



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA E DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

NATTASHA NOGUEIRA ARAÚJO

**PROPOSTA PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DO AÇÚCAR NUMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES**

FORTALEZA

2012

NATTASHA NOGUEIRA ARAÚJO

PROPOSTA PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DO AÇÚCAR NUMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES

Monografia apresentada à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues.

FORTALEZA

2012

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A69p Araújo, Nattasha Nogueira.

Proposta para a melhoria do processo de planejamento e controle do açúcar numa indústria de refrigerantes / Nattasha Nogueira Araújo. – 2012.

58 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Curso de Engenharia de Produção Mecânica, Fortaleza, 2012.

Orientação: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues.

1. Planejamento e controle. 2. MRP. 3. Programação linear. 4. Indicadores de desempenho. I. Título.

CDD 658.5

NATTASHA NOGUEIRA ARAÚJO

PROPOSTA PARA A MELHORIA DO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E
CONTROLE DO AÇÚCAR NUMA INDÚSTRIA DE REFRIGERANTES

Monografia apresentada como requisito parcial necessário à obtenção do grau de Engenheiro de Produção Mecânica, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, em cuja biblioteca setorial do Centro de Tecnologia encontra-se à disposição dos interessados. A citação de qualquer trecho desta Monografia é permitida desde que seja feita em conformidade com as normas da ética científica.

Orientador: Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues.

Aprovada em: 21/09/2012

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Maxweel Veras Rodrigues (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Anselmo Ramalho Pitombeira Neto (Banca)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. João Victor Moccellin (Banca)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

DEDICATÓRIA

A Deus,

Aos meus pais, Helano e Márcia Araújo, por todo amor incondicional, dedicação e compreensão que eles concederam na minha vida.

Ao meu irmão, Helano Junior, por seu amor fraterno.

Aos meus avós maternos, Aldísio e Zenaide Nogueira, e paternos, Francisco Gentil (*in memorian*) e Leopoldina Araújo (*in memorian*).

Às *beverlys*, Kammila, Helena, Carol, Sara e Linele, por compartilhar essa enorme amizade.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Helano e Márcia Araújo e ao meu irmão Helano Junior, que me proporcionam muito amor e carinho, e sempre me apoiaram e me incentivaram em todos os momentos e decisões tomadas por mim.

Aos meus avós, Aldísio e Zenaide Nogueira, que sempre torceram por meu sucesso.

Às minhas melhores amigas, Helena, Kammila, Carol, Sara e Linele, que desde o início da faculdade me acompanham, me aguentam, tornam meus dias mais felizes e que vão estar sempre no meu coração.

Ao meu namorado, Valdemiro Neto, por acreditar no meu potencial, e que mesmo distante, mostra seu companheirismo e amor.

Ao professor Maxweel Veras, que me ajudou e proporcionou a realização deste trabalho.

A todos os outros amigos, familiares e conhecidos que participaram direta e indiretamente na elaboração desta monografia.

“Não confunda derrotas com fracasso nem vitórias com sucesso. Na vida de um campeão sempre haverá algumas derrotas, assim com na vida de um perdedor sempre haverá vitórias. A diferença é que, enquanto os campeões crescem nas derrotas, os perdedores se acomodam nas vitórias.” Roberto Shinyashiki

RESUMO

ARAÚJO, Nattasha Nogueira. **Proposta para a melhoria do processo de planejamento e controle do açúcar numa indústria de refrigerantes.** 2012. 59 f. Monografia – Curso de Engenharia de Produção Mecânica, UFC, Fortaleza.

O planejamento e controle de matérias-primas é uma ferramenta essencial em qualquer organização produtiva, ela, porém, deve ser bem definida em relação aos processos para alcançar níveis elevados de desempenho. Deve-se buscar a minimização dos custos de uma empresa, e os estoques são responsáveis por grande parte desses custos, portanto a busca contínua pela diminuição dos estoques deve ser feita, para isso, contudo, um controle forte e organizado é necessário. O presente trabalho tem por objetivo geral analisar o processo de planejamento e controle da matéria-prima açúcar numa indústria de refrigerantes, identificar seus pontos fracos e propor melhorias. Para isso, é apresentado o processo atual da empresa, são destacadas suas restrições e são propostas melhorias em algumas etapas do processo. A metodologia utilizada foi uma aplicação por meio de pesquisa bibliográfica, levantamento de dados e estudo de caso, e para a análise dos dados foi utilizada uma planilha eletrônica. Após simulada a aplicação do balanceamento dos níveis de estoque, do MRP e da programação linear, verificou-se que se controlados de forma eficiente, poderão diminuir custos de transporte e de armazenamento, e a utilização de indicadores auxiliará na tomada de decisões acerca dos fornecedores. Conclui-se que o método é eficaz, pois os objetivos do trabalho foram atingidos, porém alguns fatores externos como sazonalidade, clima, condições das estradas, entre outros, devem ser levados em consideração para uma aplicação mais eficiente.

Palavras-chave: Planejamento e controle, MRP, programação linear, indicadores de desempenho.

ABSTRACT

ARAÚJO, Nattasha Nogueira. **Proposal for the improvement of the planning and control process of sugar in a soft drinks industry.** 2012. 59 p. Monograph — Mechanic Production Engineering Course, UFC, Fortaleza.

The raw material planning and control is an essential tool at any productive organization, it, however, must be well defined in relation to its processes to achieve high levels of development. At an enterprise, there must be a search to minimize its costs, the inventories are responsible for a great amount of these costs, therefore, there must be a continuous seek for the inventory's reduction, for this, nevertheless, it's necessary to have a strong and organized control. This paper has its main goal to analyze the, planning and control process of the sugar, as raw material, at a soft drinks industry, identify its weakness and propose improvements. For this purpose, it was presented the current process of the company, each constraint was highlighted and improvements in some steps of the process were proposed. The methodology applied was a research by means of literature review, documentary research and case study, and the data analysis was made using a spreadsheet. After simulating the balance of the inventory levels and the application of the MRP and linear programming, it was found that if controlled efficiently, it will decrease shipping and storage costs, and use of key performance indicators will assist in making decisions about suppliers. It is concluded that the method is effective because the objectives were achieved, but some external factors, such as seasonality, weather, road conditions, among others, should be taken in consideration for a more efficient application.

Keywords: Planning and control, MRP, linear programming, key performance indicators.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Um modelo simples de controle.....	18
Figura 2 - Identificação dos níveis de estoque.....	21
Figura 3 - Abordagem de revisão periódica.....	22
Figura 4 - O nível de ressuprimento e o ponto de ressuprimento são derivados do lead time de pedido e da taxa de demanda.....	23
Figura 5 - Tipos de demanda por nível e exemplo de estrutura do produto com as necessidades dos materiais.....	27
Figura 6 - Rotina de planejamento e controle do açúcar.....	37
Figura 7 – Planilha de cálculo do MRP.....	42
Figura 8 – Gráfico com restrições e solução ótima para as usinas.....	45
Figura 9 – Gráfico com restrições e solução ótima para as transportadoras.....	46
Figura 10 – Planilha de controle da programação.....	49
Figura 11 – Planilha de controle de cotas.....	50
Figura 12 - Planilha de controle da programação considerando atrasos.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Exemplo de cálculo das necessidades brutas de um componente	28
Tabela 2 – Dados da demanda por produto e conversão da quantidade de xarope em açúcar.....	38
Tabela 3 – Cálculo do estoque de segurança.	40
Tabela 4 – Cálculo do estoque máximo.	40
Tabela 5 – Resultado ótimo de alocação das usinas.	45
Tabela 6 - Resultado ótimo de alocação das transportadoras.	47
Tabela 7 – Mix ótimo entre a alocação de transportadoras e usinas.	47
Tabela 9 – Cálculo dos índices de atraso e entrega no prazo.	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Importância do estudo.....	13
1.2	Definição do problema	15
1.3	Objetivos	15
1.3.1	Objetivo geral.....	15
1.3.2	Objetivos específicos.....	15
1.4	Estrutura do trabalho.....	16
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1	Planejamento e controle.....	17
2.2	Demanda.....	18
2.2.1	Natureza da demanda	19
2.2.2	Sazonalidade da demanda	19
2.3	Estoque	20
2.4	Decisões de estoque.....	21
2.4.1	Tempo e ponto de ressuprimento	22
2.4.2	Estoque de segurança.....	24
2.4.3	Estoque Máximo	25
2.4.4	Estoque de cobertura	25
2.5	Programação.....	25
2.5.1	MRP.....	26
2.6	Programação linear	28
2.6.1	Programação linear gráfica.....	29
2.7	Indicadores de desempenho	29
2.8	Considerações finais.....	30
3	MÉTODO PROPOSTO.....	31
3.1	Classificações da pesquisa	31
3.2	Etapas do estudo	32
3.3	Considerações finais.....	34
4	APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO	35
4.1	Etapas da pesquisa.....	35
4.2	Considerações finais.....	54
5	CONCLUSÃO	55

5.1	Considerações finais.....	55
5.2	Recomendações para trabalhos futuros.....	57
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58

1 INTRODUÇÃO

No período de alta inflação no Brasil, quanto mais estoque a empresa acumulava, melhor, pois era um investimento de capital. Porém nos dias de hoje, com a queda e estabilidade das taxas de inflação, manter estoques desnecessários é imobilizar capital que poderia ser usado de outra forma mais lucrativa (OLIVEIRA, 2004, apud PALOMINO, 2008).

No mercado globalizado atual, a competitividade entre as empresas é cada vez maior, e os consumidores finais estão muito exigentes com a qualidade, preço e disponibilidade dos produtos e serviços. É essencial para uma empresa focar em métodos de planejamento e controle de suas operações, e frequentemente buscar melhorias nos processos, trazendo grande vantagem competitiva, pois isso leva as empresas a oferecerem aos clientes um serviço superior.

Qualquer tipo de empresa que armazena bens físicos necessita saber a importância do controle de estoques, pois eles representam dinheiro, e devem ser monitorados continuamente para que não haja falta nem excesso. Seu controle inadequado leva a diversos problemas na cadeia produtiva, aumentando custos e diminuindo o desempenho das empresas.

1.1 Importância do estudo

A indústria de refrigerantes surgiu nos Estados Unidos em 1871, mas somente no começo do século XX que foi implementada a primeira fábrica no Brasil.

Hoje, o Brasil é o terceiro maior fabricante de refrigerantes do mundo, são vendidos anualmente cerca de 12 bilhões de litros, perdendo apenas para os Estados Unidos e o México, gerando quase 600 mil empregos diretos e indiretos por todo o país (ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas).

Segundo a ABIR, no ramo de bebidas não alcoólicas, o refrigerante é a bebida mais consumida e que tem o maior faturamento, porém com o aumento da preocupação com a saúde, os consumidores vêm procurando bebidas mais saudáveis, como água, chás, sucos e bebidas com utilidade específica, diminuindo assim o consumo dos refrigerantes nos últimos anos.

Ele é uma bebida não alcoólica e é basicamente composto de água, açúcar, concentrado (que pode ser de vários sabores) e gás carbônico.

O açúcar constitui de 8 a 12% da constituição do refrigerante e cerca de 25% do total dos custos do produto. O consumo anual no Brasil dessa matéria-prima no setor é 1,196 milhões de toneladas (ABIR, 2010), sendo um volume bem significativo, contribuindo assim para o desenvolvimento do setor sucroalcooleiro nas regiões próximas às das fábricas de refrigerantes.

Para cumprir com essa enorme demanda de açúcar, as empresas de refrigerantes necessitam de um forte acompanhamento de seus estoques e de seus fornecedores e transportadores, pois a demanda é diária e os custos com transporte incidem expressivamente sobre o preço do produto final.

A programação de chegada das matérias-primas numa indústria nem sempre é realizada nas datas previstas inicialmente, pois dependem de fatores externos, como fornecedores, transportadores, sazonalidade, clima, entre outros, e é preciso que seja feito um melhor controle desses fatores por parte da empresa que fabrica o produto final para visualizar onde há problemas e como tratá-los.

É necessário uma integralização de todos que estão envolvidos com essa matéria-prima, a fim de reduzir os níveis de estoque, sem que ocorram riscos de parada de produção por falta de açúcar. Paradas como essas são consideradas perdas de tempo de produção, que atrapalham todo o planejamento mensal de uma fábrica, ainda resulta em custos com mão-de-obra parada e horas extras para tentar recuperar o volume de produção primeiramente programado.

Por mais que exista esse acompanhamento, o nível de comprometimento de todos os níveis da cadeia de suprimentos deve ser levado em consideração. São necessárias diferentes ferramentas para sua ação. Geralmente, são utilizados diversos indicadores para uma indústria poder visualizar o desempenho de cada um dos elos da cadeia.

Esse trabalho é importante para uma indústria de refrigerantes, pois faz uma análise do processo de planejamento e controle do açúcar, uma de suas matérias-primas de maior significância. Também busca enumerar os problemas existentes nesse processo e propõe melhorias, podendo servir de base para tomada de decisão pelos gestores da empresa.

Além disso, servirá de referencial teórico para alunos interessados no tema, podendo contribuir para trabalhos futuros.

1.2 Definição do problema

O açúcar é o terceiro ingrediente mais importante na fabricação de um refrigerante, e de acordo com a classificação ABC da empresa para matérias-primas, é pertencente à classe A, perdendo apenas para o concentrado.

