

Modelo para dimensionamento e reposição de estoque de pneus para uma empresa do segmento de transporte

Rafael Soares, (UTFPR) (Delpozo) rafael.soares@delpozo.com.br

Rui Francisco Martins Marçal, (UTFPR) marcal@pg.cefetpr.br

Resumo

O pneu para empresas de transporte de cargas está entre os itens de maior custo, necessitando de estudos contínuos para dimensionamento e reposição dos estoques. O presente artigo aponta alternativas para definir os melhores métodos para reposição de estoque de pneus, baseando-se na situação atual dos pneus em operação e utilizando-se de comparações de históricos de quilometragem final. A metodologia supre a demanda mensal, busca o menor custo de estoque e ainda fornece informações precisas para lotes de reposição. Este estudo considera parâmetros para cálculos de dimensionamento destes lotes, a utilização de pneus reformados reduzindo a compra de pneus novos. À medida que os pneus se aproximam de sua quilometragem final quantifica a quantidade de pneus que estão nesta situação e dimensiona o lote de reposição de acordo com a aplicação no veículo. O artigo conclui apontando que em média cerca de 2% de todos os pneus em operação devem ser substituídos mensalmente para suprir a demanda de operação dos veículos.

Palavras chave: Gestão de Estoques; MRP (Material Requirement Planning); Transporte Rodoviário de Cargas.

1. Introdução

Este artigo tem como objeto de estudo uma empresa de transporte de médio porte situada na cidade de Ponta Grossa/PR, que possui cerca de 220 caminhões em sua frota e mais da metade das carretas são Bitrem (tipo de veículo para transporte de cargas que possui duas carretas articuladas com dois eixos por carreta) possuindo também um volume significativo de carretas três eixos. Para que estas composições (caminhão mais carreta) trafeguem são necessários, aproximadamente, 5.000 pneus ativos (pneus efetivamente rodando), e também um estoque para reposição dos pneus retirados de circulação. A retirada do pneu de circulação pode ser pelo término de sua vida útil ou por acidentes, como cortes e perfurações que causam a sua retirada prematura. Manter estoque de pneus evita que os caminhões permaneçam parados por muito tempo. Com um cálculo matemático chega-se na cifra de cinco milhões e quinhentos mil reais instalados e em estoque, pois, em média, cada pneu custa cerca de mil e cem reais.

Com o custo elevado deste insumo, torna-se necessário um controle eficiente de dimensionamento e reposição de estoques, para que não se tenha capital investido em excesso e também não haja sua falta e o caminhão precise permanecer parado por muito tempo. O controle de estoques exerce influência muito grande na rentabilidade da empresa. Eles absorvem capital que poderia estar sendo investido de outras maneiras. Portanto, o inventário desvia fundos de outros usos potenciais e tem o mesmo custo de capital que qualquer outro projeto de investimento. (BALLOU, 1993, p. 208)

Os estoques são projetados para absorver variações na demanda durante o tempo de ressuprimento (tempo entre o pedido até a sua entrega). Caso este tempo de ressuprimento seja elevado, maior será o estoque de segurança, e vice versa. A determinação dos estoques de

segurança leva em consideração dois fatores que devem ser equilibrados: os custos decorrentes do esgotamento do item (custos dos veículos parados pela falta de pneus) e os custos de manutenção dos estoques de segurança. Quanto maiores forem os custos de falta atribuídos ao item, maiores serão os níveis de estoques de segurança que se dispõe a manter. Hoje em relação às fábricas de pneus existem diversos modelos que podem ser fabricados, alguns de uso mais comum e facilmente encontrados e outros de uso mais específico que não tem essa mesma facilidade, necessitando de um tempo maior entre o pedido e a entrega. (TUBINO, 2000, p. 139)

2. Características dos pneus

Para iniciar o estudo de dimensionamento e reposição de estoque de pneus se fez necessário conhecer os diversos parâmetros para sua utilização nos caminhões de transporte pesado de cargas.

Há diversas medidas de pneus que são comercializadas, como por exemplo: 295/80; 275/80. Estas medidas citadas são as mais utilizadas na frota de caminhões em estudo, mas existem outros que também são utilizados no transporte pesado de cargas, como: 11.00, 10.00.

