



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**ESTUDO DO NÍVEL DE SERVIÇO DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO DE
MATÉRIA-PRIMA DE UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS DE PERNAMBUCO
COM O AUXÍLIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO
POR**

CATARINA DE CASTRO MARQUES

Orientador: Prof. Enrique López

RECIFE, JUNHO / 2010.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ESTUDO DO NÍVEL DE SERVIÇO DO PROCESSO DE ABASTECIMENTO DE MATÉRIA-PRIMA DE UMA INDÚSTRIA DE ALIMENTOS DE PERNAMBUCO COM O AUXÍLIO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – como requisito parcial para obtenção de Grau em Engenharia de Produção.

RECIFE, JUNHO / 2010.

M357e

Marques, Catarina de Castro.

Estudo do nível de serviço do processo de abastecimento de matéria-prima de uma indústria de alimentos de Pernambuco com o auxílio de simulação computacional / Catarina de Castro Marques. - Recife: O Autor, 2010.

viii, 55folhas, il : grafs., tabs.

TCC (Graduação) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Curso de Graduação em Engenharia da Produção, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Engenharia da produção. 2. Estatística. 3. Nível de serviço. 4. Qualidade. 5. Simulação computacional. I. Título.

UFPE

658.5

CDD (22. ed.)

BCTG/2010-124

AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo importante incentivo.

Aos professores do curso de Engenharia de Produção, pelos conhecimentos proporcionados.

Aos meus colegas de curso por tornar o dia-a-dia da minha formação tão agradável.

Ao meu orientador Enrique López, Márcio Moura e Rodrigo Cabanne, pela ajuda e orientação.

RESUMO

O nível de serviço logístico pode ser compreendido como a qualidade com que o fluxo de bens e serviços é gerenciado, ilustrando, dessa forma, o desempenho dos fornecedores em atender os seus clientes. A importância de se medir o desempenho de um fornecedor quanto ao atendimento aos requisitos de serviço do cliente dá-se à influência direta que o nível de serviço tem sobre as vendas, pois ele pode ser visto tanto como um fator competitivo para a empresa como promocional. Maior disponibilidade de estoques, otimização de transportes, processamento rápido de pedidos e menor perda ou dano no transporte geralmente têm um efeito positivo nos clientes. Esse trabalho insere-se nessa temática, apresentando o cenário de uma grande indústria de alimentos no que diz respeito a um trabalho de melhoria do nível de serviço do Setor de Compras de Commodities utilizando-se de ferramentas de Qualidade e Estatística e simulação computacional para análise e diagnóstico. A missão do setor é fornecer o produto certo, na quantidade certa, na qualidade exigida e no momento certo. Para isso, é preciso garantir que o cliente tenha, neste caso outro setor da empresa como um cliente interno, seus critérios de serviço atendidos. Dessa forma, o desenvolvimento desse trabalho de melhoria permitiu à empresa identificar onde se encontra o gargalo no processo de abastecimento da farinha e implantar medidas que buscassem eliminar as causas do baixo desempenho do indicador de nível de serviço.

Palavras-chave: Estatística, Nível de serviço, Qualidade, Simulação computacional.

ABSTRACT

The level of logistics service can be understood as the quality with which the flow of products and services is managed, illustrating thereby the performance of suppliers to meet their clients. The importance of measuring the performance of a supplier as to requirements of the customer service it gives to the direct influence that the level of service has on sales, as it can be seen both as a competitive and promotional factor for the company. Greater availability of inventory, transportation optimization, fast processing of orders and lower loss or damage in transport generally have a positive effect on clients. This work fits into this theme, depicting the scenery of a large food industry in relation to a work of improving the service level of the Division of Purchases of Commodities using quality and statistical tools and computer simulation to do analyze and diagnosis of the problem. The mission's division is to provide the right product in the right quantity at the required quality and on time. For this, we must ensure that the customer has, in this case another sector of the company is the internal customer, the service met their criteria. In this way, the development of this improvement work allowed the company to identify where the bottleneck in the process of supply of flour and implement measures that seek to eliminate the causes of low performance of indicator level of service.

Palavras-chave: Statistic, Service level, Quality, Computer simulation

APRESENTAÇÃO

Este documento constitui o trabalho de conclusão de curso para obtenção de Grau em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), tendo sido desenvolvido no período letivo correspondente ao primeiro semestre de 2010, durante os meses de março a julho do mesmo ano.

O trabalho apresenta um projeto de melhoria do desempenho do indicador de nível de serviço de uma grande empresa do ramo alimentício com o auxílio da simulação do fluxo de abastecimento de matéria-prima através do ProModel®, após uma devida contextualização do problema no cenário industrial.

Para o entendimento do assunto serão abordados todos os assuntos utilizados para o total entendimento do caso, tais como as ferramentas de Qualidade e a utilização do *software* ProModel®. É importante ressaltar que o tema simulação é bastante amplo, o qual pode ser aplicado para vários problemas e situações, o que exige uma utilização diferenciada em cada caso. Portanto, caso se deseje um aprofundamento maior no tema, é recomendável a utilização de diversas outras fontes.

A escolha do tema do projeto deu-se devido à oportunidade de contato da estudante com um trabalho de melhoria focada em uma grande indústria de alimentos onde foi identificada a oportunidade de dimensionar o impacto que o indicador nível de serviço pode ter no desempenho das atividades do setor. Sendo esse indicador uma ferramenta muito utilizada em qualquer ramo industrial, o tema gerou curiosidade pessoal da aluna para melhor aprofundamento teórico.

SUMÁRIO

1 – INTRODUÇÃO	13
1.1 JUSTIFICATIVA	13
1.2 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo Geral	14
1.1.2 Objetivos Específicos	14
1.3 METODOLOGIA DA PESQUISA	14
1.4 ESTRUTUTUR DO TRABALHO	16
2 – BASE CONCEITUAL	17
2.1 O CONCEITO DA QUALIDADE	17
2.2 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	18
2.2.1 Estratificação	18
2.2.2 Folha de Verificação	18
2.2.3 Diagrama de Pareto	19
2.2.4 Diagrama de Causa e Efeito	19
2.2.5 Histograma	20
2.2.6 Diagrama de Dispersão	20
2.2.7 Gráficos de Controle	21
2.3 PDCA	22
2.4 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL	23
2.4.1 Conceito e Principais Características	23
2.4.2 Vantagens e desvantagens da simulação	25
2.5 SIMULAÇÃO COM PROMODEL	26
3 – CONTEXTO DO PROBLEMA NO CENÁRIO INDUSTRIAL	30
3.1 O PROJETO	31
3.2 ANÁLISE DO PROBLEMA ATRAVÉS DO PDCA	33
3.2.1 Planejar	33
3.2.2 Desenvolver	35
3.2.3 Checar	38
3.2.4 Agir	39

4 – SIMULAÇÃO E ANALISE DOS RESULTADOS	40
4.1 OBJETIVO E DIFICULDADE.....	40
4.2 DEFINIÇÃO DOS PRINCIPAIS ELEMENTOS DO MODELO.....	44
4.2.1 Entidade.....	44
4.2.2 Locais.....	44
4.2.3 Chegadas.....	46
4.2.4 Processos.....	46
4.3 RESULTADO DA SIMULAÇÃO E ANÁLISE.....	48
 5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	 51
 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	 54

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1	Classificação dos tipos de pesquisa.....	15
Figura 2.1	Representação gráfica da Folha de Verificação.....	19
Figura 2.2	Diagrama de Pareto.....	19
Figura 2.3	Representação gráfica do Diagrama de Causa e Efeito.....	20
Figura 2.4	Exemplo de Histograma e a distribuição de frequência associada	20
Figura 2.5	Exemplo de gráfico de dispersão.....	21
Figura 2.6	Exemplo de Gráfico de Controle.....	21
Figura 2.7	O ciclo PDCA.....	22
Figura 2.8	Imagem de fundo em modelo do ProModel®.....	29
Figura 3.1	Histórico do Nível de Serviço dos principais fornecedores de matéria-prima.....	31
Figura 3.2	Gráfico de Pareto do Nível de Serviço por matéria-prima.....	32
Figura 3.3	Fluxograma do ciclo de abastecimento de farinha.....	32
Figura 3.4	Diagrama de Causa e Efeito do problema.....	35
Figura 3.5	Tempo médio das etapas do processo de abastecimento de farinha.....	36
Figura 3.6	Gráfico dos resultados obtidos.....	38
Figura 4.1	Caracterização do tipo de distribuição do tempo total de descarregamento no Stat::Fit®.....	42
Figura 4.2	Utilização do STATISTICA® na definição do tempo de descarregamento por fábrica.....	42
Figura 4.3	Caracterização do tipo de distribuição do tempo de descarregamento na Fábrica 1 no Stat::Fit®.....	43
Figura 4.4	Caracterização do tipo de distribuição do tempo de descarregamento na Fábrica 2 no Stat::Fit.....	43
Figura 4.5	Identificação das entidades no modelo.....	44
Figura 4.6	Locais identificados no modelo.....	46
Figura 4.7	Identificação dos processos no modelo.....	47
Figura 4.8	Atributos utilizados no modelo.....	47
Figura 4.9	Variáveis utilizadas no modelo.....	47
Figura 4.10	Tempo ponderado de descarregamento por fábrica.....	49

Figura 4.11	Estado dos locais de capacidade múltipla em um horizonte de 1 dia.....	49
Figura 4.12	Estado dos locais de capacidade múltipla em um horizonte de 1 ano.....	50
Figura 4.13	Tempo ponderado de descarregamento por fábrica no cenário nº2 em horizonte de 1 ano.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1	Comandos do “Construtor de Lógica”, Adaptado do Manual de Utilização do <i>Software</i>27
Tabela 3.1	Planilha de descarregamento dos caminhões.....36
Tabela 3.2	Programação diária de embarque de farinha.....37
Tabela 4.1	Medição de tempo na indústria por caminhão.....41

INTRODUÇÃO

Neste capítulo são apresentados os fatores que justificam a escolha do tema de pesquisa, bem como os objetivos geral e específicos que norteiam este projeto de conclusão de curso.

1.1 Justificativa

O cenário do mercado atual é caracterizado por altos níveis de competitividade, fazendo com que as empresas busquem diferenciar-se de seus concorrentes através de inovações, preço, qualidade e outras formas de forma de sustentabilidade de sua posição. Nesse processo, a Logística vem desempenhando um importante papel, e, cada vez mais decisivo, na manutenção dos clientes atuais, como também na captação de novos clientes. Dessa forma, um indicador que mensure o desempenho da Logística no âmbito organizacional torna-se vital. Para Ballou (2008, p.73), "Nível de serviço logístico é a qualidade com que o fluxo de bens ou serviços é gerenciado. É o resultado líquido de todos os esforços logísticos da firma. É o desempenho oferecido pelos fornecedores aos seus clientes no atendimento dos pedidos. O nível de serviço logístico é o fator chave do conjunto de valores logísticos que as empresas oferecem a seus clientes para assegurar sua fidelidade. Como o nível de serviço logístico está associado aos custos de prover esse serviço, o planejamento da movimentação de bens e serviços deve iniciar-se com as necessidades de desempenho dos clientes no atendimento de seus pedidos".

O nível de serviço pode ser mensurado de diferentes formas tais como desempenho operacional, disponibilidade de materiais e confiabilidade. O primeiro indicador refere-se ao tempo entre o pedido e a entrega da mercadoria e o segundo está relacionado à capacidade de ter o produto em estoque quando este for demandado pelo cliente. A dimensão confiabilidade, segundo Bowersox e Closs (2001) pode ser entendida como a capacidade de cumprir os padrões planejados, além de fornecer informações precisas sobre o serviço, ressaltando-se assim a competência logística em termos de qualidade do serviço prestado.

Tendo em foco a confiabilidade como forma de mensuração do nível de serviço, hoje, muitas empresas tem medido o cumprimento do prazo acordado previamente com fornecedores, uma vez que do cumprimento desse prazo dependem a manutenção do estoque e o cumprimento do plano de produção. Esse tipo de mensuração é feito não apenas em nível organizacional, os diversos departamentos de uma organização avaliam seu desempenho logístico em relação aos próprios clientes internos. Neste contexto, a utilização de simulação como uma ferramenta de apoio à decisão na Logística é de grande utilidade para verificar a eficiência de seus processos, principalmente quando pouco se conhece sobre ele. A simulação

permite então um maior detalhamento do processo devido à necessidade de mapeá-lo e buscar informações como também permite avaliar como as diferentes variáveis do processo se comportam em diferentes cenários.

1.2 Objetivos

Enumera-se, nesta etapa, o objetivo geral e os objetivos específicos do projeto. A definição dos objetivos tem como intuito deixar clara a motivação deste trabalho.

1.2.1 Objetivo Geral

O principal objetivo deste projeto é analisar o nível de serviço do departamento de compras de uma grande indústria alimentícia de Pernambuco. A utilização de ferramentas no desenvolver desse projeto auxiliará na proposição de ações de melhoria.

1.2.2 Objetivos Específicos

Têm-se como objetivos específicos:

- Apresentar embasamento teórico sobre as ferramentas da Qualidade e simulação através do ProModel®;
- Contextualizar a problemática no cenário de uma Indústria de Alimentos de Pernambuco;
- Apresentar a simulação do cenário logístico identificado;
- Analisar os resultados obtidos na simulação.

1.2 Metodologia da Pesquisa

A metodologia da pesquisa refere-se aos métodos, técnicas e procedimentos utilizados para que se possa alcançar com êxito os objetivos do estudo. Neste tópico será exposto o tipo de pesquisa utilizada e as ferramentas necessárias para a conclusão do trabalho. A classificação utilizada para a pesquisa é baseada na figura abaixo, adaptação de Bertrand e Fransoo (2002) e Silva e Menezes (2005):

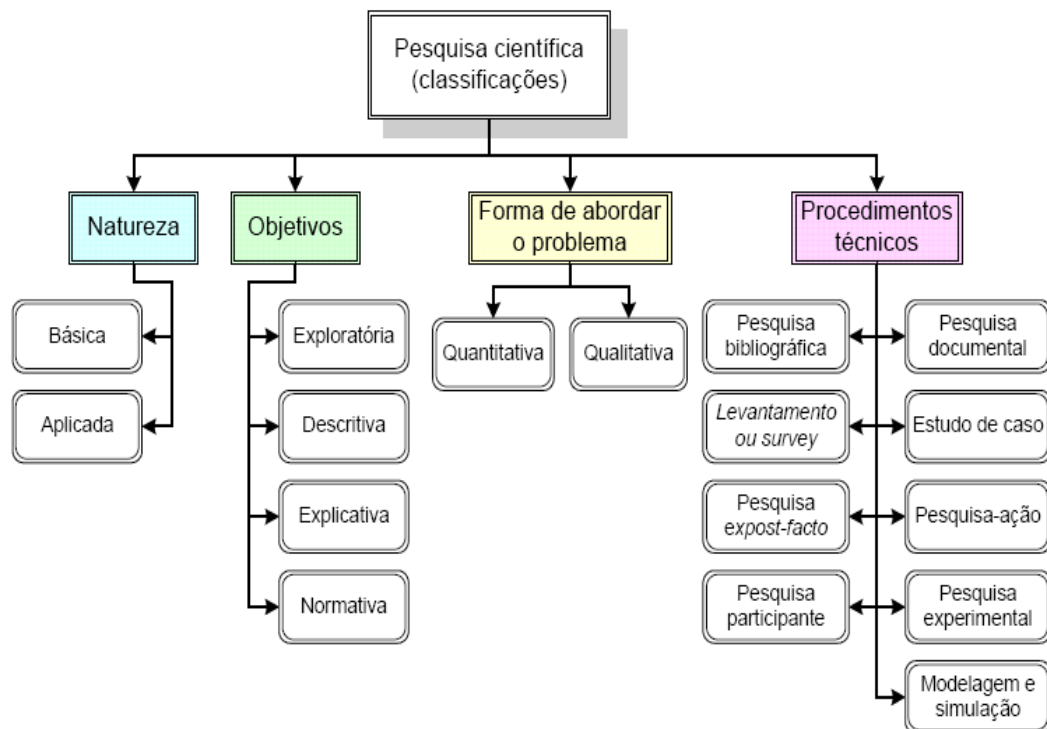


Figura 1.1 – Classificação das pesquisas científicas

Fonte: Adaptação de Bertrand e Fransoo (2002) e Silva e Menezes (2005)

No geral, a metodologia de pesquisa apresenta as seguintes características:

- Quanto à natureza, a pesquisa será aplicada, pois gera conhecimentos para aplicação prática, direcionados à solução de problemas específicos, no caso, a melhoria do nível de serviço de uma organização.
- A pesquisa aqui utilizada pode ser classificada como exploratória quanto aos objetivos, já que se utiliza de aprofundamento em um assunto para utilizá-lo em um estudo de caso.
- Quanto à abordagem, a pesquisa é quantitativa, pois abordará a simulação de um sistema logístico. Ou seja, as conclusões são feitas a partir de dados quantitativos e não qualitativos.
- Os procedimentos técnicos utilizados, por sua vez, serão estudo de caso e modelagem e simulação. A simulação ajudará a analisar o estudo de caso referido.

