

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY RIBEIRO-UENF  
CENTRO DE CIENCIA E TECNOLOGIA-CCT  
LABORATÓRIO DE ENGENHARIA PRODUÇÃO-LEPROD**

**IGOR DE SOUZA PIMENTEL**

**APLICAÇÃO DO MODELO DE MILLER & ORR NA GESTÃO DE  
ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE  
EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**

**Campos dos Goytacazes – RJ**

**2013**

**IGOR DE SOUZA PIMENTEL**

**APLICAÇÃO DO MODELO DE MILLER & ORR NA GESTÃO DE ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

**Orientador: Prof. Dr. Manuel Antonio Molina Palma**

**Campos dos Goytacazes – RJ**

**2013**

**IGOR DE SOUZA PIMENTEL**

**APLICAÇÃO DO MODELO DE MILLER & ORR NA GESTÃO DE  
ESTOQUES: UM ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DE  
EXPLORAÇÃO E PRODUÇÃO DE PETRÓLEO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Produção do Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 14/08/2013.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Manuel Antonio Molina Palma – Orientador

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Jacqueline Magalhães Rangel Cortes

---

Prof. Dr. Rodrigo Tavares Nogueira

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus por estar sempre comigo em todas as horas, me dando competência, sabedoria, força, saúde para que eu pudesse focar nos meus objetivos e por me iluminar nas decisões que tomei para que eu chegasse até aqui.

Agradeço:

À minha família, por me apoiar, pela paciência e, por mesmo estando longe, ser muito presente no meu dia a dia. Agradeço, também, pela força que me deram nos momentos mais difíceis dessa jornada e por estarem sempre dispostos a fazerem qualquer coisa para me verem bem.

À minha namorada por ser minha melhor amiga, companheira e por estar do meu lado tanto nos momentos difíceis quanto nos momentos felizes, me dando força, apoio e amor. Agradeço, também, por me apoiar seja qual fosse a decisão tomada por mim.

Aos meus amigos de faculdade por permitirem que eu compartilhasse com eles todos os momentos da faculdade, sejam eles fáceis ou difíceis. Agradeço, também, por terem me proporcionado momentos de alegria, diversão, risadas, que foram fundamentais para cumprir mais essa etapa da minha vida.

Aos professores que fizeram parte dessa conquista, pois seus ensinamentos foram essenciais para que eu alcançasse meu objetivo.

Em especial, ao meu professor e orientador Molina, que, além de ser um grande mestre, é também um grande amigo. Agradeço por ter me dado a oportunidade de fazer esse projeto com sua orientação. Agradeço pelos conselhos e conversas durante o curso pois, com certeza, foram importantes para eu atingir meus objetivos.

A todos que, de certa forma, fizeram (e fazem) parte dessa história.

Muito obrigado!

## RESUMO

No mercado mundial, a gestão de estoque é um assunto que preocupa bastante as empresas e sempre está nas pautas das atividades estratégicas definidas por seus planos de negócios. Essa preocupação é baseada no alto valor em ativo imobilizado que as empresas detêm bem como o alto custo que o estoque representa. Este projeto procurou mostrar como é a estrutura e como a gestão de estoques funciona na empresa estudada para, a partir disso, analisar um meio alternativo para gerir estoques. Para tanto, foi utilizado um modelo usado na administração de caixa, no qual foram feitas adaptações julgadas necessárias, capazes de retornar resultados coerentes. Além da aplicação do modelo de Miller e Orr, utilizou-se a classificação ABC para determinar em quais classes de itens a gerência deveria aplicar esforços para gerenciar e, assim, atingir seu objetivo final, qual seja, otimizar os níveis do valor em estoque. Foram obtidos resultados para cinco casos distintos. Inicialmente para o caso real da empresa e, em seguida, para quatro casos simulados arbitrando valores necessários ao cálculo do modelo. Os resultados mostraram que, para o caso real, caso 0 e caso 1 o valor do estoque da companhia varia dentro do intervalo ótimo obtido através da aplicação do modelo, fazendo com que não seja necessário tomar decisões gerenciais. Em seguida, para o caso 2, o valor do estoque de segurança (necessário ao cálculo do modelo) foi reduzido em 69%. Assim, os resultados mostraram que, o valor do estoque da companhia ultrapassa, em alguns meses, o valor do limite ótimo superior, sendo necessário, portanto, tomar ações gerenciais para que o valor em estoque volte ao intervalo ótimo. Já para o segundo caso simulado, foi aumentada a taxa de juros (necessária ao cálculo do modelo) em aproximadamente 300% e, assim como no caso real, os resultados obtidos não apresentaram necessidade de ações gerenciais pois o valor do estoque variou dentro do intervalo ótimo.

*Palavras-chave: gestão de estoques, modelo de Miller e Orr, otimização, classificação ABC.*

## **ABSTRACT**

On the world market, inventory management is a matter of great concern to businesses and is always on the agenda of the strategic activities defined by their business plans. This concern is based on high-value fixed assets owned by the companies as well as the high cost that inventory represents. This project sought to show how the structure is and how the inventory management functions in the company and, from this, consider an alternative way to manage inventories. For this, we used a model used in cash management, in which were made necessary adjustments, so that it could be able to return consistent results. Besides the application of the Miller and Orr model, we used the ABC classification to determine which classes of items managers should implement efforts in order to achieve their goal, which is optimize the levels of the value of stock. Results were obtained for five different cases. Initially for the real case and then for four simulated cases arbitrating values needed to the model calculation. The results showed that for the real case, Case 0 and Case 1 the value of stock varies within the optimum interval obtained by applying the model, making it unnecessary to take managerial decisions. Then for the Case 2, the safety stock value (needed on the model calculation) was reduced in 69%. So, the results showed that, the value of stock of the company exceeds, in some months, the value of the optimal upper limit. Therefore, it is necessary to take management actions so that the value of stock gets back to the optimal range. Finally, for the Case 3, the interest rate (needed on the model calculation) was increased approximately 300%. So, as in the real case, the results showed no need for management actions because the value of the stock ranged within the optimal range.

*Key-words: inventory management, Miller and Orr model, optimization, ABC classification.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estoque de Ciclo.....	14
Figura 2 – Curva ABC.....	18
Figura 3 - Compensação dos custos relevantes de estoque com a quantidade pedida.....	19
Figura 4 - Modelo de Miller e Orr.....	25
Figura 5 – Evolução do estoque mensal da unidade.....	31
Figura 6 – Curva ABC dos materiais em estoque na unidade.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução do estoque mensal.....	30
Tabela 2 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso real.....	34
Tabela 3 - Classificação ABC dos materiais em estoque.....	35
Tabela 4 - Classificação ABC: Destaque dos dados necessários à curva ABC.....	35
Tabela 5 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 0.....	37
Tabela 6 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 1.....	39
Tabela 7 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 2.....	40
Tabela 8 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 3.....	42
Tabela 9 - Comparação dos dados obtidos.....	43



# SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
1.1 OBJETIVO.....	11
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
2.1 TIPOS DE ESTOQUE.....	12
2.1.1 Estoque de segurança.....	13
2.1.2 Estoque de ciclo.....	13
2.1.3 Estoque de desacoplamento.....	14
2.1.4 Estoque de antecipação.....	14
2.1.5 Estoque no canal (de distribuição).....	15
2.1.6 Estoque obsoleto.....	15
2.2 OBJETIVO DO ESTOQUE.....	15
2.3 CLASSIFICAÇÃO ABC.....	17
2.4 CUSTOS DE ESTOQUE.....	19
2.4.1 Custos de aquisição.....	19
2.4.2 Custos de Manutenção.....	20
2.4.3 Custos de espaço.....	20
2.4.4 Custos de capital.....	21
2.4.5 Custos do serviço de estocagem.....	22
2.4.6 Custos dos riscos de estocagem.....	22
2.4.7 Custos de falta de estoques.....	22
2.5 ADMINISTRAÇÃO DE CAIXA.....	22
2.5.1 Modelo de Miller e Orr.....	24
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>27</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>28</b>

4.1 ESTUDO DE CASO.....	28
4.1.1 Adaptação do Modelo de Miller e Orr para gestão de estoques.....	32
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>45</b>
5.1 PROPOSTA PARA FUTUROS ESTUDOS.....	46
<b>6 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O contexto atual do processo de gestão de estoques na área de exploração e produção de petróleo é caracterizado por um árduo trabalho e por um alto grau de incertezas e riscos. Assim sendo, um planejamento feito sem uma devida análise pode gerar grandes perdas, economicamente falando.

Em se tratando do mercado petrolífero, as empresas, principalmente as produtoras de petróleo, tendem a trabalhar com uma quantidade grande de materiais. A distribuição de todo esse material entre as diversas plataformas e centros é uma atividade complexa.

Para toda atividade que envolve distribuição de materiais entre diferentes setores da empresa, e terceiros, há a necessidade de geração de estoques. Essa geração de estoques é importante para que todos os setores mantenham suas atividades em funcionamento sem que haja necessidade de paralisação por falta de material.

Diante desses fatos, surgem questões quanto ao gerenciamento de estoques. Perguntas como, “quando comprar?”, “onde comprar?”, “quanto comprar?”, “quanto estocar?”, “onde estocar?”, “quando estocar?”, “como controlar o sistema?”, surgem o tempo todo e, muitas vezes, a resposta não é tão simples de se obter.

Nesse sentido, Ballou (2006) diz que a boa gestão dos estoques significa “mantê-los no nível mais baixo possível consistentemente com um equilíbrio de custos diretos e indiretos atribuídos ao seu nível e com a necessidade de manter um nível adequado de disponibilidade de produto.”

Mas, por que utilizar um modelo de otimização de administração de caixa na gestão de estoques? Na verdade essa pergunta pode ser respondida pelo uso de outro, o modelo Baumol. Ou seja, este modelo cabe tanto para administração de caixa quanto para gestão de estoques, sendo assim, será verificado a possibilidade de uso do modelo de fluxo de caixa de Miller e Orr em gestão de estoques e sua conseqüente adaptação. Como motivo principal da utilização do modelo, pode-se afirmar que, quanto mais capital estiver parado em forma de inventário, maior é o comprometimento de recursos em

capital de giro. Assim, é importante que haja uma otimização do nível de inventário para que o capital, antes parado, se transforme em capital circulante, fazendo, então, com que este possa ser investido em algo com maior retorno para a companhia.