O consumo dessa matéria-prima é de muitas toneladas por dia, e necessita da chegada diária de caminhões para abastecer o estoque, faz-se necessário, então, um controle dessas cargas e do estoque.

Baseado nessa descrição, o seguinte questionamento foi levantado: Como aperfeiçoar o processo de planejamento e controle da matéria-prima açúcar visando o gerenciamento eficiente e eficaz de seu armazenamento e transporte no processo produtivo de refrigerantes?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo geral

Analisar o processo atual de planejamento e controle da matéria-prima açúcar de uma indústria de refrigerantes, para identificar seus pontos fracos e propor melhorias.

1.3.2 Objetivos específicos

- a) Identificar os conceitos básicos relacionados ao planejamento e controle de materiais;
- b) Descrever cada etapa do fluxo do processo de planejamento e controle do açúcar na empresa;
- c) Definir fatores de restrição presentes nas etapas do processo de programação analisado, propondo suas melhorias;
- d) Realizar uma análise comparativa entre a situação atual e a proposta, de acordo com os valores reais e simulados.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho encontra-se distribuído em 5 capítulos com a seguinte estrutura:

No capítulo 1 é feita a introdução do tema abordado no trabalho. Em seguida, são mostrados a definição do problema, os objetivos gerais e específicos, a importância do estudo e sua estrutura.

O capítulo 2 aborda o referencial teórico que baseia esse trabalho. Nele são apresentados os principais conceitos e ferramentas do planejamento e controle de estoques, relacionando o tema proposto com a literatura, pela visão dos diferentes autores escolhidos.

O capítulo 3 caracteriza a empresa estudada e apresenta as etapas do fluxo de planejamento de controle do açúcar na empresa.

No capítulo 4 é feito um diagnóstico propondo melhorias para cada etapa descrita no capítulo anterior e analisando-as.

No capítulo 5 são feitas as considerações finais, com os resultados obtidos pelo diagnóstico e com as recomendações para trabalhos futuros.

As referências bibliográficas utilizadas na elaboração deste trabalho se encontram ao final da monografia.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo aborda algumas ferramentas da administração de materiais necessárias para fazer o planejamento e controle de matérias-primas. Primeiramente, será feita uma breve definição de planejamento e controle, em seguida serão apresentados conceitos e classificações de demanda e estoque, e por fim, serão definidos alguns indicadores de desempenho e suas importâncias.

2.1 Planejamento e controle

Segundo Slack (2009, p. 314), um plano “é uma formalização de o que se pretende que aconteça em determinado momento no futuro, porém não garante que esse evento vá realmente acontecer, pois são baseados em expectativas”. Pode ocorrer de os consumidores mudarem de ideia, de os fornecedores não atenderem o prazo de entrega, ou seja, ocorrerem variações nos planos. É um conjunto de intenções para o que deveria ocorrer.

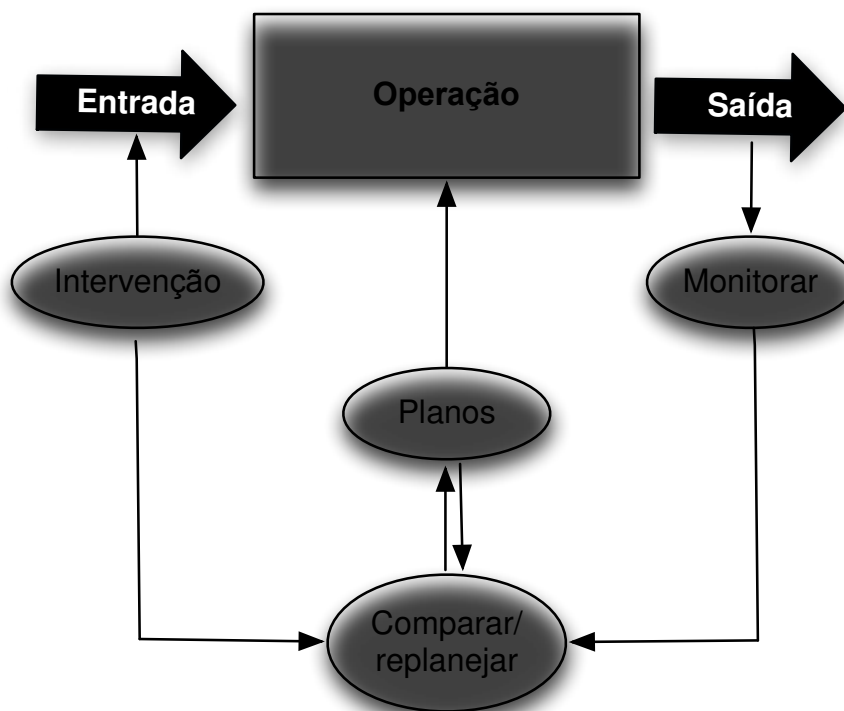
Controle é o processo de lidar com as variações que ocorrem nos planos, podendo levar a reformulação dos planos ou em intervenções nas operações, para que elas atinjam os objetivos estabelecidos inicialmente. Ele direciona o plano, monitorando-o e fazendo as mudanças necessárias (SLACK, 2009).

O planejamento e controle de quaisquer que sejam os elementos são de suma importância para uma empresa que deseja competitividade no mercado. Para Slack (2009), seu objetivo principal é obter eficiência e eficácia em todos os processos, para que os produtos e serviços oferecidos aos consumidores, sejam eles finais ou não, estejam em conformidade com o que foi inicialmente proposto.

O planejamento tem como objetivo alocar efetivamente os recursos disponíveis às necessidades de produção dos vários produtos, ajustando o custo dos recursos, a forma de operar, a quantidade e o valor do produto final, dentre outros parâmetros de produção. Planejamento e controle é o conjunto de atividades diárias que garante que a operação ocorra de forma contínua. Ele concilia a demanda com o potencial da operação de fornecer os produtos e serviços, ou seja, proporcionam sistemas, procedimentos e decisões que conciliam o suprimento e a demanda (SLACK, 2009).

A figura 1 apresenta uma visão simples de controle, em que as saídas são monitoradas e comparadas com os planos de um centro de trabalho. Para quaisquer desvios nesses planos são feitas atividades de replanejamento e intervenções necessárias para garantir que os novos planos sejam executados (SLACK, 2009).

Figura 1 - Um modelo simples de controle.



Fonte: Adaptado de Slack, 2009.

2.2 Demanda

Segundo Viana (2009, p. 112), “a demanda caracteriza a intenção de consumo e tem o objetivo básico de fazer previsões, levando-se em consideração sua evolução histórica e seus afastamentos”.

Previsões são feitas com o objetivo de diminuir as incertezas. Quanto mais incerto o futuro, menos confiável se torna o processo, portanto as decisões corretas a serem tomadas no presente dependem de se conhecer as condições que prevalecerão no futuro (VIANA, 2009).

2.2.1 Natureza da demanda

Dos vários atributos necessários para o controle de estoques, a natureza da demanda é um dos mais importantes. A demanda, quanto a natureza, pode ser classificada de duas formas: demanda dependente e demanda independente (GONÇALVES, 1979).

De acordo com Slack(2009), a demanda independente é aquela em que é feita sem ter qualquer garantia da quantidade dos pedidos dos consumidores. Gonçalves (1979) complementa que ela é aquela que não tem vínculos com a demanda de outros componentes em estoque.

Elas são feitas geralmente baseadas na experiência e conhecimento das empresas sobre o mercado, independentemente do que pode realmente acontecer, correndo o risco de ficar sem estoque quando a demanda não corresponder a suas expectativas. Seu planejamento tenta fazer a melhor avaliação possível da demanda futura, tentando prever os recursos que possam satisfazer o planejado inicialmente e tenta responder rapidamente se a demanda real não corresponder à prevista (SLACK, 2009).

Em oposição, a demanda dependente é a aquela que está relacionada com a demanda de outros itens, sendo assim relativamente previsível. O comportamento dessa demanda deve ser calculado com base na demanda independente que está relacionada(GONÇALVES, 1979). Para Slack (2009, p.318), “O planejamento e controle de demanda dependente concentra-se nas consequências da demanda dentro da operação”. O MRP é uma abordagem desse tipo de demanda. Geralmente, se a demanda for dependente, uma operação somente começa a produção de bens ou serviços quando o pedido acionar as atividades de planejamento e controle para organizar sua produção.

2.2.2 Sazonalidade da demanda

Para Wallis & Thomas (1971, apud Queiroz, 2003), a sazonalidade é um conjunto de variações num período anual ou inferior. Ela é ocasionada por diversos fatores externos, como variações climáticas e datas comemorativas.

A maioria dos produtos e serviços apresentam alguma sazonalidade na demanda, podendo apresentar também sazonalidade de suprimentos. Essas

flutuações podem ser previstas, mas algumas normalmente também são afetadas por variações inesperadas (SLACK, 2009).

2.3 Estoque

Numa situação ideal, a sincronização entre a oferta e a demanda seria perfeita, porém como isso não é a realidade, devem ser acumulados estoques para assegurar a disponibilidade dos materiais numa empresa (BALLOU, 1993).

“O estoque é a acumulação armazenada de recursos materiais em um sistema de transformação” (SLACK, 2009, p. 381). Também é usado para descrever qualquer recurso armazenado.

Viana (2009, p. 109) também define o estoque como:

Materiais, mercadorias ou produtos acumulados para utilização posterior, de modo a permitir o atendimento regular das necessidades dos usuários para a continuidade das atividades da empresa, sendo ele gerado pela impossibilidade de prever-se a demanda com exatidão. Ou também definido como reserva para ser utilizada em tempo oportuno.

A existência do estoque se ocasiona por existir uma diferença entre os ritmos de fornecimento e de demanda. Se a taxa de fornecimento for maior que a taxa de demanda, o estoque aumenta, já quando a taxa de demanda exceder a de fornecimento, o estoque diminui (SLACK, 2009).

Por conta dos altos investimentos necessários para a manutenção dos estoques, é aconselhável mantê-los em quantidade reduzida, porém isso entra em conflito com a realidade das empresas, pois aumenta significativamente o risco de a empresa não satisfazer a demanda, reduzindo sua confiabilidade (VIANA, 2009).

Ainda de acordo com Viana (2009, p. 116), “as principais causas que exigem estoque permanente para o imediato atendimento do consumo interno e das vendas nas empresas são”:

- a) a necessidade de continuidade operacional;
- b) a incerteza da demanda futura ou de sua variação ao longo do período de planejamento;
- c) a disponibilidade imediata do material nos fornecedores e cumprimento dos prazos de entrega.

2.4 Decisões de estoque

De acordo com Slack (2009), a demanda gradualmente vai consumindo o estoque, portanto é necessária sua reposição. Para isso, devem ser tomadas algumas decisões:

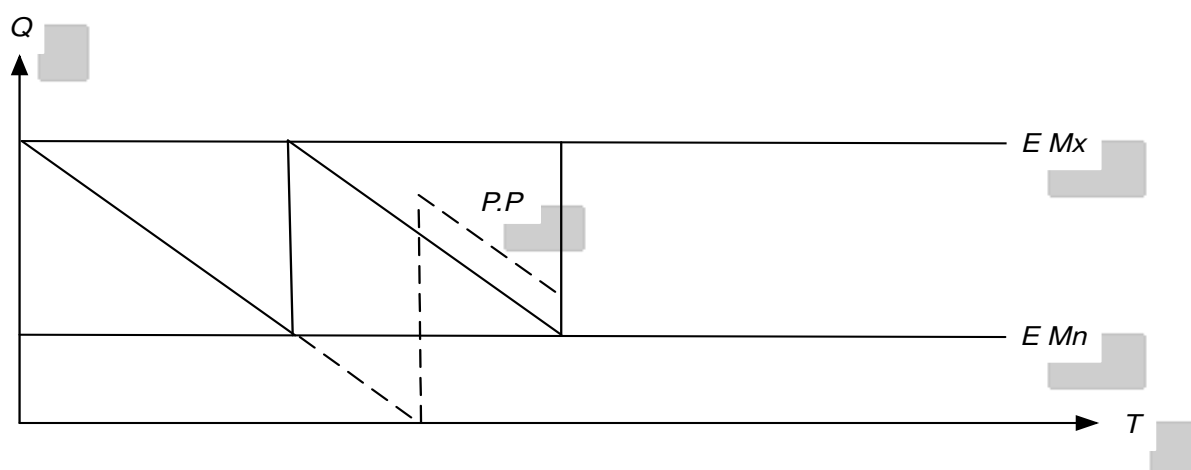
- quanto pedir – referente ao tamanho de cada pedido;
- quando pedir – referente ao momento do pedido e ao período de tempo entre um pedido e outro;
- como controlar o sistema – referente aos procedimentos que devem ser tomados para o controle.

Na tomada de decisão de quanto pedir, devem ser levados, principalmente, em conta os custos que serão afetados com essa decisão, que podem ser diversos, como: custo de colocação de pedido, custo de falta de estoque, custo de capital de giro, custo de armazenagem, dentre outros (SLACK, 2009).

Em relação a quando pedir, deverá ser calculado o tempo de reposição, que é o tempo gasto desde a colocação do pedido, até a chegada do material na empresa (DIAS, 2009).

