

ALLAN BONIFÁCIO KLEIN

**INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO
DE PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA QUE ATUA COM
BASE EM PROJETOS**

**Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do
Diploma de Engenheiro de Produção.**

**São Paulo
2004**

ALLAN BONIFÁCIO KLEIN

**INTRODUÇÃO DE UM SISTEMA DE PLANEJAMENTO
DE PRODUÇÃO EM UMA EMPRESA QUE ATUA COM
BASE EM PROJETOS**

**Trabalho de Formatura apresentado à
Escola Politécnica da Universidade de
São Paulo para a obtenção do
Diploma de Engenheiro de Produção.**

**Orientador :
Prof. Miguel Cezar Santoro**

**São Paulo
2004**

DEDICATÓRIA

A minha família, meus pais, Vilma e Didier, e minha irmã, Sylvie, que me acompanharam durante toda essa longa jornada, me ajudando nos momentos difíceis e vibrando comigo a cada nova conquista.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Miguel Cezar Santoro, que com sua experiência, competência e conhecimento, me guiou durante este trabalho, não apenas como orientador, mas também como um grande amigo.

A Sidel do Brasil, em especial ao Gerente Industrial, Airton Aliotto, pela confiança depositada, liberdade atribuída, a colaboração e amizade durante todo o período em que o estagio e o trabalho estava sendo realizado.

A todos os meus amigos e colegas da faculdade, tanto os da produção como dos outros cursos. Vocês transformaram esses anos em uma época maravilhosa, a qual já estou com saudades. Aqui não éramos apenas companheiros de curso, éramos cúmplices no crescimento e amadurecimento de cada um, passando por momentos mágicos que serão lembrados por toda a minha vida.

Aos professores da Escola Politécnica, pelo empenho e determinação com que transformam jovens estudantes em engenheiros fadados para o sucesso.

Ao demais funcionários da Escola Politécnica, que trabalhando nos bastidores, tornam possíveis a realização dos sonhos de cada estudante que permeia a escola, como o fizeram comigo.

RESUMO

O Trabalho de Formatura apresentado tem como objetivo principal criar um sistema de Planejamento e Controle de Produção em uma empresa na qual a produção é baseada em projetos.

Para isso, foram estudados os conceitos de planejamento e controle da produção e gerenciamento de projetos, buscando avaliar a situação atual da empresa e determinar quais seriam as principais mudanças que deveriam ser inseridas no sistema criado.

Ao termino desse trabalho, o sistema estava em início de implantação, mostrando já alguns resultados positivos de sua utilização, como a redução de horas extras e a visão geral da produção para ser usada como ferramenta comercial na negociação de novos projetos.

Observando os resultados obtidos, pode-se avaliar que os objetivos do trabalho foram alcançados, proporcionando um sistema que trouxe melhorias para a empresa.

ABSTRACT

The presented report as objective main to create a system of Planning and Control of Production in a company in which the production is based on projects.

For this, the planning and control of the production concepts had been studied and also the management of projects, searching to evaluate the current situation of the company and to determine which would be the main changes that would have to be inserted in the new system.

In the finish of this report, the system was in the beginning of implantation, showing already some positive results of its use, as the reduction of overtime and the general vision of the production, to be used as commercial tool in the negotiation of new projects.

Analysing this results, it can be evaluated that the objectives of the report had been reached, providing a system that brought improvements for the company.

SUMÁRIO

1. A EMPRESA.....	1
1.1. Introdução.....	1
1.2. Histórico da Empresa.....	1
1.3. Sidel do Brasil.....	3
1.4. Estrutura Organizacional da Sidel do Brasil.....	4
1.5. O Estágio.....	4
1.6. Objetivos do Trabalho.....	5
2. AS SOPRADORAS.....	7
2.1. Introdução.....	7
2.2. O Produto.....	7
2.3. Processo Produtivo.....	10
2.4. Principais Clientes.....	11
2.5. Principais Concorrentes.....	12
3. SISTEMA ATUAL DA EMPRESA.....	14
3.1. Introdução.....	14
3.2. Demanda Atual.....	14
3.3. Planejamento Atual.....	17
4. REVISÃO TEÓRICA.....	19
4.1. Introdução.....	19
4.2. Gerenciamento de Projetos.....	19
4.2.1. Temporário.....	20
4.2.2. Resultado Único.....	21
4.2.3. Elaboração Progressiva.....	21
4.3. Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP).....	22
4.3.1. Tipos de Produção.....	24
4.4. Planejamento e Programação de Projetos.....	25
4.4.1. Caracterização Física da Produção de Projetos.....	25
4.5. Gerenciamento do Prazo do Projeto.....	26
4.5.1. Definição das Atividades :.....	26
4.5.2. Seqüenciamento das Atividades :.....	27
4.5.3. Estimativa da Duração das Atividades.....	30
4.5.4. Desenvolvimento do Cronograma.....	33
4.5.5. Controle do Cronograma.....	39
5. SOLUÇÃO PROPOSTA.....	42
5.1. Introdução.....	42
5.2. A Solução.....	42
5.3. O Software.....	44
5.3.1. Software Escolhido.....	44
5.3.2. Utilização do Software.....	45
5.4. Método de Implementação.....	47
5.4.1. Mapeamento das Atividades.....	47
5.4.2. Determinar as Durações e Recursos Utilizados em cada Atividade ..	52

5.4.3.	Montar Rede Padrão.....	53
5.4.4.	Montar Rede Especifica.....	58
5.4.5.	Montar Rede Mestre.....	60
5.4.6.	Reestruturar a Rede.....	61
6.	EXEMPLO DE APLICAÇÃO.....	64
6.1.	Introdução.....	64
6.2.	Criando as Redes Especificas.....	64
6.3.	Inserindo os Projetos na Rede Mestre.....	69
6.4.	Replanejando os Projetos.....	69
6.5.	Acompanhamento dos Projetos.....	74
6.6.	Resultados Obtidos.....	74
7.	CONCLUSÕES.....	76
7.1.	Introdução.....	76
7.2.	Dificuldades Enfrentadas.....	76
7.3.	Objetivos Alcançados.....	78
7.4.	Análise Crítica sobre o Trabalho.....	79
8.	BIBLIOGRAFIA.....	80
9.	ANEXOS.....	81

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Países em que a Sidel está presente.....	1
Figura 1.2 – Estrutura do Grupo Tetra Laval.....	3
Figura 1.3 – Organograma da Empresa – Elaborado pelo autor.....	4
Figura 2.1 – Sopradora SBO 2F	8
Figura 2.2 – Sopradora SBO PM	9
Figura 2.3 – Sopradora SBO MM	10
Gráfico 2.1 – Market Share das Sopradoras no Brasil - 2002.....	13
Gráfico. 3.1 – Tipo de máquinas X Saídas (200 – 2004).....	15
Gráfico. 3.2 – Tipo de máquinas X Saídas (2004)	15
Gráfico. 3.3 – Quantidade de máquinas PM (200 – 2004).....	16
Gráfico. 3.4 – Quantidade de máquinas MM (200 – 2004).....	16
Gráfico. 3.5 – Quantidade de máquinas 2 F(200 – 2004)	16
Gráfico. 3.6 – Quantidade de máquinas outras(200 – 2004)	17
Figura 4.1 – Diagrama de Blocos – Extraído da PMBOCK.....	29
Figura 4.2 – Diagrama de Flechas – Extraído do PMBOCK.....	29
Figura 4.3 – Exemplo de Gráfico PERT – Extraído do PMBOCK.....	36
Figura 5.1 – Estrutura da Solução – Elaborado pelo autor.....	43
Gráfico 5.1 -Gantt PM Padrão	56
Gráfico 5.2 - Gantt MM Padrão.....	57
Gráfico 6.1 - Gantt PM Rede Especifica	66
Gráfico 6.2 - Gantt MM Rede Especifica	68
Gráfico 6.3 – Gantt PM Replanejado.....	72
Gráfico 6.4 – Gantt MM Replanejado.....	73

Em 1965, com o sucesso na fabricação das máquinas de sopro, é criada a empresa Sidel SA, que tinha como objetivo a exportação das máquinas de sopro e os equipamentos relacionados a elas.

No ano de 1972, a empresa é adquirida completamente pela Pont à Mousson SA, e até o final dos anos 70 ela fabrica máquinas de extrusão-sopro para a fabricação de garrafas em PVC e PEHD, direcionadas ao mercado de bebidas sem gás.

Em 1980, a Sidel fabrica sua primeira máquina de sopro de garrafa PET que permite acondicionar líquidos com e sem gás.

No ano de 1984 a Sidel lança um programa sustentado de inovações em PET. É criada a primeira filial internacional, nos Estados Unidos.

Em 1987 a empresa é recomprada por sete de seus funcionários.

No ano de 1989 começam as aquisições de filiais que complementam a atividade de embalagem e acondicionamento. É nesse mesmo ano que a filial brasileira é criada, na cidade de São Paulo.

