações que fluem pela empresa por intermédio de uma base de dados única.

Bittar et al. (2005) relataram ser possível o mapeamento do fluxo de valor de uma cadeia de suprimentos de uma montadora do segmento automotivo e seus fornecedores, visando à redução ou à eliminação dos desperdícios que resultam em custos adicionais de produção e baixa produtividade.

Arnold (2008) menciona que o *Electronic Data Interchange* (EDI) possibilita que clientes e fornecedores troquem eletronicamente informações, tais como pedidos de compras, faturas e dados sobre *Materials Requirements Planning* – planejamento das necessidades de materiais (MRP). Isso elimina excesso de papel que consome tempo e proporciona uma comunicação fácil entre o planejador/comprador e o fornecedor.

Zalla Filho et al. (2004) realizaram análise dos estoques em processo do sistema de produção de cabinas de caminhões em uma montadora, aplicando técnicas de modelagem e simulação de eventos discretos utilizando o *software* Arena®, resultando na redução do número de cabinas no depósito, o que mostrou que essa ferramenta de simulação é de grande utilidade para esse tipo de problema. As referências utilizadas também mostraram outros casos de sucesso em aplicações nas indústrias automobilísticas.

Rossoni (2006) abordou que os dirigentes responsáveis pela estratégia têm resistência em utilizar técnicas e ferramentas de modelagem e simulação, considerando-as complicadas pelas formulações matemáticas para utilização em ambientes incertos e turbulentos. Sugeriu as mais poderosas abordagens, metodologias e ferramentas de modelagem e simulação na área de estratégia e salientou sobre sua importância para a elaboração e suporte no desenvolvimento das empresas. Baseou-se em tipos de abordagens *hard* que são modelos validados estatisticamente, e nas *soft*, em que os modelos

são validados pelos resultados comparados com a realidade que serviram de base para o modelo.

O estudo de Oliveira et al. (2006) resultou na demonstração efetiva da potencial integração do método *Design for Manufacturing and Assembly* (DFMA) com a simulação computacional, avaliando as alternativas identificadas por esse método de manufatura. Esses autores concluíram que cada alternativa de reprojeto pode ser simulada na montagem, o que permite avaliar os investimentos com os resultados auferidos.

Torga et al. (2006) estudaram um caso explorando a simulação computacional na manufatura e diferiram os tipos de sistemas de produção existente, descrevendo a aplicação em uma linha de produção puxada. Concluíram que a utilização da simulação para a modelagem de um sistema puxado possibilita realizar experimentações, alcançando modelos que estejam em maior concordância com os fundamentos do sistema *Just-in-Time*, estabelecendo cenários e, por meio da simulação, realizando análises que seriam possíveis na vida real mediante um grande dispêndio de tempo e custo.

Em seu estudo, Oliveira (2008) apresentou os principais conceitos e diretrizes relacionadas ao uso da técnica de simulação, identificando as etapas para a tomada de decisões na filosofia da manufatura enxuta.

Rangel et al. (2008) obtiveram resultados validados com base na literatura e dados fornecidos pelas usinas sucroalcooleira de Campos dos Goytacazes, no Rio de Janeiro, apresentando um modelo de simulação desenvolvido para avaliar a relação e o impacto do custo do frete direto nas operações de corte, carregamento e transporte no sistema de abastecimento das usinas de cana-de-açúcar e concluíram que os custos dessas operações representam, em média, 27% dos custos diretos de produção por hectare plantado. O método utilizou diferentes cenários hipotéticos construí-



dos para permitir relacionar os diversos fornecedores com relação ao frete pago.

Pereira et al. (2009) apresentaram um enfoque teórico das etapas e principais metodologias utilizadas na modelagem de processos, comparando diferentes perspectivas que demonstram características e capacidades dos métodos de modelagem de processos de negócios. Concluíram que um modelo ideal é resultado de várias técnicas combinadas considerando as melhores práticas de cada uma das perspectivas discutidas, sua validação, verificação e procedimentos de modelagem.

Pinho e Morais (2010) apresentaram modelos conceituais e computacionais válidos e verificados de acordo com a metodologia proposta para projetos de simulação, e observaram que houve melhor conhecimento da previsibilidade da célula de estudo para os casos de aumento de demanda de testes e melhores configurações de número de funcionários para atender um novo cenário. Concluíram que o uso conjunto das técnicas de simulação para eventos discretos e otimização trazem resultados não óbvios aos tomadores de decisão, uma vez que dezenas de experimentos puderam ser realizados computacionalmente, o que seria custoso e demorado de realizar em tempo real, além da necessidade de paralisação da produção.

Moreira et al. (2011) analisaram o processo de produção de pasta diamantada e avaliaram o número de operadores e máquinas, tempos de produção, alocação de atividades, dentre outros parâmetros importantes e utilizaram métodos técnicos de simulação computacional estocástica de eventos discretos, devido às variadas fontes de incertezas e da complexidade operacional relacionada ao processo de produção. Concluíram que a identificação de problemas e de oportunidades de melhoria no processo, antes das linhas de produção, resultaram que alguns cenários obtidos demonstraram ganhos por algumas mudanças de parâmetros.

Araujo, S. et al. (2012) avaliaram o uso da simulação computacional em sistemas de produção, abordando diversos autores de trabalhos que focavam várias áreas de atuação e utilizaram a simulação para demonstrar cenários atuais e futuros que tinham como finalidade buscar reduções financeiras de tempo ou de otimização de processos. Concluíram a viabilidade desta técnica, em que os trabalhos analisados resultaram em algum tipo de melhoria, depois de comparados os cenários atuais em relação aos propostos.

2.3 Previsão de demanda ou consumo

A previsão de demanda é um vasto universo de possibilidades de ganho econômico que as empresas procuram a cada dia melhorar para atingir suas metas financeiras.

Segundo Slack et al. (2002), diferentes tipos de empresa têm diferentes perfis em termos da variedade de pedidos firmes (já em carteira) e previsão de pedidos. Muitas empresas operam com uma combinação variável de pedidos firmes e previsões. A combinação de pedidos colocados e de previstos é utilizada para representar a demanda em muitas empresas, porém deve ser bem estimada, em dado momento, daquilo que, de forma razoável, é esperado que acontecesse. Para refletir a provável demanda, uma previsão é feita, com base em dados históricos e em informações do mercado, obtidas dos vendedores de campo. À medida que os pedidos são recebidos, o elemento de previsão do perfil de demanda deve ser reduzido subjetivando que a previsão está sendo consumida ao longo do tempo por pedidos firmes.