Para melhor compreensão, Junior e Saurin (1994) dizem que, Baumol reconhece as semelhanças de estoque e caixa do ponto de vista financeiro. Em outras palavras, entende-se que o caixa é o estoque dos meios de pagamento da empresa, sendo mantidos, então, para uso no momento apropriado.

Assim, este trabalho tem o objetivo de verificar se o modelo de Miller e Orr pode ser implementado à gestão de estoques, de forma que consiga otimizá-lo. A escolha desse modelo se justifica pelo fato deste funcionar bem para a otimização do fluxo de caixa pois considera, diferentemente de Baumol, a incerteza nesse fluxo. Portanto, ao verificar-se que o estoque tenha, semelhantemente, um comportamento de incerteza em sua demanda, a adaptação do modelo de Miller e Orr se daria de forma plausível.

Logo, é importante mencionar que ao longo do trabalho, apesar do tema ser gestão de estoques, uma parte será destinada à abordagem da “administração de caixa” com o intuito de haver uma melhor compreensão do modelo de Miller e Orr.

## 1.1 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho consiste em adaptar e aplicar o modelo de Miller e Orr, em uma empresa onde já se identifica um processo de gestão de estoques implementado, a fim de descobrir se esse modelo pode ser utilizado como uma forma alternativa de gerir estoques. Assim, será analisada a possibilidade de otimizar o estoque imobilizado.

Secundariamente será abordada a classificação ABC com o objetivo de auxiliar na tomada de decisão final com relação ao estoque.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

A gestão de estoques é um elemento gerencial de extrema importância na administração dos dias atuais. Por absorver uma grande parte do orçamento das organizações, são eles um dos principais pontos de partida das empresas para que se consiga diminuir o valor de recursos líquidos imobilizados.

Chase, Jacobs e Aquilano (2006) definem estoque como a quantidade de qualquer item ou recurso utilizado em uma organização, sendo o sistema de estoque um conjunto de políticas e controles que monitoram os níveis de estoque, determinam quais níveis deveriam ser mantidos e quando os estoques devem ser reabastecidos.

Já para Ballou (2006), estoques são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos do canal de produção e logística das empresas.

Para Slack, Chambers e Johnston (2009), estoque é definido como a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação. Sendo assim, uma empresa de manufatura manterá estoques de materiais, um escritório de assessoria tributária manterá estoques de informações e um parque temático manterá estoques de consumidores.

Estoque, na visão de Corrêa, Gianesi e Caon (2007), é o acúmulo de recursos materiais entre fases específicas de processos de transformação, sendo esses acúmulos proporcionadores de independência às fases dos processos de transformação em que se encontram.

### 2.1 TIPOS DE ESTOQUE

De acordo com Slack, Chambers e Johnston (2009), levam, a diferentes tipos de estoques, as várias razões para o desequilíbrio entre as taxas de fornecimento e de demanda em diferentes pontos de qualquer operação. Assim, propõem cinco tipos de estoque: estoque de segurança, estoque de ciclo, estoque de desacoplamento, estoque de antecipação e estoque de canal.

### 2,1.1 Estoque de segurança

O estoque de segurança tem por objetivo compensar as incertezas advindas do fornecimento e demanda (SLACK *ET. AL*, 2009). A partir do momento em que não é possível prever exatamente a demanda, encomenda-se, então, do fornecedor, uma quantidade a mais do material. Esse nível a mais do estoque está lá com o intuito de cobrir uma possível demanda que venha a ser maior do que a esperada. Além disso, o estoque de segurança pode, ainda, compensar a falta de confiabilidade de fornecedores (SLACK *ET. AL*, 2009).

Um ponto importante no estoque de segurança é sua quantidade. Deve-se haver um controle para que o nível de estoque não seja extremamente alto nem tampouco baixo (SLACK *ET. AL*, 2009). Nessa linha de raciocínio, Dias (2007) diz que uma margem extremamente baixa no estoque de segurança poderia acarretar custo de esgotamento, que são os custos de não haver os materiais à disposição quando necessário, ou seja, perda de vendas.

### 2.1.2 Estoque de ciclo

O estoque de ciclo acontece porque um ou mais estágios na operação não podem fornecer, de forma concomitante, todos os materiais que são produzidos (SLACK *ET. AL*, 2009). Mesmo quando a demanda é estabelecida e previsível, como na Figura 1, há a necessidade de haver sempre um estoque para compensar o fornecimento irregular de cada tipo de material. Em suma, o estoque de ciclo resulta da necessidade de produzir materiais em lotes sendo que sua quantidade é dependente de decisões sobre o volume.

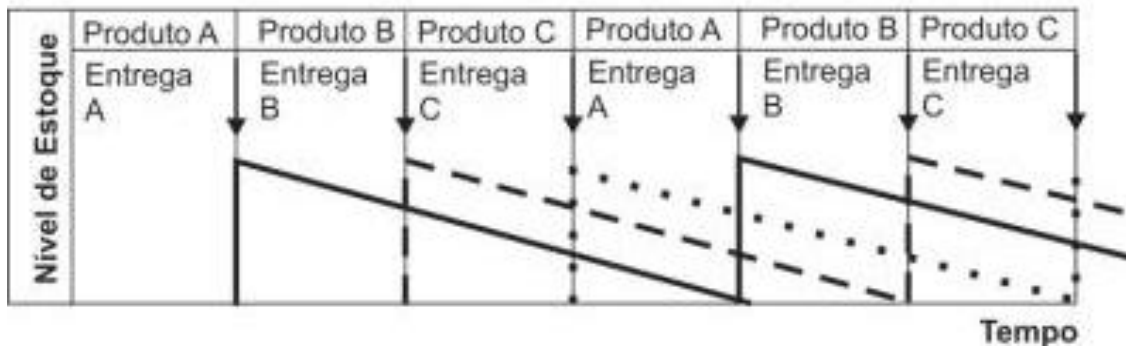


Figura 2 - Estoque de Ciclo. Fonte: Adaptada de (SLACK *et al.*, 2009).

### 2.1.3 Estoque de desacoplamento

Entende-se por estoque de desacoplamento todo estoque que fica intermediário dentro de um setor produtivo, onde cada lote de material em processo é colocado em uma fila, a espera de chegar sua vez no planejamento para a próxima etapa de processo seletivo (SLACK *ET. AL*, 2009).

### 2.1.4 Estoque de antecipação

O estoque de antecipação é aquele constituído para atender às flutuações de demanda expressivas e previsíveis (SLACK *ET. AL*, 2009). Usa-se este tipo de estoque, também, quando as variações de fornecimento são significativas, como em alimentos de safra enlatados. De acordo com Arnold (1999), esses estoques são criados tendo como base períodos do tipo: período de férias, época do máximo de vendas e programa de promoções. Assim, a pessoa responsável pela programação do estoque tem a possibilidade de adequar seus recursos materiais a fim de atender à demanda.

### 2.1.5 Estoque no canal (de distribuição)

O estoque no canal de distribuição se dá quando não é possível que o material seja transportado imediatamente entre o ponto de fornecimento e o ponto de demanda. Assim, por Slack *et al.* (2009, p. 360), “Do momento em que o estoque é alocado (e, portanto, passa a estar indisponível para qualquer outro consumidor) até o momento em que se torna disponível para a loja de varejo, ele passa a ser estoque no canal de distribuição”.

É importante mencionar que estoque no canal de distribuição pode se dar entre processos de uma mesma empresa, em que o arranjo físico apresenta uma distância geográfica considerável Slack *et al.* (2009). A exemplo, um grande fabricante brasileiro de aço movimenta suas cargas entre dois portos de países distintos, onde um navio é utilizado para tal função. Ou seja, toda essa carga em trânsito é estoque no canal de distribuição.

### 2.1.6 Estoque obsoleto

Para Ballou (2006) há ainda o estoque obsoleto, que consiste nos materiais ultrapassados, deteriorados, perdidos/roubados. Em se tratando de estoques com produtos de alto valor de mercado, é indispensável a adoção de precauções especiais para minimizar o seu volume e, assim, evitar grandes perdas financeiras.

## 2.2 OBJETIVO DO ESTOQUE

Para Ballou (2006), um objetivo primário do gerenciamento de estoque é garantir que o produto esteja disponível no tempo certo e na quantidade necessária. Na visão de Chase *et al.* (2006), são cinco os objetivos do estoque:



- **Manter a independência das operações:** Um suprimento de materiais num centro de trabalho permite a flexibilidade desse centro nas operações. Ou seja, o estoque permite que a gerência reduza o número de setups, dado que existem custos para fazer cada novo setup de produção. Deseja-se, também, que nas linhas de montagem haja independência das estações de trabalho. Cada unidade leva tempos diferentes para fazer operações iguais, ou seja, varia de unidade para unidade. Sendo assim, é importante ter reservas de vários materiais dentro da estação de trabalho para que os *lead times* mais curtos sejam compensados pelos *lead times* mais longos e, dessa forma, a produção média tem a possibilidade de ser bastante estável.
- **Cumprir a variação na demanda do produto:** Caso a demanda pelo produto seja conhecida com precisão, será possível fabricar o produto para atingir precisamente a demanda. Todavia, em geral a demanda não é totalmente conhecida, e, nesse caso, um estoque de segurança precisa ser mantido para absorver a variação.
- **Permitir a flexibilidade na programação da produção:** Um estoque alivia a pressão no sistema de produção para fazer com que os produtos saiam. Isso causa prazos de entrega mais longos, que permitem o planejamento da produção para um fluxo mais uniforme e produção de custo mais baixo através de produção de lotes maiores.
- **Proporcionar uma garantia para a variação no tempo de entrega da matéria-prima:** Sempre que é pedido um material ao fornecedor, há a possibilidade de ocorrer atrasos, que são ocasionados por diversas razões como: falta do material na fábrica do fornecedor, greve inesperada dos trabalhadores na fábrica do fornecedor ou empresa de transporte, variação normal

no tempo de envio, envio de material defeituoso ou incorreto e, até mesmo, um pedido perdido.