Em 1993 a empresa é introduzida na Bolsa de Valores de Paris

No ano de 1998 ocorre o lançamento da segunda geração de equipamentos, denominada série 2.

Em 1999 surge o lançamento da tecnologia ACTIS, que permite o envase de cerveja em garrafas PET.

No ano de 2002 a Sidel foi comprada pelo grupo Tetra Laval, já detentora das empresas “Tetra Park” e “De Laval”, empresas também atuantes no mercado de embalagens.



Figura 1.2 – Estrutura do Grupo Tetra Laval

1.3. Sidel do Brasil

A Sidel do Brasil foi criada no ano de 1989, na cidade de São Paulo.

Na época era composta de 3 funcionários e tinha como principais objetivos vender os equipamentos franceses no Brasil e na América do Sul, prestar serviços de assistência técnica e desenvolver possíveis fornecedores.

O mercado de embalagens apresentava-se em um momento de carência relacionado ao uso de embalagens PET, sem empresas que impulsionassem este mercado. Aproveitando-se desse fator, a Sidel conseguiu explorar essas carências, introduzindo toda a sua tecnologia e entrando fortemente no mercado nacional, tornando-se sinônimo de embalagem PET.

Iniciou-se assim um processo de substituição das garrafas de vidro por garrafas PET, principalmente no ramo dos refrigerantes e produtos isotônicos, como águas e sucos em geral.

A alta demanda das máquinas Sidel fez com que a filial brasileira se desenvolvesse e inicia-se o processo de fabricação das máquinas em território nacional, sendo uma das duas únicas filiais da Sidel que fabricam as máquinas de Sopro, além da matriz francesa apenas a filial situada na Malásia também atua na fabricação de Sopradoras.

1.4. Estrutura Organizacional da Sidel do Brasil

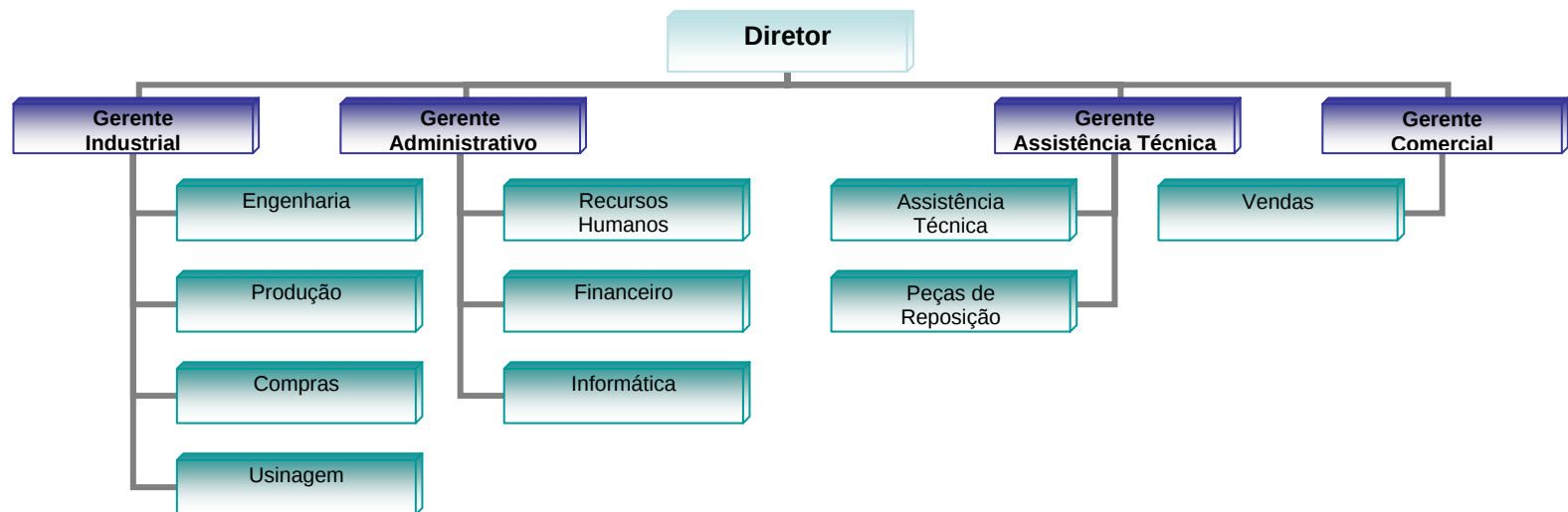


Figura 1.3 – Organograma da Empresa – Elaborado pelo autor

1.5. O Estágio

O estagiário foi contratado no mês de dezembro de 2003 para atuar juntamente com o gerente industrial. A principal função que o estagiário desenvolveria na empresa seria elaborar um sistema de planejamento de produção para a fabricação das máquinas, visando melhorar um ponto constantemente apresentava problemas para a empresa.

Ligado diretamente ao gerente industrial, o estagiário atuava com o departamento de Engenharia, Produção, Compras e Usinagem, visto que a empresa não apresentava um departamento específico de PPCP.

Devido a área em que o estágio estava sendo realizado, foi definido o tema do trabalho de formatura, podendo assim o estagiário retratar no trabalho todo desenvolvimento que realizava na empresa.

Nos primeiros meses de trabalho, a preocupação era diagnosticar a empresa, relacionado assim os pontos fortes e fracos e os problemas que a falta de planejamento ocasionavam na Sidel do Brasil. Um amplo levantamento de dados também foi realizado, visando compreender todas as etapas do processo produtivo, apresentando assim condições para criar um sistema de planejamento que fosse eficiente e eficaz para a empresa.

Até o termino do Trabalho de Formatura, apesar de não ter sido implantado em totalidade, os resultados parciais apresentavam grandes melhorias em relação as praticas aplicadas anteriormente na empresa.

1.6. Objetivos do Trabalho

O principal objetivo deste trabalho é a introdução de um sistema de planejamento de produção para a Sidel, auxiliando a empresa na produção das sopradoras e corrigindo os problemas que a falta de planejamento causa dentro da empresa.

O sistema a ser desenvolvido terá como seus objetivos principais planejar e controlar todos os projetos vigentes na empresa. Cada máquina é considerada um projeto diferente, portanto o sistema deverá considerar essa particularidade da empresa quando estiver em funcionamento.

Este trabalho visa retratar todo o desenvolvimento do sistema proposto, iniciando na busca por informações e a avaliação da situação local, onde foi percebido os problemas apresentados pela empresa e registrada a necessidade de um sistema de planejamento da produção, passando por todo o desenvolvimento e aplicação do sistema proposto, e avaliando também os resultados iniciais da utilização da nova ferramenta dentro da empresa.

2. AS SOPRADORAS

2.1. Introdução

Este capítulo tem por objetivo apresentar as máquinas sopradoras, produto que a Sidel fabrica e será alvo de estudo nesse trabalho. Dessa maneira, serão apresentadas as características básicas das máquinas, seu processo produtivo e algumas informações a respeito do mercado em que elas estão inseridas, destacando os principais clientes e concorrentes.

2.2. O Produto

As Sopradoras são máquinas utilizadas por diversas indústrias para a confecção das embalagens PET.

Através de um processo de aquecimento e sopro, pequenas preformas constituídas de material PET são transformadas em garrafas de PET de acordo com um molde em que a preforma é soprada.

Devido a características específicas determinadas pelos clientes, cada máquina produzida dentro da Sidel apresenta aspectos únicos, o que as qualifica como projetos diferentes no momento em que é realizado a produção das mesmas.

Porém, apesar das diferenças apresentadas, é possível dividir os diversos tipos de máquinas em determinadas famílias, onde dentro dessas famílias as máquinas apresentam poucas diferenciações entre elas. É importante lembrar que não existe uma máquina igual a outra, porém existem máquinas bem similares.

A Sidel produz máquinas que podem ser divididas em 4 famílias, sendo elas as seguintes :

- SBO 2F : as máquinas SBO 2F são sopradoras da serie 1, sendo uma das primeiras máquinas a serem produzidas na Sidel Brasil. Apesar de não apresentar a tecnologia top de linha para o mercado, a SBO 2F apresenta qualidades que atraem pequenos e médios clientes, cuja produção não é demasiadamente grande.

Essa máquina é uma máquina pequena, contando apenas com dois postos de sopragem, ou seja, dois moldes que sopram simultaneamente garrafas na máquina. A capacidade de sopragem desse tipo de máquina é de 1.200 garrafas por hora por molde .



Figura 2.1 – Sopradora SBO 2F

- SBO PM : as máquinas PM (Petit Machine) já são máquinas referentes a série 2, apresentando a tecnologia top de linha em relação as sopradoras. Essas máquinas podem comportar de 4 a 8 postos de sopragem, o que significa que elas possuem a capacidade de soprar até 8 garrafas simultaneamente.