Consequentemente, diferentes tipos de empresa têm diferentes graus de certeza sobre a demanda, no momento em que tomam decisões de planejamento e controle da produção, e essa certeza pode variar ao longo do tempo. De uma perspectiva de planejamento e controle, o resultado da

atividade da gestão da demanda é uma predição sobre o futuro, em termos de o que os clientes irão comprar. Essa informação seja ela formada por pedidos firmes, previsões ou uma combinação de ambos, é a fonte imprescindível para o chamado programa-mestre de produção, que é a fase mais importante do planejamento e controle de uma empresa, constituindo na principal entrada para o planejamento das necessidades de materiais (SLACK et al. 2002).

Arnold (2008) classifica os métodos de previsão em três categorias. i) Técnicas qualitativas que são projeções baseadas no discernimento, na intuição e em opiniões informadas. Por sua natureza, são subjetivas. Essas técnicas são utilizadas para prever tendências gerais dos negócios e a demanda potencial de grandes famílias de produtos para um período prolongado de tempo. ii) Técnicas extrínsecas que são baseadas em indicadores externos relacionados à demanda dos produtos de uma empresa. Exemplos desses dados são os inícios de construções, as taxas de nascimento e a renda disponível. iii) Técnicas intrínsecas que utilizam dados históricos. Esses dados são geralmente registrados na empresa e estão prontamente disponíveis. Baseiam-se na suposição de que o que aconteceu no passado acontecerá no futuro.

A previsão de demanda é uma das maneiras de projeção de consumo futuro e, para isto, existem bases matemáticas para estipular quantidades para produção objetivando o atendimento das necessidades do mercado. A capacidade de reproduzir diversos cenários verificando os desempenhos dos fluxos dos processos permite adequar à gestão dos recursos estimando os ganhos considerados num mercado de demanda inconstantes.

Cálculos que envolvem estimativas de estoque, de demanda e simulação computacional são comumente utilizados para criar cenários objetivando a redução dos estoques sem comprometer o atendimento do consumo.

Araújo et al. (2009) exploraram o uso de uma técnica de otimização baseado no método de algoritmos genéricos para a estimação de parâmetros no ponto de reposição com o objetivo de maximizar a gestão de estoque. Concluíram que os valores estimados pelo algoritmo genérico estavam muito próximos dos valores ótimos.

Afonso et al. (2011), auxiliados pelos *softwares* Forecast Pro for Windows© e Microsoft Excel©, analisaram e resultaram que o método da Regressão Linear Simples com a demanda dessazonalizada pode auxiliar como modelo de previsão de demanda no processo de gestão de suprimentos em uma farmácia hospitalar.

Ferreira et al. (2012) apresentam soluções com o uso do programa Microsoft Excel©, objetivando o desenvolvimento de um aplicativo de previsão de demanda baseado em métodos mais comuns e de fácil entendimento para a estimativa de vendas para o próximo período.

De acordo com Dias (2009), a gestão dos estoques está pautada no consumo do material, e a previsão futura de consumo é estabelecida nas estimativas baseadas nas demandas vendidas passadas. Assim, determinam-se quais os produtos e quantos destes poderão ser adquiridos pelos clientes. A previsão de demanda é caracterizada por não pretender ser uma meta de vendas, sua precisão dever ser compatível com o custo de obtenção e é o ponto de partida de todo planejamento empresarial.

No âmbito quantitativo, a previsão de consumo se baseia na evolução das vendas já ocorridas, e nas variáveis cuja evolução e explicação estão ligadas diretamente a vendas e são fáceis de prever. Já no âmbito qualitativo a previsão de consumo pode se fundamentar na opinião dos gerentes, vendedores, compradores ou pesquisas de mercados. As técnicas para previsão de demanda podem ser divididas em três grupos (DIAS, 2009):



Projeção – são aquelas que admitem que o futuro seja uma repetição do passado ou as vendas evoluirão no tempo; segundo a mesma lei observada no passado. Considera-se uma técnica essencialmente quantitativa.

Explicação – procura explicar as vendas do passado mediante leis que as relacionem com outras variáveis cuja evolução é conhecida ou previsível. Considera-se uma técnica basicamente de previsões de regressão e correlação.

Predileção – funcionários mais experientes e conhecedores de fatores influentes nas vendas e no mercado estabelecem a evolução das vendas futuras por meio de opiniões.

Quanto às formas de consumo, estas são estabelecidas por modelos de acordo com sua evolução durante um determinado período de tempo. Podem ser determinadas por um modelo de evolução horizontal sujeito à tendência ou à sazonalidade do mercado.

Alguns meios matemáticos são comumente utilizados para facilitar a determinação de previsão de demanda, com, por exemplo:

Método do último período. É o mais simples e sem base matemática que consiste em utilizar como previsão futura o valor ocorrido no período anterior.

Método da média móvel. Consiste em determinar a previsão para o próximo período pelo cálculo da média dos valores de consumo de períodos anteriores.

Método da média móvel ponderada. É uma variação do modelo anterior, porém os valores dos períodos mais próximos recebem um peso maior que os valores correspondentes aos períodos anteriores.

Método dos mínimos quadrados. Considerado mais preciso em relação aos anteriores, é um processo de ajuste que aproxima os valores existentes, minimizando as distâncias entre cada consumo realizado. Baseia-se na equação

da reta para o cálculo da previsão de demanda e permite um traçado bem realista do que poderá ocorrer, com a projeção da reta.

3 Métodos

Para este tópico, será explanado o caso em estudo contemplando o cenário atual.

3.1 Estudo de caso

Este estudo de caso trata e descreve os cenários de uma empresa do ramo automobilístico que tem em seu portfólio mais de 40 versões de veículos diferentes contemplando diversas cores e características de opcionais agregados. Distribui para todo o país e exporta para alguns países da América Latina e Europa. Sua planta de produção no Brasil está situada na Região Sudeste e é responsável por empregar em torno de 5 mil colaboradores para uma produção parcial de cerca de 90 mil unidades/ano dedicados a uma de suas marcas que é motivo de abordagem neste trabalho.

A distribuição dos produtos produzidos e/ou importados atende a demanda de clientes que buscam as suas 165 concessionárias espalhadas em todo o país. A marca em questão vem crescendo no mercado brasileiro com seus produtos modernizados direcionados para clientes mais exigentes.