- a) 11.00: mais comumente chamada de “mil e cem”, se caracteriza por possuir 11 polegadas de largura (L) e a medida H também é 11 polegadas. O significado das cotas L e H é mostrado através da Figura 1;
- b) 10.00: a medida L e a medida H possuem 10 polegadas;
- c) 295/80: a medida L possui 295 milímetros e a medida H possui 80% da medida de L;
- d) 275/80: a medida L possui 275 milímetros e a medida H possui 80% da medida de L, esta medida é usada para todos os Bitrem da frota em estudo, com borracha desenho direcional.

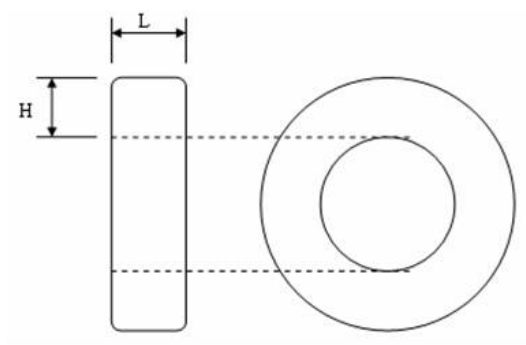


Figura 1 – O significado das cotas L e H

A Tabela 1 mostra a distribuição dos pneus da frota em relação às medidas mais utilizadas.

Medidas	Percentual
295/80	58%
275/80	35%
11.00	6%
Outras	2%

Fonte: Del Pozo Transportes (2006)

Tabela 1 – Distribuição das medidas mais utilizadas na frota

Nos caminhões da frota em estudo há basicamente dois modelos distintos de pneus: “Borrachudos” e “Direcionais”. Os pneus dito Borrachudos são utilizados nos eixos de tração e possuem este nome por apresentar um volume maior de borracha para melhorar a aderência

e evitar patinações durante o esforço trator do veículo. Já os Direcionais são modelos de pneus que podem ser utilizados nos eixos dianteiros que dão direção ao veículo ou nos eixos livres (eixos de carretas) e possuem um volume menor de borracha melhorando assim a sua dirigibilidade.

2.1. Parâmetros de utilização dos Pneus

Em cada um dos eixos do veículo há um determinado limite para a altura do sulco do pneu (altura da borracha que pode ser gasta), com a finalidade de se obter um melhor aproveitamento com a maior segurança e melhor eficiência dos pneus.

No primeiro eixo do cavalo, que são pneus direcionais, são colocados pneus novos com sulco aproximado de quinze milímetros. Estes pneus podem permanecer nesta posição até atingirem cerca de três milímetros e, então são substituídos por outros, garantindo a segurança para o veículo e para o condutor (resolução do Contran 558/80). Os pneus retirados são então alocados em outros eixos, denominados como eixos truck, ou então nos eixos das carretas.

No caso dos pneus Borrachudos, que são colocados no eixo responsável pela tração do caminhão, possuem aproximadamente dezenove milímetros de sulco quando novo, e permanecem nesta posição até atingirem cerca de quatro milímetros, sendo substituídos por outros garantindo assim o poder trator do veículo.

A resolução do Contran 558/80 diz que os pneus com sulco igual ou menor a 1,6 mm devem ser substituídos, porém como parâmetro da empresa para garantir a tração do caminhão, a mesma mantém o pneu até aproximadamente quatro milímetros, reduzindo índices de patinações.

Normalmente os pneus alocados na tração são pneus que foram reformados com desenho Borrachudo depois de terem passado sua primeira vida com desenho Direcional. Os pneus utilizados pela empresa, em sua grande maioria são pneus sem reforma, que após sua primeira vida, considerando uso normal, são reformados com borracha para tração. De todos os pneus que passaram pela primeira reforma somente alguns são selecionados para segunda reforma, isto de acordo com as condições físicas do pneu, enquanto outras empresas do mesmo segmento utilizam com mais frequência a segunda reforma. A Tabela 2 detalha a distribuição dos pneus em uso na empresa.

Pneus Reformados	Percentual
Sem Reforma	66%
Primeira Reforma	28%
Segunda Reforma	6%

Fonte: Del Pozo Transportes (2006)

Tabela 2 – Distribuição dos Pneus em uso de acordo com as reformas

Nos eixos do truck (terceiro eixo do cavalo), nos eixos das carretas três eixos e nas carretas Bitrem os pneus são retirados com dois milímetros ou menos. A resolução do Contran 558/80 estabelece que trafegar com pneus abaixo do limite é ilegal e o veículo pode ser apreendido.