O trabalho é dividido em três partes fundamentais: revisão bibliográfica, contextualização do problema numa Indústria de Alimentos e simulação do sistema logístico identificado através do ProModel®. A revisão é apresentada no capítulo dois, a contextualização no capítulo três, enquanto a simulação será abordada no capítulo quatro. O estudo bibliográfico foi baseado em publicações de livros, artigos, sites especializados e materiais específicos sobre o assunto, formando a base teórica para o seu objetivo final. A

contextualização do problema baseia-se em um trabalho de melhoria focada realizado na Indústria em questão. A simulação será alimentada com os dados extraídos desse trabalho.

1.3 Estrutura do Trabalho

O trabalho será desenvolvido em cinco capítulos, os quais serão conduzidos de maneira lógica e de modo que sua aplicação seja entendida e analisada.

O primeiro capítulo é este que aqui se encerra e diz respeito a uma parte introdutória do trabalho. Nele foram apresentadas uma apresentação breve do assunto, justificativa e relevância do tema abordado, objetivos gerais e específicos, metodologia do trabalho e este tópico de estrutura do trabalho. Este capítulo é de caráter subjetivo e relata os tópicos sob a ótica da aluna, mas com um embasamento teórico para suas opiniões.

O segundo capítulo, por sua vez, inicia uma revisão bibliográfica do tema em questão. A idéia é que os principais aspectos da teoria sejam levantados e explanados com clareza, permitindo o entendimento de todos que desejem acompanhar o caso que será posteriormente apresentado. Ele consiste, basicamente, de um agrupamento de publicações sobre as ferramentas da Qualidade e a simulação computacional, em particular a utilização do *software* ProModel®, os quais foram pesquisados em diversos livros, artigos científicos e sites especializados.

Dado que o embasamento teórico foi feito no capítulo anterior, no terceiro capítulo será feita uma contextualização do problema no cenário industrial. A simulação, que usará de base os dados explicitados neste capítulo, será apresentada no quarto capítulo. Neste, utiliza-se o *software* escolhido, de acordo com o que é visto na literatura e se aplica ao caso da indústria de alimentos em questão.

No último capítulo, o quinto, serão feitas análises do resultado obtido a partir da simulação e conclusão. Nele o trabalho é encerrado.

2 BASE CONCEITUAL

São contempladas, neste capítulo, as bases teóricas sobre as quais este estudo de caso foi desenvolvido, contendo a citação das referências bibliográficas que servem de suporte às teorias envolvidas.

2.1 O conceito de Qualidade

O conceito *qualidade*, embora seja de domínio público, é bastante subjetivo. Normalmente ele se refere a características e atributos que os consumidores julgam necessários em um produto ou serviço. Logo se trata de uma noção intuitiva não podendo então ter seu significado definido e limitado. Entretanto, uma definição do conceito bastante aceita é “Qualidade é adequação ao uso” (Juran e Gryna, 1991). Nota-se que essa definição guarda a relação entre a qualidade e o cliente. Ou seja, tudo que, para o cliente, contribui para essa “adequação” é relevante. Do ponto de vista de um produto, isso pode corresponder a diversos aspectos tais como apresentação, facilidade de uso, desempenho, preço de venda, custo de manutenção, etc.

Em decorrência dessa definição podemos definir a *qualidade total*, entendendo que quando refere-se à qualidade como adequação ao uso não são explicitados quais os aspectos que assim definem essa adequação. Dessa forma, o conceito de qualidade deve se atentar para todas as características que atendem aos consumidores. Nesse contexto, a Gestão da Qualidade Total compreende as atividades que envolvem todos os requisitos de um produto ou serviço.

Para identificar o sucesso da Gestão da Qualidade pode-se avaliar o grau de fidelidade do consumidor e a possibilidade de transformar clientes em consumidores, que acontece quando a empresa consegue atender e superar as expectativas de seu consumidor quanto aos atributos de seu produto ou serviço. O efeito contrário, diminuição da carteira de clientes, pode ocorrer quando a Gestão da Qualidade é falha.

A missão do Setor de Compras de Commodities, como dito anteriormente, é disponibilizar a matéria-prima na fábrica na quantidade, no prazo e na qualidade especificadas. O atendimento à missão do setor caracteriza a qualidade na prestação desse serviço. No desenvolvimento do estudo de caso que será apresentado foram utilizadas as ferramentas da Qualidade para enriquecer e facilitar a análise do problema. As informações resultantes dessa análise serão utilizadas posteriormente como inputs da simulação computacional. As sete ferramentas da qualidade serão em seguida apresentadas.

2.2 Ferramentas da Qualidade

Dellaretti (1996) afirma que o desenvolvimento da Gestão pela Qualidade Total foi acompanhado pelo desenvolvimento de ferramentas de apoio, que viabilizam as ações gerenciais. Com a evolução desse sistema, o controle de qualidade que antes era feito principalmente por meio de inspeção final por amostragem, agora é feito por meio do controle do processo e para isso, foi necessário desenvolver ferramentas que permitissem tal controle.

As Sete Ferramentas da Qualidade, organizadas por Karou Ishikawa são técnicas de natureza gráfica e estatística utilizadas para definir, mensurar, analisar e propor soluções para os problemas, principalmente relacionados à qualidade. Elas podem ser utilizadas em conjunto ou separadamente.

“A maior importância das ferramentas, entretanto é que elas ensinam duas lições importantes, porém sutis: Primeiro, elas ensinam o significado de variabilidade que se encontra no âmago da Administração da Qualidade Total. Usar a Qualidade Total para buscar a melhoria contínua exige que as pessoas compreendam as causas dos problemas: a variação não controlada. Segundo, aprendendo a usar as ferramentas da Qualidade Total, as pessoas aprendem a controlar a variabilidade, e o controle da variação é o caminho técnico para a Qualidade Total. A Administração da Qualidade Total funciona quando as pessoas usam as ferramentas estatísticas e as técnicas comportamentais básicas para manipular ou coletar dados a fim de analisar e resolver problema” (SASHKIN, 1994).

2.2.1 Estratificação

A idéia da estratificação é desmembrar o problema em categorias ou classes mais significativas para direcionar as ações corretivas ou pesquisar oportunidades de melhoria. Isso é feito através do agrupamento de informações que é feito com base em fatores apropriados (fatores de estratificação).

2.2.2 Folha de Verificação

Essa ferramenta é utilizada para monitorar o processo e normalmente é utilizada após a definição de um plano de ação e implantação das medidas de correção identificadas. Ela consiste em um formulário previamente preenchido com os itens a serem verificados para facilitar a coleta e o registro dos dados. Seu formato é livre, devendo apenas ser simples, de fácil manuseio e capaz de confrontar o real e o planejado. Além de favorecer o monitoramento, a ferramenta permite avaliar a eficácia das ações corretivas adotadas. A figura 2.1 é um exemplo de Folha de Verificação.

Folha de Verificação Processo: PRODUÇÃO			
Problema: PEÇAS DANIFICADAS		Data: 30/03/05	
Setor/Turno	Nº Peças Danificadas		Variação % (R /P)
	Real	Plano	
01/A	03/100	02/100	50 %
02/A	01/100	01/100	-
03/A	01/100	02/100	(-)50 %
Total Médio	02/100	1,75/100	14 %

Figura 2.1 – Representação gráfica da Folha de Verificação

Fonte: MARIANI, Celso A.(2005, p.2)

2.2.3 Diagrama de Pareto

O diagrama de pareto é um gráfico em barras verticais que dispõe a informação de forma que a priorização de temas fique visualmente evidente. Segundo Silva (1995), essa ferramenta serve para apontar quantitativamente as causas mais significativas, em ordem decrescente, identificadas a partir da estratificação. Um exemplo de Diagrama de Pareto é mostrado a seguir:

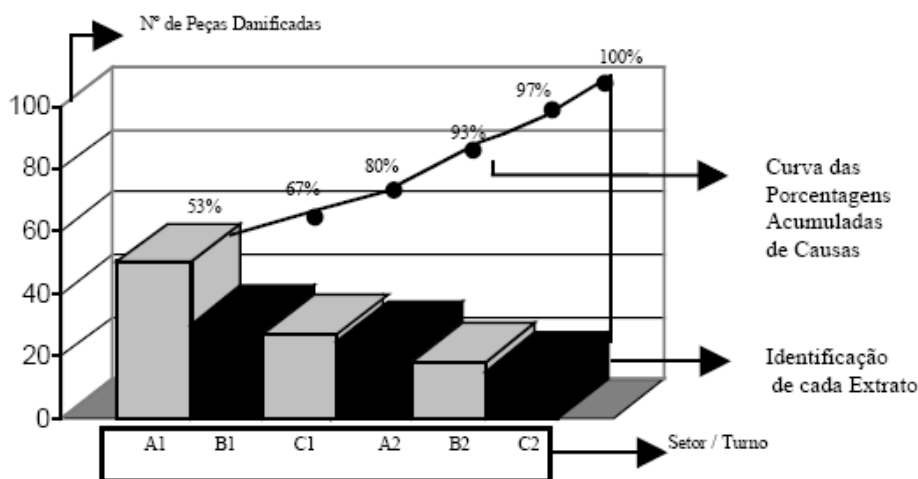


Figura 2.2 – Diagrama de Pareto

Fonte: SILVA, Delfin C (1995, p.24)

2.2.4 Diagrama de Causa e Efeito

Essa ferramenta é utilizada para identificar todas as causas possíveis de um determinado problema. Também é conhecida por Diagrama de Ishikawa ou Diagrama 6 M. Para facilitar a análise, as causas são agrupadas em família e são relacionadas ao efeito causado de forma visual e clara, como mostra a figura a seguir:

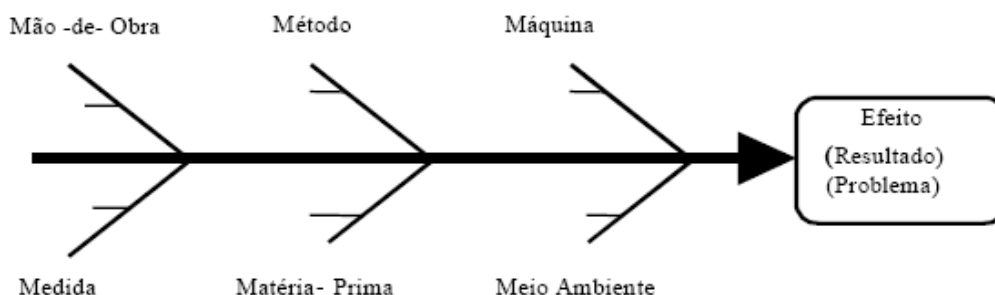


Figura 2.3 – Representação gráfica do Diagrama de Causa e Efeito

Fonte: CAMPOS, Vicente F. (1992, p.18)

2.2.5 Histograma

O Histograma é um gráfico de barras que dispõe as informações de modo que seja possível a visualização da forma de distribuição de frequência de uma variável de interesse. É composto de vários retângulos adjacentes, representando a tabela de frequências com perda de informações (valores agrupados por classes) de um conjunto de valores. Na escala horizontal, marcam-se os intervalos de classes, e cada intervalo é a base de cada retângulo ou barra; na escala vertical, marcam-se as alturas dos retângulos ou barras, que são as respectivas frequências absolutas das classes (Lopes, 1999). De acordo com Paladini (2000), sua aplicação na Gestão da Qualidade tem um número considerável de aplicações, refletindo na concepção e na implantação de processos gerenciais. Um exemplo de um histograma é mostrado na figura 2.4.

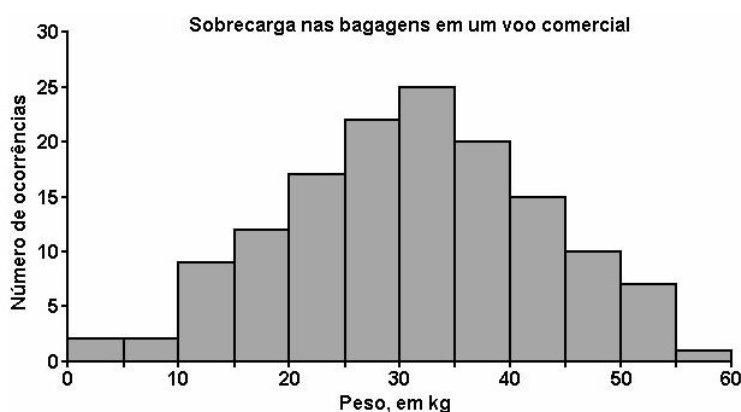


Figura 2.4 – Exemplo de Histograma

Fonte: www.lugli.org/2008/02/histograma

2.2.6 Diagrama de Dispersão

Utiliza-se essa ferramenta para estudar as possíveis relações entre duas variáveis. Ele não consegue demonstrar que há uma relação entre uma variável e outra, mas deixa claro, no caso dela existir, qual a força dessa relação. Serve como um bom indicador de relacionamento

entre duas variáveis diferentes mostrando o comportamento de uma quando a outra se modifica.

Os diagramas de dispersão, como mostrado na figura 2.5, podem mostrar correlações dos seguintes tipos: linear positiva (quando x aumenta y também aumenta), linear negativa (quando x aumenta y diminui) e não linear.

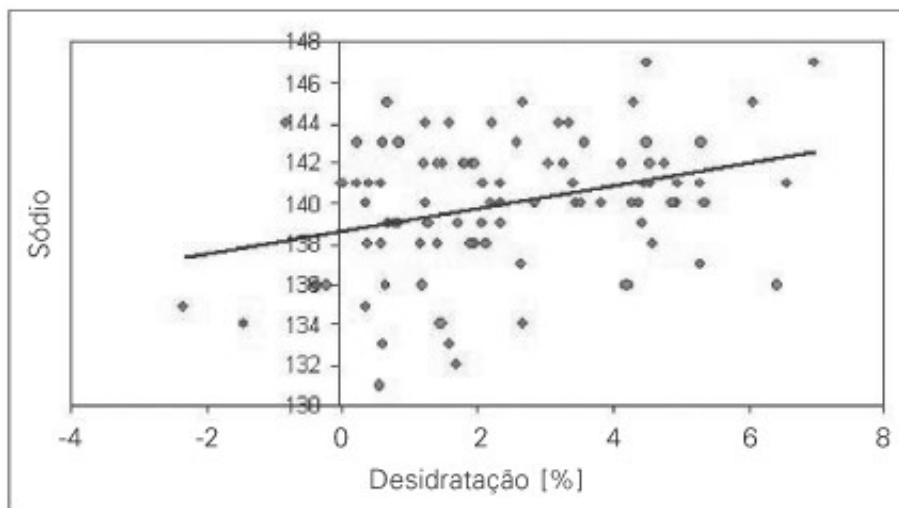


Figura 2.5 – Exemplo de gráfico de dispersão

Fonte: www.scielo.br/img/revistas/rbme/v13n6/08f1.gif

2.2.7 Gráficos de Controle

Os gráficos de controle, também conhecidos como cartas de controle são, segundo Brassard (1994), utilizados para representar dados e monitorar um sistema sendo possível observar ao longo do tempo a existência de alterações na média esperada. A figura 2.6 traz um exemplo de gráfico de controle. Tanto a sua construção como a sua utilização são simples. Os pontos são marcados no gráfico à medida que estão disponíveis. No gráfico também são indicados limites superiores e inferiores de controle, ambos definidos estatisticamente. Deve-se utilizar a ferramenta quando for necessário executar de forma simplificada um indicador de tendências com relação a pontos observados durante um período de tempo.