Para um melhor entendimento do processo e a fim de delimitar os perímetros do estudo, este tópico foi dividido em pontos que vão demonstrar o fluxo operacional que aborda o lado qualitativo observado pela não visibilidade pelo concessionário de todo o estoque da montadora que abrange: o estoque disponível já fabricado, o estoque em trânsito/transporte, o estoque em produção e aquele em pedido para produção ou, até mesmo, a possibilidade de efetuar um pedido de produto que não consta em nenhuma das etapas anteriores relacionadas.

Nesse panorama, é interessante demonstrar um comparativo de como é atualmente o fluxo de atendimento do pedido com o pretendido, no qual se espera possibilitar mais visibilidade ao concessionário e a seus clientes.

Não obstante, o lado quantitativo é passível de abordagem demonstrativa no que se refere ao volume de estoque que atualmente é mantido nos pátios para atender aos concessionários, além da perda de oportunidade referente aos custos de armazenagem e envelhecimento do estoque.

Sendo possível aos concessionários obterem visibilidade do estoque durante os perímetros produtivos e até mesmo antes de produzir, com a possibilidade de fazer seu pedido firme, espera-se que os veículos sejam faturados aos concessionários, logo após sua disponibilidade física comercial pelas fábricas. Com esse cenário pretende-se reduzir os níveis e envelhecimento dos estoques.

A manutenção de estoques necessita de políticas e/ou estratégias para manter o nível de atendimento elevado com o menor custo possível alinhado ao menor risco para empresa. As incertezas do mercado e da economia, atualmente influenciadas pela globalização, podem instituir um cenário desfavorável e repentino que as empresas, obrigatoriamente, têm de considerar e tomar ações.

Essas premissas não são diferentes para o segmento automobilístico que possui, como particularidade, um produto de alto valor agregado e de alta complexidade para produção que envolve centenas de fornecedores e inúmeros itens como componentes para ser finalizado. As empresas objetivam atender cada item programado procurando torná-lo disponível na hora certa, para o cliente certo, nos requisitos de qualidade demandados.

Os aspectos, anteriormente relacionados, são relevantes e vitais para o sucesso da empresa e, por isso, necessitam de constantes mudanças tecnológicas a fim de acompanharem as acirradas competitividades do setor.

A procura em atender o cliente no momento de sua necessidade acaba por forçar as empresas a manter estoques, o que contraria a filosofia de sistema puxado de produção.

O sistema puxado de produção preconiza que o mercado busque as quantidades necessárias para satisfazer suas expectativas junto ao seu fornecedor que, por sua vez, repete esse processo ao seu antecessor; precedente diferente do sistema empurrado que é planejado baseando-se na previsão da demanda e nos estoques disponíveis.

3.1.1 Cenário atual

O cenário atual é representado por dois enfoques distintos, sendo o primeiro enfoque uma abordagem qualitativa que representa o fluxo do processo de atendimento da demanda; e o segundo, uma abordagem quantitativa, por meio dos dados apurados no período de 23 meses de demanda.

3.1.1.1 Abordagem qualitativa atual

O veículo depois de produzido segue um fluxo físico de acordo com cada uma de suas origens.

Veículos fabricados localmente são disponibilizados nos pátios da fábrica, ficando aptos para atender os concessionários que necessitarem, e serão vistos no sistema EDI.

Já aos veículos de origem Mercosul, depois de serem fabricados, seguem para exportação ao Brasil. Os veículos são submetidos aos trâmites legais de desembaraço aduaneiro e, em seguida, são transportados por duas modalidades possíveis, a saber: i) modal aquaviário, que é realizado por navio de longo curso, sendo desembarcados em porto brasileiro. Depois de desembarcados são submetidos aos trâmites de desembaraço aduaneiro, ficando disponíveis para visibilidade dos concessionários. ii) Modal terrestre que é realizado por caminhões-cegonha (equipamentos especiais para o transporte de veículos), sendo desembarcados

em entrepostos aduaneiros no Brasil licenciados pelo Governo para os trâmites de desembaraço, ficando, assim, disponíveis para atender os concessionários.

Para o transporte dos veículos originados das fábricas europeias, são utilizados o modal aquaviário também realizado por navio de longo curso sendo desembarcados em porto brasileiro para os trâmites de desembaraço aduaneiro, como ocorre no fluxo do Mercosul.

Esses veículos são centralizados em pátio na fábrica e à medida que são solicitados pela rede de concessionárias são faturados e transportados, via terrestre, por caminhões-cegonha até o endereço do concessionário solicitante.

As etapas do processo de atendimento físico/fiscal dos veículos são atualizadas no sistema EDI pelo *status* para que o concessionário possa fazer o acompanhamento até o recebimento físico do veículo que, chegando à sua loja, estará disponível para ser vendido e entregue ao cliente final.

Detalhando ainda mais esse fluxo, o cliente, ao entrar em um concessionário, irá expor sua necessidade de compra ao vendedor que lhe ofertará os modelos disponíveis. Primeiramente, o vendedor consultará em seu sistema o estoque disponível na loja para ver se encontra o veículo com a característica requerida pelo cliente. Esse estoque consultado é oriundo de compras realizadas anteriormente pelo concessionário direto da montadora com o objetivo de atender clientes que tenham exigências de entrega mais imediata. Outro motivo para esses estoques é o fato de aproveitamento das ações promocionais de preços mais atrativos oferecidos pela montadora.

Caso o cliente tenha interesse em algum item de estoque do concessionário, o veículo será vendido/faturado para ele. O concessionário abrirá um pedido e atenderá essa demanda, pois já tem a posse desse produto em seu estoque, o que facilita o processo de venda final.

Não tendo o veículo disponível no estoque, o que pode ocorrer por consequente desejo do cliente em uma determinada versão, cor, opcionais ou acessórios, o concessionário, nesse caso, recorre ao estoque da montadora que mantém um volume de veículos disponíveis nos pátios para atender sua rede de concessionários.

A Figura 2 aborda qualitativamente o panorama de atendimento atual – fluxo pedido, informação e documentos.

O processo de pedido efetuado pelo concessionário à montadora é realizado por meio de comunicação EDI com o sistema corporativo da empresa fabricante.

No EDI, o concessionário visualiza o estoque disponível nos pátios da montadora e realiza seu pedido que é periodicamente transmitido para o sistema corporativo da montadora para o tratamento de faturamento e comando de transporte.

As etapas do processo de atendimento desse pedido são atualizadas no sistema EDI pelo *status* para que o concessionário possa fazer o acompanhamento até o recebimento físico do produto.