Na empresa em estudo, utiliza-se pouco a segunda reforma, devido ao elevado índice de sucateamento de pneus (pneus retirados de serviço) por excesso de fadiga da carcaça (esqueleto do pneu) não aproveitando toda a borracha da segunda reforma. Então somente carcaças em excelente estado físico são reformadas pela segunda vez.

Conhecidos os diferentes parâmetros que devem ser observados para o estudo de dimensionamento e reposição de estoque para pneus que são: Medidas dos Pneus, Modelos de

Desenhos de Borrachas, Aplicação no veículo. Parte-se então para a análise da metodologia que melhor se encaixa no processo em questão.

3. Dimensionamento e Reposição de Estoques

Para entender a importância de uma metodologia para estoques, a sua administração é responsável pela definição do planejamento e controle dos níveis de estoques, tendo que equacionar os tamanhos dos lotes, a forma de reposição, e os estoques de segurança do sistema. E uma gestão inadequada pode gerar transtornos significativos à área de transportes, tendo o caminhão que permanecer parado pela falta de um pneu. (TUBINO, 2000, p. 108)

Para Ballou (1993, p. 205) estoques servem para: melhorar o nível de serviço; incentivar economias na produção; permitir economias de escala nas compras e no transporte; agem como proteção contra aumento de preços; protegem a empresa de incertezas na demanda e no tempo de ressurgimento; e servem como segurança contra contingências. Em empresa de transportes, no que se diz respeito a melhorar o nível de serviço considera-se a liberação mais rápida do caminhão para a produção, e sobre economia de escala nas compras se deve ao fato das “promoções”, onde o fornecedor oferece o produto por um preço menor que o usual e acaba-se por adquiri-lo em quantidade considerável.

Para Russomano (2000, p.158) os parâmetros da gestão de estoques, a saber: Consumo médio mensal, Consumo previsto, Consumo realizado, Tempo de reposição, Lote de encomenda e Estoque de segurança.

- a) Consumo médio mensal é a média aritmética do consumo previsto num período determinado (três meses no geral);
- b) Consumo previsto é o que se espera consumir;
- c) Consumo realizado é o que se consumiu realmente;
- d) Tempo de reposição é o prazo entre a emissão do pedido e o seu atendimento;
- e) Lote de encomenda é a quantidade de material que se compra ou se fabrica de cada vez; e
- f) Estoque de segurança serve para compensar variações no consumo médio mensal e no tempo de reposição, considerando que estes dois itens são variáveis, devido a sazonalidade, etc.

De acordo com Xenos (1998, p. 215) “o dimensionamento do estoque de reposição deve garantir que as peças necessárias estarão disponíveis na quantidade certa e na hora certa”. Para otimizar o controle de reposição de estoques da empresa, tem-se em mãos uma ferramenta interessante que analisa a quilometragem dos pneus até atingir o final de sua vida útil. Para dar confiabilidade ao processo, faz parte do plano de manutenção dos veículos da frota a execução de inspeções periódicas (intervalos próximos a 80 dias). Nestas inspeções são medidas as profundidades dos sulcos de todos os pneus, tendo assim condições de prever com antecedência quantos pneus sairão de circulação para reforma ou sucateamento através de relatórios emitidos pelo sistema de gerenciamento utilizado.

3.1. Modelos de Controle de Estoque

Para Tubino (2000, p.125) existem três modelos de controle de estoques: Ponto de Pedido, Revisões Periódicas e Lógica MRP.

- a) Modelo de controle de estoque por ponto de pedido consiste em estabelecer uma quantidade de pneus em estoque, chamada de ponto de pedido ou de reposição, que, quando atingida, inicia o processo de reposição em uma quantidade pré-estabelecida;

- b) Modelo por revisões periódicas trabalha no eixo dos tempos, estabelecendo datas nas quais serão analisadas a demanda e as demais condições dos estoques, para decidir pela reposição dos mesmos e
- c) Modelos de estoques baseados na lógica MRP (*Material Requirement Planning*), considera a dependência da demanda que existe entre itens componentes de produtos acabados. De acordo com os históricos de quilometragem final dos pneus em operação, a medida que esta quilometragem se aproxima torna-se necessário que o estoque esteja preparado para a demanda prevista.