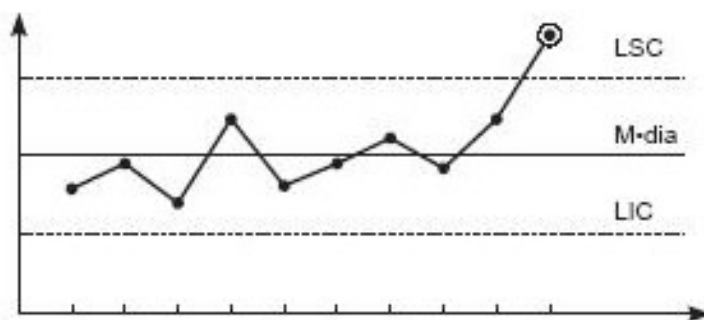


Figura 2.6 – Exemplo de Gráfico de Controle

Fonte: www.qualyma.fateback.com/qualiconceito.htm

2.3 PDCA

Segundo Werkema (1995), PDCA é um método gerencial de tomada de decisões utilizado para garantir o alcance das metas necessárias à sobrevivência de uma organização. Seu objetivo é promover melhorias em projetos de qualquer natureza bem como a sua manutenção. A figura 2.6 mostra o ciclo do PDCA.

O PDCA é definido através de quatro etapas:

- Planejamento (P): Etapa que consiste na determinação de metas e métodos apropriados para alcançá-la. Nessa etapa quatro diferentes fases também podem ser identificadas: Identificação do problema, Observação, Análise e Plano de Ação;
- Execução (D): Essa fase refere-se à realização das atividades necessárias para o alcance das metas fixadas e à coleta de dados que serão utilizados na próxima etapa. Para isso as pessoas são treinadas nos planos de ação;
- Verificação (C): A partir dos dados coletados na etapa anterior, compara-se o resultado alcançado com a meta planejada;
- Atuação Corretiva (A): Esta última etapa consiste na correção definitiva dos resultados encontrados, adotando como padrão o plano proposto (manutenção dos bons resultados obtidos), caso a meta tenha sido atingida. Caso a meta não tenha sido atingida, inicia-se um novo giro do PDCA, atuando sobre as causas do não alcance da meta.

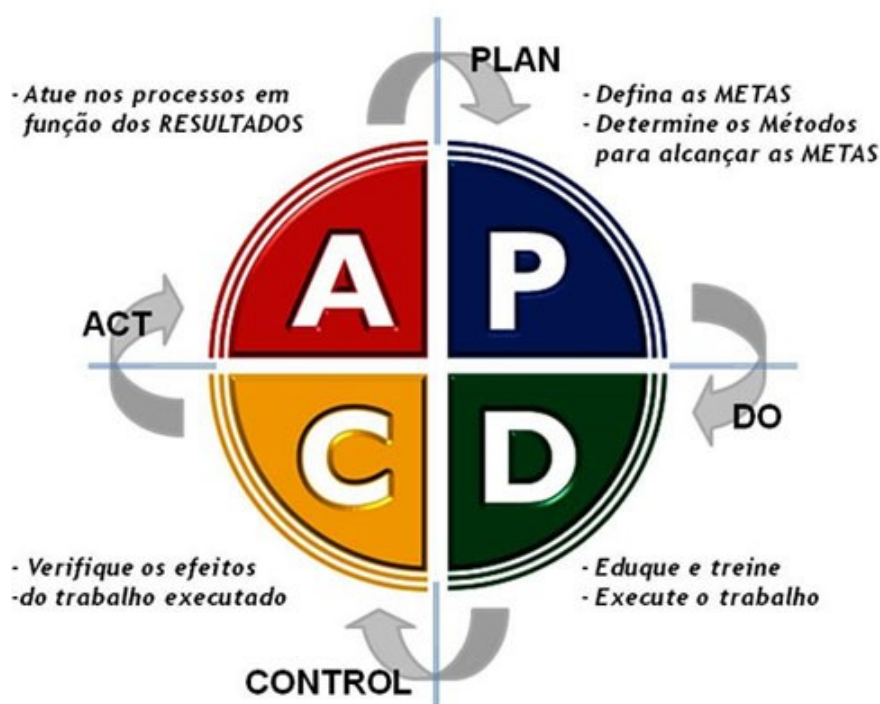


Figura 2.7– O ciclo PDCA

Fonte: www.rherrera.com.br/gestao_rotina.htm

Campos (1994) enfatiza a necessidade de recorrer às ferramentas da Qualidade para utilizar o método PDCA no que diz respeito à coleta, ao processamento e à disposição de informações necessárias para a condução das etapas no ciclo. O autor também destaca que a meta é alcançada por meio do método. Ou seja, quanto mais informações forem agregadas ao método, maiores serão as chances de alcançar a meta e maior será a necessidade de se utilizar as ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações durante o giro do PDCA.

Pode-se também destacar que a ferramenta utilizada terá sua sofisticação incrementada de acordo com o aumento da capacidade de atendimento das metas.

2.4 Simulação Computacional

2.4.1 Conceitos e Principais Características

A simulação computacional é definida por Pedgen *et al.* (1990) como o processo de projetar um modelo computacional de um sistema real e conduzir experimentos com esse mesmo modelo com o propósito de entender seu comportamento e/ou avaliar estratégias para a sua operação. Na atualidade, essa técnica é uma poderosa ferramenta para o planejamento, o projeto e o controle de sistemas produtivos complexos. A sua utilização como forma de apresentação de projetos, produtos e problemas confere maior credibilidade aos clientes, sejam eles internos ou externos, do que outros métodos disponíveis. Dessa forma, o nível de detalhamento obtido pela simulação sem a necessidade de grandes simplificações e a possibilidade de comparação de seus resultados com o sistema real coloca a simulação em grande vantagem frente a outros métodos, tais como o analítico (SILVA, 2006).

Geralmente, um modelo destinado a um estudo de simulação é um modelo matemático desenvolvido com a ajuda de um *software* de simulação. Modelos matemáticos podem ser classificados em determinísticos ou estocásticos. Os determinísticos são aqueles cujo modelo de simulação não contém nenhuma variável aleatória, ou seja, para um conjunto conhecido de dados de entrada teremos um único conjunto de resultados de saída. Modelos estocásticos possuem uma ou mais variáveis aleatórias como entrada, que levam a saídas aleatórias. Ele é utilizado quando pelo menos uma das características operacionais é dada por uma função de probabilidade. Os modelos matemáticos podem, ainda, ser classificados como estáticos ou dinâmicos. Estáticos são aqueles em que o tempo não é levado em conta e dinâmicos são aqueles em que as interações ao longo do tempo entre as variáveis são levadas em conta. Os

modelos de simulação são, na maior parte das vezes, estocásticos e dinâmicos (MARIA, 1997).

De acordo com Moreira (2001), uma simulação apresenta, em geral, os seguintes mecanismos internos:

- Variáveis: características ou atributos do sistema que assumem uma gama de valores distintos conforme o desempenho do sistema, quando simulado;
- Parâmetros: características ou atributos do sistema que têm só um valor em toda a simulação, mas podem mudar se alternativas diferentes forem estudadas;
- Fatores exógenos: parâmetros ou variáveis cujo valor afeta o sistema, porém não é afetado por ele. São representados pelas séries ou distribuições de probabilidade que fornecem valores ao sistema;
- Fatores endógenos: parâmetros ou variáveis que tem o valor determinado pelo sistema, como é o caso dos resultados do modelo.

A simulação procura modelar um sistema ou processo, dando apoio à tomada de decisão, possibilitando a redução de riscos e custos envolvidos em um processo e otimizando a utilização de seus recursos. Pickover (1991) situa a crescente aplicação da simulação computacional no contexto mais amplo da contínua busca científica pela compreensão do mundo. Destaca, ainda, a ampla diversidade de campos em que a simulação computacional vinha sendo aplicada, que abrange desde a simulação das minúsculas forças responsáveis pela ligação entre as moléculas às estruturas de gigantescos arranha-céus, passando pela simulação da estabilidade de aeronaves e até mesmo da economia. Por mais que já esteja sendo utilizada nas mais diversas aplicações, a simulação computacional constitui um campo muitíssimo vasto a ser explorado.

No cenário industrial, são encontrados diversos exemplos de aplicação da simulação computacional:

- Reduzir custos de estoques, dimensionando-os corretamente de acordo com o planejamento da produção;
- Aumentar o desempenho de processos já existentes;
- Garantir que novos processos sejam testados e aprovados antes de sua implantação;
- Alcançar o mais alto nível de otimização de recursos e de pessoal;
- Obter os melhores níveis de serviço com sua cadeia de fornecedores;
- Estudar a utilização da capacidade instalada, níveis de inventários, lógica de controle, refinamento de projeto, integração, seqüenciamento de atividades,

gargalos do sistema, melhor arranjo físico e melhor índice de produtividade dos funcionários (Lobão e Porto, 1996).

2.4.2 Vantagens e Desvantagens da Simulação

Podem-se enumerar diversas vantagens na utilização da simulação computacional em relação a outros métodos analíticos ou experimentais, tais como:

- Uma vez que o modelo foi criado, é possível fazer várias alterações ou modificações para avaliar cenários diferentes da problemática (Vieira, 2006);
- Permite a análise de longos períodos em um curto espaço de tempo (Vieira, 2006);
- O desenvolvimento do modelo de simulação ajuda a organização a separar os parâmetros controláveis daqueles que não são controláveis e estudar a influência de cada um deles sobre os sistemas (Vieira, 2006);
- Hipóteses sobre como ou por que certos fenômenos acontecem podem ser testadas para confirmação (Pedgen *et al.*, 1990);
- Um estudo de simulação costuma mostrar como realmente um sistema opera, em oposição à maneira com que todos pensam que ele opera (Banks e Carsen, 1984);
- Permite a análise de sensibilidade do tipo *what-if* (o que acontece se...). Várias políticas de decisão podem ser testadas e comparadas rapidamente (Corrêa *et al.*, 2001);

A utilização da simulação computacional também pode apresentar algumas desvantagens, como qualquer técnica de estudo. Dentre elas pode-se citar:

- Dependendo da complexidade da problemática abordada, um bom modelo de simulação pode se tornar caro e levar vários meses para o seu desenvolvimento, especialmente quando os dados são de difícil obtenção (Vieira, 2006);
- A simulação não gera bons resultados sem inputs adequados. A construção e a alimentação do modelo requerem um trabalho árduo e criterioso (Corrêa *et al.*, 2001);
- Os resultados da simulação são, algumas vezes, de difícil interpretação. Uma vez que os modelos tentam capturar a variabilidade dos sistemas, é comum que existam dificuldades em determinar quando uma observação realizada durante uma execução se deve a alguma relação significativa no sistema ou a processos aleatórios construídos e embutidos no modelo (Pedgen *et al.*, 1990);

- A construção do modelo requer treinamento especial. O aprendizado se dá ao longo do tempo, com a aquisição de experiência (Banks e Carsen, 1984).

2.5 Simulação com ProModel®

Devido à grande aplicabilidade da simulação computacional na resolução de problemas complexos, a utilização dessa ferramenta tornou-se popular, principalmente no setor industrial. Dentre as áreas de aplicação podemos citar, na Logística, estudos de dimensionamento de frota para abastecimento, comparativos entre operadores logísticos e estudo de abastecimento de matéria-prima. Outros exemplos de aplicação podem ser encontrados na Manufatura, como estudos para implantação de uma nova linha no processo produtivo e estudos do impacto de tempos de setup em uma linha. A popularidade dessa ferramenta também incentivou o avanço das tecnologias computacionais de simulação. Existem atualmente vários *softwares* que são utilizados como apoio à tomada de decisão, dentre os quais podemos destacar Arena, Preactor, AutoMod, Extend, GPSS H, Micro Saint, ProModel e SIMPLE++. No presente trabalho o *software* escolhido foi o ProModel por ser um *software* de simples utilização e ter vários exemplos de aplicação de sucesso publicados.

A tecnologia preditiva do ProModel® permite tomar decisões para reduzir custos, aperfeiçoar a capacidade de um sistema, acelerar o tempo de um ciclo produtivo e melhorar serviços ao cliente. Essa é definição da organização PROMODEL® Corp, que desenvolveu o *software* de simulação para eventos discretos e modelagem de processos contínuos. O *software* em si, tem suas características direcionadas para a manufatura, porém sua flexibilidade de programação permite aplicações em diversas áreas, até mesmo na prestação de serviços. De acordo com Law e Kelton (1991), o *software* é visto como um dos simuladores mais flexíveis devido a sua capacidade de construir lógicas complexas e disponibilizar bons recursos de análise estatística, além de apresentar interface simples, simplificando a sua utilização.

No ProModel® existem quatro principais elementos que devem alimentar o modelo:

- Locais: São os locais para onde os objetos vão para terem uma operação executada sobre eles. Nele são definidas a capacidade, a unidade e as regras de atendimentos (FIFO, LIFO, ET). Exemplos de locais pode ser um torno onde uma peça é usinada.
- Entidades: São os elementos móveis que sofrem a ação no sistema (nos locais). Elas são representadas no modelo através de ícones gráficos e podem representar matéria-prima, produtos, documentos, informações, pessoas, etc. As

entidades são passíveis de parametrizações de suas características tais como velocidade, dimensões, tipos e etc.

- Chegadas: É uma forma de definir como as entidades chegam ao sistema. Através delas, são definidos parâmetros como quantidade, local de chegada, frequência, ocorrência e lógica.
- Processos: De forma geral, os processos definem as interligações entre os locais, os tempos de operação, os recursos envolvidos, a lógica de movimentação e operação e as regras de roteamento das entidades. A inserção de comandos específicos de simulação e a criação de novas rotinas específicas (lógica de movimentação e operação) são feitas através do “Construtor de Lógica”. Este recurso do ProModel® confere flexibilidade de programação para cada diferente modelo. Os comandos que podem ser utilizados no “Construtor de Lógica” estão listados na tabela abaixo.

Tabela 2.1 – Comandos do “Construtor de Lógica”, Adaptado do Manual de Utilização do Software

Comandos Gerais		Comandos Operacionais			
Comandos de Ação		Comandos de Controle	Relacionados com Entidades		Relacionados com Recursos
Activate	Prompt	Begin/End	Accum	Ungroup	Free
Animate	Read	Break	Combine	Unload	Free All
Assignment	Report	Break/Blk	Create	Wait	Get
Close	Reset	Go to	Graphic	Wait Until	Graphic Statement
Comment	Stats	If-then	Group		Jointly Get
Dec	Send	If-then-else	Join		Use
Display	Sound	Return	Load		
Inc	Stop	Do-While	Match		
Log	Trace	While-Do	Move		
MapArr	View		Rename as		
Order	Warmup		Route		
Pause	Write/Writeline		Split As		

Fonte: Adaptação da Apostila de utilização do ProModel®

Alguns comandos merecem um melhor detalhamento devido a sua grande aplicabilidade, tais como:

- *Accum*: Detém unidades num local até acumular uma quantidade específica;
- *Begin* (*{*): Define o início de um bloco de declaração que termina com o comando correspondente *End* (*}*);
- *Dec*: Diminui o valor de uma variável, elemento ou matriz ou atributo pelo valor de uma expressão numérica específica;
- *Display*: Pausa a simulação e exibe uma mensagem. A simulação resumirá quando o usuário selecionar OK.
- *Do While*: Repete uma declaração ou bloco de declaração continuamente enquanto uma condição determinada permaneça verdadeira;
- *Graphic*: Muda o gráfico atual de uma entidade ou de um recurso;
- *If/ Then / Else*: Executa uma declaração ou bloco de declaração se a condição for verdadeira;
- *Move*: Move a entidade ao fim de uma fila ou esteira;
- *Move For*: Move a entidade ao próximo local ou, em lógica operacional, ao fim de uma fila ou esteira;
- *Route*: Executa um bloco de declaração de encaminhamento específico;
- *Send*: Envia o número especificado de em tipo de entidade ao local designado;
- *Wait*: Faz com que a entidade ou lógica se atrase até transcorrer a quantia especificada de tempo. (É assim que o tempo de processamento é modelado);
- *Wait Until*: Atrasa o processamento da lógica até que uma condição seja verdadeira.