Atualmente, a rede de concessionário tem visibilidade somente até o estoque da montadora, após o veículo ser produzido. Alguns outros veículos de origem importada poderiam ser visualizados na fase de cumprimento das prerrogativas de nacionalização, quando ainda no perímetro aduaneiro.

Não havendo veículo em nenhuma das fases de consulta que possibilita a visualização, o concessionário tem dificuldade de oferecer uma previsão correta de entrega ao cliente, se este desejar esperar pela disponibilidade. Não há, no cenário atual, uma condição de pedir ou reservar um produto que não esteja fabricado e disponível no estoque.

Essa situação gera o risco de perder o cliente e a oportunidade de venda de mais uma unidade.

Alguns mecanismos para informação de previsão estão disponíveis, mas sem dar uma certeza

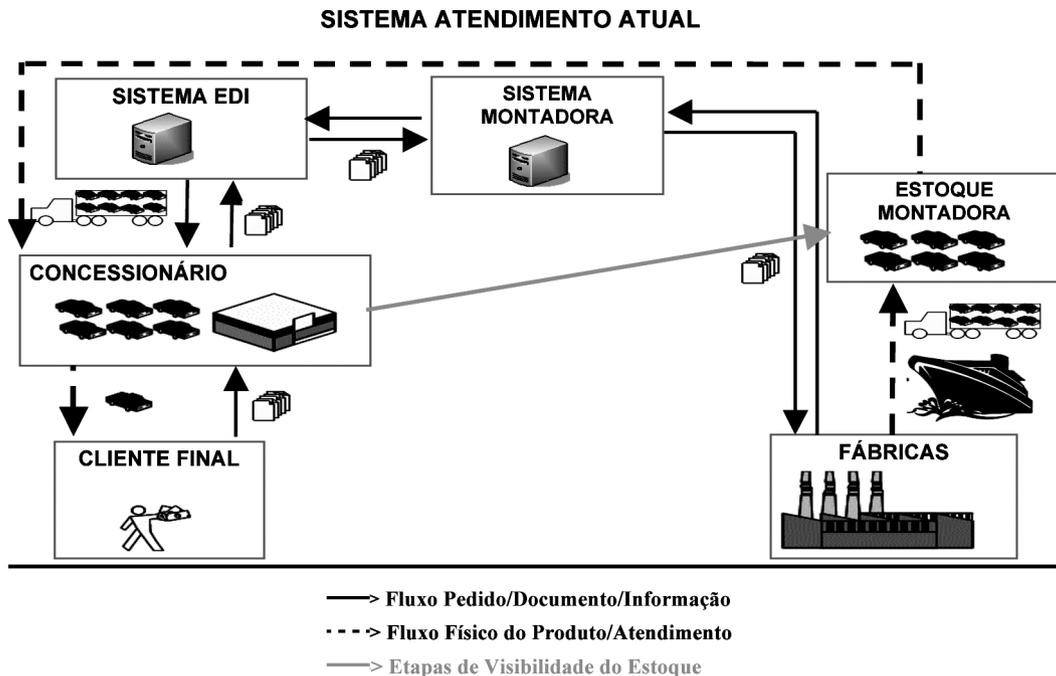


Figura 2: Sistema de atendimento de pedido atual

Fonte: O autor.

de atendimento, pois o sistema não possibilita a reserva de futuras produções.

É eminente o risco de não se conseguir um veículo depois de disponibilizado no sistema, pois o concessionário que entrar primeiro no sistema será atendido prioritariamente.

A montadora, por sua vez, programa seus pedidos às fábricas que estão situadas no país, no Mercosul (Argentina) e na Europa (França/Espanha). Esses pedidos, efetuados em sistema próprio, seguem via EDI para produção de acordo com o *lead-time* de cada origem. As fábricas, ao receberem os pedidos da montadora, confirmarão as quantidades solicitadas de cada especificação de produto transformando-os em pedido-firme. Caso algum produto não possa ser atendido em sua plenitude serão reprogramados para atendimento em outros meses posteriores.

Quando confirmados, a montadora firma seus planos estratégicos e mapas de controle para posterior recebimento dos itens, objetivando aten-

der sua rede de concessionários e necessidades de futuros clientes finais.

3.1.1.2 Abordagem quantitativa atual

Sobre a abordagem quantitativa foram coletados informações/dados no período de 23 meses, verificando-se o comportamento do estoque, demanda e produção de uma empresa automobilística demonstrada na Tabela 1. O histórico apresentado refere-se ao sistema operante, como mostrado no item 3.1.1, na abordagem qualitativa. Já no contexto quantitativo, as demandas são atendidas contemplando o estoque da montadora somando a produção referente ao respectivo mês, uma vez que o concessionário tem visibilidade e possibilidade de colocar um pedido somente do que tem disponível no estoque da montadora.

Baseando-se no comportamento resumido e focando o aspecto estoque disponível e estoque total da montadora, pode-se descrever um crescimento ao longo do tempo o que sugere que a empresa teve aumento dos custos de armazenagem

e provável envelhecimento do estoque, trazendo obsolescência dos itens e gastos com manutenção, administração e gestão, ainda agravados por não dar visibilidade de sua rede ao estoque que não está disponível, ou seja, aquele se encontra no fluxo produtivo e de trânsito.

O comportamento do giro de estoque mensal é um resultado do volume total de estoque da montadora dividido pela demanda mensal, o cenário mostra que o giro também vem mantendo um crescimento. Denota-se que esse giro chegou somente por três oportunidades com menos de 1,3 de estoque, porém tendo seu maior pico chegando a 3,4 meses de estoque num determinado período como máximo. A partir desse levantamento, calculou-se o giro de estoque de cada mês pela Equação 1.0:

$$\text{Giro de Estoque} = \frac{\text{Estoque Atual}}{\text{Faturamento/Venda}} \quad (1.0)$$

Com esses dados, pode-se traçar o giro de estoque que é representado pelo gráfico demonstrado na Figura 3.

Observa-se no comportamento dos dados estudados de 23 períodos de demanda que ocorreram 20 períodos que ultrapassam um giro de 1,3 pontos que é o limite preconizado pela empresa como meta de estoque.