O MRP permite que as empresas calculem quantos pneus de determinado tipo são necessários e em que momento, objetivando o cumprimento das promessas de entregas de produtos sempre com o mínimo de estoque necessário. Na situação dos pneus podem-se analisar quantos serão necessários para suprir as necessidades conforme cada utilização no veículo. (KUEHNE, 2005)

A metodologia MRP se torna interessante quando têm-se em mãos ferramentas que trazem toda a expectativa de consumo de material, em função de um histórico consistente vindo de um banco de dados alimentado diariamente, que é o caso da empresa em estudo. O sistema de apoio utilizado possui características fundamentais para se iniciar um controle de estoque coerente com a realidade da empresa. São históricos registrados sobre a média da vida útil do pneu, considerando a quilometragem percorrida e interagindo com inspeções periódica para exame e confronto com os históricos existentes.

O MRP oferece enfoques efetivos, sistêmicos, sensíveis e disciplinados para determinação das necessidades dos pneus para os veículos da empresa, estabelecendo seus cálculos com base em dados acurados. Outro ponto crucial antes de iniciar a utilização do MRP, trata da integridade dos dados. Torna-se fundamental a plena confiança na veracidade das informações existentes para que todos os dimensionamentos estejam mais próximos da realidade. (SUZIN; BORELLA e PERUCHI, 2005)

Para tentar manter o menor custo possível de estoque, pode-se interagir também com o conceito *Just-in-Time* e suprir produtos para linha de produção (montagem de pneus), apenas quando eles são necessários. Se as necessidades de material ou produtos e os tempos de ressuprimento são conhecidos com certeza, pode-se evitar o uso de estoques. Este trabalho pode ser iniciado nos pneus que são enviados para reforma, mantendo um estoque de pneus reformados como estoque de segurança, e um estoque de pneus a serem enviados para reforma. Pois um pneu que irá para sua primeira reforma com altura de sulco no limite de segurança, possui um custo cinquenta por cento inferior ao custo de um pneu já reformado. E como os tempos de envio e retorno dos pneus das reformadoras são conhecidos, a implementação do *Just-in-Time* para pneus reformados se torna favorável. (BALLOU, 1993, p. 226)

Para sustentar toda a metodologia de ressuprimento dos pneus, portanto, torna-se essencial o conhecimento prévio dos históricos de quilometragem final média dos pneus da frota, bem como a distinção de sua aplicação no veículo, e análises prévias dos parâmetros citados anteriormente, como a utilização de pneus reformados.

4. Análise do Estoque

Para analisar a situação atual dos pneus montados nos caminhões e estabelecer padrões para dimensionamento e reposição do estoque, deve-se analisar alguns parâmetros para delinear e quantificar estes lotes, são eles:

- a) Pneus do primeiro eixo do cavalo são pneus sem reforma, e são retirados com seis milímetros e alocados em outros eixos;
- b) Pneus da tração são retirados com cinco milímetros e são direcionados a outros eixos, ou eixo truck do cavalo ou eixos das carretas três eixos e
- c) Pneus com dois milímetros (altura de borracha limite de segurança) e que ainda não sofreram reformas, serão reformados, preferencialmente borracha para tração.

A Tabela 4 mostra a caracterização dos pneus que estão montados nos caminhões quanto aos parâmetros que devem ser considerados ao dimensionar um lote de reposição de pneus. Com estes dados, estima-se a quantidade de pneus que serão desmontados para serem sucateados ou reformados.