A figura 2 mostra todos os níveis de estoque, com lotes de compra e ponto de pedido constantes, e tempos de reposição variáveis.

Figura 2 - Identificação dos níveis de estoque.



Fonte: Adaptado de Dias, 2009.

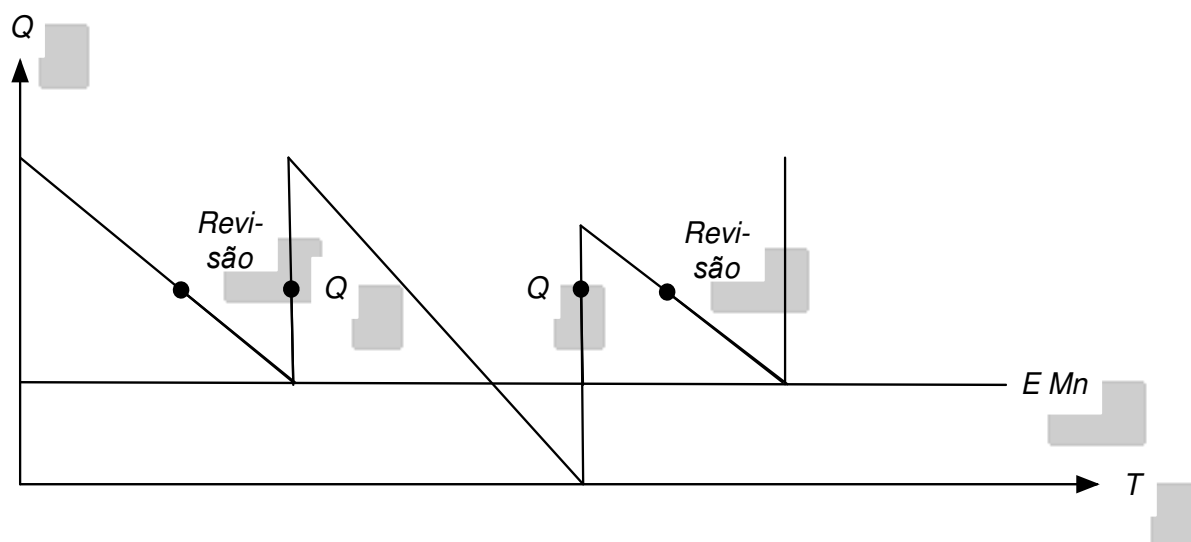
De acordo com as decisões de quanto e quando pedir tomadas, deve-se saber qual a melhor abordagem de controle do sistema, podendo ser de revisão contínua ou periódica.

A abordagem de revisão contínua leva em consideração tamanho do lote econômico de compra. Ela é a que a decisão é tomada no instante do reabastecimento, e deve ser acompanhada continuamente. Ela, portanto, se torna desvantajoso em relação ao tempo levado no acompanhamento dos níveis de estoque (SLACK, 2009).

Ainda para Slack (2009), alternativamente à abordagem de revisão contínua, existe a de revisões periódicas, que não usa uma quantidade fixa de reposição, mas a quantidade pedida será a necessidade da demanda. Os pedidos são feitos em intervalos de tempo fixos e regulares.

Em oposição a figura anterior, a figura 3, a seguir, segue o sistema de reposição periódica, em que apenas o tempo de reposição é fixo, e os lotes de compra variáveis.

Figura 3 - Abordagem de revisão periódica.



Fonte: Adaptado de Dias, 2009.

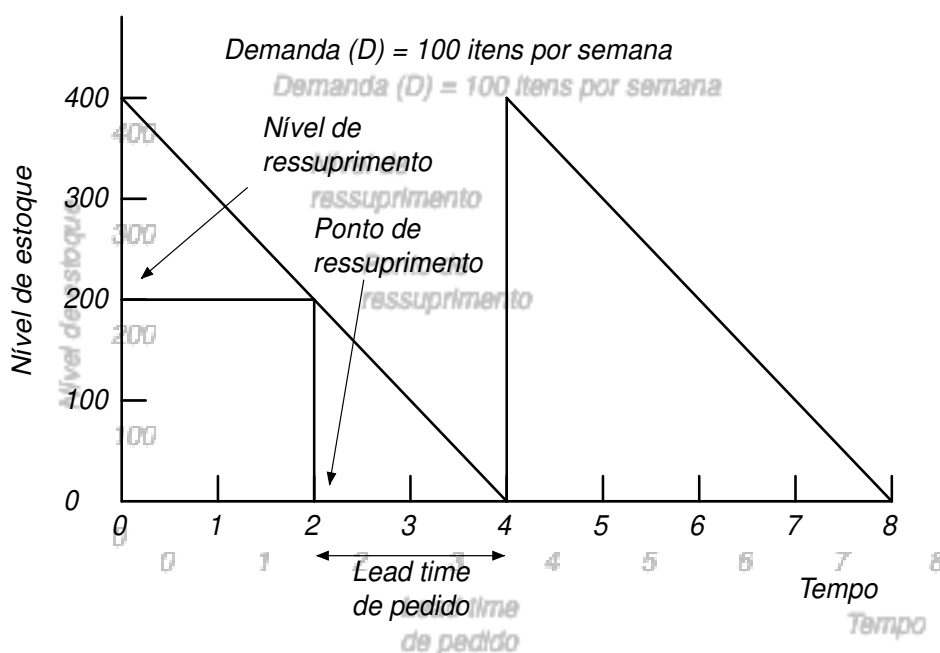
2.4.1 Tempo e ponto de ressuprimento

Como os pedidos de reabastecimento não chegam instantaneamente, existe um tempo entre o pedido sendo colocado e chegando no estoque. Slack

(2009) define esse tempo como tempo de ressuprimento, mostrado na figura 4 abaixo.

Viana (2009) ainda complementa dizendo que ele é composto pela soma dos seguintes tempos internos e externos: tempo de preparação de compra, tempo de atendimento do fornecedor, tempo de transporte e tempo de recebimento e regularização.

Figura 4 - O nível de ressuprimento e o ponto de ressuprimento são derivados do lead time de pedido e da taxa de demanda.



Fonte: Adaptado de Slack, 2009.

Pressupondo uma situação ideal, onde a demanda e o lead time são perfeitamente previsíveis, pode ser calculado o ponto de ressuprimento, ou seja o momento em que deve ser feito o pedido de reabastecimento, diminuindo o tempo em que o estoque cai para zero do lead time. Porém na maioria dos casos não é assim que acontece, portanto é necessário fazer pedidos de reabastecimento antes do que seria o caso dessa situação ideal. Isso então irá resultar em um estoque restante quando os pedidos de reabastecimento chegam (SLACK, 2009).

Complementarmente, Viana (2009, p. 152) diz que a quantidade pedida no nível de reposição (mesmo que ponto de ressuprimento) “deve garantir o consumo do material durante o tempo de ressuprimento, de tal forma que o estoque

real em declínio não atinja o estoque de segurança”. Seu cálculo é determinado pela fórmula abaixo:

$$NR = ES + CMM \times TR \quad (1)$$

Onde, NR é o nível de reposição, ES é o estoque de segurança, CMM é o consumo médio mensal e TR é o tempo de ressuprimento.

A reposição de estoques não é perfeita, falhas e imprevistos podem acontecer, levando à criticidade no processo. Um aumento repentino na demanda, falhas nos sistemas de informação e atrasos na entrega são os principais motivos para a variação dos estoques (FRANCISCHINI,2002 apud PASCOAL, 2008).

2.4.2 Estoque de segurança

Para Dias (2009), a determinação do estoque de segurança é muito importante para a administração de estoques, pois refere-se à parte do capital imobilizado da empresa.

Gonçalves (1979, p. 54) define o estoque de segurança, ou estoque mínimo, como “uma quantidade de estoque projetada para suportar uma taxa de demanda superior à demanda média esperada, principalmente durante o período de recomposição do estoque”.

Também pode-se considerar o conceito de Viana (2009), que diz que ele é a menor quantidade possível que tem capacidade de suportar um tempo de ressuprimento maior que o programado ou um consumo desproporcional. Ele indica que o estoque do material está em condição crítica.

$$ES = K \times TR \times CMM \quad (2)$$

Sendo, ES o estoque de segurança, K o fator de segurança, TR o tempo de ressuprimento e CMM o consumo médio mensal.

Devido à variabilidade do lead time e da demanda, algumas vezes o estoque real será mais alto ou mais baixo que o estoque de segurança. O que deve ser considerado na estipulação do estoque de segurança não é somente o nível médio de estoque quando um pedido de reabastecimento chega, mas a garantia de

que o estoque não vai faltar antes de chegar o pedido de reabastecimento (SLACK, 2009).

2.4.3 Estoque Máximo

O estoque máximo é a maior quantidade de um determinado produto que pode ser armazenada. Indicar a quantidade necessária de reposição é seu principal objetivo (VIANA, 2009).

De acordo com Dias (2009), ele é calculado da seguinte maneira:

$$EMax = ES + \text{Lote de compra} \quad (3)$$

Onde, EMax é o estoque máximo e ES é o estoque de segurança.

O lote de compra da fórmula pode ser ou não o lote econômico. Para seu cálculo, também deve ser levada em consideração a capacidade total disponível no armazém (DIAS, 2009).

2.4.4 Estoque de cobertura

“O estoque de cobertura é a relação entre estoque e consumo, indicando por quanto tempo o estoque suportará o consumo sem que haja reposição” (VIANA, 2009, p.152).

$$EC = VE / VC \quad (4)$$

Em que, EC é o estoque de cobertura, VE é o valor do estoque no mês e VC é o valor do consumo no mês.

2.5 Programação

Segundo Slack (2009, p.330):

Algumas operações requerem um cronograma detalhado, mostrando em que momento os trabalhos devem começar e quando eles deveriam terminar, ou seja, requerem um programa. Programas são declarações de volume e horários (ou datas) familiares em muitos ambientes.

Devido aos diversos tipos de restrições de recursos que os programadores têm que lidar ao mesmo tempo, como as de capacidade, tempo, custos e pessoal, o ato de programar se torna uma das mais complexas atividades no gerenciamento da produção. A medida que essas variáveis aumentam, maior o número de possibilidades de programação. Com as flutuações de mercado e as mudanças no *mix* dos produtos as programações devem ser revisadas frequentemente (SLACK, 2009).

De acordo com Ballou (1993), a programação da chegada de materiais no processo produtivo pode afetar diretamente sua eficiência.

Para Slack (2009), é necessário que haja um monitoramento contínuo para assegurar que as atividades estejam ocorrendo conforme o planejamento. Se houver alguma não-conformidade com os planos, deverá ser feito um replanejamento e operação ser retificada.

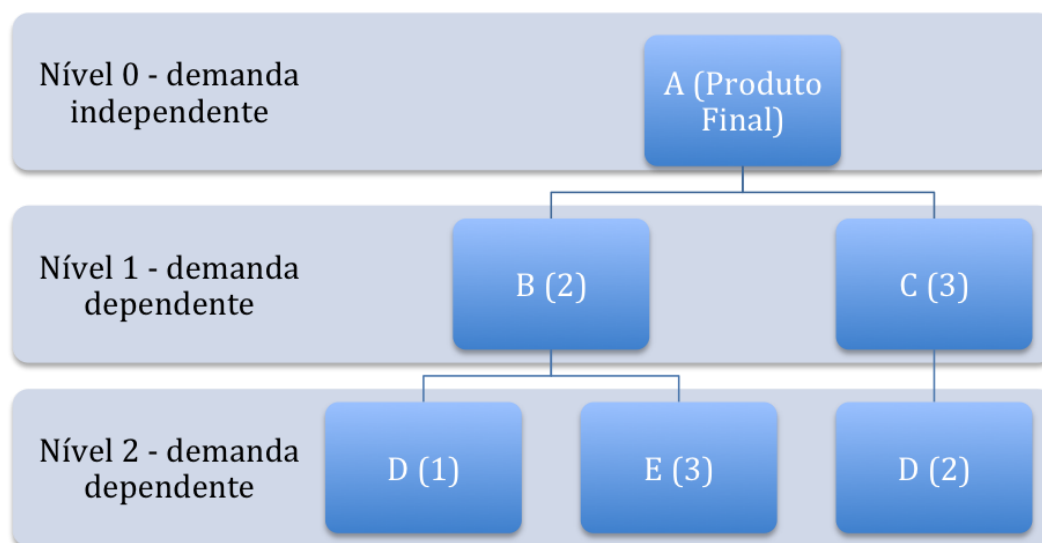
2.5.1 MRP

Segundo Dias(2009), o MRP (ou Planejamento das Necessidades de Materiais) trabalha normalmente com o abastecimento de materiais cuja demanda depende de um determinado produto final.

Ele empurra os estoques e responde rapidamente a mudanças na demanda do produto final, ou seja, assim que os recursos de entrada forem recebidos, suas partes e componentes são recalculados e o processo é refinado (DIAS, 2009).

O MRP calcula a quantidade necessária de cada tipo de material para a formulação do produto final. Primeiro é feita a previsão da demanda do produto final, e verifica-se quanto de cada componente dependente dessa produto é necessário, por meio de uma lista de materiais. Assim é feita uma programação para trás, de acordo com os níveis de cada material e com seus lead times (Slack, 2009).

Figura 5 - Tipos de demanda por nível e exemplo de estrutura do produto com as necessidades dos materiais.