Essa máquina é considerada como pequena, pois seu forno é acoplado a roda, formando um conjunto único, diferentemente do que acontece com as sopradoras MM (Moyen Machine) e GM (Grand Machine) (que não é produzida no Brasil).



Figura 2.2 – Sopradora SBO PM

- SBO MM : as máquinas MM (Moyen Machine) também são máquinas referentes a série 2, apresentando a tecnologia top de linha em relação as sopradoras. Essas máquinas podem comportar de 10 a 14 postos de sopragem, o que significa que elas possuem a capacidade de soprar até 14 garrafas simultaneamente.

Diferentemente das máquinas PM, essa máquina possui o forno alocado lateralmente sobre a máquina. Seus principais clientes são as grandes empresa, que possuem uma alta produção seriada.



Figura 2.3 – Sopradora SBO MM

- Outras : as máquinas catalogadas como outras representam as máquinas da série 1, exceto as SBO 2F, que foram substituídas pelas máquinas da série 2. Também aqui estão catalogadas máquinas especiais, que fogem aos padrões para atender clientes muito específicos, onde os projetos sofrem grandes alterações, não podendo ser enquadrado em nenhuma família existente.

As máquinas são vendidas principalmente para indústrias dos ramos alimentícios e farmacêutico, porém eventualmente um outro ramo da indústria pode adquirir a máquina.

2.3. Processo Produtivo

O processo produtivo das sopradoras é baseado em um processo de montagem, onde diversos subconjuntos são adquiridos de diversos fornecedores e montados na Sidel do Brasil, surgindo assim a máquina sopradora.

Ao chegarem na Sidel do Brasil, as diversas peças são montadas em subconjuntos, que após são montados na estrutura das máquinas um a um compondo assim a máquina.

A empresa possui um departamento de usinagem, que é utilizado principalmente na confecção dos cames, que são peças que tem como função orientar o deslocamento das diversas partes da máquina, proporcionando a mesma a realizar procedimentos como a abertura e o fechamento dos moldes, o travamento e destravamento, o movimento da haste de elongação e o próprio dispositivo de segurança da máquina.

Existe também um setor de pintura, que tem como principal função pintar alguns subconjuntos antes que os mesmos sejam encaminhados para a montagem na máquina.

Devido a esse caráter de empresa montadora, é importante que a empresa apresente um bom gerenciamento de estoque para que não ocorram problemas devido a falta de peças necessárias em determinado momentos, paralisando o andamento da máquina em montagem.

A Sidel apresenta diversas políticas de estoque, sempre baseadas em qual tipo de material, qual o grau de utilização e importância que ele assume nos projetos, avaliando ainda o risco das peças em estoque se tornarem obsoletas e ocasionarem um custo desnecessário.

2.4. Principais Clientes

Os principais compradores das máquinas produzidas pela Sidel são empresas atuantes no mercado de bebidas e no mercado de alimentos. A Sidel atua fortemente em três segmentos de mercado : bebidas gaseificadas, água e óleo.

As bebidas gaseificadas, como refrigerantes, representam a maior parte dos clientes da Sidel, apresentando em seu portfólio empresas como a Coca-cola, Ambev, Schin, entre outras.

O setor de água também consome boa fatia dos clientes da Sidel, apresentando clientes como Nestlé, Coca-cola, Ambev.

Os principais clientes da Sidel em relação as máquinas destinadas a produção de garrafas para o acondicionamento de óleo são a Unilever, Bunge e Cargill.

Devido a ser a única planta da empresa localizada no continente americano, a Sidel realiza muitas exportações, atendendo todo o mercado americano, com máquinas vendidas desde os Estados Unidos, países da América Central e os vizinhos do Brasil na América do Sul.

2.5. Principais Concorrentes

A Sidel do Brasil é líder mundial no mercado de sopradoras, também sendo detentora das tecnologias mais avançadas na produção de garrafas PET. As máquinas atuais apresentam uma cadência de 1.600 garrafas por hora por molde, o que significa que uma máquina MM, por exemplo, que apresente 10 moldes produziria 16.000 garrafas PET em uma hora. A Sidel é a única empresa que possui essa tecnologia, que vem em constante desenvolvimento, proporcionando mudanças constantes em suas máquinas.

Essas mudanças constantes também ajudam a classificar a produção de máquinas como um projeto, sendo cada máquina diferente de uma máquina já produzida.

No Brasil a Sidel também é líder de mercado, com 64% do market share, porém não é a única empresa a produzir sopradoras instalada no país. Existem 4

grandes concorrentes da Sidel, que geralmente concorrem no preço das máquinas, que apresentam uma tecnologia inferior as máquinas produzidas pela Sidel.

Os principais concorrentes da Sidel são :

- SIG Plásticos (20% do mercado);
- SIPA (5% do Mercado);
- Mag Plásticos (2% do Mercado);
- Krones (2% do Mercado);
- Multipet (2% do Mercado).

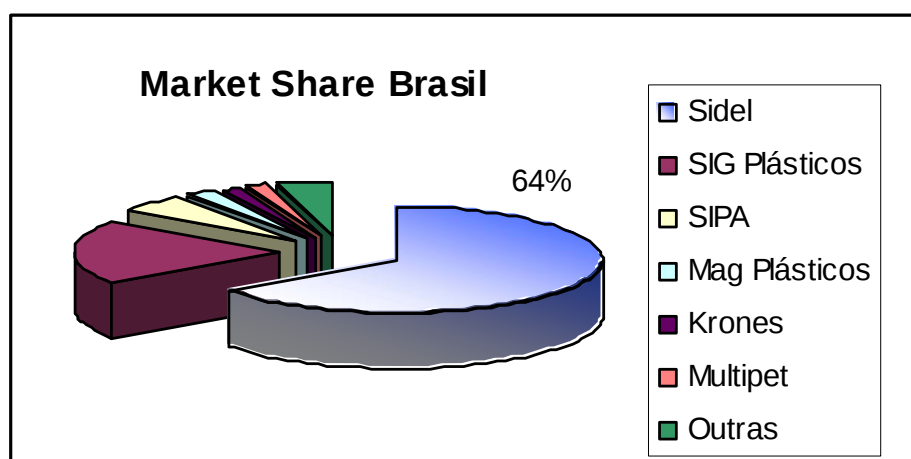


Gráfico 2.1 – Market Share das Sopradoras no Brasil - 2002

3. SISTEMA ATUAL DA EMPRESA

3.1. Introdução

Este capítulo tem por objetivo apresentar como a empresa vem trabalhando, como ela vem se comportando nos últimos anos em relação a questões como planejamento, a demanda das máquinas, o modo como as informações são tratadas dentro da empresa, o gerenciamento do estoque e a administração da Sidel.

Levantando esses diversos fatores, o capítulo se encerra relacionando os problemas levantados dentro da Sidel, os pontos que podem ser melhorados através da realização das soluções propostas nesse Trabalho de Formatura.

3.2. Demanda Atual

Como já comentado no capítulo anterior, as sopradoras são encaradas como projetos, cada qual diferente de uma anterior. Porém, podemos catalogar as máquinas em alguns grupos, cujo as diferenças entre elas dentro do grupo são mínimas, cerca de 10% das máquinas. Com isso, podemos fazer uma análise da demanda desses grupos específicos, auxiliando assim na escolha das primeiras máquinas a serem estudadas.

Para essa análise, foi escolhido o período que se inicia no ano de 2000 e encerra-se no ano vigente, 2004. O ano de 2000 foi escolhido como ano inicial para análise pois já considera as sopradoras da série 2, que foram lançadas em 1998, sendo que os anos de 1998 e 1999 foram anos de transição das empresas, que estavam adquirindo equipamentos com tecnologia mais avançada, substituindo o foco da demanda para as máquinas da série 2. A partir do ano de 2000, podemos fazer uma análise da demanda incluindo as máquinas da série 2, que praticamente substituíram a demanda das máquinas série 1, quase não comercializadas atualmente.