Para os dados apurados foram considerados os seguintes fatores:

- Faturamento, quantidade mensalmente vendida de unidades de veículos.
- Estoque do concessionário, quantidade de unidades de veículos que a rede de concessionário possui armazenada em suas lojas no final de cada mês.
- Estoque da montadora é destacado de duas formas, sendo uma o estoque disponível, que

Tabela 1: Comportamento da demanda, estoque e giro

Mês	Produção	Faturamento/Vendas	Estoque total Montadora - Final	Giro Realizado
jan.10			6.543	
fev.10	6.934	5.469	8.008	1,46
mar.10	9.960	9.210	8.758	0,95
abr.10	7.921	6.880	9.799	1,42
mai.10	6.667	5.338	11.128	2,08
jun.10	7.109	6.441	11.796	1,83
jul.10	8.029	7.108	12.717	1,79
ago.10	7.792	7.182	13.327	1,86
set.10	7.372	6.803	13.896	2,04
out.10	9.191	10.033	13.054	1,30
nov.10	9.891	9.242	13.703	1,48
dez.10	6.689	9.759	10.633	1,09
jan.11	4.620	5.748	9.505	1,65
fev.11	7.527	8.351	8.681	1,04
mar.11	8.679	7.313	10.047	1,37
abr.11	11.054	6.936	14.165	2,04
mai.11	10.969	9.933	15.201	1,53
jun.11	9.957	8.430	16.728	1,98
jul.11	10.386	6.840	20.274	2,96
ago.11	9.666	8.085	21.855	2,70
set.11	8.105	8.127	21.833	2,69
out.11	7.528	6.616	22.745	3,44
nov.11	4.458	7.273	19.930	2,74
dez.11	2.124	9.119	12.935	1,42
Média	7.940	7.662	13.636	

Fonte: O autor.



Figura 3: Giro de estoque realizado

Fonte: O autor.

- está pronto para atender uma demanda de imediato; e um aquele que ainda não está disponível, pois está em processo de produção, ou em trânsito/transporte ou mesmo dependendo de liberações documentais aduaneiras.
- d) Estoque total da montadora, o simples somatório dos estoques disponíveis com os que estão em processo de produção e processo de trânsito/transporte.
 - e) Estoque geral, o somatório do estoque total da montadora com o do concessionário.
 - f) Produção, o perímetro em que as unidades estão em processo fabril, ainda não disponibilizado como produto final.

O gráfico na Figura 4 mostra os dados apurados no período de 23 meses referente ao comportamento dos fatores elencados acima nos itens de (a) até (f).

3.1.2 Cenário proposto

O cenário proposto também segue representado com base nos dois enfoques distintos, anteriormente abordados no tópico 3.1.1; porém, na condição simulada com os dados apurados no mesmo período de 23 meses de demanda.

Neste trabalho, procurou-se usar o método mais simples de cálculo de média, objetivando sugerir que qualquer cenário ou problema poderá obter resultados satisfatórios, principalmente quando sustentado pela ampliação da visibilidade no perímetro de colocação de pedido a que se refere este estudo.

3.1.2.1 Abordagem qualitativa proposta

Nesta proposta, o perímetro de atendimento do cliente continua o mesmo, ou seja, ele vai a um concessionário para comprar um veículo e é atendido por um vendedor que lhe ofertará os modelos disponíveis. Não diferente, o vendedor consultará em seu sistema o estoque disponível na sua loja para ver se encontra o veículo com a característica requerida pelo cliente. Entretanto, o diferencial desse novo fluxo em relação ao anterior é o fato de que o vendedor tem a visibilidade dos lotes de veículos que estão em trânsito e embarque para chegar ao Brasil para os casos de importação. Ainda assim, não havendo o veículo solicitado disponível nessa condição de trânsito, o vendedor terá a visibilidade daqueles que estão saindo da produção ou que estão em processo de produção. Se ainda não houver nenhuma disponibilidade nas fases an-

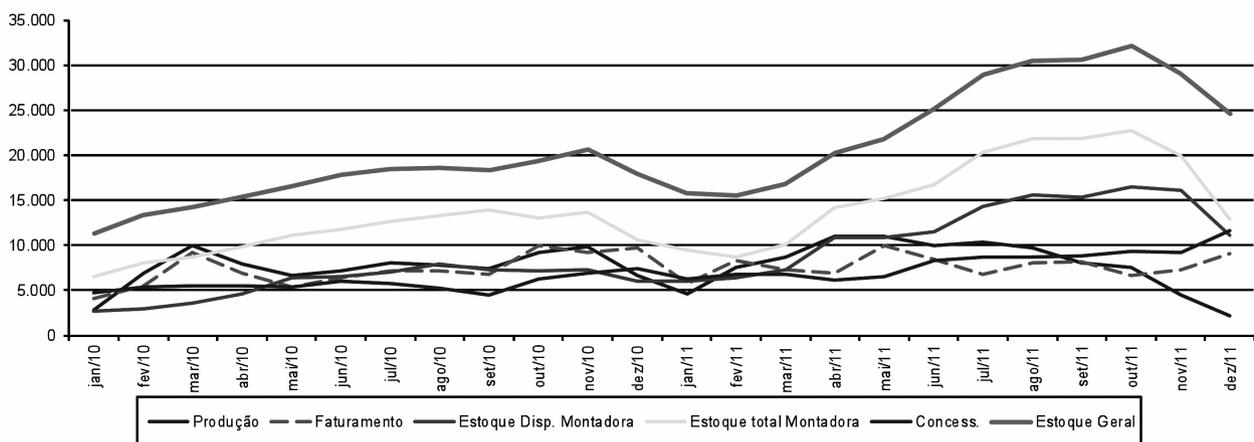


Figura 4: Comportamento de estoque demanda e produção

Fonte: O autor.

teriormente citadas o vendedor poderá colocar um pedido para futura fabricação.

Esse pedido colocado para um veículo que não existe fisicamente passará por um processo de programação de produção para atender a solicitação do cliente.

Pretende-se com essa visibilidade amarrar um pedido para os veículos que estão em curso do processo antes de sua disponibilidade de atendimento de fato, pois esse modelo sugere que o veículo já está direcionado para uma venda, evitando que o mesmo fique no estoque parado aguardando uma necessidade de demanda. Quando o concessionário/vendedor não tem essa visibilidade seu universo de possibilidades torna-se muito pequeno para negociar com o comprador uma condição de prazo para a entrega, correndo o risco de perder a venda.

Se o cliente concordar em esperar o produto chegar, ele fechará o compromisso de compra reservando o veículo. O mercado tem demonstrado que a grande maioria dos clientes, quando quer um produto diferenciado, aceita esperar por ele.