Fonte: Elaborado pela autora, 2012.

A figura 5, acima, apresenta um exemplo de estrutura de um produto qualquer, mostrando também em que nível se encontra cada componente e qual a relação de dependência de cada nível. Pode-se perceber que o produto final A é formado por 2 unidades do componente B e 3 unidades de C. Estes, contudo, dependem também de outros produtos: para 2 unidades de B é necessária 1 unidade de D e 3 unidades de E, e para 3 unidades de C, precisa-se de 2 de D.

Para se determinar o tamanho do lote de compra dos componentes, Dias (2009) afirma que deve ser escolhido o método que melhor se encaixe nos padrões da empresa:

- método da quantidade fixa: quantidade determinada arbitrariamente e usada para peças com tempo e custo de preparação elevados;
- método do lote econômico: quantidade a ser pedida em lotes que consideram o melhor balanceamento entre os custos de armazenagem, de pedido e a demanda;
- método lote a lote: a compra é efetuada para uma quantidade igual à necessidade do período, e ocorre uma redução no custo de armazenagem, o que sugere sua utilização para itens de alto valor de compra, quando o consumo for excessivamente variável, considerando a inclusão do estoque de segurança;

- d) método de reposição periódica: a quantidade é calculada em função das necessidades reais, porém é determinado um intervalo de ressuprimento fixo. A tabela 1 mostra esse tipo de método.

Tabela 1 - Exemplo de cálculo das necessidades brutas de um componente

Produto A Lead time = 1 ; ES =100	Semana			
	1	2	3	4
Necessidade Bruta	200	150	300	250
Entregas Programadas	200	150	300	250
Quantidade Disponível 100	100	100	100	100
Liberação de Ordens	150	300	250	0

Fonte: Elaborado pela autora, 2012.

2.6 Programação linear

Para o cálculo de todos os componentes apresentados, devem ser levadas em consideração as restrições de cada material em cada empresa, como capacidade e recursos disponíveis.

A programação linear é uma técnica da pesquisa operacional que utiliza equações e inequações como restrições para solucionar um problema que queira maximizar ou minimizar uma função linear, ou função objetivo (PASSOS, 2008 apud VIEIRA, 2011).

Para Andrade (2009), a programação linear é uma das ferramentas mais eficazes de gestão, incluindo organização de transportes, determinação de política de estoques, estudos de fluxos de caixa e investimentos, estudos de sistemas de informações, além dos tradicionais problemas de produção e de mistura.

Para a resolução de um problema deverão ser definidas as restrições e as variáveis, e a solução ótima será aquela que satisfaça esses valores na função objetivo (ANDRADE, 2009).

Segundo Chase (2006), o problema de programação linear requer um processo de otimização no qual os valores não-negativos para um conjunto de variáveis de decisão, X_1, X_2, \dots, X_n , são selecionados para maximizar ou minimizar uma função objetivo na forma: $\text{Max (min) } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_nX_n$. Estando sujeitas a restrições nas formas:

- $A_{11}X_1 + A_{12}X_2 + \dots + A_{1n}X_n = B_1$
- $A_{21}X_1 + A_{22}X_2 + \dots + A_{2n}X_n = B_2$
- ...
- $A_{m1}X_1 + A_{m2}X_2 + \dots + A_{mn}X_n = B_m$

Onde C_n , A_{mn} e B_m são constantes.

2.6.1 Programação linear gráfica

A programação linear gráfica fornece um discernimento rápido na natureza da programação linear, porém ela é limitada a problemas envolvendo duas ou três variáveis de decisão (CHASE, 2006).

De acordo com Chase (2006), as seguintes etapas descrevem o método de abordagem gráfica:

- a) Formular o problema em termos matemáticos;
- b) Representar graficamente as equações de restrição;
- c) Determinar a área de viabilidade;
- d) Representar graficamente a função objetivo;
- e) Encontrar o ponto ótimo.

2.7 Indicadores de desempenho

Para um melhor gerenciamento de uma cadeia de suprimentos, faz-se necessária a utilização de avaliações de desempenho. Ela pode ser feita tanto interna como externamente à empresa, criando uma vantagem competitiva, pois resulta na melhoria dos processos (BOWERSOX, 2006).

Para Bowersox (2006), existem três objetivos gerais para que seja feita uma avaliação eficiente na empresa como um todo:

- a) monitoramento: é realizado a partir do estabelecimento de métricas apropriadas, a fim de que se acompanhe o desempenho do sistema para relatar à gerência;
- b) controle: é realizado quando se tem padrões apropriados de desempenho relativos às métricas estabelecidas, para indicar quando o sistema logístico exige modificação ou atenção;

c) direcionamento: está relacionado à motivação do funcionário e a recompensas pelo desempenho.

Para alcançar esses objetivos, devem ser feitas avaliações de desempenho que englobem as medidas funcionais nas seguintes categorias: custos, serviços aos clientes, qualidade, produtividade e gestão de ativos. Além disso podem ser medidos também índices de desempenho de fornecedores (BOWERSOX, 2006).

Uma rede de fornecedores qualificados é um fator crítico para haver um bom funcionamento da própria empresa, assim, é crescente o número de organizações que dão cada vez mais importância à avaliação do desempenho de seus fornecedores (HUMPHREYES, 2004, apud FRANÇOIS, 2004).

Para que haja bons resultados, é necessário comunicar aos fornecedores todas as metas que foram e deverão ser alcançadas, analisar os resultados e corrigir os problemas de acordo com as expectativas dos clientes (FRANÇOIS, 2004).

A avaliação dos fornecedores, além de ser utilizada para a tomada de decisões acerca do rumo deles com a empresa, também traz várias outras vantagens, como a transparência do processo para ambas as partes e identificação de áreas problemáticas que necessitam de ação corretiva (JURAN E GRZYNA, 1992, apud FRANÇOIS, 2004).

2.8 Considerações finais

Nesse capítulo, foram expostos alguns aspectos relacionados à administração de materiais, envolvendo diferentes conceitos, modelos e abordagens de planejamento e controle, demanda, estoques e indicadores de desempenho.

O próximo capítulo descreve a situação de um material de certa empresa nos aspectos tratados nessa fundamentação teórica. Nele será analisada a situação atual da empresa, verificando alguns gargalos no processo de planejamento e controle do material em estudo, propondo melhorias.

3 MÉTODO PROPOSTO

Neste capítulo é definida a metodologia do trabalho em questão, para a análise do processo de planejamento e controle do açúcar numa indústria de refrigerantes. A metodologia de pesquisa em trabalhos científicos é uma parte muito importante para o pesquisador e para os interessados, pois, para Gil (2002, p 19), “explicita as ações a serem tomadas ao longo da pesquisa”.

Será apresentada, nesse capítulo, uma visão geral da metodologia que orienta esta pesquisa, sendo discutidas suas classificações quanto a natureza, a forma de abordagem do problema, aos objetivos e aos procedimentos técnicos. Além disso, serão apresentadas as etapas do processo de desenvolvimento da pesquisa.

3.1 Classificações da pesquisa

Nesse trabalho utiliza-se um método hipotético-dedutivo para a solução do problema proposto, pois, conforme Marconi e Lakatos (2003), parte de um problema, em que é oferecida uma solução provisória, que é posteriormente criticada fazendo surgir novos problemas.

Quanto à natureza a presente pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois o problema parte de um estudo teórico, mas não fica somente limitado a ele, já que apresenta também uma análise e discussão dos dados (NUNAN, 1997, apud VILAÇA, 2010).

Este estudo apresenta um *mix* entre as formas de abordagem qualitativa e quantitativa, ou seja, ela é quali-quantitativa, pois possui caracteres das duas, onde são descritas as situações observadas, assim como são usadas medidas de cálculo para alcançar os objetivos do estudo (VIANNA, 2008).

Com base nos seus objetivos, essa pesquisa é classificada como exploratória, em que assunto abordado “proporciona maior familiaridade com o tema, tendo em vista torná-lo mais explícito e aprimora ideias”(GIL, 2002), visando a análise do processo atual de planejamento e controle de açúcar em uma indústria de refrigerantes e propondo melhorias.

Quanto aos procedimentos técnicos que serão utilizados no desenvolvimento desse trabalho são a pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e o estudo de caso.

Segundo Gil (2002), a pesquisa bibliográfica é realizada a partir de consulta de livros, artigos e busca na internet. Para este trabalho serão trabalhados os conceitos e classificações de demanda, estoque, consumo e indicadores de desempenho. A pesquisa documental será realizada com a coleta de dados internos da empresa em estudo. Já no estudo de caso será selecionada uma empresa cujas características serão nele mostradas.

3.2 Etapas do estudo

A seguir, explicitam-se as etapas necessárias para a aplicação do método proposto de forma a facilitar a compreensão do objeto de estudo.

Etapa 1 – Apresentação da empresa

Na primeira etapa do estudo de caso, será feita a caracterização da empresa em estudo, onde será apresentado um breve histórico, falando da sua área de atuação, seus principais produtos e algumas outras informações importantes, além dos motivos que definiram a sua escolha para o desenvolvimento desse trabalho.

Etapa 2 – Estrutura do processo

Uma vez caracterizada a empresa, faz-se oportuno descrever o processo em estudo. Neste sentido serão descritas as atividades realizadas nesse processo e será feito um fluxograma, abordando todas as etapas da rotina do planejamento e controle da matéria-prima.

Etapa 3 – Coleta de dados da demanda

Nessa etapa da pesquisa, será preciso conseguir informações da demanda dos produtos que necessitam da matéria-prima em estudo, essas

informações são de extrema importância, e serão convertidas para determinar a demanda prevista da matéria-prima, necessária para fazer os cálculos dos estoques e do MRP. Esses dados serão coletados com o setor de PCP, que recebe a previsão geral da demanda e faz a programação por tipo de produto.

Etapa 4 – Definição do tempo de ressuprimento e lead time

Após definida a demanda diária, faz-se necessário saber o tempo entre o recebimento de um pedido e outro. Assim como o tempo que o pedido leva para chegar após feita a requisição. Esses tempos são importantes para o controle da programação e para saber o nível de atendimento dos fornecedores.

Etapa 5 – Definir o estoque de segurança

A empresa não acompanha o nível dos estoques por meio do estoque de segurança, portanto faz-se necessário seu cálculo. Como vários autores propõem formas diferentes de sua obtenção, será escolhida a fórmula que melhor se adequa ao processo em estudo. Esse conceito é essencial no cálculo do estoque máximo, definido na próxima etapa.

Etapa 6 – Definir o estoque máximo

Como a empresa adota uma política de manter os estoques em sua capacidade máxima, os custos relacionados à matéria-prima em estudo tornam-se muito altos. Nessa etapa, então, será aplicado o conceito de estoque máximo, visando manter o estoque num nível ótimo para evitar excesso de material por parte do programador.

Etapa 7 – Aplicar o MRP

Com os dados obtidos nas etapas anteriores, será aplicado o método do MRP, com o auxílio do software EXCEL®, definindo todas as variáveis e restrições para saber a necessidade diária de açúcar da empresa.

Etapa 8 – Definir programação

O MRP encontrará as quantidades necessárias de recebimento em cada ponto de ressuprimento, porém, na etapa de definição da programação, serão alocadas as quantidades ótimas para cada usina e transportadora, visando reduzir custos de transporte e aquisição, levando em consideração suas restrições.

Para achar a solução ótima nesse caso, será utilizado o método de programação linear, apresentando gráficos e resultados obtidos.

Etapa 9 – Controle do processo

Essa etapa detalha o processo de controle de todos os carros programados e utiliza uma planilha para a atualização e visualização dos dados. Ele é necessário para identificar a situação de carregamento de cada carreta, visando controlar os *lead times* previamente definidos com os fornecedores e transportadores.

Etapa 10 – Definição de indicadores de tempo de entrega

A partir da planilha de controle definida na etapa anterior, é sentida a necessidade da importância de saber o nível de atendimento das usinas e transportadores em relação ao prazo de entrega da matéria-prima.

Com esses indicadores, a empresa pode cobrar mais facilmente um melhor serviço desses fornecedores e ainda pode se beneficiar em acordos com eles, alegando baixa qualidade no atendimento.

3.3 Considerações finais

Foram mostradas, neste capítulo, a metodologia do trabalho e a estrutura do método proposto a ser implantada em uma empresa.

No próximo capítulo, será feita uma aplicação prática em uma empresa real submetida a esse método proposto, para uma melhor análise dos resultados desse método.

4 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Este capítulo apresenta a aplicação do método proposto anteriormente no setor de planejamento e controle de matérias-primas de uma indústria de refrigerantes. Vale ressaltar que dos dados coletados para a aplicação do método, apenas os consumos e algumas datas são reais. Os demais dados utilizados foram alterados, porém não distorcem as análises do estudo. A proposta dessa aplicação é de analisar e desenvolver melhorias no processo atual de planejamento e controle de açúcar.

4.1 Etapas da pesquisa

Etapa 1 – Apresentação da empresa

A empresa em estudo é uma franquia de uma marca de grande renome mundial. Foi fundada no ano de 1998, com a junção de algumas franquias já existentes no Nordeste. Possui instalações no Ceará, Rio Grande do Norte, Piauí e Bahia, e seu escritório central está localizado na cidade de Fortaleza, onde está concentrado as principais células de controle das operações em geral. Ao todo possui 13 instalações, contando com o escritório central, fábricas, centros de vendas e centros de distribuição, atuando em aproximadamente 10% do território brasileiro.