Relacionando as máquinas em 4 categorias (2F , PM , MM e Outras – que inclui as máquinas série 1 e máquinas especiais), foi possível relacionar a demanda de cada tipo de máquina no período estudado, como pode ser observado nos gráficos a seguir :

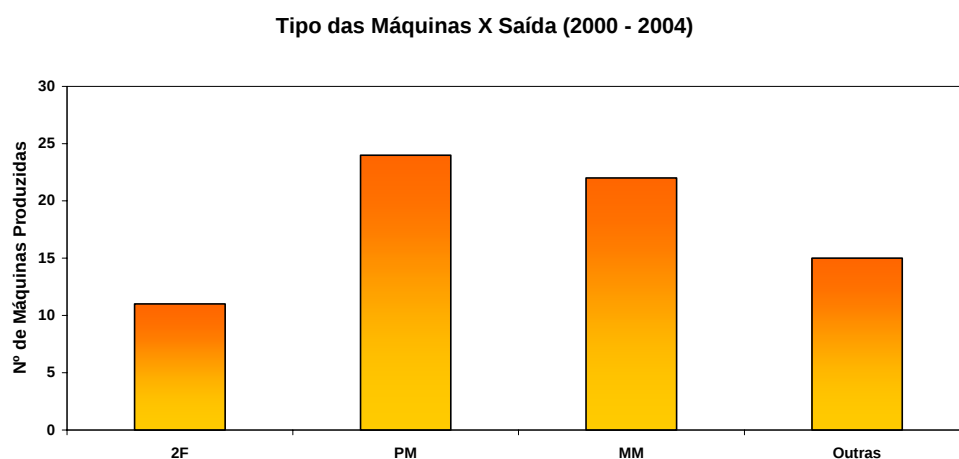


Gráfico. 3.1 – Tipo de máquinas X Saídas (200 – 2004)

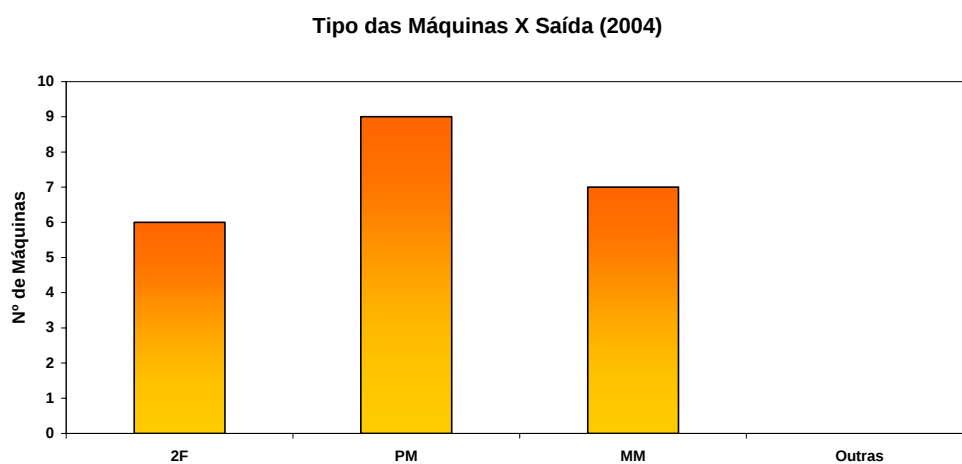


Gráfico. 3.2 – Tipo de máquinas X Saídas (2004)

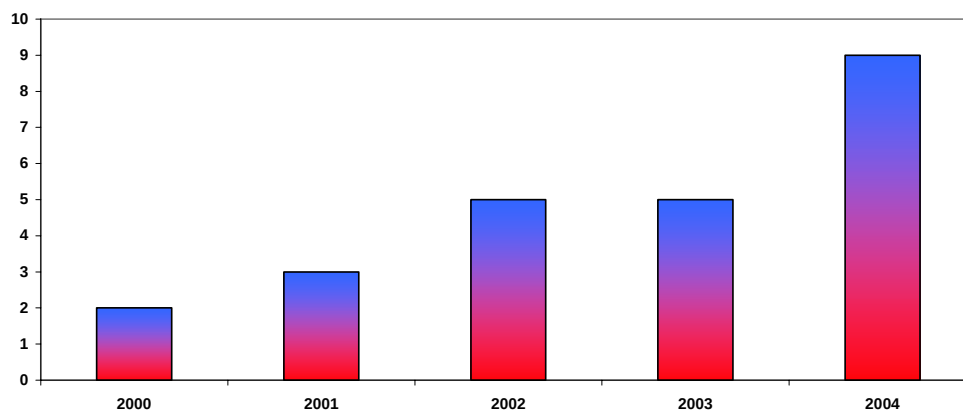
Quantidade de Máquinas PM (2000-2004)

Gráfico. 3.3 – Quantidade de máquinas PM (200 – 2004)

Gráfico. 3.4 – Quantidade de máquinas MM (200 – 2004)

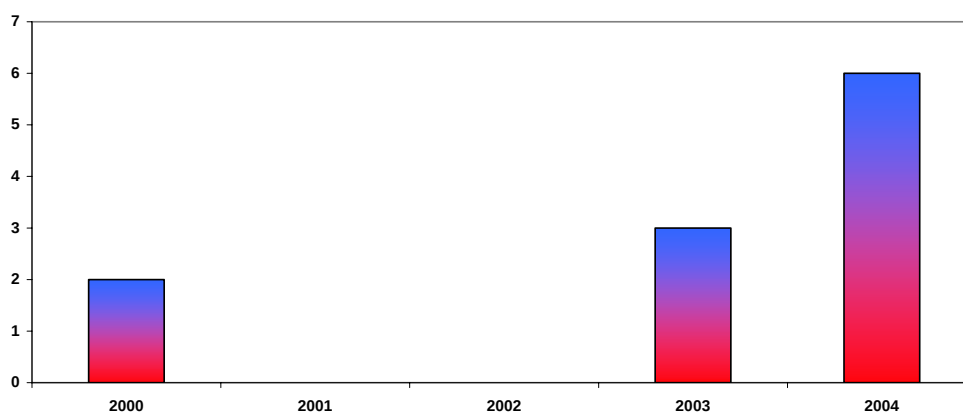
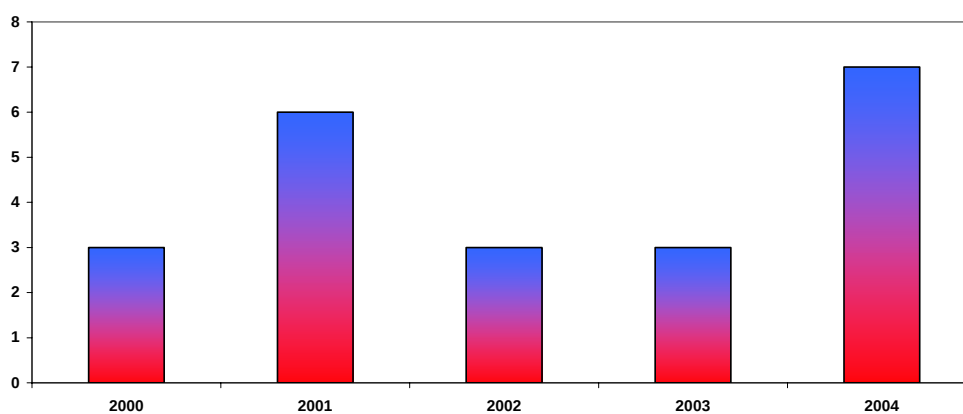
Quantidade de Máquinas 2F (2000-2004)**Quantidade de Máquinas MM (2000-2004)**

Gráfico. 3.5 – Quantidade de máquinas 2 F(200 – 2004)

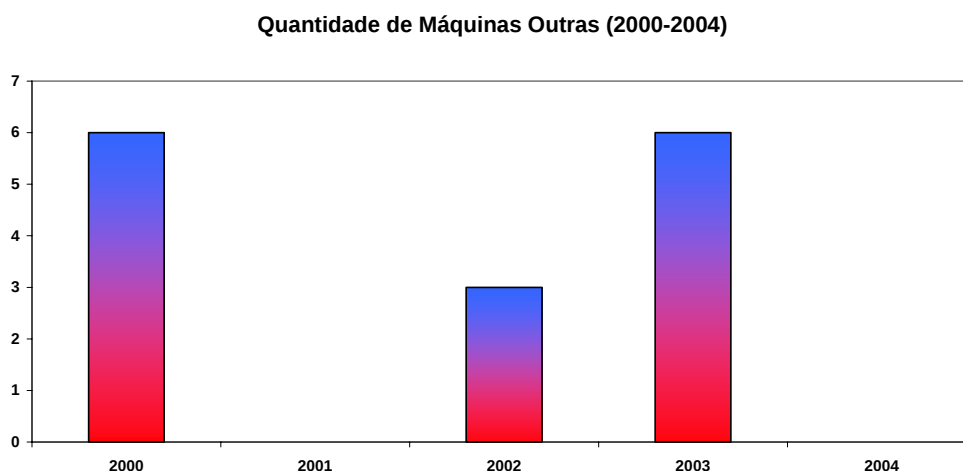


Gráfico. 3.6 – Quantidade de máquinas outras(200 – 2004)

Como podemos observar nos gráficos, as demandas por tipo de máquinas não seguem nenhuma tendência ou padrão, porém elas se concentram em máquinas da série 2 (PM e MM), principalmente ao desenvolvimento tecnológico que essas máquinas apresentam. Devido a esse fator, o estudo realizado no trabalho terá como base as máquinas PM e MM.

3.3. Planejamento Atual

A Sidel não apresenta nenhum sistema de planejamento e controle da produção de máquinas, trabalhando em um sistema de apenas identificar os problemas na hora que eles ocorrem e tentar resolver.