- **Aproveitar tamanho do pedido econômico de compra:** Para todo pedido feito, há custos, que são: mão-de-obra, selo, telefonemas entre outros. Logo, quanto maior for o pedido da compra, menos pedidos terão que ser abertos. Além disso, quanto maior for o pedido, mais baixo será o custo por unidade, pois os custos de envio favorecem os pedidos grandes.

### 2.3 CLASSIFICAÇÃO ABC

Vecina Neto e Filho (1998) citam que, a classificação pelo método ABC, proposto por Wilfredo Pareto, logo após a Segunda Guerra Mundial, pode ser entendida como uma classificação baseada no valor de utilização dos itens de estoque, permitindo o controle seletivo dele. O objetivo deste procedimento é identificar os produtos em função dos valores que eles representam e, com isso, estabelecer formas de gestão adequadas à importância de cada item em relação ao valor total dos estoques.

Para Martins (2006), a análise ABC é uma das formas mais usuais de examinar estoques. Essa análise consiste na verificação, num determinado espaço de tempo de consumo, em quantidade ou em valor monetário, dos itens em estoque, para que possam ser classificados em ordem decrescente de importância.

De acordo com Lourenço e Castilho (2005), a maioria das empresas trabalha com uma grande variedade de produtos o que faz com que o setor administrativo tenha dificuldade em manter um padrão único de planejamento e controle de estoques. Não é recomendável que se dê o mesmo grau de atenção a todos os itens, uma vez que cada um possui suas particularidades como custo, demanda, prazo de entregas e alternativas de fornecimento. Assim, um tipo de controle adequado para um produto pode ser inadequado para outro, acarretando em falta de material ou estoque excessivo

Francischini (2004) acrescenta que analisar milhares de itens em um estoque é uma tarefa extremamente árdua e, muitas das vezes, desnecessária. Portanto, é conveniente que itens mais importantes, segundo critério adotado, tenham prioridade sobre os menos importantes.

Dias (1993) explica a classificação em estoques como sendo:

- Classe A: Itens que possuam alto valor de demanda ou consumo anual, onde 10% dos itens respondem por 70% do valor de demanda ou consumo anual;
- Classe B: Itens que possuam valor de demanda ou consumo anual intermediário, onde 20% dos itens representam 20% do valor de demanda ou consumo anual;
- Classe C: Itens que possuam baixo valor de demanda ou consumo anual, onde 70% dos itens representam 10% do valor de demanda ou consumo anual.

Porém, o autor ressalta que esses percentuais podem variar de empresa para empresa. Portanto, uma curva ABC é representada pela figura 2.

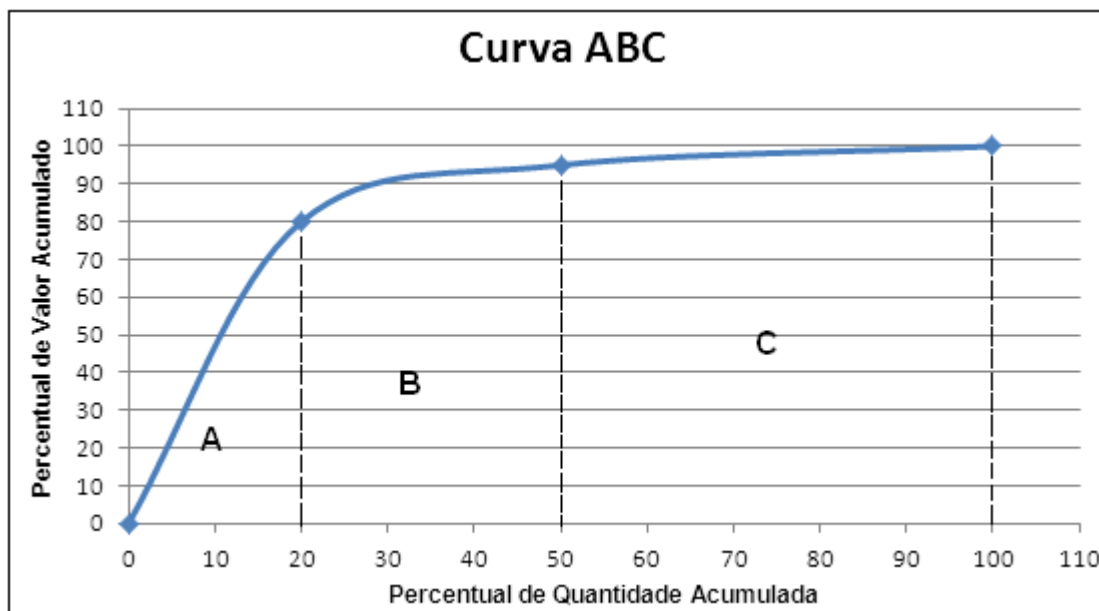


Figura 2 – Curva ABC. Fonte: Próprio autor.

Segundo Santos e Rodrigues (2005), a classificação ABC é bastante utilizada e tem como critério o valor de uso anual, ou seja, a quantidade utilizada por ano x seu valor unitário. Acrescentam ainda que, por meio dessa

classificação, pode-se dedicar um esforço maior aos itens A, os quais representam alta participação nos valores movimentados de estoque.

## 2.4 CUSTOS DE ESTOQUE

Qualquer atividade que vá se fazer com o estoque, gera custos com os quais a empresa deve se preocupar. Ballou (2006) cita que há três classes de custos importantes para a determinação da política de estoque. São eles, os custos de aquisição, de manutenção e de falta de estoques. Segundo o próprio autor, esses custos estão permanentemente em conflito, ou em compensação, entre si. Objetivando determinar a quantidade do pedido para reposição de um item no estoque, essa relevante compensação de custos é mostrada na Figura 3.

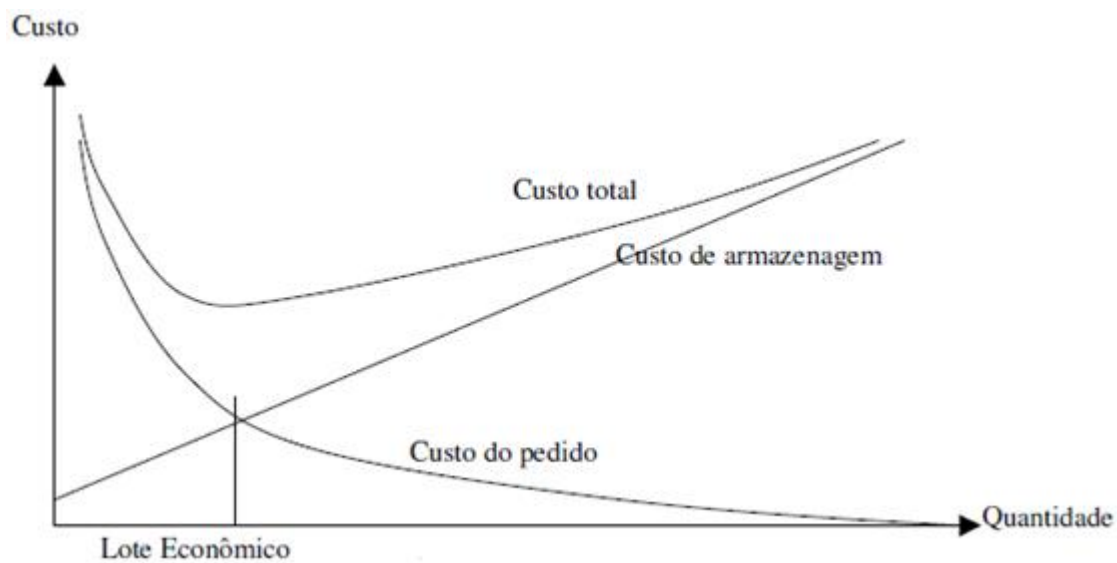


Figura 3 - Compensação dos custos relevantes de estoque com a quantidade pedida. Fonte: Adaptada de (BALLOU, 2006, p.279).

### 2.4.1 Custos de aquisição

De acordo com Slack *et al.* (2009), cada vez que um pedido é realizado para abastecer estoque, são necessárias algumas transações que representam custos para a empresa. Para Chase *et al.* (2006), esses custos referem-se aos

custos administrativos e de escritório para preparar o pedido de compra ou a ordem de produção. Mais detalhadamente Ballou (2006) destaca que, ao se solicitar uma reposição de estoque, incorre-se em uma variedade de custos relacionados à preparação, processamento, transmissão, manutenção e ao pedido de compra. Mais especificamente, os custos de aquisição podem incluir o preço, ou custo de fabricação do produto conforme as quantidades pedidas; o custo do processamento de um pedido pelos departamentos de compras e contabilidade; o custo de preparação do processo de produção; o custo de transmissão do pedido ao ponto de suprimento; o custo do transporte do pedido (quando as tarifas de transporte não fazem parte de compra dos produtos); além do custo de qualquer processamento dos produtos no ponto de recepção.

#### 2.4.2 Custos de manutenção

Os custos de manutenção incluem os custos para as instalações de armazenagem, manuseio, seguro, furto, quebras, obsolescência, depreciação, impostos e o custo de oportunidade do capital. Fica claro que os altos custos de manutenção tendem a favorecer os níveis baixos de estoque e o reabastecimento frequente (CHASE ET AL., 2006).

Já para Ballou (2006), os custos de manutenção podem ser arranjados em quatro classes: custos de espaço, custos de capital, custos de serviço de estocagem e custos de risco de estoque.

#### 2.4.3 Custos de espaço

Os custos de espaço são cobrados pelo uso do volume no prédio de estocagem. Quando o espaço é alugado, as taxas são cobradas por peso e período de tempo. Quando o espaço é próprio ou contratado, os custos de espaço são determinados pela alocação de custos operacionais relacionados ao espaço, como os de climatização e iluminação (BALLOU, 2006). Além de

climatização e iluminação, Slack *et al.* (2009) acrescenta ainda que o seguro pode ser caro, especialmente quando se necessita de condições especiais, como baixa temperatura ou armazenagem de alta segurança.