Seu portfólio é bem diversificado, além dos refrigerantes, que são de fabricação própria, ela revende outros produtos da marca, como águas, sucos, chás, isotônicos, hidrotônicos, energéticos e também diferentes tipos de cervejas.

O açúcar é uma matéria-prima essencial, que precisa diariamente de abastecimento em todas as suas unidades fabris. O volume consumido diário em cada fábrica, varia de 20 mil à 150 mil quilos, e os galpões de armazenagem possuem capacidades máximas de 120 mil à 700 mil quilos, portanto é um dos materiais com maior giro de estoque, merecendo grande atenção diária.

O presente trabalho irá utilizar os dados com base na fábrica de Maracanaú, que é a maior em extensão e em importância, pois é responsável por quase 50% da produção de toda a empresa. Possui 6 linhas de produção, com mais uma em fase de implantação, que funcionam sem paradas diariamente, tendo capacidade mensal de produção de mais de 40 milhões de litros de refrigerantes.

Etapa 2 – Estrutura do processo

O processo de planejamento e controle de açúcar de todas as unidades fabris da empresa é realizado por um analista, localizado em seu escritório central. A programação de chegada da matéria-prima é feita uma vez por semana, e o controle é diário. Todos os dias chegam, contando com todas as fábricas, em média 11 carretas de 31 toneladas de açúcar.

As ferramentas utilizadas para esse processo são os *softwares* EXCEL® e SAP®, além dos recursos de e-mail e telefone para a comunicação entre fábricas, fornecedores e transportadores.

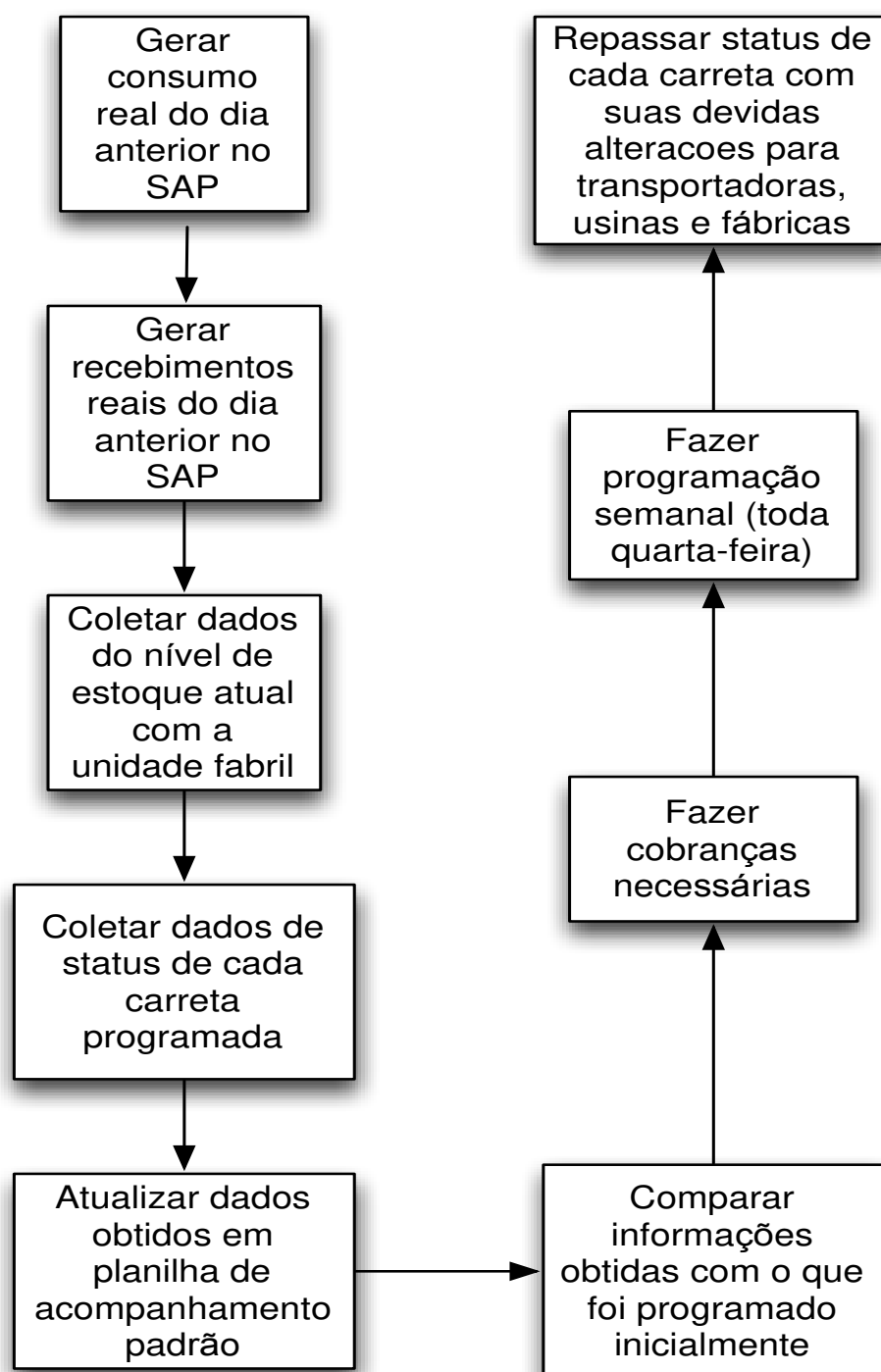
Ao processo de planejamento e controle do açúcar segue uma rotina diária como mostrada na figura 6. Primeiro são retirados do sistema SAP® os consumos e recebimentos de açúcar do dia anterior, esses dados são computados pelo PCP de cada unidade. Após é necessário verificar com cada almoxarifado os níveis dos estoques de açúcar. Devem, também, ser verificados com cada transportador os *status* das carretas programadas (em trânsito para a fábrica, em carregamento, ainda a realizar ou pendente). Com todos esses dados obtidos, faz-se necessário atualizar uma planilha de controle padronizada para essa matéria-prima. Ela contém todas as informações de todas as programações com um histórico de 3 anos.

Analisar os dados, comparando tudo o que era previsto para acontecer com a realidade, é a próxima etapa. Nessa análise podem existir diversas mudanças na programação, pois podem ocorrer variações na demanda e atrasos nas entregas por conta de diversos fatores.

A programação é feita semanalmente, em dias de quarta-feira, em que são definidas as quantidades de açúcar necessária por dia e alocados os transportadores e as usinas para cada carga. O analista faz a programação com base apenas no consumo médio da semana anterior e na capacidade máxima do armazém, pois a política para o açúcar é manter o estoque em sua máxima capacidade todos os dias. Para finalizar a rotina, é preciso enviar para todos os transportadores, usinas, fábricas e quaisquer pessoas envolvidas com a matéria-prima, uma planilha de acompanhamento contendo todas as informações do dia, para fazer uma integralização na cadeia.

A rotina de planejamento e controle é em essência eficaz, porém alguns fatores deveriam ser levados em consideração para fazer uma programação eficiente, como a definição de um estoque máximo e de um estoque de segurança, a utilização do MRP e a definição de indicadores para os transportadores e usinas, que atrasam muito as entregas.

Figura 6 - Rotina de planejamento e controle do açúcar.



Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 3 – Coleta de dados da demanda

A previsão da demanda do açúcar na empresa é feita apenas com base no consumo histórico dos últimos sete dias. Porém, os PCPs das fábricas enviam diariamente uma planilha com a programação das linhas de produção, com uma previsão de uma semana. Essa planilha contém o quanto de xarope será necessário para a produção da quantidade de determinado refrigerante.

A quantidade de açúcar que compõe um litro de xarope é de 600 gramas, então o fator de conversão para 1 litro de xarope é de 0,6 quilos de açúcar. Portanto, pode-se dizer que a demanda do açúcar depende da demanda de xarope, que é previamente determinada pela programação do PCP. Assim, tem-se um caso de demanda dependente, que leva a um método de previsão mais confiável em comparação à demanda histórica.

Então a demanda diária (DD) será calculada da seguinte maneira:

$$DD = 0,6 \times \text{necessidade de xarope} \quad (5)$$

A tabela 2 abaixo faz uma demonstração desse cálculo com base nos dados enviados pelo PCP:

Tabela 2 – Exemplo da planilha de demanda por produto e conversão da quantidade de xarope em açúcar.

	Linha	Qtd. Cxf.	Data	Início	Fim	Xarope	Açúcar
LARANJA PET 1,5L CRISTAL	1	12.928	26/03/12 - seg	22:00	6:00	21.547	12.928
GUARANA PET 1,5L CRISTAL	1	14.208	26/03/12 - seg	8:00	17:00	23.728	14.237
GUARANA PET 2,25L CRISTAL	1	4.711	26/03/12 - seg	18:00	22:00	11.801	7.081
GUARANAZERO PET 2L CRISTAL	2	1.451	26/03/12 - seg	22:00	0:00	3.231	1.939
LARANJA PET 2L CRISTAL	2	31.600	26/03/12 - seg	2:00	20:00	70.222	42.133
COLA LS Retornável	3	25.000	26/03/12 - seg	22:00	10:00	23.438	14.063
COLA KS Retornável	3	8.000	26/03/12 - seg	11:00	22:00	8.700	5.220
LIMAO PET 510ML CRISTAL	4	18.704	26/03/12 - seg	22:00	22:00	14.309	8.585
COLA LT CRISTAL	5	20.000	26/03/12 - seg	22:00	15:00	13.125	7.875
LARANJAZERO LT CRISTAL	5	9.522	26/03/12 - seg	16:00	22:00	7.406	4.444
LARANJA 05L BIB	BIB	150	26/03/12 - seg	0:00	0:00	750	450
LARANJA 10L BIB	BIB	270	26/03/12 - seg	0:00	0:00	2.700	1.620
DEMANDA DIÁRIA TOTAL (KG)							120.574

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 4 – Definição do tempo de ressuprimento e lead time

A demanda média diária de açúcar na fábrica de Maracanaú é de aproximadamente 120 toneladas, como visto na tabela 2. A chegada desse material deve ser diária, para evitar acúmulo de estoques e risco em qualquer tipo de variação na demanda ou atrasos.

A empresa trabalha com um sistema de cotas de suprimento, em que ao final de cada mês é pré-estabelecido, de acordo com uma previsão mensal da demanda, um valor máximo que pode ser retirado de cada usina ao longo do próximo mês. Portanto, não existe um processo de pedido demorado, assim que uma carga for requisitada ela é liberada.

Nesse caso, então o tempo de ressuprimento, ou tempo de ciclo, é diferente do *lead time*, já que a reposição é diária e com vários pedidos por dia, mas o tempo que vai desde a emissão de cada pedido até a entrega é de dois dias em média.

Etapa 5 – Definir o estoque de segurança

Como a empresa adota uma política de estoques em sua capacidade máxima de armazenagem, que é de 1000 toneladas, ela não se preocupa em estabelecer um estoque de segurança. A vantagem disso é que o risco de falta de estoque é mínimo, evitando paradas desnecessárias por falta de material nas linhas de produção.

Porém, para a utilização dessa política são exigidos custos muito altos. A utilização da capacidade total dificulta o processo como um todo. A descarga das carretas que chegam é desfavorecida, pois fica mais difícil com o estoque completo necessitando de mais tempo de mão-de-obra. Também desfavorece a utilização do PEPS (primeiro que entra é o primeiro que sai) na retirada do açúcar para a utilização, pois não consegue-se definir um leiaute separando por data de chegada.

Além disso, muitas vezes ocorrem variações na demanda durante a semana programada e atrasos nas entregas, seja por parte das usinas que não carregaram o pedido, seja por conta dos transportadores que não conseguiram carretas suficientes para o atendimento ou por atraso dos motoristas por algum motivo, seja também até por conta da empresa que não pagou os impostos para o

governo ou por não ter mão-de-obra suficiente para descarregar o programado, fazendo-se necessário o uso de um estoque de segurança.

O estoque de segurança, nesse caso, será calculado apenas a partir do consumo médio diário dos últimos meses vezes o lead time para a chegada de uma carga. Baseado nisso, tem-se que o estoque de segurança é dado pela tabela 3:

Tabela 3 – Cálculo do estoque de segurança.

	Consumo Médio Diário (Kg)
abr/11	107.519
mai/11	107.070
jun/11	96.671
jul/11	101.322
ago/11	104.382
set/11	96.008
out/11	107.457
nov/11	114.448
dez/11	134.358
jan/12	96.292
fev/12	101.501
mar/12	103.617
Média	105.887
Lead Time	2
Estoque de segurança	211.774

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 6 – Definir o estoque máximo

O estoque máximo para nosso problema então será a soma do estoque de segurança com a quantidade máxima de carretas por dia que a fábrica pode receber, que são 7 carretas com 31250 kg cada. A tabela 4 mostra esse cálculo.

Tabela 4 – Cálculo do estoque máximo.