Na fabricação das máquinas, a empresa costuma utilizar da experiência já adquirida durante os anos anteriores, para determinar quais serão os prazos para determinadas máquinas. Conforme o departamento comercial identifica a possibilidade de realizar uma venda, comunica o departamento industrial, que de acordo com o tipo da máquina que está sendo negociada e com os prazos anteriores que eram levados para a fabricação de máquinas desse tipo, determinam o prazo para que a máquina seja entregue ao cliente.

Devido a essa análise ser feita baseada principalmente na experiência dos funcionários da empresa, e durante o processo de fabricação não ser realizado um acompanhamento das atividades para controlar o projeto, os atrasos se tornam freqüentes dentro da empresa.

Como o controle do projeto não é realizado, diversos problemas que poderiam ser contornados se fossem identificados anteriormente acabam por atrapalhar o bom desenvolvimento do projeto, tornando-se urgentes e primordiais. Com isso, o projeto vive em um constante clima de se **“apagar incêndios”**.

A falta de planejamento também impede que uma visão global da produção seja enxergada, fazendo assim uma distribuição dos recursos nos diferentes projetos da melhor maneira possível. Com a ausência dessa visão global, ocorre uma má distribuição dos recursos humanos, que oscilam entre períodos de ociosidade e regime de hora extra.

4. REVISÃO TEÓRICA

4.1. Introdução

Este capítulo tem por objetivo apresentar a teoria em que o trabalho foi fundamentado, mostrando quais as técnicas utilizadas, quais premissas foram assumidas.

Foram estudados e considerados dados sobre PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção) e Gestão de Projetos, principais temas referentes a esse Trabalho de Formatura.

Como fontes primordiais de pesquisa foram usados o PMBOCK e as Notas de Aulas do Professor Santoro, além de diversas outras fontes que estão descritas na bibliografia do trabalho, permitindo assim que o leitor se ambientize com o problema tratado e com as soluções que serão abordadas.

4.2. Gerenciamento de Projetos

Como já citado, as sopradoras são encaradas como projetos, e como tais, devem seguir um planejamento específico.

Um projeto pode ser definido em termos de suas características distintas, um projeto é um empreendimento temporário com o objetivo de criar um produto ou serviço único. Temporário significa que cada projeto tem um começo e um fim bem definidos. Único significa que o produto ou serviço produzido é de alguma forma diferente de todos os outros produtos ou serviços semelhantes.

Os projetos são desenvolvidos em todos os níveis da organização. Eles podem envolver uma única pessoa ou milhares delas. Podem durar poucas semanas ou mais

de cinco anos. Os projetos podem envolver uma unidade isolada da organização ou atravessar as fronteiras organizacionais, como ocorre com consórcios e parcerias.

Pode-se citar como exemplo de projetos :

- Desenvolver um novo produto ou serviço;
- Desenvolver ou adquirir um sistema de informações novo ou modificado;
- Construir prédios ou instalações;
- Desenvolver e realizar uma campanha política.

4.2.1. Temporário

Temporário significa que cada projeto apresenta um início e um fim muito bem definidos. Chega-se ao fim do projeto quando os seus objetivos foram alcançados ou quando torna-se claro que os objetivos do projeto não serão ou não poderão mais ser atingidos ou a necessidade do projeto não existe mais. O projeto então é encerrado. Temporário não significa que a sua duração é curta; muitos projetos duram vários anos. Em todos os casos, entretanto, a duração do projeto é finita; projetos não são esforços continuados.

Além disto, o termo temporário geralmente não se aplica ao produto ou serviço criado pelo projeto. Os projetos podem freqüentemente ter impactos sociais, econômicos e ambientais, intencionais ou não, que excedem em duração aos próprios projetos. A maioria dos projetos são empreendidos para criar um resultado duradouro. Por exemplo, um projeto para erigir um monumento nacional criará um resultado que deverá durar séculos.

O objetivo de um projeto é alcançar o objetivo proposto e encerrar o projeto

4.2.2. Resultado Único

Os projetos envolvem o desenvolvimento de algo que nunca foi feito antes, e que é, portanto, único. Um produto ou serviço pode ser único, mesmo considerando que já tenha sido desenvolvida uma infinidade de produtos/serviços em sua categoria. Por exemplo, muitos e muitos edifícios já foram construídos, mas cada nova unidade lançada, é única – com proprietário diferente, projeto próprio, localização específica, construtor diferente, e assim por diante. A presença de fatores repetitivos não muda a característica intrínseca de unicidade do esforço global do trabalho do projeto. Por exemplo :

- Um projeto para desenvolver um novo tipo de avião comercial pode requerer uma série de protótipos;
- A construção de um conjunto habitacional pode incluir centenas de unidades individuais;
- O desenvolvimento de um projeto, como o abastecimento de água e saneamento, pode ser implementado em cinco áreas geográficas.

4.2.3. Elaboração Progressiva

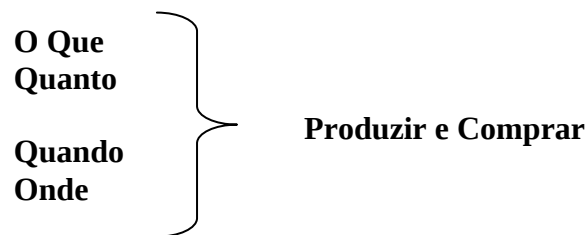
Elaboração progressiva é a característica de projeto que integra os conceitos de temporário e único. Como produto de cada projeto é único, as características peculiares que o distinguem devem ser progressivamente elaboradas. Progressivamente significa ‘proceder por etapas; continuar de forma determinada, por incrementos’, enquanto elaboradas significa “trabalhadas com cuidado e detalhe; desenvolvidas por complemento”. Estas características que distinguem os produtos a serem construídos, são amplamente definidas bem cedo no projeto, e se tornam mais

explícitas e detalhadas assim que a equipe adquire uma melhor e mais completa percepção do produto.

A elaboração progressiva das características do produto necessita ser cuidadosamente coordenada com a correta definição do escopo do projeto, especialmente se o projeto é desenvolvido sob contrato.

4.3. Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP)

Um sistema de PPCP (Planejamento, Programação e Controle da Produção) pode ser definido como um sistema e informações que orienta as decisões da empresa, fazendo com que ela consiga atingir seus objetivos de produção. Segundo Santoro, são decisões de um sistema de PPCP :



A implantação de um sistema de PPCP em uma empresa deve ter por objetivo:

- Minimizar atrasos de não atendimento de ordens de produção;
- Minimizar investimentos em estoques (de matérias-primas, componentes, produtos em processo e produtos acabados);
- Maximizar a disponibilidade e a utilização dos equipamentos;
- Minimizar os lead times de produção;

- Conseguir uma distribuição equilibrada da carga de trabalho entre os recursos produtivos e, uma flutuação suave dessa carga no tempo.

Tendo definido os objetivos de um sistema proposto de PPCP, iremos conceituar alguns termos utilizados na elaboração do trabalho de formatura :

- **Produção** : criar ou aumentar a utilidade de bens ou serviços;
 - **Estoque** : quantidade de bens ou materiais úteis, ociosos ou improdutivos, sob controle aguardando uso futuro;
 - **Planejamento** : é a determinação de quanto deverá ser produzido em um determinado período de tempo (também chamado de horizonte de planejamento). Ele é estabelecido através das previsões de vendas (no caso particular da Sidel, por não haver uma demanda específica, e sim a produção de máquinas proveniente de uma encomenda, ao invés de uso de previsão será usado os prospectos de vendas e as vendas efetuadas), sempre considerando a capacidade instalada da fábrica. Em suma, planejamento é saber como as previsões sobre o futuro devem afetar as decisões que estão sendo tomadas agora;
 - **Programação** : é determinar quando deverão ser realizadas as operações, ou seja, ele é o detalhamento das decisões definidas no Planejamento, estabelecendo uma relação entre produto-época-equipamento;
 - **Controle** : tem como objetivo comparar o que foi determinado pelo planejamento e programação com as ações efetivamente executadas, a partir dessas informações é que se pode propor ações corretivas. Em suma, o controle que fornece o “feedback” das ações implementadas, permitindo assim promover ações para contornar possíveis imprevistos no decorrer das atividades.
-

4.3.1. Tipos de Produção

Para poder definir um sistema de PPCP, deve-se primeiramente conhecer-se os tipos de produção existentes. Os principais tipos de produção são :

- **Estoque Puro** : Não há transformação física. Ex. comércio;
- **Continua Pura** : Só há um produto, não há diferenciação entre produtos e atividades, não há variação no roteiro da produção;
- **Continua com Diferenciação** : Poucos produtos, pouca diferenciação entre produtos e atividades, pouca variação no roteiro de produção;
- **Intermitente Repetitiva** : N° médio/grande de produtos, existe uma diferenciação média/grande entre os produtos, pouca/média variação no roteiro de produção;
- **Intermitente Sob Encomenda** : Grande quantidade de produtos ou atividades, grande diferenciação entre produtos e atividades, média/grande variação no roteiro de produção;
- **Projetos** : Muitas atividades, grande variação no roteiro de produção, grande variação entre produtos e atividades, os recursos são levados até o produto.