#### 2.4.4 Custos de capital

De acordo com Ballou (2006), os custos de capital derivam do custo do dinheiro imobilizado em estocagem, e podem representar acima de 80% dos custos totais de estoque, além de serem os mais intangíveis e subjetivos de todos os elementos dos custos de manutenção. O autor acrescenta que há dois motivos para isso. O primeiro, segundo ele, é que estoque representa uma combinação de ativos de longo e de curto prazo, dado que alguns estoques podem suprir necessidades sazonais e outros são mantidos para suprir padrões de demanda de longo prazo. Já o segundo motivo, é que o custo do capital pode variar entre a taxa máxima de juros e o custo de oportunidade do capital.

#### 2.4.5 Custos do serviço de estocagem

Impostos e seguros, segundo Ballou (2006), fazem parte dos custos de manutenção dos estoques. A cobertura por seguros é feita como garantia contra perdas causadas por roubos, incêndios ou tempestades. Os impostos são calculados de acordo com o nível de estoque presente na data da avaliação. Ainda de acordo com o autor, os impostos normalmente representam apenas uma pequena parte dos custos totais de manutenção. Pode-se obter os cálculos dos impostos a partir de registros contábeis (BALLOU, 2006).

#### 2.4.6 Custos dos riscos de estocagem

Os custos dos riscos de estocagem são compostos por custos relacionados com obsolescência, danos, roubos ou deterioração (BALLOU, 2006). Ainda segundo ele, os custos decorrentes desses estoques podem ser avaliados como sendo custo do retrabalho do produto, perda direta de valor do produto, ou como o custo do seu fornecimento a partir de um local secundário.

#### 2.4.7 Custos de falta de estoques

Na visão de Ballou (2006), os custos de falta de estoque ocorrem quando um pedido não pode ser atendido pelo estoque ao qual esse pedido foi solicitado. O autor destaca que são dois os tipos principais desses custos. São eles, os das vendas perdidas e os de pedidos atrasados.

Ocorre um custo de venda perdida quando o cliente, ao verificar que há uma falta do pedido em estoque, desiste do seu pedido e o cancela. Assim, o custo é o lucro que deixa de se ganhar nessa determinada venda, podendo, o cliente, recorrer a marcas concorrentes – em caso de produtos de fácil alternativas (BALLOU, 2006).

Campos (2011) diz que, para se ter uma administração eficiente dos estoques, é importante girá-lo tão rápido quanto possível e, ao mesmo tempo, evitando a falta deles, que poderia resultar em prejuízo.

### **2.5 ADMINISTRAÇÃO DE CAIXA**

De acordo com Assaf Neto (2003) a administração de caixa visa, basicamente, manter uma liquidez imediata necessária para dar suporte às atividades de uma companhia. Ele ainda acrescenta que a empresa necessita

manter um nível de caixa para que consiga enfrentar a incerteza associada a seu fluxo de recebimentos e pagamentos.

Keynes Apud Assaf Neto (2003) apresenta um motivo para se manter um fluxo de caixa, nomeado de *motivo-negócio*, explicado pela necessidade que uma empresa apresenta de manter dinheiro em caixa para efetuar pagamentos provenientes de suas operações normais e previsíveis; as empresas consomem recursos e necessitam, por conseguinte, manter reservas monetárias para suprir essas saídas ordinárias.

De acordo com Campos (2011), uma das finalidades da gestão do caixa é manter um saldo mínimo de recursos que possa ser utilizado imediatamente, em função de incertezas, e que a administração eficiente do caixa contribui expressivamente para a maximização do lucro da empresa.

Para Weston & Brigham (2004), o caixa pode ser entendido como um ativo que não gera retornos, também chamado de “ativo sem lucro”. Ainda para os autores, a justificativa de se manter um fluxo de caixa se dá, entre outras, por questões de precaução, onde explicam que, as entradas e saídas de caixa são bastante imprevisíveis e variam entre as empresas e os setores onde atuam. Por isso, as empresas precisam manter algum caixa em reserva para flutuações imprevistas em entradas e saídas. Keynes apud Assaf Neto (2003) acrescenta que quanto maior for o saldo de caixa para enfrentar essas exigências, maior será a margem de segurança de atuação da empresa.

Porém, Weston & Brigham (2004) citam que o objetivo do administrador do caixa é o de minimizar a quantia de caixa que a empresa deve manter para realizar suas atividades empresariais usuais e, ainda, ter caixa suficiente para manter sua classificação de crédito, obter descontos comerciais e atender a necessidades de caixa inesperadas.

O modelo Baumol é um modelo formal que pode ser usado para estabelecer o caixa mínimo operacional da empresa. Para chegar a essa conclusão Baumol observou pela primeira vez que os saldos de caixa são, em muitos aspectos, semelhantes a estoques e que o modelo de estoque QEE (Quantidade Econômica de Estoque) pode ser usado para estabelecer um caixa mínimo operacional (WESTON & BRIGHAM, 2004).



Os dois modelos de administração de caixa, tanto o Baumol quanto o de Miller e Orr, diferenciam-se basicamente pelas expectativas dos saldos de caixa. O modelo proposto por Baumol é mais aplicável quando for feito um planejamento de curto prazo, sendo assim, este pressupõe condições de certeza no fluxo de caixa. Já o modelo de Miller e Orr é mais aplicável em condições de incerteza devido sua natureza aleatória às transações de caixa (ASSAF NETO, 2003). Rogers *et al.* (2013) acrescenta que esse comportamento de imprevisibilidade faz com que o modelo de Miller e Orr seja mais probabilístico, pois, em determinadas situações práticas o comportamento do caixa assume uma característica de imprevisibilidade.

Sousa e Barros (2000) dizem que mesmo tendo em comum a visão de caixa como sendo um estoque, as proposições dos diversos autores que se dedicaram ao tema diferem entre si em aspectos substantivos. Eles acrescentam que, provavelmente, o fator de distinção mais importante entre os modelos é o enfoque que cada um dá sobre a incerteza dos fluxos de dinheiro esperados pela firma.

Sousa e Barros (2000) fazem uma ressalva importante ao afirmarem que, mesmo quando é matematicamente aceitável a utilização do modelo, deve-se analisar qual seria o ganho efetivo (caso haja) decorrente da aplicação do modelo pela empresa, considerando os custos para sua implantação e manutenção.

Partindo do princípio de que o modelo Baumol pode ser usado tanto para gestão de estoques quanto para administração de caixa, este trabalho visa verificar a adaptação e aplicabilidade do modelo de Miller e Orr (utilizado em administração de caixa) na gestão de estoques.

### 2.5.1 Modelo de Miller e Orr

O modelo desenvolvido por Miller e Orr admite uma natureza aleatória às transações de caixa, e seu uso é mais explorado em condições de incerteza (ASSAF NETO, 2003).

Diferentemente de Baumol, Miller e Orr admitem que o saldo de caixa pode ser elevado ou diminuído em função de transações desconhecidas com antecedência, assim, com isso, são estabelecidos limites para as transferências de títulos negociáveis em caixa, ou seja, no momento em que o saldo monetário em caixa atingir determinado volume (limite superior), os recursos são transferidos para títulos imobiliários, ocorrendo o inverso quando o limite inferior for atingido (ASSAF NETO, 2003).

O modelo de Miller e Orr tem como objetivo básico minimizar o custo esperado total das necessidades de caixa, o que é feito pela escolha dos limites ótimos superior e inferior (figura 4), onde esses limites dependem, basicamente, dos custos fixos associados às transações, dos custos de oportunidade e, também, da variação esperada nos saldos de caixa (ASSAF NETO, 2003).

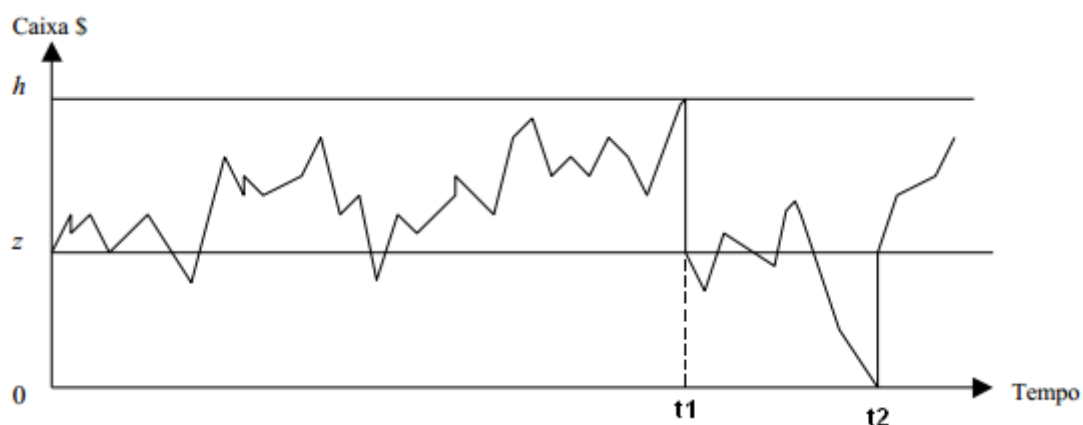


Figura 4 - Modelo de Miller e Orr.

Fonte: Adaptada de (SOUSA e BARROS apud. MILLER e ORR, 2000)

Explicando de forma detalhada a figura 4 tem-se que, ainda que os saldos de caixa flutuem de forma irregular, essa flutuação ocorre em torno de um ponto médio,  $z$ , chamado de nível de retorno ideal. Outro detalhe é que nos instantes em que as entradas de dinheiro superarem as saídas, os saldos aumentarão, e nos instantes em que os desembolsos forem maiores que o dinheiro ingresso, os saldos diminuirão (ASSAF NETO, 2003).