Estoque de segurança	211.774 kg
Número máximo de carretas/dia	7 carretas
Quantidade máxima de cada carreta	31.250 kg
Estoque Máximo	430.524 kg

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 7 – Aplicar o MRP

O cálculo do MRP deve ser ajustado semanalmente, a cada nova programação, mas utiliza-se como base um cálculo na planilha de controle no software EXCEL® com as seguintes restrições:

- a) uma carreta tem no máximo 31250 kg;
- b) a máxima capacidade de recebimento diária é de 7 carretas, portanto um máximo de 218750 kg de açúcar;
- c) aos domingos não há recebimento de matéria-prima;
- d) o estoque em piso sempre deverá ser maior ou igual ao estoque de segurança, calculado anteriormente.

O consumo diário é retirado da demanda diária total, conforme demonstrado anteriormente na tabela 2Tabela 2. Como esses dados são enviados todos os dias, podendo conter variações, deverá ser modificada na programação, podendo também serem alterados o número de carretas necessárias. Quaisquer alterações deverão ser informadas aos fornecedores e transportadores. Porém, para um melhor nível de serviço, deverá ser alinhado com o PCP que essas alterações na demanda sejam feitas somente quando forem estritamente necessárias.

Para a programação, considera-se que todas as carretas são múltiplas de 26250 kg, ou seja, em lotes iguais da menor quantidade possível que a carreta pode ter, pois deve-se considerar o pior cenário de recebimento, para não ter riscos de o estoque no piso ser menor do que o de segurança, já que a quantidade de carregamento é definida pelo tamanho do carro que o transportador contrata.

Como aos domingos não há recebimento, deverá ser pedida uma carreta a mais que o necessário aos sábados, para não haver riscos no domingo e o estoque em piso permanecer acima do estoque de segurança.

Se por alguma variação no consumo real o estoque em piso ficar abaixo do estoque de segurança, a própria fórmula do cálculo da programação informa que deverá ser feito algum pedido de emergência, assim, se o estoque em piso ficar muito alto, ela informa que deverá ser retirado algum carro da programação.

Essa fórmula poderá ser melhor compreendida com a visualização da figura 7, que mostra a aplicação do MRP no caso do açúcar.

Figura 7–Planilha de cálculo do MRP.

=IF(WEEKDAY(B766)<>7;IF(\$K\$2-C766<26250;0;IF(\$K\$2-C766>218750;218750;MROUND((\$K\$2-C766);26250)));IF(\$K\$2-C766<26250;0;IF(\$K\$2-C766>218750;218750;MROUND((\$K\$2-C766);26250))+26250))											
A	B	C	D	E	H	I	J	K	L	M	N
1											
2								Est. Máximo:	430.524		
3	Maracanaú	FFOR							29/05/12 11:20		
4	Posição de açúcar							Estoque Segurança:	203.205		
6	Data	Estoque inicial (TOTAL)	Programação	Planejado	Confirmado	Consumo Previsto	Consumo Realizado	Diferença estoque	Dias de Estoque	X	Nº Carros
7											
761	21/03/12-quá	482.500			167.597		91.231	355.661	7,5		6
762	22/03/12-qui	552.500			150.659		123.067	376.887	6,9		6
763	23/03/12-sex	610.000			140.164		117.948	429.010	7,7		5
764	24/03/12-sáb	632.216		78.750		131.282		376.478	6,0		
765	25/03/12-dom	579.683				46.688		329.790	5,4		
766	26/03/12-seg	532.996				120.574		209.216	5,0		
767	27/03/12-ter	412.422				110.303		98.913	4,1		
768	28/03/12-quá	302.119	131.250			115.226		114.937	3,2		5
769	29/03/12-qui	318.143	105.000			75.924		144.013	3,1		4
770	30/03/12-sex	347.219	78.750			92.430		130.333	3,7		3
771	31/03/12-sáb	333.539	131.250			102.827		158.756	3,6		5
772	01/04/12-dom	361.962				66.391		92.365	4,1		
773	02/04/12-seg	295.571	131.250			97.668		125.948	3,2		5
774	03/04/12-ter	329.153	105.000			94.396		136.552	3,6		4
775	04/04/12-quá	339.757	78.750			92.123		123.179	3,8		3
776	05/04/12-qui	326.384	105.000			88.823		139.356	3,5		4
777	06/04/12-sex	342.562	78.750			90.665		127.441	3,8		3
778	07/04/12-sáb	330.646	131.250			90.413		168.278	3,7		5
779	08/04/12-dom	371.483				88.640		79.638	4,1		

Fonte: Elaborado pela autora.

A figura 7 simula nossa planilha com a situação ao início do dia 24/03/12, um sábado. Na quarta-feira, dia 21/03/12, foi feita pela primeira vez a programação da semana posterior, 26/03/12 à 31/03/12, de acordo com o método proposto.

A demanda prevista de acordo com o PCP, é a visualizada pela cor verde. A fórmula é alocada na coluna D em “programação”. Pode-se perceber que, anteriormente a esse método, o estoque inicial, ou estoque em piso, é sempre bem maior que o estoque máximo proposto, pois se tentava trabalhar com a capacidade máxima de armazenagem.

A coluna “diferença de estoque” não pode ser menor que zero, pois significa que não foi programado estoque suficiente para ficar acima do estoque de segurança.

Para os dias 26/03 e 27/03, não foi programado nenhum recebimento, pois o estoques em piso já estavam com níveis muito altos.

Em azul, é feita uma previsão da demanda da semana seguinte, de acordo com a média do consumo na semana programada, para se ter uma visão de quanto será preciso receber, e avaliar se será necessário um pedido adicional nas cotas previamente determinadas.

A planilha também informa o numero de carros programados para o dia, sempre respeitando a capacidade de descarregamento. Se algum dia houver atraso na programação, pode haver um acúmulo de carros atrapalhando toda a programação, por isso é necessário um acompanhamento rigoroso junto aos fornecedores e transportadores.

Essa programação deve ser atualizada todos os dias com os dados retirados do software SAP®, com o consumo real do dia anterior, alocado na coluna “consumo realizado”, com o estoque real diário em piso, coluna “estoque inicial”, e com a quantidade, em quilos, que foi recebida no dia anterior, coluna “confirmado”.

Isso, porém, é apenas a programação das quantidades necessárias para o recebimento. Na próxima etapa será discutida a alocação dos transportadores e usinas para cada carga.

Etapa 8 – Definir programação

Para ser definida a alocação ótima dos carros de açúcar com os transportadores e usinas, será utilizado o método da programação linear.

Será feita primeiro, separadamente, a alocação para as usinas e depois para as transportadoras, após, serão feitas suas combinações.

Tem-se duas usinas que fornecem para a unidade de Maracanaú. As usinas serão chamadas de A e B. Primeiramente deverão se definidas suas restrições:

- a) a usina A tem capacidade de carregamento diária de 6 carretas;
- b) a usina B tem capacidade de carregamento de 3 carretas por dia;
- c) o preço do açúcar na usina A é de R\$ 1,38, enquanto que na usina B é de R\$ 1,34;
- d) sempre que for necessário 2 ou mais carros, deverá ter pelo menos 1 carro para cada usina;
- e) o tempo de carregamento da usina A é mais rápido que o de B, e a cota de A sempre é maior que a de B, portanto com a necessidade 3 ou mais carros, a usina A sempre deverá carregar pelo menos 2 carros.

Com essas restrições, pode ser definida a função objetivo como $\text{Min } z = 1,38 A + 1,35 B$. Porém, ainda deve ser levada em consideração a cota mensal restante de cada usina. No caso da ultima semana de março havia um saldo restante de 290 toneladas para a usina A, ou 11 carretas, e 250 toneladas para a usina B, aproximadamente 9 carretas.

No caso de haver pouca quantidade nas cotas de cada usina, deve ser levada em conta isso como restrição, porém nesse caso, sendo implantado esse sistema, ele deverá ser alocado de acordo com a restrição: número de carros para A mais o número de carros para B é igual ao número total de carros do dia. Já que não há essa restrição de cotas, a alocação ficará de acordo com a tabela 5 a seguir:

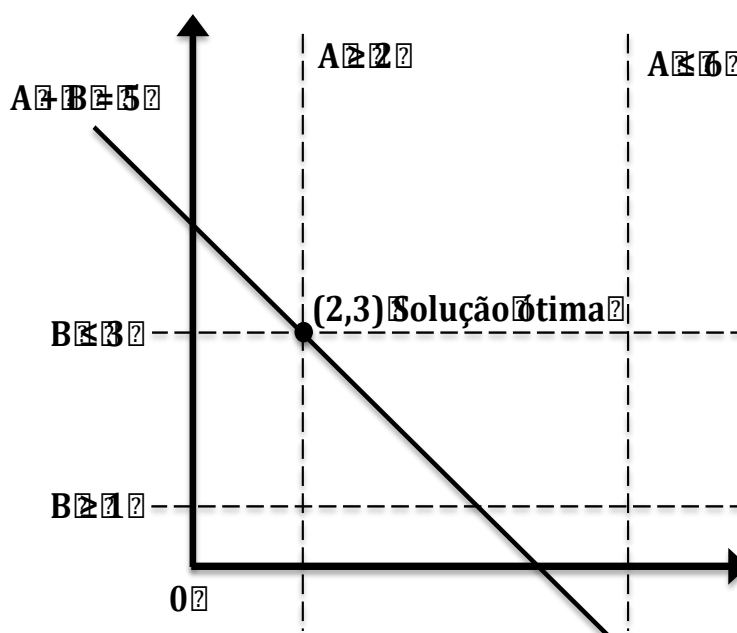
Tabela 5 – Resultado ótimo de alocação das usinas.

	Total de carros programados	Número ótimo para A	Número ótimo para B	Custo total
26/03/12	0	0	0	R\$0
27/03/12	0	0	0	R\$0
28/03/12	5	2	3	R\$178.763
29/03/12	4	2	2	R\$143.325
30/03/12	3	2	1	R\$107.888
31/03/12	5	2	3	R\$178.763
Total	17	8	9	R\$608.738

Fonte: Elaborado pela autora.

Se a programação fosse de apenas uma carreta, esta seria alocada para a usina A, se fosse de 2, seria uma para cada usina, se fosse de 6 ou 7 carros, 3 seriam para a usina B e o restante para A. Na figura 8 abaixo segue a solução ótima para a programação de 5 carros:

Figura 8 – Gráfico com restrições e solução ótima para as usinas.



Fonte: Elaborado pela autora.

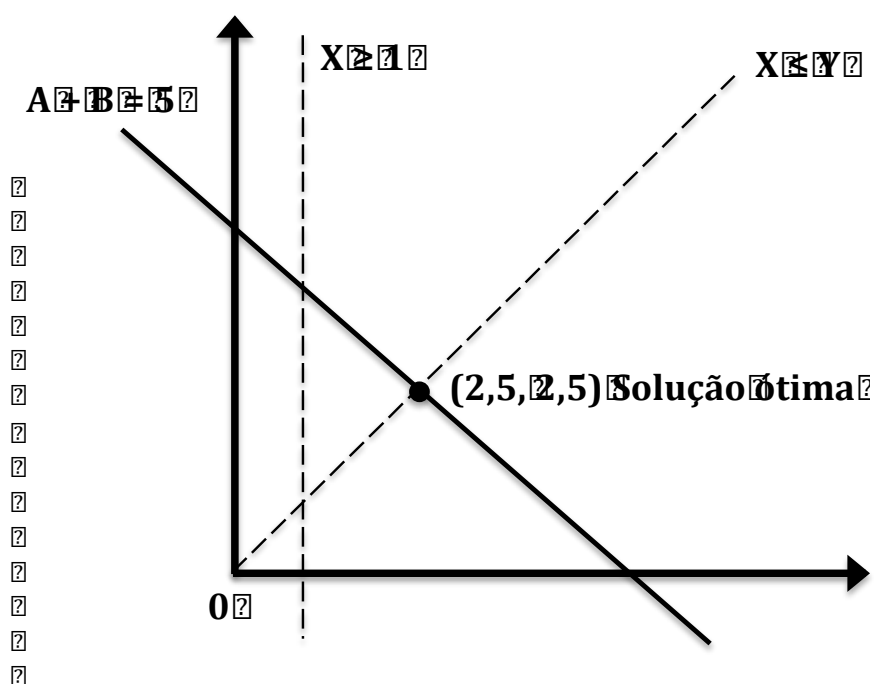
A solução ótima sempre vai estar em cima da reta $A + B = \text{Número de carros programados}$, pois é uma igualdade, e o ponto ótimo será o ponto onde há intercessão com outras restrições que tenha o menor custo.

Já para a alocação das transportadoras têm-se outras restrições. São duas transportadoras, a X e a Y. Nenhuma das duas possui frota própria, porém X é mais confiável, pois possui mais motoristas parceiros. Portanto sempre alocar mais carros para X do que para Y. A diária da transportadora X porém é mais caro que a de Y, sendo 850 a diária de X e 800 a de Y. Logo tem-se que a função objetivo é $\text{Min } t = 850 X + 800 Y$, e as restrições são:

- $X \geq 1$;
- $Y \geq 0$;
- $X + Y = \text{número de carros programados}$;
- $X \geq Y$;

Portanto para uma programação de 5 carros, a solução ótima é de 2,5 carros para X e 2,5 carros para Y, como mostra a figura 9. Porém o número de carros deve ser um número inteiro, então como X deve ser maior ou igual a Y, tem-se que a solução ótima é de 3 carros para X e 2 carros para Y.

Figura 9 – Gráfico com restrições e solução ótima para as transportadoras.