Existem também outros elementos, opcionais, que nos ajudam a melhor definir e detalhar o modelo, tornando-o mais complexo. Eles são:

- *Recursos*: São os elementos necessários na operação das entidades. Eles representam os equipamentos de transporte ou recursos humanos (estacionários ou móveis). Sobre estes podemos definir no *software* características tais como: velocidade do recurso, regra de atendimento, tempo de coleta e tempo de descarregamento.
- *Variáveis*: São utilizadas como contadores, armazenando informações de valores numéricos, ou para dar suporte a decisões lógicas (podem representar informações de custo e quantidade de itens, por exemplo). Elas representam apenas um valor por vez e podem ter seu valor modificado ou atualizado durante a simulação.
- *Atributos*: Estes são inerentes a cada unidade entidade ou local. Atributos podem ser reais ou inteiros e são usados para identificar diferenças entre as entidades,

fazer roteamento condicional, etc. Não são globais, ou seja, diferentemente das variáveis, duas entidades diferentes podem ter diferentes valores para o mesmo atributo.

- Macros: Permite modificar de forma rápida e simples os parâmetros de um modelo no início de sua simulação. A Interface Run Time (RTI) é utilizada especialmente quando o modelo será dado a um cliente que não é muito familiarizado com o ProModel®.

Por fim, existem as Imagens de Fundo e Informação Geral, que auxiliam e preparam o cenário gráfico do modelo além de acrescentarem outras informações necessárias. É possível desenhar a Imagem de Fundo com o uso das ferramentas do ProModel® ou importar um desenho (geralmente a partir do *software* CADD). Sobre a Imagem de Fundo pode-se acrescentar grades caso seja necessário ajustar o desenho a uma escala. Em Informação Geral é possível informar o título do modelo, escolher as unidades de tempo e distância, acrescentar alguma observação sobre o modelo, selecionar a biblioteca gráfica a ser utilizada e configurar a lógica de inicialização ou de encerramento do modelo. Exemplo da Imagem de Fundo é apresentado a seguir:



Figura 2.8 – Imagem de fundo em um modelo do ProModel®

Fonte: Apostila de utilização do ProModel®

3 CONTEXTO DO PROBLEMA NO CENÁRIO INDUSTRIAL

Neste capítulo será apresentado, primeiramente, o problema logístico contextualizado no cenário de uma grande indústria de alimentos do estado de Pernambuco que emprega mais de 2.000 funcionários e produz mais de 100 itens de marcas de biscoitos e massas.

Em seguida, será iniciada a análise dos resultados alcançados no projeto de melhoria através de uma metodologia baseada nas ferramentas da Qualidade anteriormente apresentadas. Essa primeira etapa de análise tem como objetivo o melhor entendimento do problema e a alimentação do modelo de simulação com informações dela provenientes que será apresentado no próximo capítulo, correspondendo à segunda etapa de análise de resultados.

3.1 O Projeto

O departamento de Compras Especiais da Indústria em questão é responsável pela compra das principais commodities utilizadas na fábrica tais como açúcar, farinha, gorduras e pó de cacau. Em breve outros insumos farão parte do escopo de responsabilidade do setor. Dessa forma, é papel do setor garantir o abastecimento da fábrica com esses insumos na quantidade desejada, na qualidade especificada e no tempo hábil determinado. Fica claro, então, que o papel do Setor de Compras não é apenas analisar tendências de mercado para identificar a melhor estratégia de compra, é importante também acompanhar a logística de aquisição desses insumos.

Na descrição de negócios do setor é identificado como um de seus clientes o departamento de Planejamento e Controle da Produção (PCP). É ele quem determina o plano de produção, alimenta a linha de produção com os insumos, controla os estoques e conseqüentemente passa para o setor de compra sua necessidade em termos de quantidade e tempo. Assim, é importante que haja um indicador de controle capaz de mensurar a satisfação do cliente PCP, uma vez que a insatisfação consiste em ruptura da produção por falta de insumo.

O indicador de controle utilizado para mensurar o desempenho do Setor de Compras é o Nível de Serviço. Os pedidos de compra são colocados no sistema com a data prevista de entrega sendo aquela informada pelo PCP de acordo com a sua necessidade. Qualquer data de recebimento diferente da data indicada caracteriza um não atendimento da necessidade do cliente. A meta do setor de compras é que 80% dos recebimentos sejam na data informada no sistema.

Nos últimos seis meses esse indicador de nível de serviço referente a todos os fornecedores de commodities de uma determinada empresa alimentícia tem apresentado baixo

desempenho, indicando uma média de 58% de produtos entregues no prazo acordado, ou seja, 22% acima da média, segundo o gráfico abaixo. O valor do mês de outubro de 2009 foi expurgado, pois apresentou uma medição fora do padrão não justificada, sendo considerada, portanto aleatório, como mostra a figura 3.1.

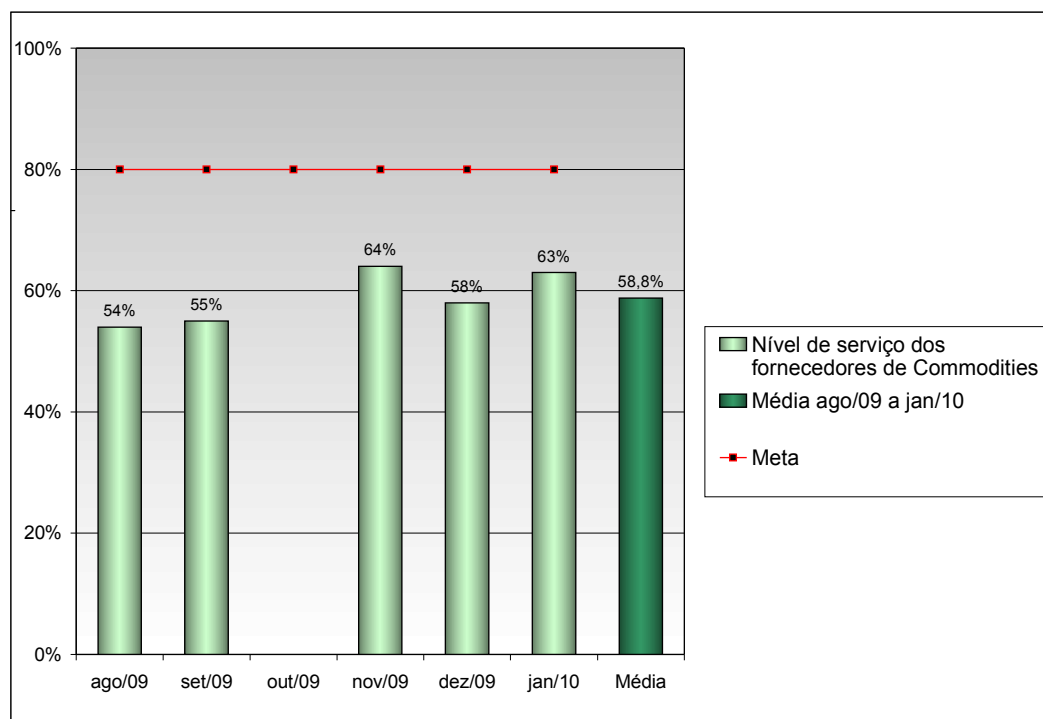


Figura 3.1 – Histórico do Nível de Serviço dos principais fornecedores de matéria-prima

Fonte: Material da empresa

Como dito anteriormente, essa medição reflete o Nível de Serviço do Setor de Compras Especiais, mas estratificando o problema é possível perceber que das principais matérias-primas analisadas no período, a farinha apresentou maior significância no problema, representando 66,91% do total de itens atrasados. A figura 3.2 ilustra a estratificação do problema.

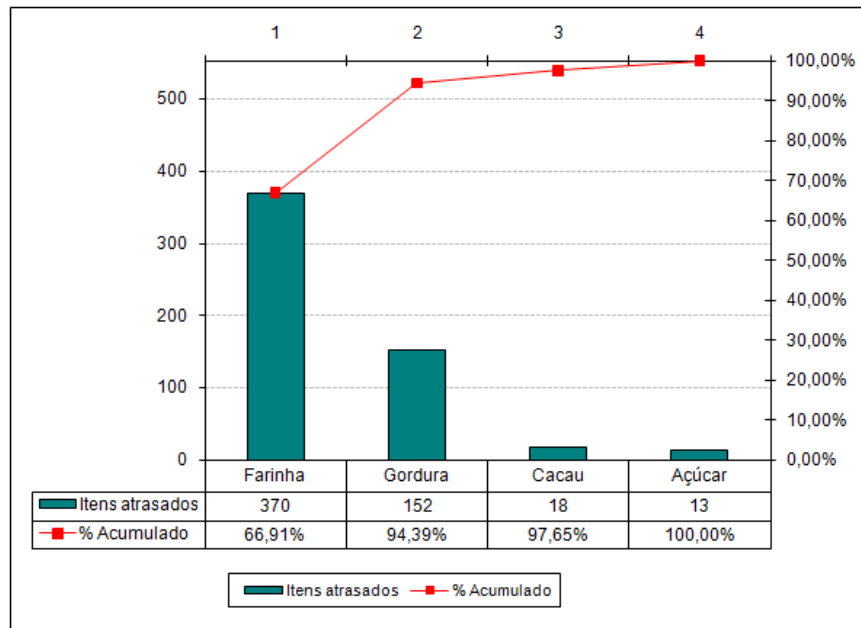


Figura 3.2 – Gráfico de Pareto do Nível de Serviço por matéria-prima

Fonte: Material da empresa

Dessa forma, a partir da estratificação, o problema focado será o aumento do nível de serviço da farinha. Na fábrica são utilizados quatro tipos diferentes de farinha: Soft, Belflor, Monarca e Imperial. O principal fornecedor dessas farinhas está localizado em Cabedelo, na Paraíba e o processo de abastecimento da fábrica é ilustrado através do fluxograma:

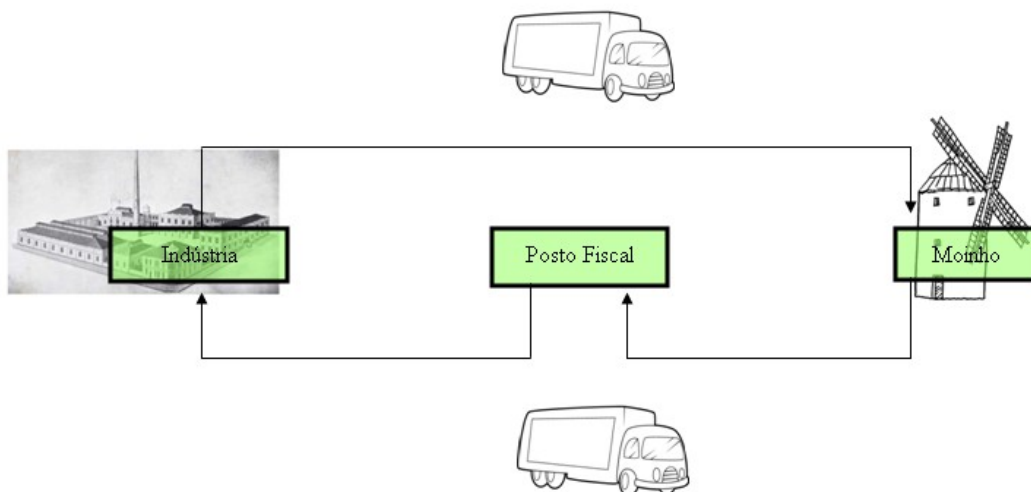


Figura 3.3 – Fluxograma do ciclo de abastecimento de farinha

Fonte: Elaborado pela autora

Para realizar esse ciclo de abastecimento, a indústria dispõe de 4 caminhões, sendo 2 com capacidade de 32 toneladas e 2 com capacidade de 27 toneladas que são conduzidos por

2 motoristas por caminhão, cada um com uma jornada de trabalho de 12 horas (Das 6 h às 18 h e das 18 h às 6 h). A meta é realizar 2 viagens por caminhão por dia, de forma que sejam carregados 2 caminhões com a farinha tipo Belflor, 2 com o tipo Soft, 3 com o tipo monarca e 1 caminhão com a farinha do tipo Imperial. O moinho tem capacidade para carregar até três tipos de farinha simultaneamente. O horário de funcionamento do moinho é de segunda a sexta durante 24 horas e aos sábados até as 15 horas, não havendo expediente aos domingos. O descarregamento da farinha na indústria não possui restrição de horário, porém existem 2 bocas de descarregamento na fábrica 1 e apenas 1 boca de descarregamento na fábrica 2, tendo em vista que os tipos Monarca e Imperial devem ser estocados na fábrica 2 enquanto os tipos Belflor e Soft devem ser estocados na fábrica 1.

Os benefícios financeiros desse projeto são não mensuráveis, no entanto, outros benefícios tais como melhor relacionamento com o fornecedor, melhor controle de estoque, facilidade no planejamento de compras e ausência de ruptura de insumos podem ser alcançados.

3.2 A análise do problema através do PDCA

3.2.1 Planejar

A identificação do problema, sua estratificação e a sua contextualização em um panorama histórico fazem parte da etapa *Planejar* do PDCA. A partir desse momento, inicia-se o ciclo. Outras atividades também fazem parte dessa etapa: a observação do problema no local, as ações de Ver e Agir, o Brainstorming e o Diagrama de Causa e Efeito.

Para começar a atacar o problema é necessário analisá-lo tal como se apresenta e relatar a situação atual a fim de compará-la com o cenário após a execução das ações de melhoria que serão propostas. Para isso é importante observar, por exemplo, se os padrões existentes estão sendo cumpridos, se as tarefas estão padronizadas e se existem no local anomalias e se estas podem causar falhas. No caso do abastecimento de farinha, não há especificamente um *gembu* a ser estudado, no entanto, foram observadas todas as variáveis que poderiam influenciar no baixo nível de serviço e foram feitas as seguintes observações:

- Falta de manutenção preventiva dos veículos;
- Sistema de armazenagem dos veículos é novo e sujeito a pequenos problemas;
- Não há planilha de acompanhamento da operação;
- Não há distinção entregas de granel ou bag;
- A medição não é tão segura há possibilidade de erro humano;

- Programação engloba muito volume de farinha, podendo não haver necessidade;
- Não há acompanhamento por tipo de problema apresentado;
- Há tanto problemas internos como de fornecedores;
- A comunicação às vezes é falha.

A ferramenta Ver e Agir é utilizada para remover sintomas, estes encontrados na observação problema, buscando a eliminação de erros fáceis e pequenas anomalias. As ações propostas então foram criar uma planilha de acompanhamento diário da operação e criar um canal de comunicação diário com o fornecedor.