Outro fator importante é que essa visibilidade e a flexibilidade de colocar um pedido para a montadora, além dos aspectos das quantidades existentes em estoque físico da montadora, abrangendo os demais perímetros/fases do processo fabril e logístico, pode ajudar a rede de concessionárias, otimizando a sua estratégia de planejamento comercial e financeiro.

Na Figura 5 que mostra abordagem qualitativa, panorama de atendimento proposto, fluxo do pedido, informação e documento, o veículo é atrelado ao pedido pelo concessionário enquanto é produzido, ou durante o transporte, ou durante o processo de nacionalização, ou quando estão disponíveis nos pátios devido à possibilidade de visibilidade pelos concessionários, assim farão seus pedidos no sistema.

Fisicamente, os veículos seguiriam seus fluxos de acordo com a origem de fabricação. Todos os veículos, depois de disponibilizados comercialmente pelo fluxo sistêmico, serão faturados, de

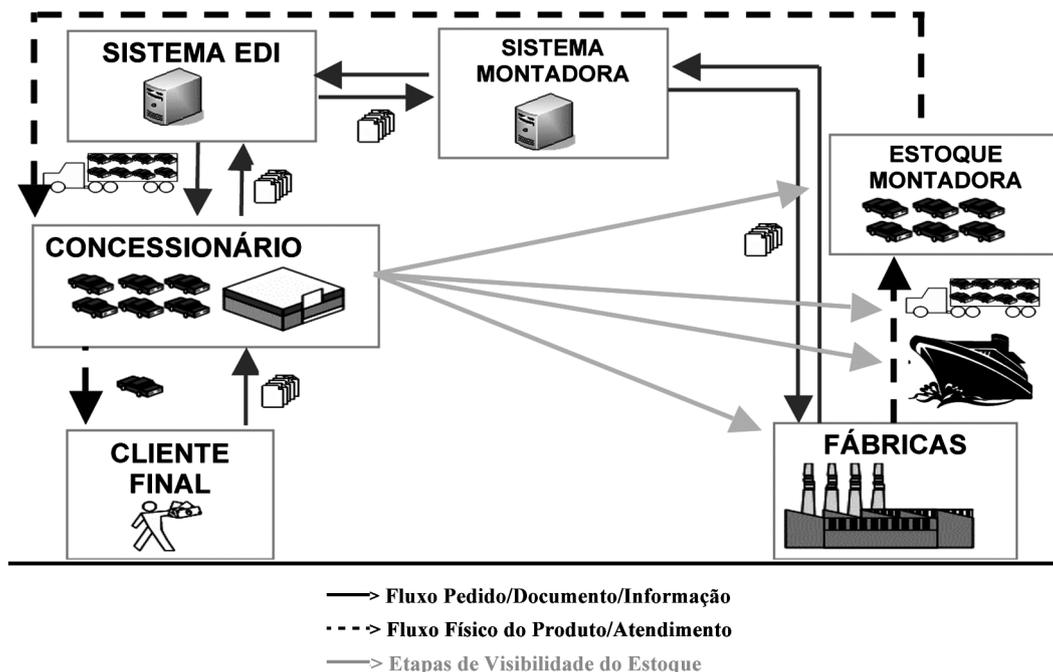


Figura 5: Sistema de atendimento de pedido proposto

Fonte: O autor.

forma automática, para os pedidos que já estavam atrelados desde o início do fluxo.

Nesse caso, as etapas do processo de atendimento físico/fiscal dos veículos também são atualizadas no sistema EDI pelo *status* para que o concessionário possa fazer o acompanhamento desde a colocação do pedido, passando pelo processo produtivo e logístico até o recebimento físico em sua loja. Chegando ao concessionário o veículo estará disponível para ser vendido e entregue ao cliente final.

3.1.2.2 Abordagem quantitativa proposta

A abordagem proposta baseia-se nas demandas apuradas em todo o período estudado utilizando a média simples, devido esta modalidade ser a de mais fácil compreensão e acessibilidade a qualquer pessoa, além de ser possível agregá-la em qualquer ferramenta de cálculo disponível no mercado.

4 Resultados

Utilizando a mesma abordagem quantitativa que foi demonstrada na passagem anterior 3.1.1.2, considera-se agora a simulação de um cenário calculado sobre a média simples de todas as 23 demandas. Novamente, estabeleceu-se um novo giro de estoque que demonstra, na Tabela 2, um nível de comportamento ainda mais reduzido nos estoques mensais.

O novo comportamento sugere a redução dos estoques mensais, representado por uma diminuição pela metade dos períodos que possuem mais de 1,3 giros, conforme preconizado como meta pela empresa.

No modelo atual, existe 20 períodos com mais de 1,3 giros, enquanto a simulação, contemplando a demanda média para todos os períodos, mostra somente dez períodos com mais de 1,3 giros.

Tabela 2: Comportamento da demanda, estoque e giro – proposta

Mês	Produção	Faturamento/Vendas	Estoque Total Montadora - Final	Giro Sobre a Média
jan.10			6.543	
fev.10	6.934	7.662	5.815	0,76
mar.10	9.960	7.662	8.113	1,06
abr.10	7.921	7.662	8.372	1,09
mai.10	6.667	7.662	7.377	0,96
jun.10	7.109	7.662	6.824	0,89
jul.10	8.029	7.662	7.191	0,94
ago.10	7.792	7.662	7.321	0,96
set.10	7.372	7.662	7.031	0,92
out.10	9.191	7.662	8.560	1,12
nov.10	9.891	7.662	10.789	1,41
dez.10	6.689	7.662	9.816	1,28
jan.11	4.620	7.662	6.774	0,88
fev.11	7.527	7.662	6.639	0,87
mar.11	8.679	7.662	7.656	1,00
abr.11	11.054	7.662	11.048	1,44
mai.11	10.969	7.662	14.355	1,87
jun.11	9.957	7.662	16.650	2,17
jul.11	10.386	7.662	19.374	2,53
ago.11	9.666	7.662	21.378	2,79
set.11	8.105	7.662	21.821	2,85
out.11	7.528	7.662	21.687	2,83
nov.11	4.458	7.662	18.483	2,41
dez.11	2.124	7.662	12.945	1,69

Fonte: O autor.

Com o resultado dos dados apurados no cenário proposto, pode-se demonstrar visualmente um novo comportamento do giro de estoque, que é destacado na Figura 6.