Na solução do problema os autores chegam a um limite superior de caixa ótimo, que é representado por  $h$ , o qual, uma vez atingido, sinalizará ao gestor o instante de aplicar o excesso de recursos na carteira de títulos, reduzindo o saldo em caixa para  $h - z$ . O limite inferior  $l$  foi definido pelos autores como sendo zero apenas para efeito de simplificar o entendimento. Sendo assim, é importante que os administradores definam esse limite inferior de acordo com suas conveniências, sem afetar a estrutura da equação (SOUSA e BARROS, 2000). Quando o saldo de caixa atingir zero (limite mínimo sugerido na figura 4), conforme ocorre no momento  $t_2$ , são resgatados  $z$  de títulos negociáveis, elevando o dinheiro em caixa para o nível  $z$  (ASSAF NETO, 2003).

Conforme já foi explicitado, o objetivo básico do modelo de caixa de Miller e Orr é minimizar o custo esperado total das necessidades de caixa, sendo feitos pela escolha dos limites ótimos  $h$  (superior) e  $z$  (inferior). O valor ótimo de  $z$  incorpora a variabilidade dos fluxos de caixa e os custos da gestão dele, sendo definido pelo cálculo a seguir:

$$z = l + \sqrt[3]{\frac{3 \times b \times \sigma^2}{4 \times i}} \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

$b$  = custo fixo de transações com títulos negociáveis;

$\sigma^2$  = variância dos saldos líquidos diários de caixa;

$i$  = taxa diária de juros de títulos negociáveis.

O valor ótimo do limite superior ( $h$ ) é definido pelo limite inferior mais  $3z$ , ou seja:

$$h = l + 3z \quad \text{Equação 2}$$

### **3 METODOLOGIA**

Para a realização desse projeto, primeiramente foi feita análise do comportamento atual da gestão de estoques em uma grande empresa atuante no mercado de petróleo nacional. Essa análise serviu como base para um entendimento de como é tratado, de forma geral, a gestão de estoques na empresa.

Foram levantados dados quanto ao nível de estoque dos materiais em uma grande unidade responsável pela distribuição de materiais para outras unidades da companhia, destacando as dificuldades do seu gerenciamento. Em seguida, foi feito um estudo de como será a melhor forma para gerenciar os estoques e, para isso, primeiramente foi feita uma classificação ABC dos itens de forma que ajudasse a, posteriormente, aplicar o modelo de Miller e Orr, o qual foi adaptado para a gestão de estoques.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 ESTUDO DE CASO

A empresa estudada é uma grande empresa nacional atuante no mercado de petróleo e gás.

Diante de toda sua estrutura, há a necessidade de se criar muitos setores internos os quais são responsáveis, conseqüentemente, pela gestão de diferentes áreas.

O setor de compras da empresa a ser tratado nesse estudo de caso é responsável pela gestão de estoques de duas grandes gerências dessa empresa. Essas duas gerências são compostas por várias unidades onde cada uma dessas unidades é responsável pela coordenação de diferentes áreas da companhia. Mais especificamente, será abordada no estudo de caso, a gestão dos estoques de uma dessas unidades.

O setor de compras já conta com uma política de estoque bem definida e adaptada às necessidades da empresa. Para o controle de todas as necessidades de material, a companhia utiliza um sistema ERP (*Enterprise Resources Planning*), cuja função é integrar todas as áreas da empresa. Nele há o MRP (*Material Requirement Planning*), cuja função é de planejar a necessidade de materiais necessários à companhia. Dentre as atividades de responsabilidade desse setor, está a de análise de demanda, cálculo de parâmetros, classificação de itens críticos, controle de material em poder de terceiros, acompanhamento de contratos de compras e alugueis de itens e serviços, e a compra, em si, do material necessário à empresa, dentre outras atividades.

Ainda que se tenha uma boa política de estoque, a empresa tem dificuldade em reduzir seu estoque como um todo. Sendo assim, um programa de redução de estoques foi criado objetivando a redução do mesmo e, por conseqüência, reduzindo os custos. Portanto, para atender ao programa, é necessário que se faça uma melhora na gestão dos estoques, porém, ao

encontrar dificuldades ao geri-los usando os métodos usuais, é fundamental que se busque formas alternativas às já existentes.

Diante de todo o processo de gerir estoques, durante a observação foram evidenciados alguns pontos importantes. Frente à grande quantidade de setores e gerências diferentes, ainda que se use um sistema ERP, a integração entre elas fica, muitas vezes, lenta. Isso se deve ao fato dos empregados não conhecerem o processo como um todo, fazendo com que informações importantes que deveriam ser repassadas, não o sejam. No entanto, durante o período de seis meses dentro da companhia, observou-se um esforço para mapear o processo e, assim, ficar claro onde cada ator se encontra nele. Esse projeto ainda se encontra em andamento.

Sendo uma das maiores empresas do mundo no mercado de produção de petróleo e gás, é necessário para seu funcionamento uma grande quantidade de materiais dos quais muitos são extremamente caros.

A unidade abordada apresenta uma média de estoque mensal de aproximadamente R\$ 99.588.144,15, representando 6,7% do total de estoques da gerência onde ela está incluída. Este valor se refere a 7.333 itens, utilizados por essa unidade. De acordo com a companhia, no valor de estoque mensal já está incluso o custo para manter estoque. De acordo com a gerência, a unidade mantém um nível de serviço de 95%.

Durante um período de seis meses foi feito o acompanhamento da evolução do estoque na unidade em questão. Ainda para uma análise mais precisa do comportamento do estoque na unidade, pôde-se acessar dados referentes à evolução do estoque de períodos anteriores, assim, foram obtidas informações referentes ao período de janeiro de 2009 a junho de 2013, assim há uma maior precisão quanto aos desvios dos cálculos. Como a evolução do estoque da companhia é medida mensalmente, este será abordado da mesma forma neste trabalho.

Na tabela 1 são mostrados os dados referentes à evolução do estoque no período de quatro anos e meio citado anteriormente.

**Tabela 1 - Evolução do estoque mensal.**

2009												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Valor (Milhões R\$)	99,00	99,91	100,75	99,89	100,10	100,05	99,30	101,20	101,90	103,40	101,90	102,99
2010												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Valor (Milhões R\$)	103,80	103,25	104,10	103,60	103,00	103,25	104,50	104,15	103,10	102,00	101,25	102,60
2011												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Valor (Milhões R\$)	103,05	99,70	99,50	101,05	99,40	96,10	92,60	95,00	92,70	98,90	101,30	101,80
2012												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Valor (Milhões R\$)	103,00	99,60	97,70	99,70	96,60	95,50	94,80	94,95	95,00	94,25	98,80	97,90
2013												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Valor (Milhões R\$)	96,55	95,90	96,10	97,75	96,67	93,00	----	----	----	----	----	----

Fonte: Empresa

A partir dos dados da tabela 1, foi obtida a figura 5, na qual é verificada a evolução do estoque para melhor observação de seu comportamento.

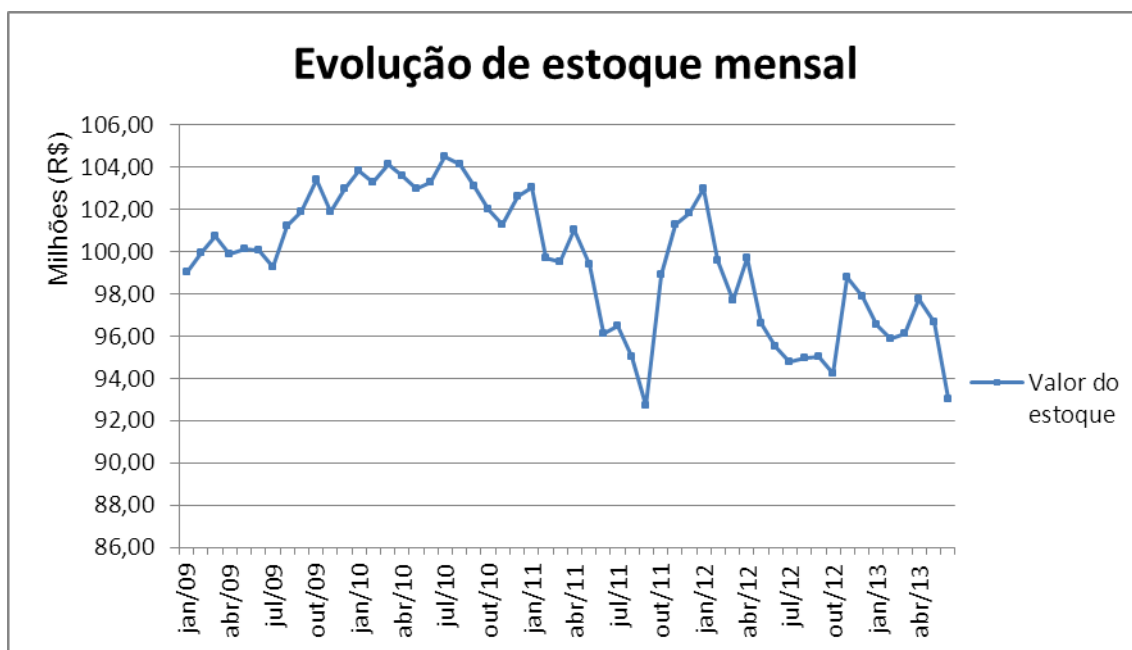


Figura 5 – Evolução do estoque mensal da unidade. Fonte: Própria empresa.

Na figura 5 pode-se observar que durante os quatro anos e meio de dados analisados o consumo do estoque não mantém uma linearidade, ou seja, seu consumo é irregular. Dessa forma, observa-se a semelhança com o saldo de caixa irregular, onde é aplicado o modelo de Miller e Orr.

A empresa classifica seus itens de acordo com a análise de Pareto, ou seja, faz-se uma classificação ABC dos itens de acordo com sua importância financeira. Esses dados são obtidos através da gerência. É importante ressaltar que, ainda conforme ressalva a gerência, a importância de cada item deve ser analisada de acordo com sua criticidade operacional. Portanto, para que tal análise seja feita, seria necessário entrar em contato com outras gerências e obter dados relacionados a elas, porém, encontrou-se dificuldade quanto ao acesso desses dados quando a gerência não era aquela onde a unidade abordada estava inserida. Isso se deve à dificuldade dessas gerências doarem seu tempo para uma atividade não relacionada à sua própria gerência. Além disso, há uma gerência responsável apenas pela análise e contratação de itens críticos, no qual um GT (grupo de trabalho) está encarregado de fazer essa análise de criticidade. Após diálogo com eles, foi constatado que o horizonte de tempo para conclusão dessa atividade seria muito grande devido à grande quantidade de itens para se classificar, não sendo possível, portanto, que esta



análise de criticidade fosse feita para o presente trabalho. Deste modo, a análise que mais se aproxima de uma classificação para tomada de decisão quanto ao que deve ser feito com o estoque, é a classificação ABC.