Fonte: Elaborado pela autora.

Pode-se perceber então, que para uma programação de um número par de carros, a solução ótima é $X = Y$, porém para um número ímpar

é de $X = Y + 1$. A tabela 6 mostra a alocação para a programação anteriormente definida da semana:

Tabela 6 - Resultado ótimo de alocação das transportadoras.

	Total de carros programados	Número ótimo para X	Número ótimo para Y	Custo total por dia
26/03/12	0	0	0	R\$0
27/03/12	0	0	0	R\$0
28/03/12	5	3	2	R\$4.100
29/03/12	4	2	2	R\$3.300
30/03/12	3	2	1	R\$2.500
31/03/12	5	3	2	R\$4.100
Total	17	10	7	R\$14.000

Fonte: Elaborado pela autora.

Para a alocação conjunta de transportadora e usina deverá ser escolhida a combinação diária que requisite menores riscos. Pode-se fazer um *mix*, como o carregamento de A é mais rápido, deve-se alocar mais carros de Y, que é menos confiável. Sucessivamente mais carros de X em B. A programação então ficará da maneira que segue na tabela 7:

Tabela 7 – Mix ótimo entre a alocação de transportadoras e usinas.

	Total de carros programados	Número ótimo para AX	Número ótimo para AY	Número ótimo para BX	Número ótimo para BY
26/03/12	0	0	0	0	0
27/03/12	0	0	0	0	0
28/03/12	5	0	2	3	0
29/03/12	4	0	2	2	0
30/03/12	3	1	1	1	0
31/03/12	5	0	2	3	0
Total	17	1	7	9	0

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 9 – Controle do processo

O controle da programação é feito através de uma planilha que contém todas as informações de cada carreta programada, como é mostrado na figura 10. Ao fazer a programação, são inseridas novas linhas e alocadas

o número de carros de acordo com o *mix* que foi definido na etapa anterior. Pode-se verificar a programação que foi feita do dia 26/03 ao dia 31/03, a partir da linha 17.

Na coluna “data programada”, é onde se aloca a data que o carro foi programado. Ela permanece inalterada, mesmo que haja alguma mudança nas datas de recebimento da programação, como quando alguma carreta atrasa, nesse caso a coluna “data prevista/realizado” é que muda.

Todos os dias, devem ser atualizados os *status* de cada carro, podendo ter 7 variações: realizado, portaria, trânsito, carregamento, programado, programação e pendente. O *status* “realizado” se dá quando a carreta já foi descarregada na fábrica e já foi lançada no sistema SAP®. Quando o carro está na portaria da fábrica, à espera do descarregamento, tem-se o *status* “portaria”. Já o “trânsito” significa que a carreta já foi carregada pela usina e está a caminho da fábrica. “Carregamento” acontece quando o carro está dentro da usina carregando. “Programado” e “programação” têm o mesmo significado, porém o primeiro é usado para identificar os carros que ainda não saíram para carregamento na semana corrente e o segundo é para identificar os da semana seguinte. Quando um carro está “pendente”, significa que o carro já deveria estar pelo menos carregando na usina, porém a transportadora não o alocou a nenhum motorista. Na coluna “data posição” são colocadas as datas em que cada *status* muda, por exemplo, na linha 14 é mostrado um carro que está na portaria, de acordo com a coluna “data posição” foi no dia 24/03 que esse *status* mudou, portanto esse carro chegou na portaria dia 24/03.

A coluna “data prevista carregamento” também não é modificada, ela é calculada pela data programada mais o *lead time*, que é de dois dias. A “data de emissão da nota” se refere a data em que o carro foi liberado da usina, portanto seria a data de carregamento real. Um relatório das usinas é enviado todos os dias com as datas de carregamento, quantidade que foi carregado em cada carro e número da nota fiscal de cada carga.

Os dados referentes aos motoristas são enviados diariamente pelos transportadores. Eles são atualizados e reenviados aos transportadores ao final do dia.

Figura 10 – Planilha de controle da programação

3	Data Posição	Data Programada	Data Prevista/Realizado	Status	Unidade	Usina	Transportador	QTDE Carros	QTDE KG	Motorista	Placa	NF	CTRC	Data Prevista Carregamento	Data Emissão da Nota
4	21/mar/12-qua	20/mar/12-ter	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	B	Y	1	29.595	CICERO VIE	IGB 0884	20941	3	18/mar/12-dom	20/mar/12-ter
5	21/mar/12-qua	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	A	X	1	37.500	FRANCISCO JYA	8851	53957	8964	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter
6	21/mar/12-qua	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	B	Y	1	26.064	VALMIR FER MYT	0310	20952	5	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter
7	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	A	X	1	26.250	ANDERSON	IEA-8260	53992	8965	20/mar/12-ter	20/mar/12-ter
8	21/mar/12-qua	23/mar/12-sex	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	A	X	1	31.250	MARIANO HE AYE	5404	54004	8966	21/mar/12-qua	20/mar/12-ter
9	21/mar/12-qua	21/mar/12-qua	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	A	Y	1	26.250	EVERTON S	MZG 1259	54007	4	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter
10	22/mar/12-qui	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	B	Y	1	35.164	FRANCISCO NNZ	3482	20972	8	20/mar/12-ter	21/mar/12-qua
11	22/mar/12-qui	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	A	Y	1	26.250	FLAVIO JOSÉ MMQ	5958	54059	10	20/mar/12-ter	21/mar/12-qua
12	23/mar/12-sex	19/mar/12-seg	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	B	X	1	26.250	EFIGENIO LE JJD	1043	991-20992-209	8970	17/mar/12-sáb	22/mar/12-qui
13	23/mar/12-sex	20/mar/12-ter	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	B	X	1	26.250	VLADEMIR ALP	4632	20981-20983	8969	18/mar/12-dom	22/mar/12-qui
14	24/mar/12-sáb	21/mar/12-qua	24/mar/12-sáb	portaria	FFOR	B	X	1	26.250	LUIZ CARLO LVG	1550	20987	8981	19/mar/12-seg	22/mar/12-qui
15	24/mar/12-sáb	24/mar/12-sáb	24/mar/12-sáb	Trânsito	FFOR	A	X	1	26.250	RAIMUNDO NNL	9513	54010	12	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex
16	24/mar/12-sáb	22/mar/12-qui	24/mar/12-sáb	Carregamento	FFOR	B	X	1	26.250	IRANILDO D	NOB 4962	0		20/mar/12-ter	
17		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		26/mar/12-seg	
18		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		26/mar/12-seg	
19		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		26/mar/12-seg	
20		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	A	Y	1	26.250			0		26/mar/12-seg	
21		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	A	Y	1	26.250			0		26/mar/12-seg	
22		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		27/mar/12-ter	
23		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		27/mar/12-ter	
24		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	A	Y	1	26.250			0		27/mar/12-ter	
25		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	A	Y	1	26.250			0		27/mar/12-ter	
26		30/mar/12-sex	30/mar/12-sex	Programação	FFOR	A	Y	1	26.250			0		28/mar/12-qua	
27		30/mar/12-sex	30/mar/12-sex	Programação	FFOR	A	X	1	26.250			0		28/mar/12-qua	
28		30/mar/12-sex	30/mar/12-sex	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		28/mar/12-qua	
29		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	A	Y	1	26.250			0		29/mar/12-qui	
30		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	A	Y	1	26.250			0		29/mar/12-qui	
31		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		29/mar/12-qui	
32		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		29/mar/12-qui	
33		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	B	X	1	26.250			0		29/mar/12-qui	

Fonte: Elaborado pela autora.

As datas que estão em cor vermelha são datas que estão atrasadas em relação a programação. Na linha 13 por exemplo, o carro foi programado para o dia 20/03, porém este só foi descarregado no dia 23/03, resultando um atraso de 3 dias. Um controle maior desses atrasos será proposto na próxima etapa.

Além desse controle diário, faz-se necessário o controle das cotas mensais, todas as vezes que forem feitas as programações. A figura 11 abaixo mostra o quanto foi alocado no mês de março para cada *status*. A coluna “cota” refere-se a quantidade acordada com a usina que poderá ser carregada durante o mês pela empresa. Ela é especificada por uma previsão das necessidades de consumo no mês. Por essa tabela, pode-se identificar o quanto ainda tem-se restante de cota para fazer as programações, além da cobertura, em dias, calculada a partir do consumo médio, que ajuda saber se alguma cota adicional será necessária.

Figura 11 – Planilha de controle de cotas.

		MAR2012									
Unidade	Usina	Cota (ton)	Realizado	Portaria	Trânsito	Carregamento	Programado	Programação	Consumo /dia (ton)	Restante	Cobertura (dias)
FFOR	A	970,00	656,61	0,00	26,25	0,00	0,00	210,00	110,00	77,14	0,70
	B	1531,00	1225,00	26,25	0,00	26,25	0,00	236,25		17,25	0,16
	Total	2501,00	1881,61	26,25	26,25	26,25	0,00	446,25		94,39	0,86

Fonte: Elaborado pela autora.

Etapa 10 – Definição de indicadores de tempo de entrega

Como se pôde observar anteriormente, na figura 10 existem muitos carros que chegam com atraso na fábrica para o descarregamento, seja esse atraso por parte do transportador ou da usina, ou até mesmo por conta da própria fábrica, por falta de mão-de-obra ou um baixo consumo inesperado da matéria-prima.

Um indicador que possa calcular os atrasos provenientes de cada uma dessas causas ajudaria a melhorar a eficiência do processo de controle, pois seria possível avaliar em números os erros dos fornecedores e

transportadores, facilitando assim a cobrança por resultados, e podendo até melhorar o poder de barganha.

Para o cálculo desses indicadores deve-se inserir na figura 10 algumas colunas a mais, contendo dados fáceis de serem obtidos. Foi avaliado que seriam necessárias algumas colunas com diferentes datas, então foi acrescentada a data que o carro chega na usina para carregar (coluna “data chegada usina”) e a data que o carro chega na fábrica a espera do descarregamento (coluna “data chegada unidade). Além disso inseriu-se uma coluna que indica o número de dias de atraso, calculada a partir da subtração da data programada pela data prevista/realizada.

A partir desses dados pode-se adicionar mais três colunas, que identifiquem se o atraso foi causado pelo transportador, pela usina ou pela unidade (fábrica), e em alguns casos até mesmo mais de um causou o atraso.

Para saber se o transportador foi o motivo quem do atraso, tem-se duas situações, uma é quando o carro ainda não está carregado, ou por ele ainda não ter sido alocado a nenhum motorista, ou pelo motorista demorar a chegar na usina, o que é incomum, pois os motoristas são contratados na mesma cidade que a usina se localiza, pode-se então comparar se a data de chegada na usina for maior que a data prevista para o carregamento. A outra situação é quando o carro está carregado e em trânsito para a fábrica, sabe-se que ele está em atraso fazendo uma comparação se a data que ele chegou na fábrica foi maior que a data da emissão da nota fiscal mais um dia de *lead time* entre a usina e a fábrica.

Para saber se a usina foi a causadora do atraso, é preciso saber se o carro ficou esperando mais de um dia, que é o tempo máximo do processo de carregamento, para ser carregado. Pode-se descobrir isso apenas comparando se a data de emissão da nota fiscal é maior que a data que o carro chegou na usina mais um dia de *lead time* de carregamento.

Finalmente, para saber se o atraso foi causado pela própria fábrica, deve-se saber se o carro ficou esperando na portaria por mais de um dia, isso pode ser calculado comparando se a data de chegada na unidade é menor que a data prevista/realizada.

Figura 12 - Planilha de controle da programação considerando atrasos.