Após remover sintomas com ações simples de curto prazo, é feito um brainstorming para analisar as possíveis causas do problema, para a partir disso elaborar um plano de ação de médio prazo. O brainstorming foi feito com um grupo de 5 pessoas das áreas de Suprimentos, Commodities, Diretoria Logística e PCP. Nenhuma idéia é descartada nesse momento. A partir dessa reunião foram levantadas 41 idéias, das quais 4 foram consideradas primárias:

- Desalinhamento das paradas dos veículos para manutenção com a programação de puxada de farinha junto aos fornecedores;
- O gargalo encontra-se no descarregamento da organização;
- Gerenciamento falho do tempo e do processo;
- Medição inadequada do nível de serviço;

As causas primárias encontradas são organizadas no Diagrama de Causa e Efeito, de forma que cada uma esteja agrupada à sua família. Com o auxílio do método dos Por quês encontra-se as causas fundamentais, que são aquelas que têm maior importância para a ocorrência do problema. Elas estão identificadas na figura 3.4 em vermelho.

Identificadas as causas fundamentais, planejam-se as ações para atuar sobre cada uma delas. As ações são organizadas num cronograma onde estejam identificados prazo e responsável para sua conclusão.

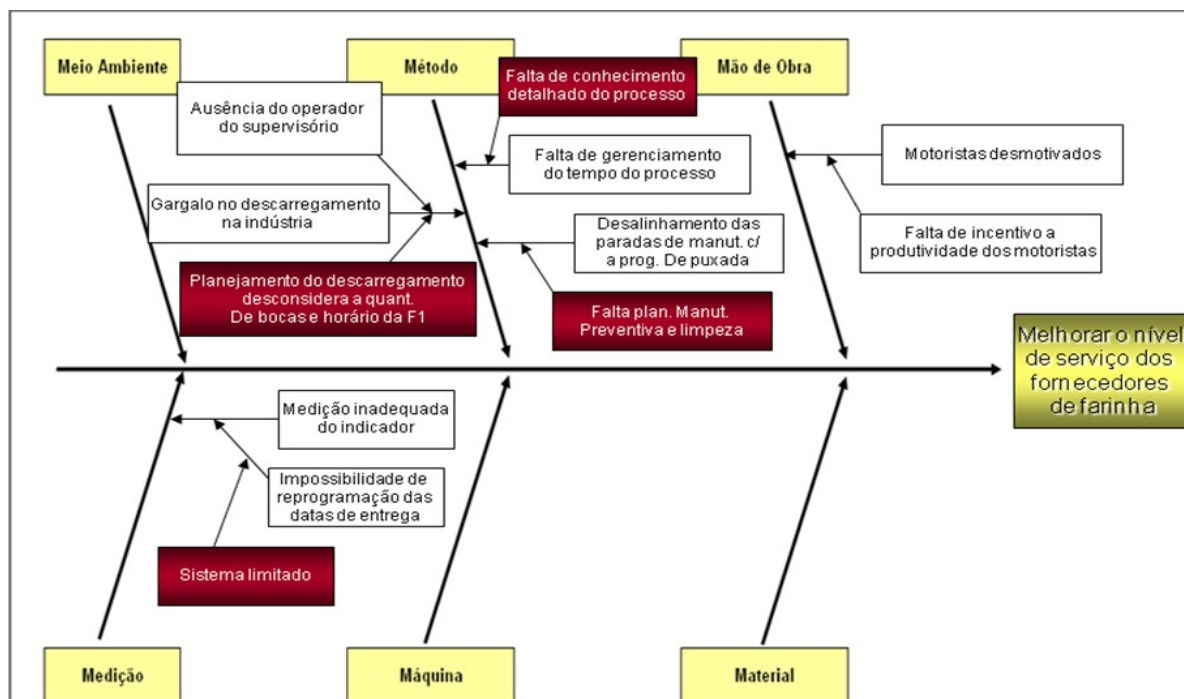


Figura 3.4 – Diagrama de Causa e Efeito do problema

Fonte: Material da empresa

3.2.2 Desenvolver

Ainda na primeira etapa do ciclo foi elaborado um cronograma dos planos de ação para cada uma das causas fundamentais encontradas. Na etapa desenvolver deve ser feita a atualização desses cronogramas, que ocorre semanalmente na ocasião da reunião do grupo. No caso de não cumprimento de uma ação esta deve ser reprogramada e a data devidamente identificada no cronograma.

Os planos de ação propostos foram:

- Planilha para planejamento do descarregamento dos caminhões: A tabela abaixo mostra a grade de descarregamento dos caminhões por tipo de farinha. Essa programação leva em consideração o consumo de cada farinha e a vazão de cada silo, ou seja, em quanto tempo ele estará vazio para receber uma nova carga, para que dessa forma, não haja caminhões esperando para descarregar por falta de espaço de armazenagem. A farinha Bel-Flor por exemplo, tem um consumo médio diário de 30 toneladas, logo o silo correspondente estará disponível às 14h para ser abastecido com uma nova carga de 30 toneladas, pois a vazão de descarregamento do silo é de 3,3 toneladas por hora. Através desse acompanhamento são intercalados os carregamentos entre a fábrica 1 e a fábrica 2, respeitando a restrição de 1 boca de descarregamento na fábrica 2.

Tabela 3.1 – Planilha de descarregamento dos caminhões

	Início	(tons)	Bel-Flor				Cracker				Soft			
			300				150				450			
			Entrada	Saída	Saldo	Déficit	Entrada	Saída	Saldo	Déficit	Entrada	Saída	Saldo	Déficit
8/mai	6:00			3,3	296,7	-3,3		3,3	146,7	-3,3		4,2	445,8	-4,2
	7:00			3,3	293,3	-6,7		3,3	143,3	-6,7		4,2	441,7	-8,3
	8:00			3,3	290,0	-10,0		3,3	140,0	-10,0		4,2	437,5	-12,5
	9:00			3,3	286,7	-13,3		3,3	136,7	-13,3		4,2	433,3	-16,7
	10:00			3,3	283,3	-16,7		3,3	133,3	-16,7		4,2	429,2	-20,8
	11:00			3,3	280,0	-20,0		3,3	130,0	-20,0		4,2	425,0	-25,0
	12:00			3,3	276,7	-23,3	10	3,3	136,7	-13,3		4,2	420,8	-29,2
	13:00			3,3	273,3	-26,7	10	3,3	143,3	-6,7		4,2	416,7	-33,3
	14:00			3,3	270,0	-30,0	10	3,3	150,0	0,0		4,2	412,5	-37,5
	15:00	10		3,3	276,7	-23,3		3,3	146,7	-3,3		4,2	408,3	-41,7
	16:00	10		3,3	283,3	-16,7		3,3	143,3	-6,7		4,2	404,2	-45,8
	17:00	10		3,3	290,0	-10,0		3,3	140,0	-10,0		4,2	400,0	-50,0
	18:00			3,3	286,7	-13,3		3,3	136,7	-13,3	10	4,2	405,8	-44,2
	19:00			3,3	283,3	-16,7		3,3	133,3	-16,7	10	4,2	411,7	-38,3
	20:00			3,3	280,0	-20,0		3,3	130,0	-20,0	10	4,2	417,5	-32,5
	21:00			3,3	276,7	-23,3	10	3,3	136,7	-13,3		4,2	413,3	-36,7
	22:00			3,3	273,3	-26,7	10	3,3	143,3	-6,7		4,2	409,2	-40,8
	23:00			3,3	270,0	-30,0	10	3,3	150,0	0,0		4,2	405,0	-45,0

Fonte: Material da empresa

➤ Estudo de tempos e movimentos para identificar gargalos:

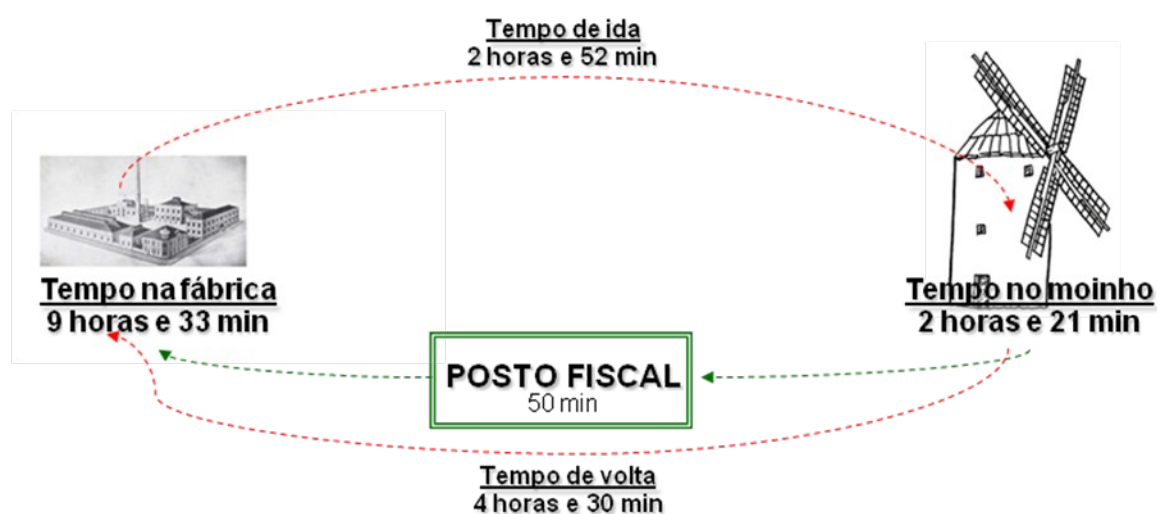


Figura 3.5 – Tempo médio das etapas do processo de abastecimento de farinha

Fonte: Elaborado pela autora

O estudo foi realizado baseado no rastreamento via satélite dos quatro caminhões de frota própria durante o período de um mês. Através desse estudo ficou claro que o gargalo encontra-se na fábrica. As atividades relacionadas ao fluxo de abastecimento da farinha nos limites da fábrica são representadas pelas seguintes atividades:

- Recebimento da nota fiscal no Recebimento;
- Conferência das informações da nota fiscal e indicação de horário de chegada e dados do de pedido em aberto no sistema;

- iii. Pesagem do caminhão;
- iv. Conferência da carga pelo PCP e Qualidade;
- v. Descarregamento.

Sendo essas atividades realizadas sem nenhum problema o caminhão é liberado para um novo carregamento. Esse estudo também evidencia a relevância da análise do tempo ocioso nessas atividades e servirá então como dado de entrada para a simulação computacional do processo de abastecimento que será apresentado no capítulo seguinte. Será possível também notar posteriormente que no modelo cada atividade acima listada está representada por um local.

- Programação validada pelo PCP e pelo comprador antes do envio ao fornecedor:

Tabela 3.2 – Programação diária de embarque de farinha

PROGRAMAÇÃO GMT - MÊS DE JUNHO								
	FARINHA	Monarca	Cracker	Bel-Flor	Imperial	TOTAL	Viagens/Dia	Qnt Carros
seg	14/jun	90	90	90		270	9	6
ter	15/jun	60	90	90	30	270	9	6
qua	16/jun	90	90	60	30	270	9	6
qui	17/jun	60	90	90	30	270	9	6
sex	18/jun	90	60	90	30	270	9	6
sáb	19/jun	60	90	60	30	240	8	5
dom	20/jun							
seg	21/jun	90	90	90		270	9	6
ter	22/jun	60	90	90	30	270	9	6
qua	23/jun	60	60	60	30	210	7	5
qui	24/jun							
sex	25/jun	90	60	90	30	270	9	6
sáb	26/jun	60	90	60	30	240	8	5
dom	27/jun							
seg	28/jun	90	90	90		270	9	6
ter	29/jun	60	90	90	30	270	9	6
qua	30/jun	90	90	60	30	270	9	6
TOTAL		1860	2100	1980	630	6570	8	6

Fonte: Material da empresa

A programação de puxada de farinha agora deve ser validada pelos dois setores bem como qualquer alteração feita sobre ela. Isso impede que o Setor de Compras faça a programação contando com um veículo que devido à manutenção preventiva, por exemplo, não estaria disponível. A situação que anteriormente ocorria era o envio da programação pelo PCP ao Setor de Compras que por sua vez a enviava ao fornecedor e a comunicação ficava então limitada ao comprador.

- Criação de cronograma de limpeza e manutenção dos granéis: Para complementar a ação anterior, esta ação visa formalizar a programação de manutenção dos caminhões a granel de frota própria. Ficou então definido um dia fixo por semana para a realização de limpeza e manutenção.

➤ Ajuste da medição do indicador do nível de serviço junto ao departamento de TI: A medição desse indicador era feita comparando a data de entrega acordada com o fornecedor indicada no momento de inclusão do pedido no sistema e a data de saída do veículo da fábrica. No entanto, cabe ao Setor de Compras assegurar que o insumo chegou à fábrica na data acordada. O indicador passa então a ser medido em relação à data de pré-nota, no momento em que o motorista entrega a nota fiscal ao conferente do Recebimento. A diferença entre a data da pré-nota e a data de saída da fábrica passa, então, a ser o nível de serviço do PCP, ou seja, quanto tempo uma carga fica esperando na fábrica para ser descarregada.

➤ Dar suporte à Engenharia no projeto de implantação de uma segunda boca de descarregamento na fábrica 2: A partir da análise de tempos e movimentos, conclui-se que o gargalo do processo de abastecimento encontra-se na própria organização. De forma a agilizar a execução dessa ação, o Setor de Compras mensura os benefícios e adéqua a programação de recebimento à restrição atual de uma boca de descarregamento.

3.2.3 Checar

A próxima etapa do PDCA corresponde à verificação dos resultados obtidos até as ações do Ver e Agir, conforme ilustra o gráfico abaixo:

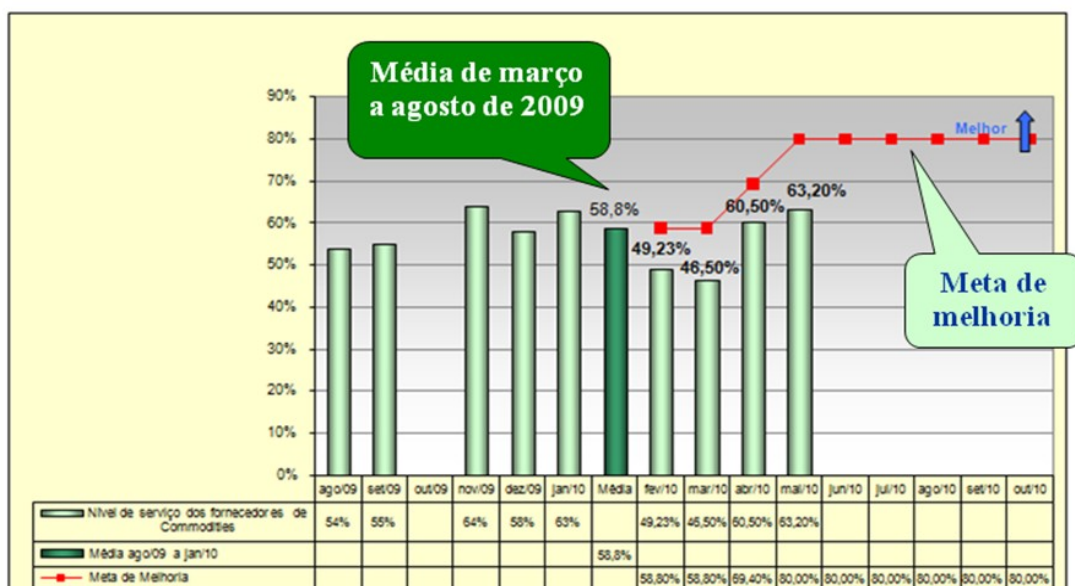


Figura 3.6 – Gráfico dos resultados obtidos

Fonte: Material da empresa

Através desse gráfico, é possível perceber que as ações rápidas do Ver e Agir ajudaram a melhorar o desempenho do indicador nos meses de abril e maio, no entanto não foram suficientes para atingir a meta de 80%. A média do histórico é de 58,8% e a média atualizada,

levando em consideração os meses de fevereiro a maio de 2010, fica 55,65%. O baixo desempenho dos meses de fevereiro e março é devido à ausência de ações de melhoria. As ações do Ver e Agir foram implantadas no final do mês de março.