Para posterior aplicação do modelo de Miller e Orr, é importante que se faça essa análise ABC a fim de verificar em qual grupo de itens deve-se aplicar esforço de gerenciamento.

#### 4.1.1 Adaptação do modelo de Miller e Orr para gestão de estoques

Para que seja feita a adaptação do modelo de Miller e Orr para gestão de estoques algumas mudanças devem ser consideradas. Primeiramente, é importante destacar quais são os pontos que devem ser abordados no modelo para administração de caixa para que seja feita tal adaptação. São eles:

- Saldos líquidos diários de caixa;
- Variância dos saldos líquidos diários de caixa;
- Taxa diária de juros de títulos negociáveis;
- Custo fixo de transações com títulos negociáveis.

Diante desses pontos, as adaptações para a gestão de estoques se dão da seguinte forma:

1. Os saldos líquidos diários de caixa foram considerados como sendo os saldos mensais de valor em estoque.
2. A variância dos saldos líquidos diários de caixa foi considerada como sendo a variância dos saldos mensais do valor em estoque. O período considerado para cálculo da variância foi dos meses partindo de janeiro de 2009 até junho de 2013.

É importante observar que, em administração de caixa, os saldos líquidos de caixa são considerados diariamente, porém, para esse estudo de caso, só foi possível obter dados de saldo de estoque mensalmente, portanto este será considerado desta forma, ou seja, mensal. Através da tabela 1, calcula-se a variância, obtendo portanto, o valor de R\$11.126.710,00

3. A taxa de juros diária de títulos negociáveis foi considerada como sendo a taxa de juros do mercado de petróleo e gás. O valor utilizado nesse estudo de caso foi obtido através da gerência, e é de 0,63% a.m.
4. Por último, deve-se considerar o custo fixo de transações com títulos negociáveis como sendo o custo fixo para transportar o estoque quando este for realocado.

De acordo com a gerência, o custo do transporte é composto pelo frete (do frete, inclui-se outros custos, porém, como este é terceirizado, o custo repassado para a companhia é apenas o frete) e pelo custo homem por hora (homem x hora) necessários à realização do mesmo. Deve-se destacar que o custo de transporte não é fixo, visto que o frete varia de acordo com a distância, portanto, nesse caso, foi calculada a média do custo com frete que a companhia tem de forma a considerá-lo fixo para uma melhor adaptação. Outro ponto importante a se destacar é a adaptação que se deve fazer para os 'títulos negociáveis', ou seja, foi dito anteriormente que o estoque deve ser realocado, então é importante definir para onde ele irá. Após conversa com a gerência, foi obtida a informação de que, para não continuar tendo gastos com o ativo imobilizado, este poderia ser agregado em novos projetos ou então poderia ser vendido para o mercado novamente. Desta forma, a companhia conseguiria um retorno financeiro maior do que ter um ativo imobilizado gerando custos para mantê-lo. Além disso, esse valor retornado poderia ser aplicado, o que, de acordo com Vollmann et al (2004), traz um retorno financeiro de 5% a 15% maior. Também de acordo com a gerência, esse valor adquirido pela venda, poderia ser, ainda, aplicado em projetos (novos ou em andamento).

De acordo com a gerência, como o frete é calculado em cima da distância percorrida, tem-se que, sua média é de R\$44,02. Para o cálculo do custo de homem x hora, deve ser feita a seguinte análise: O salário mensal do trabalhador responsável por carga e descarga do estoque gira em torno de R\$1.200,00, já incluindo todos os encargos sociais. Além disso, ele trabalha 200 horas por mês, portanto, o custo de seu trabalho por hora é de R\$6,00. Tendo que a carga ou descarga de material leva, em média, 45 minutos, e necessitando de 4 homens trabalhando, o custo homem x hora médio é de

R\$18,00. Conclui-se então que, o custo fixo para transportar o estoque quando este for realocado é de R\$44,02 mais R\$18,00, que é igual a R\$ 62,02.

Para definição do limite inferior (não ótimo) foi considerado o valor total do estoque de segurança da unidade. A partir daí obtém-se o valor de R\$80.000.000

A tabela 2 representa os dados necessários para a aplicação do modelo de Miller e Orr, de acordo com os dados citados acima.

**Tabela 2 – Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr.**

$b$	$\sigma^2$	$i$	$l$
Custo fixo para transporte do estoque quando este for realocado (R\$)	Variância dos saldos mensais do valor em estoque (milhões)	Taxa de juros do mercado a.m.	Limite Inferior não ótimo (milhões de R\$)
62,02	11,12671	0,63%	80,00

Fonte: Empresa.

Como adaptação dos limites ótimos superior ( $h$ ) e inferior ( $z$ ), tem-se que,  $h$  é o máximo de valor em estoque que a unidade deve alcançar e, portanto, alcançado esse ponto, deve-se transferir o estoque para novos projetos ou vendê-lo para aplicar o capital (no valor de  $h - z$ ) e obter retorno financeiro, para que este retorne ao nível inferior ótimo. Para o caso do estoque atingir seu valor no limite inferior não ótimo ( $l$ ), deve-se então ser comprado  $z - l$  de estoque (em valor) para que este atinja novamente o limite inferior ótimo, conhecido também como nível de retorno.

De posse dos dados necessários para que o modelo de Miller e Orr seja aplicado, é necessário utilizar-se, primeiramente, da classificação ABC de modo que seja destacado quais itens devem ser tratados de forma prioritária para que sejam calculados os níveis ótimos de valor em estoque.

Portanto, dos 7.333 itens utilizados pela unidade, empregando a classificação ABC obtém-se a tabela 3.

Tabela 3 – Classificação ABC dos materiais em estoque.

Classificação ABC	Quantidade de Materiais	Percentual de Materiais	Percentual Acumulado de Materiais	Valor de Estoque Médio (R\$)	Percentual do Valor	Percentual Acumulado do Valor
<b>A</b>	575	7,84%	7,84%	72.310.000,15	72,62%	72,62%
<b>B</b>	1.570	21,41%	29,25%	23.200.120,00	23,29%	95,91%
<b>C</b>	5.188	70,75%	100,00%	4.078.028,00	4,09%	100,00%
<b>Total</b>	7.333	100,00%	100,00%	99.588.148,15	100,00%	100,00%

Fonte: Empresa

A tabela 3 mostra a quantidade de materiais classificados como A, B e C, destacando o percentual acumulado da quantidade desses materiais, e o percentual acumulado dos valores. Desses valores mostrados já seria possível fazer o gráfico da curva ABC, tendo como base o “percentual acumulado de materiais” e o “percentual acumulado do valor”, porém, como o modelo de Miller e Orr será aplicado no valor em estoque, é necessário que a curva ABC seja feita com o “percentual acumulado de materiais” e com o “valor acumulado de estoque médio”. A tabela 4 destaca esses dois dados.

Tabela 4 – Classificação ABC: Destaque dos dados necessários à curva ABC.

Classificação ABC	Quantidade de Materiais	Percentual de Materiais Acumulados	Valor Acumulado de Estoque Médio (R\$)
<b>A</b>	575	7,84%	72.310.000,15
<b>B</b>	1.570	29,25%	95.510.120,15
<b>C</b>	5.188	100,00%	99.588.148,15
<b>Total</b>	7.333	100,00%	99.588.148,15

Fonte: Empresa

Assim, obtém-se a figura 6, onde é mostrada a curva ABC.

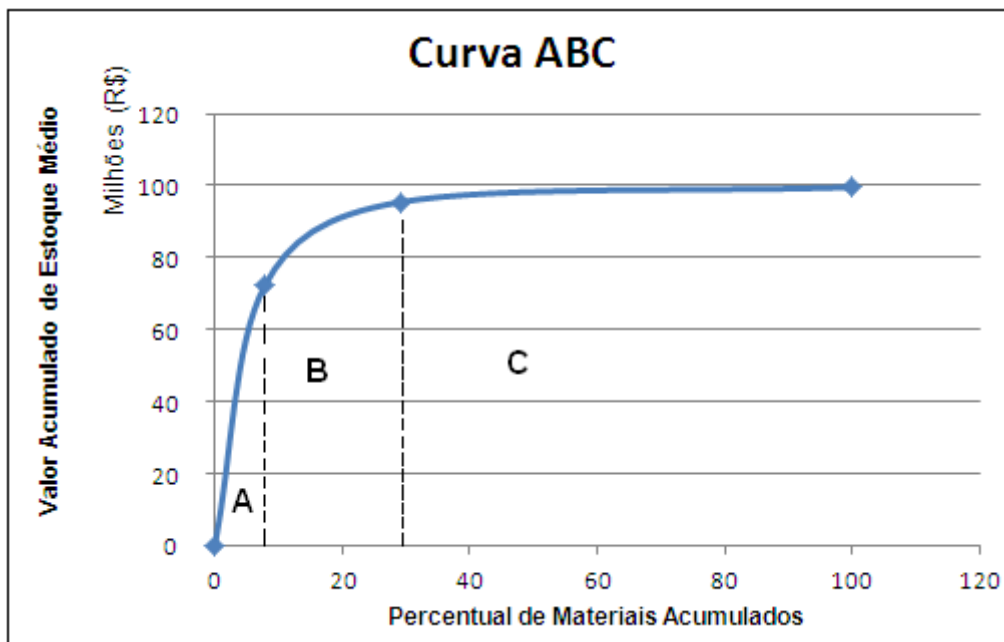


Figura 6 – Curva ABC dos materiais em estoque na unidade. Fonte: Próprio autor.