	A	B	C	D	E	F	G	L	N	O	P	Q	R	S	T	U
3	Data Posição	Data Programada	Data Prevista/Realizado	Status	Unidade	Usina	Transportador	NF	Data Prevista Carregamento	Data chegada usina	Data Emissão da Nota	Data chegada na unidade	Dias Atraso	Causa usina	Causa transportador	Causa Unidade
4	21/mar/12-qua	20/mar/12-ter	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	B	Y	20941	18/mar/12-dom	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter	21/mar/12-qua	2	não	sim	sim
5	21/mar/12-qua	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	A	X	53957	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter	20/mar/12-ter	21/mar/12-qua	1	não	sim	sim
6	21/mar/12-qua	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	B	Y	20952	19/mar/12-seg	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter	22/mar/12-qui	1	não	sim	não
7	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	A	X	53992	20/mar/12-ter	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter	22/mar/12-qui	0	não	não	não
8	21/mar/12-qua	23/mar/12-sex	22/mar/12-qui	Realizado	FFOR	A	X	54004	21/mar/12-qua	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter	22/mar/12-qui	-1	não	não	não
9	21/mar/12-qua	21/mar/12-qua	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	A	Y	54007	19/mar/12-seg	19/mar/12-seg	20/mar/12-ter	23/mar/12-sex	2	não	sim	não
10	22/mar/12-qui	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	B	Y	20972	20/mar/12-ter	20/mar/12-ter	21/mar/12-qua	23/mar/12-sex	1	não	sim	não
11	22/mar/12-qui	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	A	Y	54059	20/mar/12-ter	20/mar/12-ter	21/mar/12-qua	23/mar/12-sex	1	não	sim	não
12	23/mar/12-sex	19/mar/12-seg	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	B	X	991-20992-209	17/mar/12-sáb	20/mar/12-ter	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex	4	sim	sim	não
13	23/mar/12-sex	20/mar/12-ter	23/mar/12-sex	Realizado	FFOR	B	X	20981-20983	18/mar/12-dom	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex	3	não	sim	não
14	24/mar/12-sáb	21/mar/12-qua	24/mar/12-sáb	portaria	FFOR	B	X	20987	19/mar/12-seg	21/mar/12-qua	22/mar/12-qui	24/mar/12-sáb	3	não	sim	não
15	24/mar/12-sáb	24/mar/12-sáb	24/mar/12-sáb	Trânsito	FFOR	A	X	54010	22/mar/12-qui	22/mar/12-qui	23/mar/12-sex		0	não	não	
16	23/mar/12-sex	22/mar/12-qui	24/mar/12-sáb	Carregamento	FFOR	B	X	0	20/mar/12-ter	23/mar/12-sex			2		sim	
17		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	B	X	0	26/mar/12-seg				0			
18		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	B	X	0	26/mar/12-seg				0			
19		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	B	X	0	26/mar/12-seg				0			
20		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	A	Y	0	26/mar/12-seg				0			
21		28/mar/12-qua	28/mar/12-qua	Programação	FFOR	A	Y	0	26/mar/12-seg				0			
22		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	B	X	0	27/mar/12-ter				0			
23		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	B	X	0	27/mar/12-ter				0			
24		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	A	Y	0	27/mar/12-ter				0			
25		29/mar/12-qui	29/mar/12-qui	Programação	FFOR	A	Y	0	27/mar/12-ter				0			
26		30/mar/12-sex	30/mar/12-sex	Programação	FFOR	A	Y	0	28/mar/12-qua				0			
27		30/mar/12-sex	30/mar/12-sex	Programação	FFOR	A	X	0	28/mar/12-qua				0			
28		30/mar/12-sex	30/mar/12-sex	Programação	FFOR	B	X	0	28/mar/12-qua				0			
29		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	A	Y	0	29/mar/12-qui				0			
30		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	A	Y	0	29/mar/12-qui				0			
31		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	B	X	0	29/mar/12-qui				0			
32		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	B	X	0	29/mar/12-qui				0			
33		31/mar/12-sáb	31/mar/12-sáb	Programação	FFOR	B	X	0	29/mar/12-qui				0			

Fonte: Elaborado pela autora.

A partir da figura 10, foram adicionadas as colunas citadas anteriormente. Portanto, a figura 12 representa uma planilha para um melhor controle dos carros atrasados.

Com esses dados é possível calcular os índices de desempenho em relação a entrega do serviço ou material na data prevista de cada um dos avaliados. Para calcular esse índice deverá ser separado o total programado para cada usina e cada transportador. Cada vez que um atraso for causado por algum deles contará um ponto para este. Somam-se os pontos de atrasos pelo total, e encontra-se o índice de atrasos, e esse índice é diminuído de 100%, assim, determina-se o índice de entregas no prazo.

$$\text{Índice de atraso} = \text{número de atrasos} / \text{total carros programados} \quad (6)$$

$$\text{Índice de entregas no prazo} = 100\% - \text{índice de atraso} \quad (7)$$

A partir dessas fórmulas, a tabela 8, a seguir, foi definida, através da utilização dos dados da figura 12:

Tabela 8 – Cálculo dos índices de atraso e entrega no prazo.

	Transportadores		Usinas	
	X	Y	A	B
Total de carros da programação da semana	8	5	6	7
Número de carros atrasados	5	5	0	1
Índice de atraso	63%	100%	0%	14%
Índice de entrega no prazo	38%	0%	100%	86%

Fonte: Elaborado pela autora.

Desse modo, a visualização dos resultados fica bem mais clara que na planilha de controle, permitindo identificar os gargalos do processo de recebimento de açúcar. Esses indicadores podem ser apresentados em reuniões mensais de desempenho, e também em renegociações com as usinas e transportadoras. Eles podem ser úteis não só na avaliação pela empresa, mas como forma de “abrir os olhos” dos fornecedores para possíveis melhorias nos seus processos e aumentar seus níveis de serviço.

4.2 Considerações finais

Neste capítulo, foi apresentada uma aplicação prática do método proposto com a explicação detalhada de como cada etapa foi realizada.

O método foi proposto, porém ainda não implantado na empresa. Através dos dados apresentados, entretanto, observa-se uma melhora teórica no controle, que passa a apresentar resultados mais concretos.

A redução dos níveis de estoque possibilitará menores custos de armazenagem, transporte, e mão-de-obra, assim como tempos de operação de descarregamento, por receber menos cargas por dia.

A programação estabelece um *mix* entre transportador e usina, determinando quais combinações oferecem as melhores soluções em relação a custos, levando em consideração a confiabilidade dos serviços.

A proposição do cálculo do indicador de atraso é fundamental para o controle dos tempos de entrega, isso ajuda a pressionar os fornecedores quanto ao seus níveis de atendimento, assim como facilitar a tomada de decisões.

A futura implantação, porém, deverá abranger todos os pontos do método proposto, pois de nada adianta reduzir os estoques, se existe um índice de atraso de 100% em uma transportadora. O risco de falta de estoque seria muito alto, portanto, primeiramente, a empresa deverá julgar se o atendimento desses fornecedores são a melhor opção.

A finalidade desta aplicação foi de propor meios mais eficientes de programação e controle, levando a resultados financeiramente mais agradáveis para a empresa e facilitando certas tomadas de decisão. Não é um método que requer recursos extras para a empresa, a coleta de dados é rápida e é de fácil implantação.

Diante do exposto, pode-se, no capítulo a seguir, explicitar as considerações finais do trabalho, assim como recomendações para futuros estudos.

5 CONCLUSÃO

Este capítulo apresenta as considerações finais sobre o trabalho, relacionando os objetivos propostos inicialmente com os resultados obtidos. Também são feitas propostas para trabalhos futuros relacionados ao tema.

5.1 Considerações finais

A busca pela maior lucratividade nas empresa deve ser um processo contínuo. O uso de novos instrumentos ou teorias devem ser analisados sempre com objetivo de aproveitar todas as vantagens que estes oferecem.

Gerenciar o fornecimento de matéria prima com eficiência constitui-se não apenas em um grande desafio na atualidade, mas é inclusive um fator crítico tanto para o sucesso, como também para a sobrevivência das empresas.

A ferramenta de planejamento e controle tem o objetivo de minimizar decepções e prejuízos visando maior eficiência e eficácia nos projetos e processos decorrentes, não sendo necessariamente exata todas as vezes.

Diante das características do sistema de planejamento e controle do sistema atual da empresa, fez-se necessário a revisão desse processo para apontar os pontos falhos e propor melhorias.

Para ser atingido o primeiro objetivo específico, fez-se necessário conhecer a opinião dos autores que abordam o assunto de planejamento e controle de materiais. As principais definições foram devidamente apresentadas no capítulo 2, podendo ser destacadas as de controle, demanda dependente, MRP, programação linear e indicadores de desempenho. Esses conceitos foram utilizados no propósito de atingir os outros objetivos do trabalho.

O alcance do segundo objetivo específico foi iniciado no capítulo do método proposto, onde se apresentou um passo-a-passo das etapas do processo, para uma melhor orientação dos interessados no trabalho, e a sua continuidade foi dada a partir do desenvolvimento de cada uma dessas etapas no âmbito da empresa, demonstrado no capítulo de aplicação do método. Nele foram propostas melhorias da situação atual, por meio de estudos da demanda, dos estoques, das programações e do controle, além de ter sido desenvolvido um indicador de atraso, para completar a análise.

Diversas restrições foram apresentadas ao longo do capítulo 4, elas permitem que a análise do processo torne-se a mais confiável o possível, e são essenciais para o estudo. Dentre elas pode-se destacar a capacidade de recebimento máxima de apenas 7 carretas por dia, as capacidades de carregamento de cada usina, a cota mensal pré-definida, dentre outros. Todos esses fatores de restrição foram considerados na otimização do processo de planejamento e controle do açúcar.

Ao final do capítulo 4, nas considerações finais, foi realizada uma análise comparativa entre situação atual da empresa e a proposta após a sistemática de otimização implementada. Discutiu-se o que cada proposta de melhoria trará em benefício a empresa se forem realmente implantadas, trazendo resultados positivos se for decidido aplicar o processo como um todo, e não em partes, pois resultará em consequências ruins por conta do alto risco de falta de estoques, por mais que haja um forte controle.

Diante do exposto acima, pode-se concluir que todos os objetivos específicos foram atingidos, e a partir da reunião dos resultados obtidos desses, foi alcançado o objetivo geral do trabalho, que foi analisado processo atual de planejamento e controle da matéria-prima açúcar de uma indústria de refrigerantes para identificar seus pontos fracos e otimizá-los.

Em vista disso, a utilização do método proposto faz-se importante para a empresa, pois além de diminuir custos, ele oferece uma segurança maior no controle dos níveis de estoque, na tomada de decisões e na apresentação de resultados. Também através dos indicadores, podemos verificar o nível de atendimento dos fornecedores, e se estão com desempenho muito ruim, faz-se necessária a verificação de uma possível troca para um fornecedor melhor qualificado.

Porém, para um gerenciamento mais adequado, deve ser levado em consideração alguns fatores externos importantes para o controle dos transportadores, como clima e condições das estradas, pois os indicadores apresentados não contemplam eventos inoportunos. Para isso devem ser criados planos contingenciais que para o controle dessas mudanças. Uma solução pode ser contratar, antecipadamente, prevendo esses acontecimentos, usinas e transportadores reservas qualificados, que estariam a disposição da empresa para algum pedido de urgência, não precisando ter custos maiores e não planejados com uma contratação imediata.

5.2 Recomendações para trabalhos futuros

Aos interessados em expandir esse estudo, recomenda-se a implantação do método proposto na empresa e a análise dos resultados, propondo melhorias para as falhas que possam ocorrer.

É interessante, também, a análise desse trabalho em certas épocas do ano, que ocorre demandas sazonais, por conta do Natal e outras datas comemorativas, assim como nos períodos de entressafra da cana-de-açúcar, e elaborar planos de contingência para o abastecimento da empresa.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIR - Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas. **Notícias**. Disponível em: <<http://abir.org.br/categoria/noticias/>>. Acesso em: 18 abr. 2012.

ANDRADE, E. L. **Introdução à pesquisa operacional**: métodos e modelos para análise de decisões. 4^a ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 2009.

BALLOU, R. H. **Logística Empresarial**: transportes, administração de materiais, distribuição física. São Paulo: Atlas, 1993.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. Porto Alegre: Bookman, 2006.

CHASE, R. B.; AQUILANO, N. J.; JACOBS, F. R.; **Administração da produção para a vantagem competitiva**. 10^a ed. São Paulo: Bookman, 2006.

CORRÊA, J. **Gerência econômica de estoques e compras**. 5^a ed. Rio de Janeiro: Ed. Fundação Getúlio Vargas, 1979.

DIAS, M. A. P. **Administração de materiais**: princípios, conceitos e gestão. 5^a ed. São Paulo: Atlas, 2009.

FRANÇOIS, M. P. **Método para a implantação de um sistema de indicadores para avaliação de fornecedores de uma indústria do Rio Grande do Sul**. 2004. Trabalho de conclusão de curso (Mestrado profissionalizante em Engenharia – Ênfase logística) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, P. S.; SCHWEMBER, E. **Administração de estoques**: teoria e prática. Rio de Janeiro: Interciência, 1979.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 2003.

PALOMINO, R. C.; CARLI, F. S. **Proposta de modelo de controle de estoques em uma empresa de pequeno porte**. In: XXVIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2008, Rio de Janeiro, RJ.

PASCOAL, J. A. **Gestão estratégica de recursos materiais**: controle de estoque e armazenagem. 2008. Monografia (Graduação em Administração) - Centro Universitário de João Pessoa – UNIPÊ, João Pessoa, 2008.

QUEIROZ, A. A.; CAVALHEIRO, D. **Método de previsão de demanda e detecção de sazonalidade para o planejamento da produção de indústrias de alimentos**. In: XXIII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2003, Ouro Preto, MG.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. 2ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VIANA, J. J. **Administração de materiais**: um enfoque prático. 1ª ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VIANNA, W. B.; ENSSLIN, L.; GIFFHORN, E.; LIMBERGER, S. J. **Pesquisa qualitativa em Engenharia de Produção**: aspectos de cientificidade e validação. *In*: VIII SEPROSUL – SEMANA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO SUL-AMERICANA, 2008, Bento Gonçalves, RS.

VIEIRA, E. C.; ABREU, M. C. S.; ALBERTIN; M. R.; SILVA FILHO, J. C. L.; **Otimização de um processo produtivo por meio do uso conjunto da teoria das restrições com programação linear**: estudo de caso no segmento de plásticos descartáveis. *In*: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2011, Belo Horizonte, MG.

VILAÇA, M. L. C. **Pesquisa e ensino**: considerações e reflexões. E-escrita, Revista do curso de Letras da UNIABEU, Nilópolis, v. 1, n. 2, mai./ago. 2010. Disponível em: <http://www.uniabeu.edu.br/publica/index.php/RE/article/viewFile/26/pdf_23>. Acesso em: 21 mai. 2012.