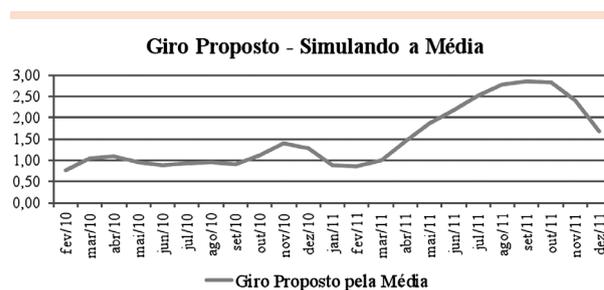


Figura 6: Giro de estoque realizado proposto

Fonte: O autor.

A Tabela 3 mostra os comparativos dos resultados, estando de um lado o giro realizado pelas demandas reais em face da visibilidade concedida aos concessionários que é determinada até o nível de estoque disponível na montadora, e do outro lado, com o resultado simulado utilizando-se da demanda média linear subtendendo-se que esta seria o resultado de uma visibilidade mais ampla do concessionário até o nível de estoque em trânsito e ainda estoque no processo de produção. Observa-se que há aumento no giro de estoque.

Tabela 3: Comparativo do comportamento do giro realizado x proposto

Mês	Giro Realizado	Giro Proposto sobre a Média - Simulação	Diferença	Aumento do Giro de Estoque
fev.10	1,46	0,76	-0,71	SIM
mar.10	0,95	1,06	0,11	
abr.10	1,42	1,09	-0,33	SIM
mai.10	2,08	0,96	-1,12	SIM
jun.10	1,83	0,89	-0,94	SIM
jul.10	1,79	0,94	-0,85	SIM
ago.10	1,86	0,96	-0,90	SIM
set.10	2,04	0,92	-1,12	SIM
out.10	1,30	1,12	-0,18	SIM
nov.10	1,48	1,41	-0,07	SIM
dez.10	1,09	1,28	0,19	
jan.11	1,65	0,88	-0,77	SIM
fev.11	1,04	0,87	-0,17	SIM
mar.11	1,37	1,00	-0,37	SIM
abr.11	2,04	1,44	-0,60	SIM
mai.11	1,53	1,87	0,34	
jun.11	1,98	2,17	0,19	
jul.11	2,96	2,53	-0,44	SIM
ago.11	2,70	2,79	0,09	
set.11	2,69	2,85	0,16	
out.11	3,44	2,83	-0,61	SIM
nov.11	2,74	2,41	-0,33	SIM
dez.11	1,42	1,69	0,27	

Fonte: O autor.

Verifica-se que 17 dos 23 períodos estudados sugerem um melhor desempenho dos níveis de estoque da montadora. Existe uma diferença na comparação de cada mês nos resultados dos giros realizados em relação aos dos simulados no cenário proposto.

Resumidamente, o gráfico da Figura 7 compara os cenários (atual x proposto) demonstrando as duas *performances* com destaque para a melhor cadência dos níveis de giro do cenário proposto.

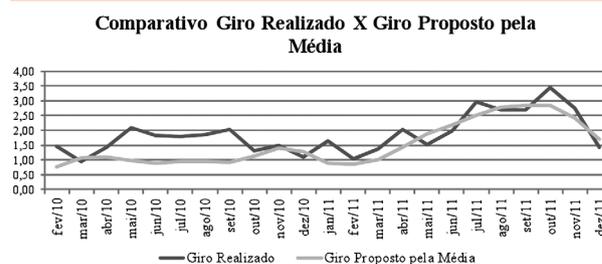


Figura 7: Gráfico comparativo do giro realizado x proposto

Fonte: O autor.

O cenário de visibilidade proposto agrega no auxílio da distribuição da demanda por meio da cadeia produtiva, atrelando uma necessidade a um produto que está em processo e que, a vista do cenário atual, poderia se perder.

A Figura 8 demonstra cada etapa do cenário de visibilidade proposto.

As etapas do fluxo sugerem que o concessionário sempre terá um estágio que lhe permita efetivar a solicitação do produto e acompanhar o seu desenvolvimento durante a evolução em todo o perímetro da cadeia. Se na etapa de disponibilidade de estoque, o produto não estiver disponível, ele irá para a posterior que é a do estoque em trânsito, se mesmo assim não tiver o produto, poderá direcionar-se para a etapa ainda mais posterior que é a do produto em produção. Em último caso, em que o produto não esteja visível nas etapas, o concessionário poderá efetuar um pedido para produção.

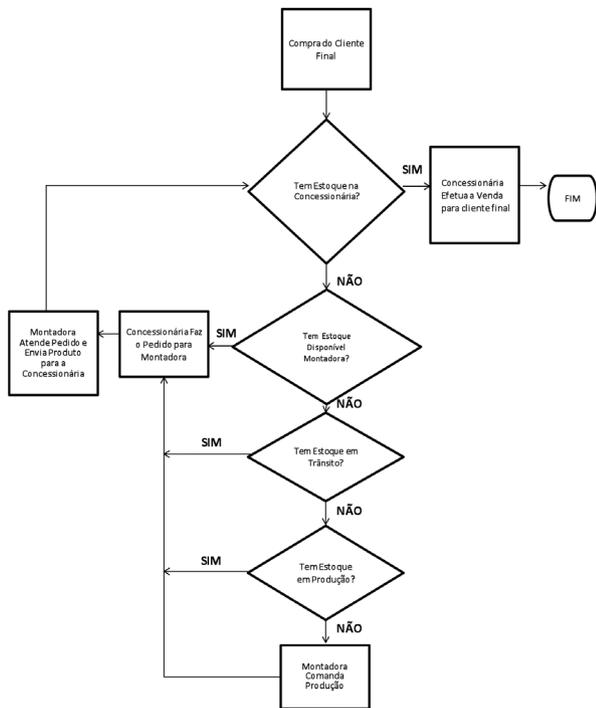


Figura 8: Fluxo do cenário proposto

Fonte: O autor.

5 Conclusão

O estudo sugere que, ao introduzir um método sistêmico para ampliar a visibilidade do concessionário, possibilitando a ele efetuar suas solicitações em outros estágios em que se encontram os produtos na evolução da cadeia produtiva, este poderá colocar pedidos que serão atrelados aos itens mesmo estando antes do perímetro de disponibilidade. No momento em que os produtos se tornem disponíveis, automaticamente serão faturados ao cliente, assim, otimizando o nível de giro de estoque e possibilitando que os volumes de cada item venham atingir parâmetros mais baixos.