3.2.4 Agir

Na última etapa do ciclo PDCA é verificado se foi implantada padronização no processo, quando necessário, e conclui-se o projeto. No projeto apresentado não houve necessidade de padronização pelo processo não ser caracterizado por atividades operacionais. Nessa etapa também são relacionados problemas remanescentes, identificando assim outras oportunidades de melhoria que puderam ser identificadas durante a análise do problema original. Nesse caso foi identificado como problema remanescente alto custo do frete da farinha, que pode ser inclusive uma oportunidade para a realização de um novo projeto de melhoria.

Ao término do ciclo PDCA a meta de melhoria de 80% de nível de serviço para os fornecedores de matéria-prima não foi alcançada. Foi registrada uma melhora no indicador mas a meta não foi atingida dentro do cronograma pré-estabelecido. Esse é um caso que exemplifica que o PDCA pode ser mantido para atingir resultados sempre melhores, ou seja, o ciclo deve ser girado mais uma vez para atacar o mesmo problema com a mesma meta, ou no caso em que a meta tenha sido atingida, o novo ciclo do PDCA aborda o mesmo problema com o valor da meta mais desafiador ou ataca os outros subproblemas de menor representatividade na estratificação do problema.

4 **SIMULAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS**

4.1 **Objetivo e Dificuldades**

A simulação do processo de abastecimento de farinha tem por objetivo justificar o último plano de ação proposto no item 3.2.2 referente ao projeto de instalação de uma segunda boca de descarregamento na fábrica 2, que está relacionado a uma das causas fundamentais do baixo desempenho do indicador de nível de serviço. Estas são:

- A programação de descarregamento não leva em consideração a quantidade de bocas de descarregamento na fábrica 2;
- Falta de planejamento de manutenção preventiva e de limpeza;
- Sistema limitado;
- Falta de conhecimento detalhado do processo.

Para as três primeiras causas encontradas foram realizados planos de ação que buscavam ajustar a programação à restrição atual de capacidade de descarregamento na fábrica 2. No entanto, essa medida não é suficiente para eliminar o gargalo das operações da empresa. Para justificar o aumento da capacidade de descarregamento e estudar os detalhes do processo uma simulação computacional foi realizada e será aqui descrita.

A análise do problema foi auxiliada pelo estudo realizado de tempos e movimentos, relatado anteriormente como uma ação do plano de ações. Com base nos tempos coletados foi possível determinar o tempo despendido nas etapas do processo de abastecimento (empresa, posto fiscal e moinho), como mostra a tabela 4.1. No entanto, a grande dificuldade encontrada foi a estratificação desses tempos para cada trecho. Como já foi identificado o gargalo dessa operação na empresa, é de grande importância definir quanto tempo da média de 9 horas de permanência do caminhão na fábrica corresponde às atividades de descarregamento, espera, pesagem, etc.

Como não é possível através do rastreador identificar os tempos por atividades nem são armazenadas essas informações na própria empresa foi feita uma análise para determinar a porcentagem de tempo que corresponde a cada atividade. Foram ouvidos operadores do descarregamento, motoristas e outras pessoas envolvidas no processo que pudessem contribuir com sua expertise, uma vez que as informações de tempo necessárias não são rastreadas pelo sistema. Assim, de todas as medições na empresa foi considerado que em 55% do tempo o caminhão encontrava-se descarregando, enquanto 30% representavam o tempo de espera para descarregar e os 15% restantes do tempo correspondiam a outras atividades de menor

representatividade tais como entrega da nota fiscal ao recebimento, pesagem, conferência do laudo pela qualidade e análise da qualidade da amostra coletada.

Tabela 4.1 – Medição de tempo na indústria por caminhão

Nº da medição	Medições														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Empresa	430	205	365	115	195	70	175	860	130	400	1440	445	225	280	300
Espera para descarregar	129	62	110	35	59	21	53	258	39	120	432	134	68	84	90
Descarregamento	237	113	201	63	107	39	96	473	72	220	792	245	124	154	165
Outras atividades	65	31	55	17	29	11	26	129	20	60	216	67	34	42	45
Trajetos de ida	150	145	155	160	170	230	155	155	165	150	125	170	170	155	160
Moinho	275	215	155	55	120	20	195	220	75	120	70	85	110	45	60
Trajetos de volta	180	220	230	200	260	610	215	170	230	200	210	220	260	370	465
T Volta MDB- PF	60	90	80	85	75	85	75	65	80	70	100	70	90	135	90
T Volta PF-Vit	120	130	150	115	185	525	140	105	150	130	110	150	170	235	375
Posto Fiscal	45	40	60	40	60	40	60	40	20	50	10	70	120	30	60
Nº da medição	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Empresa	90	105	210	190	80	295	270	550	1440	425	360	145	350	895	540
Espera para descarregar	27	32	63	57	24	89	81	165	432	128	108	44	105	269	162
Descarregamento	50	58	116	105	44	162	149	303	792	234	198	80	193	492	297
Outras atividades	14	16	32	29	12	44	41	83	216	64	54	22	53	134	81
Trajetos de ida	205	140	245	120	160	140	285	160	195	180	150	145	230	150	280
Moinho	120	125	70	70	80	85	190	60	205	130	70	135	115	115	220
Trajetos de volta	220	240	380	190	270	180	250	180	190	280	245	200	200	245	215
T Volta MDB- PF	70	80	70	80	80	70	65	85	90	155	120	85	80	110	75
T Volta PF-Vit	150	160	310	110	190	110	185	95	100	125	125	115	120	135	140
Posto Fiscal	30	30	50	20	30	30	35	30	85	60	50	65	50	85	30
Nº da medição	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	
Empresa	240	390	600	1080	1440	370	290	310	185	320	200	205	165	185	
Espera para descarregar	72	117	180	324	432	111	87	93	56	96	60	62	50	56	
Descarregamento	132	215	330	594	792	204	160	171	102	176	110	113	91	102	
Outras atividades	36	59	90	162	216	56	44	47	28	48	30	31	25	28	
Trajetos de ida	130	160	120	265	120	210	175	135	160	160	140	150	180		
Moinho	110	110	50	140	75	390	635	120	120	135	60	130	110	160	
Trajetos de volta	230	230	190	210	185	210	200	205	230	165	195	255	170	230	
T Volta MDB- PF	70	100	90	70	70	85	90	80	100	70	85	80	75	90	
T Volta PF-Vit	160	130	100	140	115	125	110	125	130	95	110	175	95	140	
Posto Fiscal	30	15	40	40	15	10	45	15	30						

Fonte: Elaborado pela autora

A tabela acima resume o estudo de tempos e movimentos comentado na seção 3.2.2 onde está discriminado o tempo que o caminhão passa em cada local do trajeto de abastecimento de farinha. Na primeira linha está identificado o tempo total que o caminhão passa na indústria, sendo cada unidade de medição um caminhão. Esse tempo é detalhado em outros três: tempo de espera para descarregar, tempo de descarregamento e tempo na realização de outras atividades menores. O tempo de realização do trajeto de ida ao moinho, o tempo de permanência no moinho e o tempo do trajeto de volta à indústria estão em seguida identificados. Este último ainda é dividido entre o tempo de volta do moinho até o posto fiscal e o trajeto restante, do posto fiscal à indústria.

O tempo mais expressivo nos limites da indústria, o de descarregamento, tem uma média de 2 horas, levando em consideração que as bocas de descarregamento da fábrica 1 e da fábrica 2 são idênticas. No entanto, o que foi até então apresentado nesse projeto é que o

tempo de descarregamento na fábrica 2 é superior ao da fábrica 1, possivelmente devido à limitação de uma boca de descarregamento na fábrica 2. O tempo coletado como tempo total de descarregamento na indústria não distingue os tempos das duas fábricas, apresentado dessa forma as duas medições misturadas. Esse cenário aplicado no modelo acarretaria em uma mesma distribuição de probabilidade para os dados do tempo de descarregamento nas duas fábricas, o que não corresponde à situação real. Dessa forma, para diferenciar os tempos utilizou-se o *software* STATISTICA® com o objetivo de agrupar as medições de forma a caracterizar os tempos de descarregamento de cada fábrica. O tipo de distribuição que foi informado no STATISTICA® é calculado pelo Stat::Fit® e a informação é exportada para o ProModel®, que será utilizada posteriormente para definir a lógica de movimentação no modelo dos locais correspondentes.

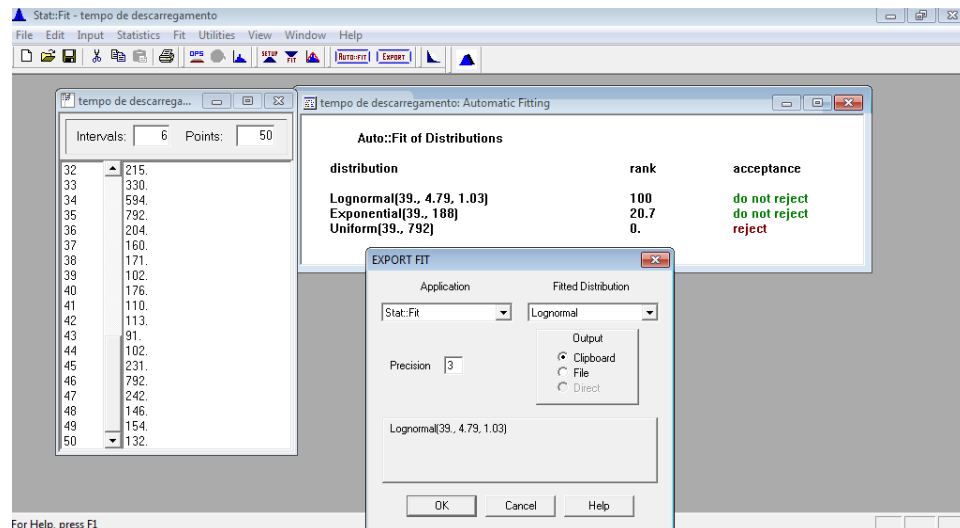


Figura 4.1 – Caracterização do tipo de distribuição do tempo total de descarregamento

Fonte: Stat::Fit

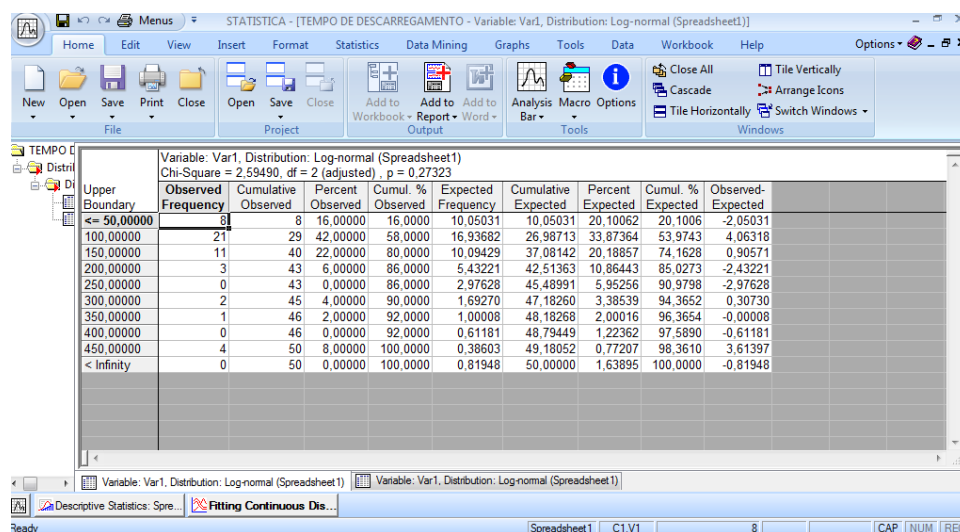


Figura 4.2 – Definição do tempo de descarregamento por fábrica

Fonte: STATISTICA®

A partir da análise fornecida pelo *software*, são definidos três intervalos aleatórios de forma que o primeiro abranja os menores tempos e os dois restantes correspondam ao intervalo de maiores tempos. Ficam assim definidos os tempos de descarregamento da fábrica 1 e fábrica 2, uma média 58 minutos e 195 minutos respectivamente. Essas informações atualizadas também serão utilizadas na lógica de movimentação dos locais correspondentes.

Para o tempo de descarregamento da fábrica 1 tem-se uma distribuição uniforme enquanto o tempo de descarregamento da fábrica 2 corresponde a uma distribuição Lognormal conforme as figuras abaixo ilustram.

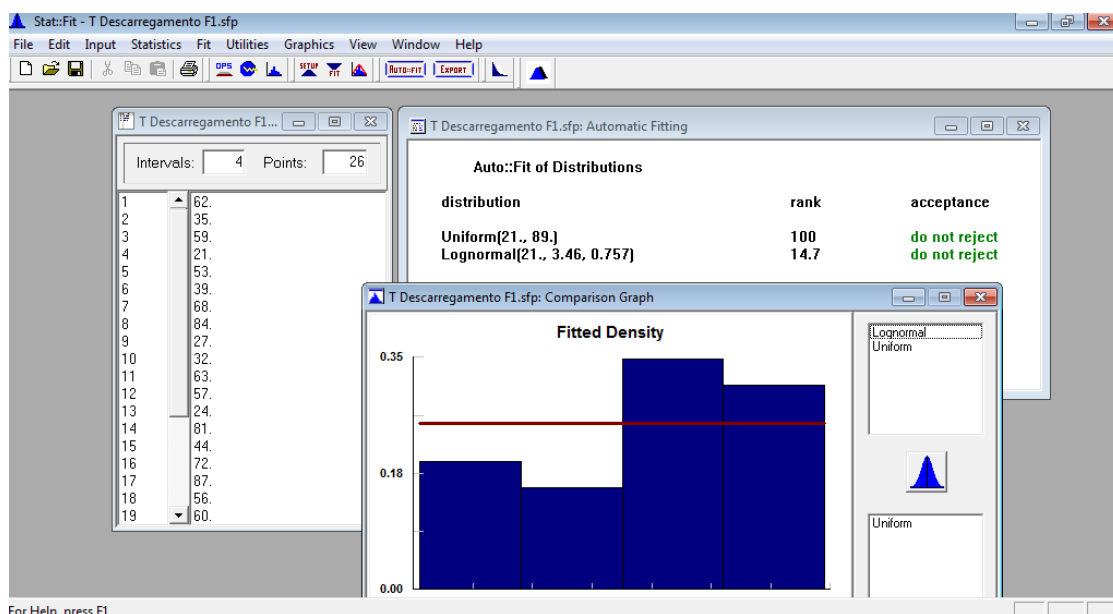


Figura 4.3 – Caracterização do tipo de distribuição do tempo de descarregamento na Fábrica 1

Fonte: Stat::Fit®

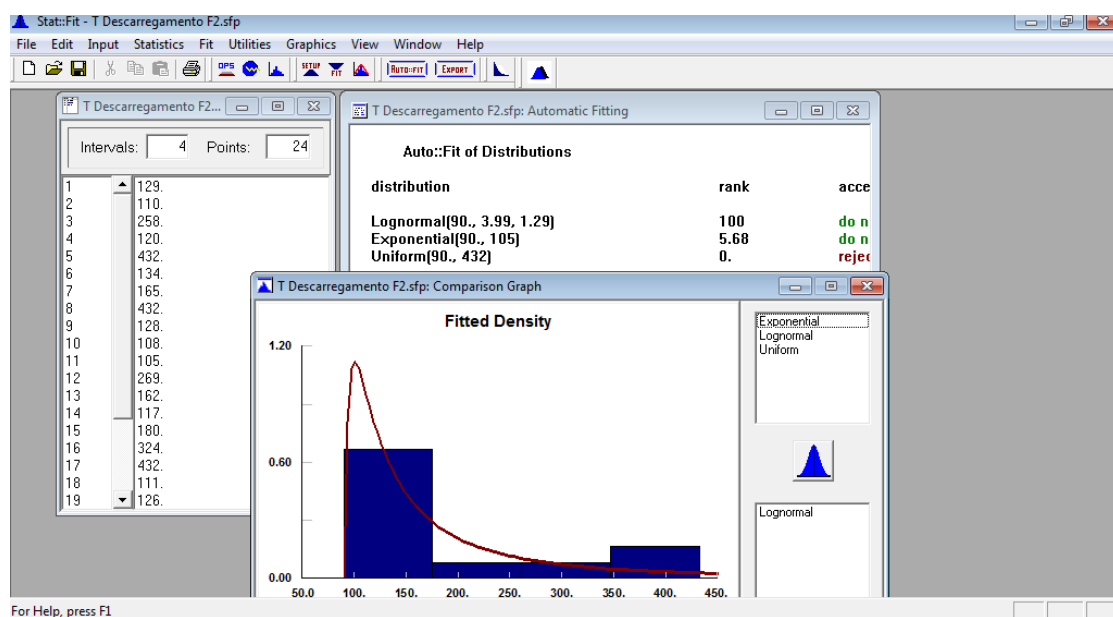


Figura 4.4 – Caracterização do tipo de distribuição do tempo de descarregamento na Fábrica 2

Fonte: Stat::Fit®

4.2 Definição dos principais elementos do modelo

4.2.1 Entidade

Foram identificadas no modelo duas entidades, sendo a principal o caminhão de farinha. É o caminhão que realiza todo o trajeto e é processado no moinho (carregado) e na indústria (descarregado). Considera-se também o motorista como um diferente tipo de gráfico da mesma entidade, que quando solicitado na lógica de operação aparece no modelo, como mostra a figura abaixo os três diferentes gráficos associados à mesma entidade. Como a simulação exige que uma entidade saia do sistema, a segunda entidade, analista, é criada apenas para esse fim.