Baseado nessas informações, e observando como as sopradoras são tratadas dentro da empresa e no mercado, podemos enquadrar a Sidel em uma empresa com a produção voltada para projetos, logo é necessário um planejamento e uma programação voltados para projetos.

4.4. Planejamento e Programação de Projetos

Planejamento e programação de projetos, ou redes, é a atividade de uma empresa que tem como objetivo, em termos amplos, auxiliar a tomada de decisões sobre a programação de todas as atividades necessárias ao projeto e/ou execução de grandes obras, produtos ou serviços. A teoria desenvolvida hipotetiza a não repetitividade do produto, embora os modelos estudados sejam aplicáveis ao caso de projetos sendo executados simultaneamente.

4.4.1. Caracterização Física da Produção de Projetos

Envolve normalmente produtos ou serviços de grande porte, grandes quantidades de recursos em equipamentos, homens e materiais.

- Alta flexibilidade no equipamento de operação, transporte, armazenagem e nos recursos de maneira geral, devido a diversidade das atividades executadas;
 - Subcontratação comum pela dificuldade de bancar todas as tecnologias envolvidas no projeto e execução dos produtos e serviços com utilização incerta;
 - Poucas informações e dados históricos precisos sobre produtos, estruturas, roteiros, operações, consumo de recursos e materiais, qualidade, custo e outros elementos;
 - Dificuldade de previsão da demanda e de todas as outras informações necessárias ao planejamento e programação;
 - Grande variabilidade de vendas e “mix”;
-

- Grande dificuldade de apontamentos na produção, inclusive do andamento da mesma, pela complexidade e grande porte normalmente observados nos produtos e roteiros, e pela diversidade e grande quantidade de partes em processo.

Uma vez que o planejamento e a programação estão envolvidos com risco e incerteza, a atividade de controle passa a ser de enorme importância e razoavelmente complexa.

4.5. Gerenciamento do Prazo do Projeto

O gerenciamento do prazo do projeto inclui processos necessários para assegurar que o projeto será implementado no prazo previsto.

4.5.1. Definição das Atividades :

A definição das atividades envolve identificar e documentar as atividades específicas que devem ser realizadas com a finalidade de definir aquelas atividades voltadas para o alcance dos objetivos do projeto.

Como entradas para a definição das atividades, devemos utilizar informações históricas provenientes de projetos anteriores que se assemelhem com o projeto estudado, bem como usar as restrições e premissas do projeto.

Definidas as entradas para a definição das atividades, podemos utilizar algumas técnicas para definir as mesmas. As duas principais são :

- **Decomposição :** Dentro do contexto da definição das atividades, a decomposição significa subdividir os pacotes de trabalho do projeto em componentes menores e mais manejáveis com a finalidade de fornecer melhor controle do gerenciamento.
-

- **Modelos** : Uma lista de atividades, ou uma parte de uma lista de atividades de projetos anteriores, é freqüentemente utilizada como modelo ou referencia para um novo projeto. As atividades nos modelos de referencia podem conter também uma lista dos tipos de recursos e suas necessidades de esforço em horas, identificação dos risco, resultados esperados, e outras informações descritivas.

Após utilizar alguma das técnicas de definição para atividades, é gerada a lista de atividades que serão realizadas no projeto.

4.5.2. Seqüenciamento das Atividades :

O seqüenciamento das atividades envolve identificar e documentar as relações de dependência entre as atividades. As atividades devem ser seqüenciadas corretamente possibilitando mais tarde o desenvolvimento de um cronograma realista e viável . O seqüenciamento pode ser feito com o auxilio de um computador ou com técnicas manuais. As técnicas manuais são, geralmente, mais efetivas em projetos menores e em fases iniciais de projetos maiores quando existem poucos detalhes disponíveis. As técnicas manuais e automatizadas podem, também, ser utilizadas em conjunto.

Segundo o PMBOCK, para o seqüenciamento das atividades, é preciso definir as seguintes entradas :

- **Lista das atividades;**
- **Dependências mandatórias** : são aquelas inerentes à natureza do trabalho que está sendo feito. Frequentemente, envolvem limitações físicas (por exemplo, para ser realizado os testes nas sopradoras, é preciso antes finalizar a montagem das mesmas). As dependências mandatórias são também chamadas de lógica rígida (hard logic);

- **Dependências arbitradas** : são aquelas definidas pela equipe de gerência do projeto. Devem ser usadas com cuidado (e bem documentadas) já que podem limitar, posteriormente, as opções do cronograma. As dependências arbitradas são usualmente definidas com base nos conhecimentos das “melhores praticas” (dentro de uma área de atuação) e em alguns aspectos particulares do projeto (onde uma seqüência é desejada, embora existam outras seqüências aceitáveis);
- **Dependências externas** : são aquelas que envolvem relacionamentos entre atividades do projeto e atividades fora do projeto.

Definidas as entradas para o seqüenciamento, existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para realizar o seqüenciamento. As principais são :

Método do diagrama de precedência (PDM) :

Este é um método de construção de diagrama de rede que utiliza retângulos para representar as atividades e os conecta por setas que representam as dependências. Esta técnica também é chamada de atividade no nó (AON – activity on node) e é o método utilizado pela maioria dos pacotes de programas para gerência de projeto. No PDM podemos identificar quatro tipos de relacionamento de dependência ou precedência :

- **Término – Início (finish to start)** : o início do trabalho da sucessora depende do término da predecessora.
 - **Término – Término (finish to finish)** : o término do trabalho da sucessora depende do término da predecessora.
 - **Início – Início (start to start)** : o início do trabalho da sucessora depende do início da predecessora.
-

- Início – Término (start to finish) : o término do trabalho da sucessora depende do início da predecessora.

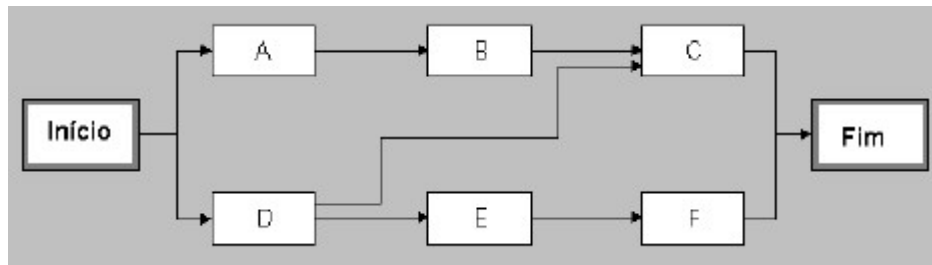


Figura 4.1 – Diagrama de Blocos – Extraído da PMBOCK

Método do diagrama de flecha (ADM – arrow diagramming method) :

Este é um método de construção de diagrama de rede que utiliza setas para representar as atividades e as conecta por meio de nós que representam as dependências. Esta técnica é também chamada de atividade na flecha (OAO – activity on arrow) e, embora menos predominante que o PDM, é ainda a técnica escolhida em algumas áreas de aplicação. O ADM utiliza apenas relações de dependência do tipo fim – início e, as vezes, necessita da criação de atividades “fantasmas” para definir corretamente o relacionamento lógico.

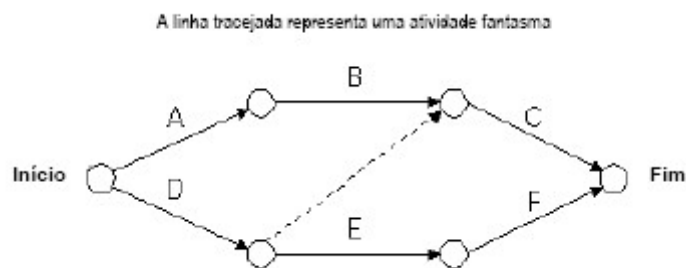


Figura 4.2 – Diagrama de Flechas – Extraído do PMBOCK

Método do diagrama condicional (CDM – conditional diagramming method) :

As técnicas de diagramação tais como GERT (graphical evaluation and review technique – avaliação gráfica e técnicas de revisão) e modelos de sistemas dinâmicos (system dynamics) permitem atividades não sequenciais como “loops” (por exemplo, um teste deve ser repetido mais de uma vez) ou desvios condicionados (por

exemplo, a atualização de desenho que é necessária apenas se a inspeção detectar erros). Nem o PDM nem o ADM permitem essas operações.

Modelos de rede :

Redes padronizadas podem ser utilizadas para auxiliar na preparação do diagrama de rede do projeto. Podem incluir todo o projeto ou apenas uma parte. Partes de uma rede são, freqüentemente, referenciadas como subnets ou fragnets. Subntes são especialmente úteis quando o projeto inclui varias características idênticas ou bastante similares tais como pisos na construção de prédios comerciais ou pesquisas clinicas em projetos de pesquisas farmacêuticas.