A proposta de visibilidade evidencia um meio de distribuição da demanda que não era percebida ao longo do tempo no método anterior utilizado. Desse modo, o concessionário agora poderá negociar mais precisamente um prazo de entrega junto ao seu cliente ou mesmo se programar melhor para suprir seu estoque.

O método mais simples de demanda média estudado, associado ao cenário proposto com a ampliação da visibilidade, sugere que, a qualquer momento, independentemente do volume de estoque que tiver na ocasião ou sob uma variação de demanda, o concessionário poderá colocar seu pedido mesmo que não tenha o produto em nenhuma etapa da cadeia, porque será comandada a produção pela montadora, bastando a ele negociar o prazo de entrega com o seu cliente final.

Com a adoção da visibilidade ampliada para toda a cadeia logística, a demanda pode ser distribuída mais linearmente de forma que o produto, ao ser concebido e disponibilizado para a comercialização, poderá ser imediatamente faturado ao cliente, sugerindo uma redução do seu tempo de estoque e, assim, resultando no aumento do giro de estoque.

Este modelo pode ser utilizado para futuros trabalhos numa aplicação de microanálises com abordagem e estudo do comportamento do nível de estoque e da demanda de cada item vendido pela montadora, inclusive estendendo às características individuais de cada item, tais como versão, cor e opcionais.

Referências

- AFONSO, M. W.; NOVAES, M. L. O. Aplicação de modelos de previsão de demanda em uma farmácia hospitalar. *Relatório de Pesquisa em Engenharia de Produção da UFF*, ISSN 1678-2399. v. 11, n. 4, 2011.
- ARAÚJO, S. A. de; LIBRANTZ, A. F. H; ALVES, W. A. L. Algoritmos genéricos na estimação de parâmetros em gestão de estoque. *Exacta*, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 21-29, 2009.
- ARAÚJO, S. et al. Avaliação do uso da simulação computacional em sistemas de produção. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA – CONEM. 7., 2012 jul./ago., São Luís. *Anais...* São Luís: CONEM, 2012.
- ARNOLD, J. R. T. *Administração de materiais*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

BITTAR, R. C. S. M. et al. Mapeamento do fluxo de valor de uma cadeia de suprimentos na indústria automobilística, um Estudo de Caso. In: SIMPED, 12., 2005 nov. *Anais...* Bauru: SIMPED, 2005.

DIAS, M. A. P. *Administração de materiais* – princípios, conceitos e gestão. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FERREIRA, Y. L. C.; GOMES, D. P.; COSTA, T. T. S. Desenvolvimento de um aplicativo para previsão de demanda usando a ferramenta Microsoft Excel. In: CNEG CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO. 8., Rio de Janeiro. *Anais...*, Rio de Janeiro: CNEG, ISSN 1984-9354, jun. 2012.

FIGUEIREDO, E. D.; NETTO, M. A. C. Modelo de centralização de estoque para a logística de suprimento da exploração e produção da Petrobrás. *Pesquisa operacional*, ISSN 0101-7438. v. 21, n. 2, p. 137-158, jul./dez. 2001.

FREITAS FILHO, P. J. *Introdução à modelagem e simulação de sistemas com aplicações em Arena*. 2. ed. Florianópolis: Visual Books, 2008.

KECHINSKI, C. P. et al. Análise do modelo de desenvolvimento de produto de uma empresa fabricante de produtos e soluções para o setor automotivo. *Exacta*, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 81-88, 2010.

LAW, A. M.; KELTON, W. D. *Simulation modeling and analysis*. 3. ed. New York: McGraw Hill, 2000.

MENDES, V. M.; ESCRIVÃO FILHO, E. Sistemas integrados de gestão (ERP) em pequenas empresas. *Gestão & Produção*, v. 9, n. 3, p. 227-296, dez. 2002.

MERIDITH, J. R. *The Management of operations: a conceptual emphasis*. 4. ed. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1992.

MOREIRA, E. C. G. et al. Simulação computacional para produção de pasta diamantada. *Perspectivas on line, Ciências Exatas e Engenharia*, v. 1, n. 1, p. 59-70, 2011.

OLIVEIRA, C. S. Aplicação de técnicas de simulação em projetos de manufatura enxuta. *Estudos Tecnológicos*, DOI: 10.4013/ete.20083.06 ISSN 1808-7310, v. 4, n. 3, p. 204-217, set./dez. 2008.

OLIVEIRA, S. E. et al. Análise da contribuição da simulação computacional no projeto para montagem. In: SIMPED, 13., 2006, Bauru. *Anais...* Bauru: SIMPED, 2006.

PEREIRA, R. T. et al. Técnicas recentes para a modelagem de processos: Recomendações Gerais. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ENEGEP, 29., Salvador. *Anais...* Salvador: ENEGP, 2009.

PINHO, A. F.; MORAIS, N. S. Utilização da simulação computacional combinada à técnica de otimização em um processo produtivo. *Revista P&D em Engenharia de Produção*, v. 8, n. 2, p. 88-101, 2010.

RANGEL, J. J. A. et al. Simulação computacional para análise do frete no transporte de cana-de-açúcar, um estudo de caso no Estado do Rio de Janeiro. *Revista Eletrônica Sistemas & de Gestão*, v. 3, n. 3, p. 250-261, set./dez. 2008.

ROSSONI, L. Modelagem e simulação *soft* em estratégia. *Revista Produção Online* – UFSC, Florianópolis, SC, ISSN 16761901, v. 6, n. 2, ago. 2006.

SLACK N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON R. *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TORGA, B. L. M.; MONTEVECHI, J. A. B.; PINHO, A. F. Modelagem, simulação e otimização em sistemas puxados de manufatura. In: SIMPED, 13., 2006, Bauru. *Anais...* Bauru:SIMPED, 2006.

ZALLA FILHO, J. G.; PORTO, A. J. V.; GONÇALVES FILHO, E. V. Análise dos estoques em processo de um sistema de produção de cabinas através de simulação. *Revista Minerva Pesquisa & Tecnologia* – FIPAI, v. 1, n. 1, p. 17-26, jul./dez. 2004.

Recebido em 5 out. 2012 / aprovado em 5 nov. 2012

Para referenciar este texto

ARAÚJO, S.; CORRÊA, V. A.; NUNES, L. E. N. P. Análise do comportamento da demanda com abordagem de cenários simulados no setor automobilístico. *Exacta – EP*, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 59-76, 2013.