Parâmetros	Quantidade de Pneus
Pneus do primeiro eixo que deverão ser substituídos por novos	30
Pneus da tração que deverão ser substituídos para manter poder trator do caminhão	136
Pneus das carretas que deverão ser substituídos	58
Pneus dos trucks que deverão ser substituídos	74
Pneus montados que serão reformados pela primeira vez	80
Pneus montados que serão reformados pela segunda vez	22
Pneus que serão direcionados para sucateamento	76

Fonte: Del Pozo Transportes (2006)

Tabela 4 – Parâmetros para dimensionamento e reposição de estoque de pneus considerando somente a medida 295/80 na situação atual dos pneus da empresa

De acordo com as informações da tabela 4:

- a) 76 pneus sairão de circulação para serem sucateados;
- b) 102 pneus serão reformados (preferencialmente borracha para tração) e serão montados nos eixos da tração;
- c) Haverá necessidade de 30 pneus novos para os eixos dianteiros;
- d) Ainda haverá uma defasagem de 34 pneus para a tração;
- e) Os 30 pneus retirados do eixo dianteiro suprirão parte da demanda das carretas e
- f) E os pneus retirados do eixo da tração suprirão a demanda dos eixos dos trucks (terceiro eixo do cavalo) e o restante da demanda das carretas.

Para manter o estoque e suprir a demanda no período em estudo, seria necessário um lote de reposição de 64 pneus novos (30 pneus modelo direcional e 34 pneus modelo borrachudos).

A Tabela 5 mostra a situação atual dos pneus medida 275/80 (medida utilizada nas carretas Bitrem), quanto aos parâmetros que devem ser considerados para dimensionar um lote de reposição.

Parâmetros	Quantidade de Pneus
Pneus que deverão ser substituídos	136
Pneus montados que serão reformados pela primeira vez	90
Pneus montados que serão reformados pela segunda vez	30
Pneus que serão direcionados para sucateamento	16

Fonte: Del Pozo Transportes (2006)

Tabela 5 – Parâmetros para dimensionamento e reposição de estoque de pneus considerando somente a medida 275/80 na situação atual dos pneus da empresa

Para a situação dos pneus 275/80, que são usados nas carretas Bitrem, haveria a necessidade de um lote de reposição de 16 pneus novos. Os próprios pneus retirados dos veículos serão reformados e suprirão a demanda quase na totalidade, havendo uma defasagem de 16 pneus somente. Porém, para não haver perdas de tempo dos veículos devido o *lead time* entre o pneu ser enviado para a reforma e retornado para operação, torna-se conveniente um estoque para giro reduzindo as perdas de tempo. E também é muito conveniente manter um estoque de segurança em casos emergenciais, como cortes e estouros de pneus.

5. Conclusões

O insumo pneu, que é um dos itens mais importantes para a execução do transporte de cargas, possui um custo elevado e toda reposição de estoque deve ser cuidadosamente analisada para dimensionar um lote de reposição sem excessos, pois, em média, cerca de 2% do total de pneus em operação devem ser repostos nos veículos.

Este lote de reposição deve ser estudado considerando todos os parâmetros citados no artigo, como a utilização de pneus reformados. A omissão destes parâmetros pode levar a um super dimensionamento do lote elevando consideravelmente o custo de estoque da empresa. O modelo reduz consideravelmente o custo de estoque, pois analisa a utilização de pneus reformados e seu custo equivale a aproximadamente um quarto do custo do pneu novo.

Auxilia também na reposição de lotes pontuais, pois considera a previsão de consumo por tipo de pneu, distinguindo os utilizados para eixos da tração ou pneus para carretas, e com isto permite o dimensionamento pontual do determinado tipo em demanda no momento.

E também, manter um estoque mínimo torna-se atrativo, pois há a necessidade de trocas de pneus emergenciais devido a acidentes que causam a retirada prematura do pneu de circulação. Não manter um estoque de segurança leva a um custo indireto que é a parada de produção do veículo até a reposição de um pneu acidentado.

Referências

BALLOU, R. H. *Logística Empresarial*. São Paulo: ATLAS, 1993.

RUSSOMANO, V. H. *PCP: Planejamento e Controle da Produção*. Editora Pioneira. 6ª Edição, 2000.

KUEHNE, M. *Logística de Materiais: uma abordagem quantitativa*. FAE Business School, 2005.

XENOS, H. G. d'P. *Gerenciando a Manutenção Produtiva*. Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

TUBINO, D. F. *Manual de Planejamento e Controle da Produção*. São Paulo: ATLAS. 2ª Edição, 2000.

SUZIN, Â. de F.; BORELLA, M. R. de C. e PERUCHI, M. *Importância do Papel dos Estoques como Estratégia para o Gerenciamento de Suprimentos em uma Indústria de Fundidos*. In: XXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Porto Alegre. RS, 2005.