4.5.3. Estimativa da Duração das Atividades

A estimativa das durações das atividades é o processo de gerar as durações das atividades para entrada do cronograma. A estimativa é, freqüentemente, construída de forma progressiva, e o processo considera a qualidade e a disponibilidade dos dados de entrada. Assim, pode-se assumir que a estimativa vai progressivamente se tornando mais precisa e com uma qualidade conhecida.

Estimar a quantidade ou numero de períodos de trabalhos exigidos para implementar uma atividade, freqüentemente, requererá também considerações relativas ao tempo de espera (elapsed time). Por exemplo, se a cura do concreto necessita de 4 dias de elapsed time, isso pode requerer dois ou quatro períodos de trabalho baseados em qual o dia da semana será iniciado o trabalho e se os fins de semana serão ou não tratados como períodos de trabalho.

A equipe do projeto pode considerar a duração do projeto uma distribuição probabilística (usando técnicas de probabilidade) ou uma estimativa unívoca (usando técnicas determinísticas).

Segundo o PMBOCK, para estimar a duração das atividades, é preciso definir as seguintes entradas :

- **Lista de atividades;**
 - **Restrições;**
 - **Premissas;**
 - **Necessidades de recursos :** a duração da maioria das atividades será significativamente influenciada pelos recursos a elas designadas. Por exemplo, duas pessoas trabalhando juntas podem ser capazes de completar uma atividade de desenho na metade do tempo que levariam para fazê-lo individualmente. Por outro lado, uma pessoa trabalhando meio expediente em uma atividade, geralmente levará, no mínimo, duas vezes o tempo que gastaria trabalhando o expediente completo. Entretanto, na medida em que se incorporam mais recursos, os projetos podem sofrer sobrecarga de comunicação que reduz a produtividade e acarreta um crescimento menor da produção, quando comparada com o aumento de recursos.
 - **Capabilidade dos recursos :** a duração da maioria das atividades será significativamente influenciada pela capabilidade dos recursos humanos e materiais a elas designados. Por exemplo, se dois recursos , um sênior e outro junior, forem alocados em tempo integral numa equipe, espera-se que na maioria das vezes o recurso sênior seja capaz de realizar uma determinada atividade em menos tempo que o junior.
 - **Informações históricas :** as informações históricas das durações mais prováveis de muitas categorias das atividades geralmente estão disponíveis nos seguintes formatos : arquivos de projetos anteriores,
-

estimativas de durações com base em dados comerciais, conhecimentos da equipe de projeto;

- **Riscos identificados** : a equipe do projeto considera também os riscos identificados quando esta produzindo as estimativas de duração das atividades, uma vez que os riscos (ameaças ou oportunidades) podem ter uma significativa influencia na duração. A equipe do projeto analisa o efeito dos riscos e considera a sua incorporação ou não (e em que extensão) na baseline da duração de cada atividade. São incluídos os riscos com alta probabilidade ou impacto.

Definidas as entradas para a estimativa de duração das atividades, existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para realizar esta estimativa. As principais são :

- **Avaliação Especializada** : as durações, geralmente, são difíceis de estimar, por causa do numero de fatores que podem influenciá-las. A avaliação especializada baseada em informações históricas deve ser usada sempre que possível. Se tal conhecimento especializado não esta disponível, as estimativas são inerentemente incertas e arriscadas.
 - **Estimativas por analogia** : nas estimativas por analogia, também chamadas de estimativas de cima para baixo (top-down), usam-se os valores reais de durações de projetos anteriores ou similares para estimar a duração de uma atividade futura. Ela é freqüentemente utilizada para estimar a duração do projeto quando existe uma quantidade limitada de informações detalhadas sobre ele. As estimativas por analogia são mais confiáveis quando as atividades anteriores são semelhantes de fato e não apenas na aparência, e os indivíduos que preparam as estimativas têm o conhecimento especializado necessário.
-

- **Durações estimadas quantitativamente** : são as quantidades a serem executadas para cada categoria específica de trabalho definidas conforme o esforço da engenharia, que quando multiplicadas pela taxa unitária da produtividade podem ser usadas para estimar a duração das atividades;
- **Tempo de reserva (contingência)** : a equipe do projeto pode, a seu critério, incorporar uma porção adicional de tempo, chamada contingência, “buffer” ou reserva de tempo, que pode ser um percentual da duração estimada, ou um número fixo de períodos de trabalho. O tempo de reserva pode, mais tarde, ser reduzido ou eliminado, na medida em que haja informação mais precisa sobre o projeto. Este tempo de reserva deve ser documentado junto com os demais dados e premissas.

4.5.4. Desenvolvimento do Cronograma

Desenvolver o cronograma significa determinar as datas de início e fim para as atividades do projeto. Se as datas de início e fim não forem realistas, é improvável que o projeto termine conforme planejado.

Segundo o PMBOCK, para desenvolver o cronograma, é preciso definir as seguintes entradas :

- **Diagrama de rede do projeto;**
 - **Estimativas de duração das atividades;**
 - **Necessidades de recursos;**
 - **Descrição do quadro de recursos** : para o desenvolvimento do cronograma, é necessário o conhecimento de quais recursos estarão
-

disponíveis, em que tempo e em quais padrões. Por exemplo, os recursos compartilhados ou críticos podem ser especialmente difíceis de alocar visto que sua disponibilidade pode ser altamente variável;

- **Calendários** : os calendários do projeto e dos recursos identificam os períodos nos quais o trabalho será considerado. Os calendários do projeto afetam todos os recursos (por exemplo, alguns projetos podem ser realizados apenas em horários comerciais, enquanto outros em horários contínuos). Os calendários de recursos afetam recursos específicos ou uma categoria de recursos (por exemplo, um membro da equipe de projeto pode estar de férias ou licença, alguns trabalhadores não podem trabalhar em determinados dias da semana);
 - **Restrições** : as restrições são limitações que restringirão as opções da equipe de gerenciamento do projeto. Existem duas categorias principais de restrições que devem ser consideradas durante o desenvolvimento do cronograma :
 - **Datas impostas** : as vezes é necessário se fixar o início de uma atividade para que ela não aconteça mais cedo do que certa data determinada. Analogamente, pode se determinar o fim para que ela não ocorra após certa data limite. As principais restrições de data foram mostradas anteriormente, e seu uso típico refere-se a situações como restrições meteorológicas, atividades realizadas por terceiros e não descritas no cronograma.
 - **Eventos chave ou marcos principais** : a conclusão de certos resultados em uma determinada data pode ser exigida pelo patrocinador do projeto, pelo cliente ou outras partes envolvidas. Uma vez programadas, estas datas tornam-se fixas e somente podem ser alteradas com grande dificuldade. Os
-

marcos também podem ser usados para indicar interfaces com algum trabalho fora do projeto. Neste caso, os marcos com datas restritivas possibilitam um adequado interface com o trabalho externo.

- **Adiantamentos e atrasos** : qualquer uma das dependências podem requerer especificações de adiantamentos e atrasos com a finalidade de definir precisamente o relacionamento entre as atividades (por exemplo, pode haver um atraso de 4 dias entre a entrega de um determinado equipamento e o início dos testes com o mesmo). Um exemplo de avanço pode ser percebido quando se utiliza uma dependência termino-início com 7 dias de avanço, ou seja, a atividade sucessora se inicia 7 dias antes do término da predecessora;
- **Atributos da atividade** : os atributos da atividade – incluindo a responsabilidade (quem realizará o trabalho), área geográfica ou prédio (onde o trabalho deve ser executado), e o tipo de atividade (sumária ou detalhe) – são muito importantes para a seleção e classificação posterior das atividades planejadas de uma forma conveniente para os usuários.

Definidas as entradas para o desenvolvimento do cronograma, existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para realizar esta estimativa. As principais são :

- **Análise Matemática** : envolve calcular datas teóricas de início e término para todas as atividades do projeto, sem considerar qualquer limitação no quadro de recursos. As datas resultantes não são o cronograma, mas indicam os períodos de tempo dentro dos quais as atividades devem ser programadas dado as limitações de recursos e outras restrições conhecidas. As técnicas de análise matemática mas amplamente conhecidas são :

- o **Método do Caminho Crítico (CPM – Critical Path Method)** : calcula de forma determinística, uma data única mais cedo e mais tarde, de início e de término para cada atividade, baseada na seqüência lógica especificada da rede e uma duração estimada única. O enfoque do CPM é o calculo da flutuação com a finalidade de determinar quais atividades tem menor flexibilidade no cronograma;
- o **GERT (Graphical Evaluation and Review Technique)** : permite o tratamento probabilístico tanto para rede lógica quanto para as estimativas de duração das atividades. Também como citado anteriormente, o GERT permite se trabalhar com loops e desvios condicionados.
- o **PERT (Program Evaluation and Review Technique)** : usa uma rede seqüencial e uma estimativa de duração por média ponderada para calcular as durações das atividades. Embora existam diferenças superficiais, o PERT difere do CPM fundamentalmente por que usa distribuição de médias (valor esperado) em vez da estimativa mais provável, originalmente utilizada no CPM.