De posse da classificação ABC dos materiais, como segunda etapa para a obtenção de resultados, o modelo de Miller e Orr deve ser aplicado.

Iniciando a aplicação e utilizando os valores da tabela 2, primeiramente, para que os valores ótimos sejam encontrados, deve-se definir o limite inferior ótimo ( $z$ ). Para tanto, tem-se que:

$$z = 80.000.000 + \sqrt[3]{\frac{3 \times 62,02 \times 11.126.710}{4 \times 0,63\%}}$$

$$z = 80.000.000 + 4.347$$

$$z = \mathbf{R\$ 80.004.347,00}$$

Uma vez obtido o valor de  $z$ , calcula-se, então, o valor do limite ótimo superior ( $h$ ). Para tanto, tem-se que:

$$h = 80.000.000 + 3 \times (80.004.347)$$

$$h = \mathbf{R\$ 320.013.041,00}$$

A partir dos valores obtidos, é aconselhável que, quando houver uma compra de itens, este não ultrapasse o valor do limite ótimo superior, pois assim a empresa estará adquirindo um excesso de ativo imobilizado, perdendo,

portanto, a oportunidade de manter o valor investido ou até mesmo mantê-lo direcionado a outros projetos. Da mesma forma é importante que haja um controle no nível de estoque para que este não fique abaixo do limite inferior não ótimo, justamente por questões de segurança das operações.

Portanto, a partir dos dados obtidos, observa-se que o valor do limite ótimo superior, que é de R\$ 320.013.041,00, se encontra muito acima dos níveis de valor em estoque em seus picos máximos – tem-se o maior valor alcançado de R\$104.500.000,00. Da mesma forma, o limite ótimo inferior, que é de R\$80.004.347,00, encontra-se abaixo dos níveis de valor em estoque em seus picos mínimos – tem-se o menor valor alcançado de R\$92.700.000,00.

Conclui-se então que, os valores em estoque nunca apresentaram registros fora dos limites ótimos, além de não terem ficado abaixo no limite inferior não ótimo. Isso se deve ao fato de a empresa contar com um sistema ERP que controla de forma eficiente seu estoque, baseado em dados integrados da companhia, utilizando um sistema MRP para planejar suas necessidades de material.

Com o objetivo de verificar o comportamento do modelo de Miller e Orr para novas situações diferentes da atual, serão feitas mudanças arbitrando valores. As novas situações serão chamadas de “Caso 0”, “Caso 1”, “Caso 2” e “Caso 3”.

Para o Caso 0 foi arbitrado um valor para o limite inferior não ótimo, mantendo iguais os outros valores. Os valores podem ser observados na tabela 5.

**Tabela 3 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 0.**

<i>b</i>	$\sigma^2$	<i>i</i>	<i>l</i>
Custo fixo para transporte do estoque quando este for realocado (R\$)	Variância dos saldos mensais do valor em estoque (milhões)	Taxa de juros do mercado a.m.	Limite Inferior não ótimo (milhões de R\$)
62,02	11,12671	0,63%	60,00

Fonte: Adaptado da Empresa.

Neste caso, o valor arbitrado para o limite inferior não ótimo foi de R\$60.000.000,00. Primeiramente deve-se lembrar de que o valor do limite inferior não ótimo é estabelecido pelo valor do estoque de segurança dos itens. Assim, a escolha do valor arbitrado pode ser justificada considerando que a gerência tome uma decisão na qual, em seus cálculos, a quantidade de itens para compor o estoque de segurança seja menor do que a atual.

A partir dos dados da tabela 5 calculam-se, então, os limites ótimos de acordo com o modelo de Miller e Orr. Logo, inicialmente, tem-se o cálculo para o limite ótimo inferior (z):

$$z = 60.000.000 + \sqrt[3]{\frac{3 \times 62,02 \times 11.126.710}{4 \times 0,63\%}}$$

$$z = 60.000.000 + 4.347$$

$$z = \mathbf{R\$ 60.004.347,00}$$

Uma vez obtido o valor de z, calcula-se, então, o valor do limite ótimo superior (h). Logo:

$$h = 60.000.000 + 3 \times (60.004.347)$$

$$h = \mathbf{R\$ 240.013.041,00}$$

Portanto, para o Caso 0 tem-se que, mesmo diminuindo o valor do estoque de segurança (limite inferior não ótimo) os valores em estoque nos meses analisados variam dentro do intervalo correto, não sendo necessário tomar ações gerenciais.

Para o Caso 1 foi arbitrado um valor para o limite inferior não ótimo, mantendo iguais os outros valores. Os valores podem ser observados na tabela 6.

**Tabela 6 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 1.**

$b$	$\sigma^2$	$i$	$l$
Custo fixo para transporte do estoque quando este for realocado (R\$)	Variância dos saldos mensais do valor em estoque (milhões)	Taxa de juros do mercado a.m.	Limite Inferior não ótimo (milhões de R\$)
62,02	11,12671	0,63%	40,00

Fonte: Adaptado da Empresa.

Neste caso, o valor arbitrado para o limite inferior não ótimo foi de R\$40.000.000,00.

A partir dos dados da tabela 6 calculam-se, então, os limites ótimos de acordo com o modelo de Miller e Orr. Logo, inicialmente, tem-se o cálculo para o limite ótimo inferior ( $z$ ):

$$z = 40.000.000 + \sqrt[3]{\frac{3 \times 62,02 \times 11.126.710}{4 \times 0,63\%}}$$

$$z = 40.000.000 + 4.347$$

$$z = \mathbf{R\$ 40.004.347,00}$$

Uma vez obtido o valor de  $z$ , calcula-se, então, o valor do limite ótimo superior ( $h$ ). Logo:

$$h = 40.000.000 + 3 \times (40.004.347)$$

$$h = \mathbf{R\$ 160.013.041,00}$$



Portanto, para o Caso 1, ainda que os valores dos limites diminuam, não há a necessidade de se tomar uma ação gerencial porque os valores em estoque continuam dentro dos limites corretos.

Para o Caso 2 foi arbitrado um valor para o limite inferior não ótimo, mantendo iguais os outros valores. Os valores podem ser observados na tabela 7.

**Tabela 7 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 2.**

$b$	$\sigma^2$	$i$	$l$
Custo fixo para transporte do estoque quando este for realocado (R\$)	Variância dos saldos mensais do valor em estoque (milhões)	Taxa de juros do mercado a.m.	Limite Inferior não ótimo (milhões de R\$)
62,02	11,12671	0,63%	25,00

Fonte: Adaptado da Empresa.

Neste caso, o valor arbitrado para o limite inferior não ótimo foi de R\$25.000.000,00.

A partir dos dados da tabela 7 calculam-se, então, os limites ótimos de acordo com o modelo de Miller e Orr. Logo, inicialmente, tem-se o cálculo para o limite ótimo inferior (z):

$$z = 25.000.000 + \sqrt[3]{\frac{3 \times 62,02 \times 11.126.710}{4 \times 0,63\%}}$$

$$z = 25.000.000 + 4.347$$

$$z = \mathbf{R\$ 25.004.347,00}$$

Uma vez obtido o valor de z, calcula-se, então, o valor do limite ótimo superior (h). Logo:

$$h = 25.000.000 + 3 \times (30.004.347)$$

$$h = \mathbf{R\$ 100.013.041,00}$$

Portanto, para o Caso 2, tem-se que o valor do limite ótimo superior (h) é de R\$100.013.041,00 e o valor do limite ótimo inferior (z) é de R\$25.004.347,00. A partir disso, analisando a tabela 1, observa-se que, em muitos meses (principalmente dos anos de 2009 e 2010) alguns valores ficaram acima do limite ótimo superior. Nesta situação, de acordo com o modelo de Miller e Orr, a gerência teria que tomar a decisão de realocar ou vender  $h - z$  (R\$75.008.694,00) de valor em estoque para que este volte ao ponto de retorno ideal. Isso faria com que os custos para manter estoque, nessa situação, diminuísse consideravelmente, ou seja, além da empresa economizar nesses custos, ela pode ainda conseguir um retorno aplicando o valor do estoque vendido. Logo para que se possa focar no dado valor em estoque a ser reduzido, utiliza-se a classificação ABC. Para tanto, conforme mostrado na tabela 3, os itens classificados como A compõem o valor de R\$72.310.000,15. Este valor se aproxima consideravelmente do valor a ser reduzido em estoque (que é de R\$75.008.694,00), porém ele não pode ser reduzido totalmente devido ao estoque de segurança. Portanto, a gerência deveria concentrar seus esforços nos itens classificados como A e, também, em uma parte dos classificados como B.

Já para o valor do limite ótimo inferior, com a situação atual da empresa, ela não encontraria problemas por falta de estoque pois, verifica-se que o valor do estoque tem uma tendência de ficar muito acima no limite ótimo inferior.

Para o Caso 3, foi arbitrado o valor da taxa de juros do mercado, mantendo iguais os outros valores. Os valores podem ser observados na tabela 8.

Tabela 8 - Dados para aplicação do modelo de Miller e Orr no Caso 3.

$b$	$\sigma^2$	$i$	$l$
Custo fixo para transporte do estoque quando este for realocado (R\$)	Variância dos saldos mensais do valor em estoque (milhões de R\$)	Taxa de juros do mercado a.m.	Limite Inferior não ótimo (milhões de R\$)
62,02	11,12671	2,00%	80,00

Fonte: Adaptado da Empresa.

Neste caso, o valor arbitrado para a taxa de juros foi de 2% ao mês. A escolha desse valor pode ser justificada por uma crise de mercado, impactando na taxa de juros.

A partir dos dados da tabela 8 calculam-se, então, os limites ótimos de acordo com o modelo de Miller e Orr. Logo, inicialmente, tem-se o cálculo para o limite ótimo inferior ( $z$ ):

$$z = 80.000.000 + \sqrt[3]{\frac{3 \times 62,02 \times 11.126.710}{4 \times 2,00\%}}$$

$$z = 80.000.000 + 2.957,85$$

$$z = \mathbf{R\$ 80.002.957,85}$$

Uma vez obtido o valor de  $z$ , calcula-se, então, o valor do limite ótimo superior ( $h$ ). Logo:

$$h = 80.000.000 + 3 \times (80.002.957,85)$$

$$h = \mathbf{R\$ 320.008.873,60}$$

Portanto, para o Caso 3, tem-se que o limite ótimo inferior tem o valor de R\$80.002.957,85 e, o limite ótimo superior tem-se o valor de R\$320.008.873,60.