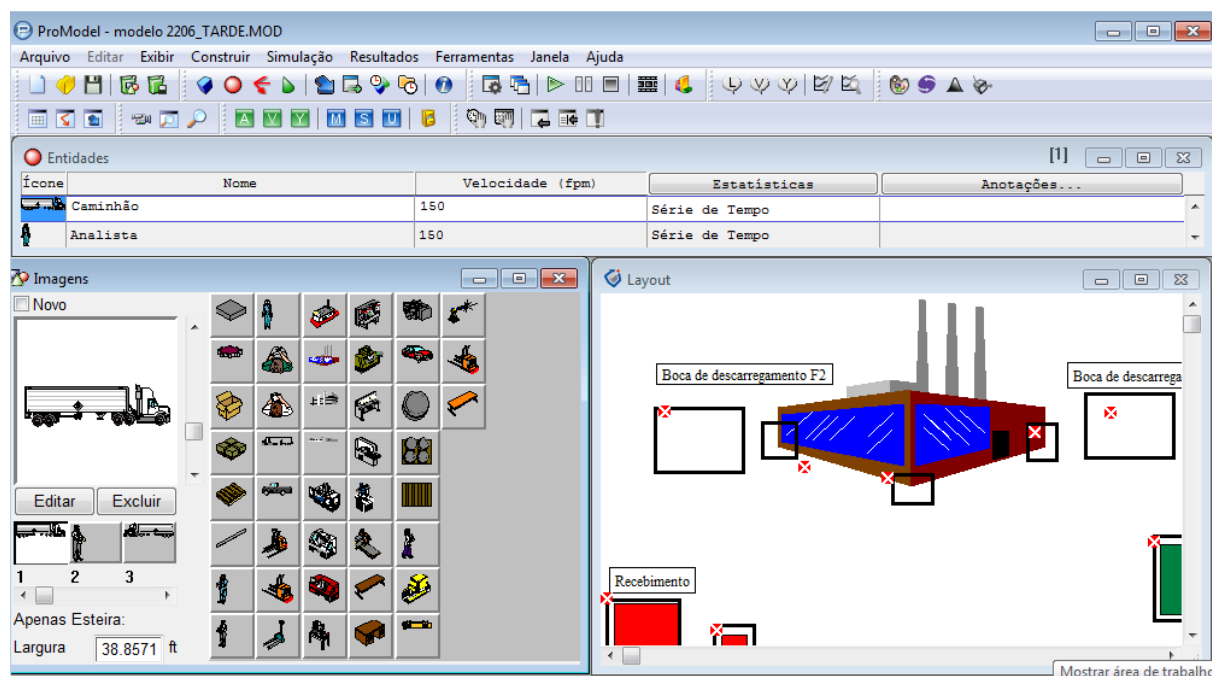


Figura 4.5 – Identificação das entidades no modelo

Fonte: Simulação no ProModel®

4.2.2 Locais

Como dito anteriormente, os locais são aqueles lugares para onde a(s) entidade(s) são encaminhadas para serem processadas. Para cada local são associados: ícone, nome, capacidade, unidade, paradas, estatísticas e regras. Neste modelo foram utilizados os seguintes locais ilustrados na figura 4.7:

- Portaria_Fab: portaria da fábrica por onde entram e saem os caminhões. Sua capacidade é infinita para comportar ocasionais filas aguardando a disponibilidade do recebimento ou da balança, a depender da rota que o caminhão estiver seguindo;

- Recebimento: local na indústria onde é entregue a nota fiscal da mercadoria transportada para ter a entrada do caminhão na fábrica liberada. A capacidade infinita é devido à grande quantidade de funcionários a este tipo de atendimento;
- Balança_Fab: onde ocorre a pesagem do caminhão. A pesagem deve ser feita tanto na entrada quanto na saída da fábrica. Sua capacidade é de apenas uma entidade, por isso pode gerar gargalo no processo;
- Descarregamento_F1: local referente às duas bocas de descarregamento na fábrica 1.
- Descarregamento_F2: local referente à boca de descarregamento na fábrica 2.
- Espera_CarregF1: local de capacidade infinita para onde os caminhões se deslocam caso as bocas de descarregamento da fábrica 1 não estejam disponíveis ou, em rota alternativa, a balança esteja ocupada;
- Espera_CarregF2: local de capacidade infinita para onde os caminhões se deslocam caso a boca de descarregamento da fábrica 2 não esteja disponível ou, em rota alternativa, a balança esteja ocupada;
- Análise_de_Qualidade: local onde ocorre a análise da amostra da farinha retirada do caminho em espera para descarregamento nas duas fábricas;
- Portaria_Moinho: portaria da moinho por onde entram e saem os caminhões. Sua capacidade é infinita para comportar ocasionais filas aguardando a disponibilidade da balança;
- Balança_Moinho: onde ocorre a pesagem do caminhão antes e depois do carregamento. Sua capacidade é de apenas uma entidade, por isso pode gerar gargalo no processo;
- Silo A, B e C: os três locais possuem as mesmas características por serem silos idênticos, com a mesma capacidade de armazenagem e carregamento de 1 caminhão por vez;
- NF_e_Laudos: Recebimento do moinho, responsável pela emissão da nota fiscal e disponibilização do laudo da Qualidade.

Ícone	Nome	Cap.	Unidade	Paradas...	Estatísticas	Regras...	Anotações...
	Recebimento	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Balança_Fab	1	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Descarregamento_F2	1	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Descarregamento_F1	2	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Posto_Fiscal	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Balança_Moinho	1	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	NF_e_Laudo	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Portaria_Fab	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	SiloA	1	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	SiloB	1	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	SiloC	1	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Análise_de_Qualidade	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Portaria_Moinho	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Espera_CarregF2	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	
	Espera_CarregF1	Inf	1	Nenhuma	Série de Temp	O Mais Velho	

Figura 4.6: Locais identificados no modelo

Fonte: Simulação no ProModel®

A regra de decisão para determinada para todos os locais foi “O Mais Velho” que determina que a entidade mais antiga tem prioridade no processo.

4.2.3 Chegadas

As chegadas definem por onde as entidades entram no sistema. No modelo apresentado existe apenas uma chegada, a portaria do moinho, por onde chegam dois caminhões na primeira vez. Considerando que o modelo tem início em uma segunda-feira, dois caminhões amanhecem o dia no moinho e apenas dois partem da empresa para carregamento na Paraíba. A frequência entre chegadas nesse caso é então representada pela distribuição do tempo do trajeto entre a fábrica e o moinho. Essa informação foi coletada no estudo de tempos e movimentos na seção 3.2.2.

4.2.4 Processos

Sendo o processo aquele que define a rota das entidades através do sistema e as operações que ocorrem em cada local para onde elas se direcionam, neste modelo foram identificados quatorze processos, associados à entidade principal. O processo é desenhado no layout por meio de setas que ligam um local a outro, representando a rota de uma determinada entidade. No modelo existem mais de um destino partindo de um local, caracterizando o roteamento múltiplo. Dessa forma, o que diferencia o caminho que o caminhão deve seguir, partindo de um local para diferentes destinos, é a lógica de operação, seguindo também uma regra de roteamento e uma lógica de movimentação, conforme mostra a figura abaixo:

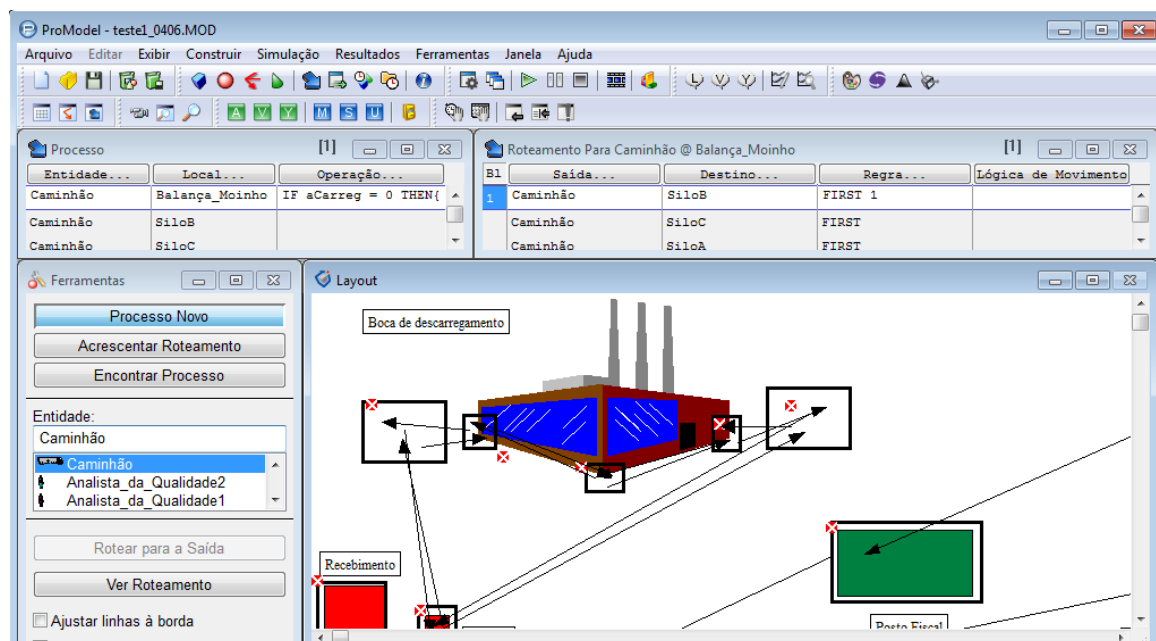


Figura 4.7: Identificação dos processos no modelo

Fonte: Simulação no ProModel®

Nesse momento são utilizadas as variáveis e atributos para construir as lógicas de operação e movimentação. As próximas figuras apresentam as variáveis e atributos utilizados no modelo:

Atributos			
Nome	Tipo	Classificação	Anotações...
aPortaria	Inteiro	Ent	
aCarreg	Inteiro	Ent	
aReceb	Inteiro	Ent	

Figura 4.8: Atributos utilizados no modelo

Fonte:

Variáveis (globais)					
Ícone	Nome	Tipo	Valor Inicial	Estatísticas	Anotações...
Não	vFarinha	Inteiro	1	Série de Temp	Determina tipo de f:
Não	var	Inteiro	0	Série de Temp	
Não	vBalançaM	Inteiro	0	Série de Temp	

Figura 4.9: Variáveis utilizadas no modelo

Fonte:

A construção dos processos descreve o fluxo do processo de abastecimento da farinha: partindo da indústria o caminhão vai diretamente ao moinho e espera na portaria até que a balança seja liberada para pesagem. Em seguida ele segue para o carregamento em um dos três silos. Para o carregamento da farinha foi considerado que o tipo de farinha da qual o caminhão irá se abastecer estará sempre disponível, uma vez que a programação é enviada

com antecedência. Após o carregamento o motorista passa novamente na balança e deve aguardar a emissão da nota fiscal e do laudo de qualidade no recebimento do moinho. Realizadas essas atividades, o caminhão realiza o trajeto de volta à fábrica, lembrando que esse trajeto compreende uma parada no posto fiscal. Ao chegar à fábrica o motorista deve se apresentar ao recebimento da fábrica apresentando a nota fiscal para que a pré-nota seja gerada (é essa informação que é utilizada mensuração do nível de serviço). No caso do abastecimento da farinha o caminhão não aguarda na fila da balança, ele tem prioridade devido à demanda diária do insumo que é elevada. De acordo com o tipo de farinha que o caminhão está abastecido ele segue para a fábrica 1 ou para fábrica 2. O descarregamento, no entanto, não é imediato. O caminhão deve aguardar a disponibilidade da boca de descarregamento. Esse tempo ocioso pode ser ainda agravado por ocasionais entupimentos das tubulações. O descarregamento só ocorre depois que uma amostra da farinha é coletada, analisada e tem sua qualidade atestada pelo setor de Qualidade da empresa. Feito o descarregamento, o caminhão segue para uma nova viagem.

4.3 Resultado da simulação e análise

Após a construção do modelo, a simulação é feita e então se verifica a existência de algum erro de programação e se o modelo realmente representa com veracidade o problema inicial. Deve-se verificar se as entidades foram solicitadas conforme a lógica construída, se todos os locais indicados no processo receberam as entidades para processamento, etc. Isso é possível por meio das ferramentas de análise estatística de que dispõe o ProModel®.

Seguindo a descrição do problema, a simulação começa a partir de 0h de uma segunda-feira quando 2 caminhões amanhecem no moinho e começam o carregamento às 6h e os outros 2 caminhões partem da indústria em direção ao moinho no mesmo horário. O modelo foi rodado por 24 horas para verificar se as oito cargas diárias estavam sendo descarregadas na fábrica e com que eficiência essa atividade era realizada na condição atual de 1 boca de descarregamento na fábrica. Dessa simulação foi possível extrair os seguintes dados ilustrados na figura 4.10:

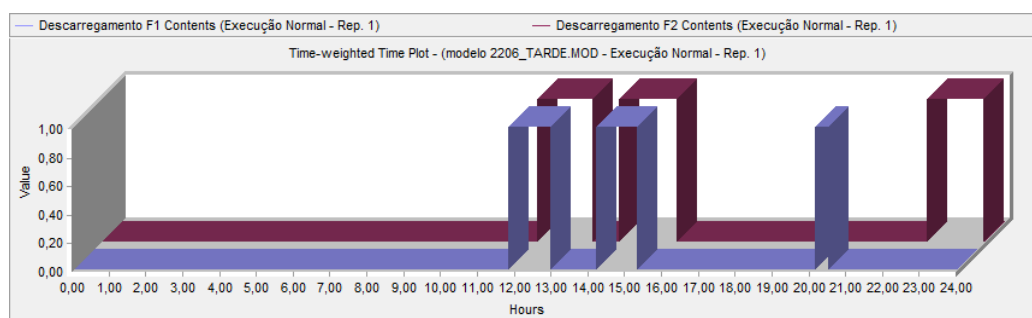


Figura 4.10: Tempo ponderado de descarregamento por fábrica

Fonte: Simulação no ProModel®

No gráfico 4.10 a curva em lilás representa a quantidade de descarregamentos realizados na fábrica 1 durante o dia enquanto a curva roxa representa a quantidade de descarregamentos realizados na fábrica 2. Desse gráfico é possível visualizar que os quatro carregamentos não foram feitos em cada fábrica conforme planejado, apenas três foram realizados em cada fábrica. Isso pode justificar o baixo nível de serviço para a farinha. Uma vez que a programação não é cumprida no 1º dia do mês, as próximas entregas ficarão em atraso, caso não haja nenhuma carga extra para compensar esse déficit.