Comparando esses valores com os obtidos no caso real, observa-se que os valores do limite ótimo superior e inferior diminuem, ou seja, quanto maior for a taxa de juros, menor serão os limites ótimos. Porém, ainda que os valores tenham diminuído, verifica-se que os valores de estoque mensal variam dentro do permitido pelo modelo, não sendo necessário, portanto, que se tome alguma decisão gerencial.

Para fins de comparação, tem-se a tabela 9, na qual é possível verificar os valores dos limites ótimos dos cinco casos, os valores dos limites inferiores não ótimos e a taxa de juros utilizada.

**Tabela 9 – Comparação dos dados obtidos.**

<b>Para taxa de juros igual a 0,63%:</b>			
	<b>Limite Inferior Não Ótimo (l)</b>	<b>Limite Ótimo Inferior (z)</b>	<b>Limite Ótimo Superior (h)</b>
<b>CASO REAL</b>	R\$ 80.000.000,00	R\$ 80.004.347,00	R\$ 320.013.041,00
<b>CASO 0</b>	R\$ 60.000.000,00	R\$ 60.004.347,00	R\$ 240.013.041,00
<b>CASO 1</b>	R\$ 40.000.000,00	R\$ 40.004.347,00	R\$ 160.013.041,00
<b>CASO 2</b>	R\$ 25.000.000,00	R\$ 25.004.347,00	R\$ 100.013.041,00
<b>Mantendo o limite inferior como no caso real e aumentando a taxa de juros para 2,00%:</b>			
	<b>Limite Inferior Não Ótimo (l)</b>	<b>Limite Ótimo Inferior (z)</b>	<b>Limite Ótimo Superior (h)</b>
<b>CASO 3</b>	R\$ 80.000.000,00	R\$ 80.002.957,85	R\$ 320.008.873,60

Fonte: Próprio autor.

Analisando a tabela 9, observa-se que, para a mesma taxa de juros, o Caso real e o Caso 1 apresentam um mesmo comportamento. No entanto,

observa-se uma diferença no estoque de segurança dos dois casos no valor de R\$40.000.000,00, portanto, se a companhia tomar a decisão de considerar o estoque de segurança como sendo a metade do valor atual (como arbitrado no Caso 1), ainda sim, de acordo com a aplicação do modelo de Miller e Orr, não afetará o valor de estoque (que continuará variando dentro dos limites corretos). Dessa forma, a unidade teria uma economia de R\$40.000.000,00. Fazendo isso para as várias unidades e gerências da companhia, o capital economizado seria significativamente grande. Assim, esse capital poderia ser investido em atividades que gerassem maior retorno de capital para a empresa.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado utilizou conceitos de gestão de estoques e conceitos de administração de caixa, onde se destacou o uso de um modelo de otimização do fluxo de caixa.

A partir disso, procurou-se demonstrar uma forma alternativa para gerir estoques numa empresa do ramo de exploração e produção de petróleo. Para tanto, foi necessário realizar uma adaptação de um modelo utilizado para otimizar o caixa de uma empresa e implementá-lo na gestão de estoques. Este modelo, conhecido como modelo de Miller e Orr, mostrou ser adaptável à gestão de estoques.

Os valores obtidos com o novo modelo demonstraram que o comportamento da evolução do material em estoque da empresa está variando dentro do aceitável. Portanto, em uma das quatro novas situações criadas pelo autor, os resultados demonstraram que seria necessária uma ação gerencial quanto à redução do estoque. Assim, para auxiliar na tomada de decisão sobre como a gerência deve atuar nos estoques, foi utilizada a classificação ABC com base no valor e quantidade de cada item, pois assim seria possível classificar os itens quanto ao valor em estoque.

É importante deixar claro que a tomada de decisão não pode ser feita apenas tendo como base a classificação ABC. Ainda que essa metodologia demonstre resultados aceitáveis e satisfatórios, ela não leva em conta a criticidade operacional dos itens. Dessa forma, há a possibilidade de que, mesmo um item tendo um baixo valor monetário, este possa ser importante para uma operação na exploração e produção do petróleo. Porém, deve-se ressaltar que, no presente trabalho, o foco da tomada de decisão é no valor em estoque e, portanto, a classificação ABC é amplamente satisfatória.

Tendo como base o alto valor para o estoque de segurança, como sendo de R\$80.000.000,00 e, ainda, este sendo diretamente influenciável nos valores dos limites ótimos, chega-se à observação de que este valor é bastante conservador. Fato é que, em uma empresa na qual a necessidade de materiais é constante, caso haja falta de algum deles, isso pode vir a ocasionar perda na

produção. No entanto, um estoque de segurança em um valor extremamente alto gera custos também altos e desnecessários à companhia. Portanto, é interessante que se faça um estudo mais apurado objetivando descobrir, mais precisamente, se seria possível reduzir o valor do estoque de segurança pois, de acordo com o resultado da aplicação do modelo, caso isso seja possível, haveria ganhos substanciais, tanto na aplicação do valor que anteriormente seria destinado à compra de materiais para estoque, quanto na diminuição dos custos para manter o estoque considerado desnecessário.

Portanto, ficou claro que, quanto maior for o valor do estoque de segurança, maior serão os valores dos limites ótimos determinados pelo modelo de Miller e Orr. Logo, quanto mais precisamente for calculado o valor do estoque de segurança, mais precisas serão as faixas dos limites ótimos. Assim, o valor em estoque irá variar numa faixa menor, fazendo com que o nível de estoque nunca chegue em um valor que o modelo considera prejudicial para a companhia.

## 5.1 PROPOSTA PARA FUTUROS ESTUDOS

Tendo como base o estudo realizado utilizando-se da classificação ABC, tal metodologia não leva em conta a criticidade dos itens. De acordo com a própria companhia, para melhor classificação dos itens, estes devem ser classificados de acordo com sua criticidade de operação porém, como dito anteriormente no presente trabalho, a companhia não tem este estudo ainda finalizado e este ainda se encontra em desenvolvimento. .

A classificação dos itens de acordo com sua criticidade envolve parâmetros como SMS (Segurança, Meio-ambiente e Saúde), ciclos de *lead-time*, competitividade do mercado fornecedor, ganhos de escala, novas tecnologias, qualidade, entre outros.

Logo, esse estudo proposto poderá utilizar o modelo de Miller e Orr para determinar valores de limites ótimos que o estoque não pode ultrapassar, envolvendo todos os parâmetros citados para classificar os materiais

juntamente com a classificação ABC, fazendo com que o resultado seja ainda mais satisfatório para a companhia.



## 6 REFERÊNCIAS

ARNOLD, J. R. Tony. **Administração de materiais: Uma introdução**. 1. Ed. São Paulo: Atlas, 1999.

ASSAF NETO, Alexandre. **Finanças Corporativas e Valor**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2003.

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CAMPOS, Kilmer; Administração e Análise Financeira e Orçamentária I. **Curso de Administração**. Campus Cariri. 2011. Disponível em: <[http://adm.cariri.ufc.br/portal/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_download&gid=917&Itemid=58](http://adm.cariri.ufc.br/portal/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=917&Itemid=58)>. Acessado em: 10 abr. 2013.

CHASE, Richard; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas. **Administração da Produção Para a Vantagem Competitiva**. 10. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I.G.N.; CAON, M. **Planejamento, programação e controle da produção**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2007.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais: uma abordagem logística**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

FRANCISCHINI, G. Paulino. **Administração de materiais e do patrimônio**. São Paulo: Pioneira Thonson Learning, 2004.

JUNIOR, Newton C. A. da Costa; SAURIN, Valter. **Modelos de Administração de Caixa**. Revista de Administração de Empresas – RAE, v. 34 (2), Mar-Abr, 1994.

LOURENÇO, Karina Gomes; CASTILHO, Valéria; **Classificação ABC dos Materiais: uma Ferramenta Gerencial de Custos de Enfermagem**. Revista Brasileira de Enfermagem. jan-fev, 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/reben/v59n1/a10v59n1.pdf>>. Acessado em: 08 dez. 2012.

MARTINS, Petrônio G. **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 2 ed. – São Paulo : Saraiva, 2006.

ROGERS, Pablo; ROGERS, Dany; RIBEIRO, Kárem C. S. **Risco, Retorno e Liquidez na Administração de Caixa: Integração do Modelo de Miller-Orr**

**com a Probabilidade de Exaustão dos Recursos Líquidos.** 2013. Disponível em: <<http://www.pablo.prof.ufu.br/artigos/cladea6.pdf>>. Acessado em: 17 jun. 2013.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da Produção.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SOUZA, Almir Ferreira de; BARROS, Lucas Ayres B. de C. **Propriedades Estatísticas dos Fluxos de Caixa e Modelos de Gerenciamento de Caixa.** Cadernos de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 01, nº 12, 2º trim, 2000.

SANTOS, Antônio Marcos dos; RODRIGUES, Iana Araújo. **Controle de Estoque de Materiais com Diferentes Padrões de Demanda: Estudo de Caso em uma Indústria Química.** Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/gp/v13n2/31169.pdf>>. Acessado em: 28 mai. 2013.

WESTON, J. Fred; BRIGHAM, Eugene F. **Fundamentos da Administração Financeira.** 10ª ed. São Paulo: Makron Books, 2004.

VECINA NETO, Gonzalo; FILHO, Wilson Reinhardt. **Gestão de Recursos Materiais e Medicamentos.** Série: Saúde e Cidadania. São Paulo (SP): IDS-USP, 1998.

VOLLMAN, Thomas E; BERRY, William L.; WHYBARK, David Clay; JACOBS, F. Robert. **Manufacturing Planning and Control System.** 5ª ed. Nova York: McGraw-Hill, 2004.