Vê-se ainda que o tempo de descarregamento na fábrica 2 despende um maior tempo, o que podemos associar à limitação de apenas uma boca de descarregamento nessa unidade. Através desse gráfico também podemos identificar uma oportunidade de melhoria relacionada ao horário de partida dos caminhões, pois vemos que os carregamentos em ambas as fábricas só ocorre a partir de 13hs. Como dois caminhões já amanhecem no moinho, seria interessante antecipar o horário de partida dos caminhões que saem da indústria, para que seja possível atender a programação diária de quatro viagens por caminhão e desviar dos horários de pico a fim de reduzir o tempo de trajeto.

A figura 4.11 mostra um segundo gráfico que apresenta o estado dos locais de múltipla capacidade. Nele vemos que o local destinado à espera do caminhão para descarregar na fábrica 2 está parcialmente ocupado, o que evidencia que a implantação de uma segunda boca de descarregamento nessa fábrica diminuiria ou eliminaria esse tempo ocioso de espera.

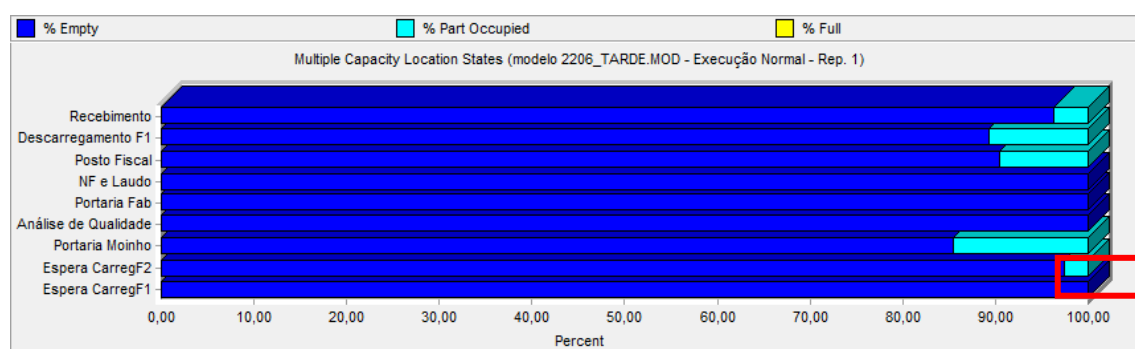


Figura 4.11: Estado dos locais de capacidade múltipla em um horizonte de 1 dia

Fonte: Simulação no ProModel®

No entanto, para justificar a tomada de decisão para mudanças infraestruturais deve-se basear num horizonte de previsão mais longo. O modelo foi então rodado para um horizonte estratégico de um ano. O resultado foi apresentado no formato do gráfico anteriormente apresentado. A figura 4.12 mostra mais uma vez o local destinado aos caminhões que esperam para descarregar na fábrica 2 parcialmente ocupado enquanto não há espera para descarregamento na fábrica 1, pois não existe fila. A taxa de ocupação do local de espera na fábrica 2 é baixa pois são apenas 4 caminhões que descarregam diariamente nessa boca, logo o tempo de espera sobre a duração do dia não é um valor alto.

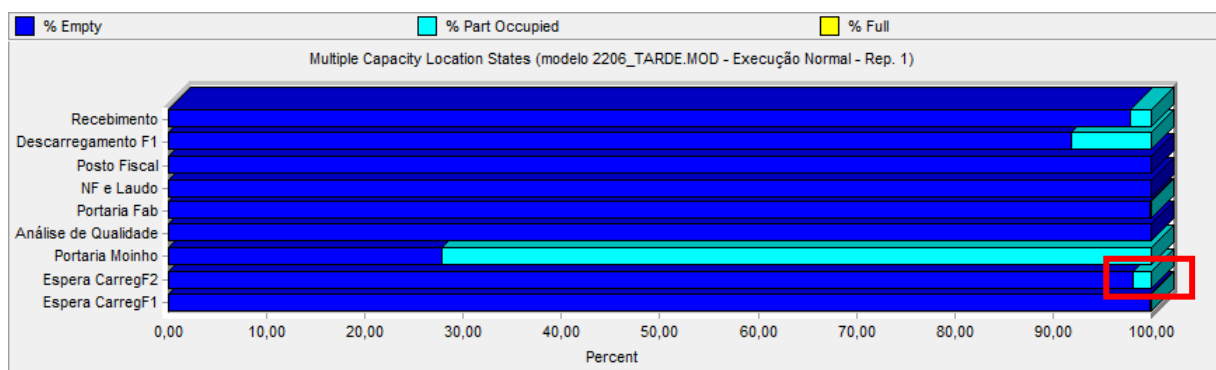


Figura 4.12: Estado dos locais de capacidade múltipla em um horizonte de 1 ano

Fonte: Simulação no ProModel®

Fazendo a suposição que nesse mesmo cenário houvesse duas bocas de descarregamento na fábrica 2, o que podemos chamar de cenário nº2, fica evidenciado através do gráfico 4.13 mostrado abaixo que em um horizonte de previsão de um ano que não existe espera para descarregamento em nenhuma das duas fábricas. No entanto, é possível inferir que os resultados apresentados seriam melhores quando simulados com dados reais do cenário onde exista a maior capacidade de descarregamento, pois os altos tempos utilizados no modelo que determinam o tipo de distribuição e conseqüentemente a lógica de operação referem-se a uma situação de capacidade limitada.

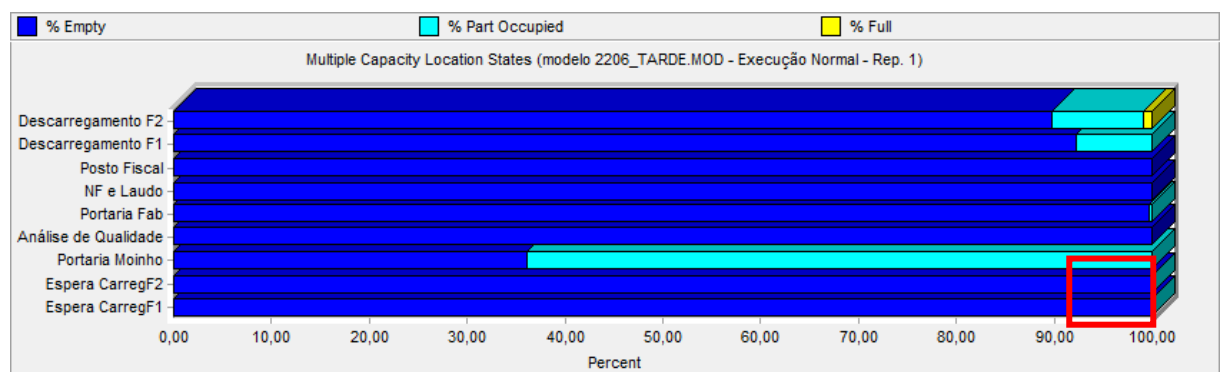


Figura 4.13: Tempo ponderado de descarregamento por fábrica no cenário nº2 em um horizonte de 1 ano

Fonte: Simulação no ProModel®

5 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este trabalho teve como foco analisar o impacto do indicador de nível de serviço em uma organização do setor alimentício através de um estudo de caso onde se propõe aumentar o desempenho do indicador com o auxílio de simulação computacional para justificar as ações propostas.

A justificativa para a realização desse trabalho questiona, primeiramente, a importância do nível de serviço em uma organização. Como visto anteriormente, para Bowersox e Closs (2001), o objetivo central da logística é o de atingir um nível de serviço ao cliente pelo menor custo total possível buscando oferecer capacidades logísticas alternativas com ênfase na flexibilidade, na agilidade, no controle operacional e no compromisso de atingir um nível de desempenho que implique um serviço perfeito e o que implicaria em termos de benefícios ou desafios um bom desempenho do indicador.

Um serviço perfeito nesse caso refere-se à disponibilização das matérias-primas na fábrica de acordo com a quantidade, qualidade e prazos definidos pelo PCP da empresa. A não disponibilidade desses insumos comprometeria o planejamento de produção de toda a fábrica. Dessa forma, um trabalho foi realizado para analisar o desempenho do indicador do nível de serviço no Setor de Compras de Commodities. Por meio de um estudo do processo de abastecimento de farinha ficou visível que o gargalo das atividades se encontrava na empresa.

A própria mensuração do indicador foi questionada e ajustada. Ações de curto prazo também eliminaram alguns problemas de comunicação entre empresa e fornecedor, tal como criação de um canal de comunicação rotineiro. Outras de longo prazo que ainda apontavam a falha de comunicação como uma barreira do bom desempenho do indicador foram tomadas através de análises mais detalhadas. Assim, planilhas de acompanhamento e programação foram criadas de forma que todas as variáveis que pudessem impactar no cumprimento da programação de carregamento das farinhas fossem contempladas e alinhadas entre os dois setores responsáveis: Compras e PCP.

Reconhecendo a eficácia dessas ações, no modelo construído para simular o fluxo de abastecimento da farinha não foram identificados problemas com programação ou comunicação. A programação enviada ao fornecedor não é mais fonte de retrabalho e o tipo de farinha a ser carregado estará sempre disponível nos silos do moinho. No entanto, com essas ações foi vista uma pequena melhora do indicador do nível de serviço, passando de 58,8% de média em janeiro para 63,2% em abril.

Esse resultado indica que uma ação estrutural deve ser tomada. Essa ação estrutural, a implantação de uma segunda boca de descarregamento na fábrica 2, foi proposta no plano de

ação como forma de projeto, uma vez que depende de grandes investimentos e da Engenharia da empresa. A simulação computacional teve como objetivo então justificar o projeto de instalação de uma segunda boca de descarregamento na fábrica 2, unidade onde está estocado um maior volume de farinha inclusive.

O objetivo geral desse trabalho foi alcançado. A simulação computacional foi utilizada para analisar o nível de serviço da empresa em questão. No entanto, algumas dificuldades foram encontradas durante o desenvolvimento do trabalho, tal como a ausência de registros do tempo gasto na realização de cada atividade dentro da empresa. As reuniões com funcionários de outros setores da empresa também encontrou dificuldades, pois as pessoas envolvidas no projeto já possuíam rotinas diferentes, sendo então difícil priorizar os momentos para as reuniões onde todos estivessem disponíveis.

Os ganhos financeiros resultantes do trabalho de melhoria são de difícil mensuração, porém outros ganhos não-financeiros foram alcançados como melhor relacionamento com o fornecedor, melhor controle do estoque, facilidade do planejamento de compras e ausência de ruptura da produção por falta de insumo. Ficou evidente por meio desse trabalho a importância da etapa de planejamento de um projeto e a aplicação do PDCA para o alcance da meta no prazo previamente determinado de forma estruturada e disciplinada. Da mesma forma importante foi a interação entre os diversos setores envolvidos no problema, cada um contribuindo com sua expertise na resolução de um problema comum. Mais uma vez é solicitada a idéia de que dentro de uma organização existe a relação de cliente-consumidor entre os próprios departamentos e a manutenção de um bom relacionamento é benéfica para todos.

Ainda no contexto da análise do problema, as ferramentas da Qualidade tiveram grande importância no sentido de direcionar as ações para os subproblemas que trariam um resultado mais rápido, justamente por serem a causa mais expressiva. Isso é possibilitado pela utilização do Diagrama de Pareto, por exemplo. Outra ferramenta como o brainstorming auxiliou a encontrar as causas primárias, estimulando a geração de idéias com pessoas de diferentes áreas relacionadas ao problema, enriquecendo assim a análise e promovendo o trabalho em equipe.

Tendo sido utilizada como uma ferramenta complementar ao projeto, a simulação computacional foi fundamental para o estudo do processo de abastecimento da matéria-prima como também para avaliar o impacto dos dois cenários sugeridos para problema no indicador de nível de serviço. A simulação pode ser aplicada em diferentes tipos de situação-problema. Da mesma forma outros tipos de *software* também podem ser utilizados. Logo, para um

melhor entendimento sobre a utilização do ProModel® ou outros tipos de simuladores é sugerida ao leitor uma pesquisa mais específica sobre o assunto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, SÍLVIO. *Integração das Ferramentas da Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma*. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 2002.

BALLOU, RONALD H. *Logística Empresarial: Transportes, Administração de Material e Distribuição Física*. 1ª Ed, São Paulo: Atlas, 2008.

BANKS, J.; CARSON, J. S. *Discrete-event System Simulation: international series in industrial and system engineering*. New Jersey: Prentice Hall, 1984.

BERTRAND, J. W. M.; FRANSOO, J. C. *Modeling and Simulation: Operations management research methodologies using quantitative models*. International Journal of Operations & Production Management, v. 22. n.2. p. 241-264, 2002.

BRASSARD, M. *Qualidade: ferramentas para uma melhoria contínua*. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1992.

BOWERSOX, DONALD J.; CLOSS, DAVID J. *Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento*. São Paulo: Atlas, 2001.

CAMPOS, V.F. *TQC: controle da qualidade total*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1992.

CORRÊA, H. L.; GIANESI, I. G. N.; CAON, M. *Planejamento, Programação e Controle da Produção MRP II/ERP: Conceitos, Uso e Implantação*. Editora Atlas, 4ª Edição, 2001.

DELLARETTI, O. F. *As sete ferramentas do planejamento da qualidade*. Belo Horizonte: Fundação Cristiano Ottoni, 183 p. 1996.

HESKETT, J. L. *Controlling Customer Logistics Service*. International Journal of Physical Distribution, v.1, nº3, p. 140-145, 1971.

ISHIKAWA, K. *Controle de qualidade total: à maneira japonesa*. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

JURAN, J.M; GRYNA, F. M. *Controle da Qualidade- Conceitos, Políticas e Filosofia da Qualidade*. Makron, McGraw-Hill: São Paulo, 2001.

LAW, A. M. & KELTON, W. D. *Simulation Modelling & Analysis*. NY: McGraw-Hill Books, Second Edition, 1991.

LOBÃO, E. C.; PORTO, A. J. V. *Proposta Para Sistematização de Estudo de Simulação*. Escola de Engenharia de São Carlos – EESC/USP; São Paulo, 1996.

LOPES, P. A. *Probabilidades & Estatística*. 1. ed. Rio de Janeiro: R&A, 1999, 174 p.

MARIA, A. *Introduction to modeling and simulation*. In: WINTER SIMULATION CONFERENCE, 1997.

MARIANI, C.A. *Gestão pela Qualidade e Produtividade*. Curso de Graduação em Administração. Apucarana: FAP, 2005.

MOREIRA, C. M. (2001) - Estratégias de Reposição de Estoques em Supermercados: Avaliação por meio de simulação. Dissertação (Mestrado em Eng. Produção) Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

PALADINI, EDSON PACHECO. *Gestão da Qualidade: teoria e prática*. 2ª Ed, São Paulo: Atlas, 2004.

PEDGEN, C. D., SHANON, R.E., e SADOWSKY, R. *Introduction to Simulation Using*. SIMAN, McGraw-Hill, 1990.

PICKOVER, C. A. *Computers and the Imagination*. New York: St. Martin's Press, 1991.

PROMODEL

Disponível em: www.ProModel.com

Acesso em 20 de maio de 2010.

SASHKIN, M. KISER, K. J. *Gestão da qualidade total na prática*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

SILVA, D.C. *Metodologia de Análise e Solução de Problemas*. Curso de especialização em Qualidade Total e Marketing Florianópolis: Fundação CERTI.UFSC, 1995.

SILVA, E. L. D; MENEZES, E. M. *Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação*. 3º Ed. Florianópolis: UFSC, 2005.

VIEIRA, G.E. *Uma revisão sobre a aplicação de simulação computacional em processos Industriais*. XIII SIMPEP – Bauru, SP, novembro de 2006.

WERKEMA, M.C.C. *As ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos*. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.