Figura 4.3 – Exemplo de Gráfico PERT – Extraído do PMBOCK

- **Compreensão da Duração** : é um caso especial de análise matemática que procura alternativas para reduzir o prazo do projeto sem alterar o seu escopo (por exemplo, satisfazer datas impostas ou outros objetivos de prazo). As principais técnicas de compreensão de duração são :
 - o **Colisões (Crashing)** : quais compensações de custo e prazo são analisados para determinar como obter a maior compreensão para o mínimo aumento de custo. As colisões nem sempre produzem alternativas viáveis e freqüentemente resultam em aumento de custo.
 - o **Caminho Rápido (Fast Tracking)** : realizar em paralelo atividades que normalmente seriam feitas em seqüências (por exemplo, começar a escrever o código de um projeto de software antes que o desenho esteja completo). O caminho rápido freqüentemente resulta em retrabalho e usualmente aumenta o risco.
 - **Simulações** : envolve o calculo de múltiplas durações de projeto com diferentes grupos de premissas nas atividades. A técnica mais comum é a Analise Monte Carlo, na qual uma distribuição de resultados prováveis é definida para cada atividade e utilizada para calcular a distribuição dos resultados prováveis para o projeto inteiro. Podem ser utilizadas também as analise “what-if”, através de uma rede lógica para estimular a geração de diferentes cenários, como atrasar a entrega de um componente principal, estender prazos específicos de engenharia, ou introduzir fatores externos (como greves, por exemplo). Os resultados das simulações “what-if” podem ser usadas para avaliar a viabilidade do cronograma sob condições adversas, e
-

preparar planos de resposta/contingência para enfrentar ou mesmo resolver o impacto de situações inesperadas.

- **Heurísticas de nivelamento dos recursos :** as análises matemáticas freqüentemente produzem um cronograma preliminar de datas mais cedo que requer, durante certos períodos de tempo, mais recursos que a disponibilidade real, ou requer alterações inviáveis nos níveis de recursos previstos. As heurísticas tais como “alocar os recursos escassos primeiramente para as atividades do caminho critico” podem ser aplicadas para desenvolver um cronograma que reflita tal restrição. O nivelamento dos recursos freqüentemente resulta numa duração maior para o projeto do que o cronograma preliminar. Esta técnica é algumas vezes chamada de “Método Baseado em Recursos” (Resourced-based Method), especialmente quando implementada com otimização computadorizada. A realocação de recursos das atividades mais criticas para as criticas é uma forma comum de retroceder o prazo, ou tanto quanto possível, à sua duração global originalmente prevista. Utilização de horas-extras, fins de semana, ou turnos múltiplos deve também ser consideradas para a redução das atividades criticas.

Através da utilização dessas ferramentas, pode-se desenvolver o cronograma do projeto, que inclui para cada atividade as datas de inicio e termino esperado para cada atividade. A apresentação do cronograma pode ser de forma tabular ou gráfica (geralmente a mais utilizada). Os principais formatos gráficos em que os cronogramas são apresentados são:

- **Diagrama de rede de projeto acrescido de informações de datas.** Estes gráficos usualmente apresentam tanto a lógica do projeto quanto o caminho critico das atividades.

- **Gráfico de Gantt**, que mostram as datas de início e término das atividades bem como as durações esperadas, as dependências entre elas. São relativamente fáceis de ser interpretados e usados com frequência no planejamento e controle de projetos.
- **Gráficos de marcos**, semelhantes ao gráficos de Gantt, porém somente identificando o início ou a conclusão dos principais resultados programados.

4.5.5. Controle do Cronograma

O controle do cronograma consiste em (1) influenciar os fatores que criam mudanças no cronograma, para garantir que as mudanças sejam benéficas, (2) determinar que o cronograma foi alterado, e (3) gerenciar as mudanças reais, quando e como elas ocorrem.

Segundo o PMBOCK, as principais entradas para o controle do cronograma são :

- **O próprio cronograma do projeto;**
- **Relatórios de desempenho e acompanhamento :** são relatórios que fornecem informações sobre o andamento do projeto, como se as datas planejadas foram alcançadas e quais não foram. Esses relatórios também alertam sobre possíveis problemas que poderão ocorrer durante o andamento do projeto, fornecendo assim um tempo hábil para que as devidas providências sejam tomadas;
- **Requisição de mudanças :** as requisições de mudança podem ocorrer de diversas maneiras – oral, escrita, direta ou indiretamente, iniciadas internamente ou externamente, e legalmente impostas ou opcionais. As mudanças podem interferir no cronograma inicial do projeto,

exigindo que ele seja dilatado ou permitindo que o mesmo seja encurtado.

Definidas as entradas para o controle do cronograma, existem diversas técnicas que podem ser utilizadas para realizar o controle do cronograma. As principais são :

- **Sistema de controle de mudanças do cronograma** : esse sistema tem como função definir os procedimentos pelos quais o cronograma do projeto pode ser alterado. Isto inclui papéis de trabalho, sistemas de acompanhamento e níveis de aprovação necessários para autorizar as mudanças.
 - **Medição de desempenho** : ao se realizar um acompanhamento e uma mensuração dos desempenhos alcançados, é possível determinar a magnitude de qualquer variação que venha ocorrer. No controle do cronograma, é importante definir claramente quando a variação ocorrida é significativa e exige uma ação corretiva. Por exemplo, um grande atraso em atividades não críticas podem causar pouca influência no projeto, porém um pequeno atraso em uma atividade crítica pode requerer ações imediatas.
 - **Planejamento adicional** : dificilmente um projeto se desenvolve de acordo com o seu plano inicial, mudanças em perspectivas podem requerer estimativas de durações de atividades novas ou revisadas e, modificações na seqüência das atividades ou análise de cronogramas alternativos.
 - **Análise de variações** : o desempenho das análises de variações durante o processo de monitoramento do cronograma é um elemento primordial para o controle do prazo. A comparação das datas objetivo com as datas de início e fim previstas/reais fornece informações
-

valiosas para a detecção de desvios e para a implementação de soluções corretivas no caso de atrasos. A variação das folgas é também um componente de planejamento essencial para se avaliar o desempenho do prazo do projeto.

Através da utilização dessas ferramentas, pode-se realizar o controle do cronograma do projeto, proporcionando os seguintes resultados para o projeto :

- **Atualizações do cronograma** : as atualizações no cronograma representa, qualquer modificação nas informações de prazos que são utilizadas para gerenciar o projeto. As partes que forem afetadas por essas alterações devem ser informadas. As atualizações do cronograma podem ou não requerer ajustes em outros aspectos do plano geral do projeto.
- **Ações corretivas** : as ações corretivas são todas as ações feitas com a intenção de compatibilizar o desempenho futuro do cronograma do projeto. As ações corretivas freqüentemente requerem uma análise de causa-raiz para identificar a causa real da variação, possibilitando que a recuperação do atraso possa ser planejada e executada para atividades programadas à frente no projeto e não apenas diretamente naquelas que causaram o desvio.
- **Lições aprendidas** : as causas das variações, as razões das ações corretivas tomadas, e outros tipos de lições aprendidas do controle do cronograma, devem ser documentadas para que se tornem parte de um banco de dados histórico tanto para o projeto em curso quanto para os outros projetos da empresa.

5. SOLUÇÃO PROPOSTA

5.1. Introdução

Este capítulo tem por objetivo apresentar a solução proposta, mostrando todos os passos para estruturar a solução e implementar a mesma dentro da empresa.

5.2. A Solução

Para introduzir um sistema de planejamento de produção na Sidel, foram estudados diversos modos de se planejar, programar e controlar projetos. Como mais de uma máquina estaria em produção simultaneamente, era preciso criar um sistema que permitisse a interação de múltiplos projetos que compartilhariam entre si alguns aspectos, sendo o principal deles os recursos humanos.

Como já comentado nesse trabalho, apesar de não existir nenhuma máquina igual a outra, as máquinas podem ser categorizadas em determinados tipos, que dentre eles apresentam poucas alterações. Determinados esses tipos, pode-se desenvolver uma rede padrão para o tipo específico, servindo assim de base para projetos futuros com esse tipo de máquina. Analogamente, criamos uma rede padrão para cada uma das famílias de máquinas, que ao receberem os projetos específicos são reavaliados e alterados.

Com a obtenção das redes padrões, e em seguida realizando as modificações para os projetos específicos, pode-se confrontar os diversos projetos existentes na empresa e como eles interagem um com o outro. Essa visão geral é tratada como um novo projeto, que considera todas as restrições dos projetos incluídos e fornece condições para controlar e modificar os projetos de acordo com seu andamento. Devido a constante inclusão de novos projetos de sopradoras na empresa, o projeto mestre está sempre sofrendo alterações, visando atender da melhor maneira os objetivos individuais de cada projeto, bem como os objetivos da empresa.

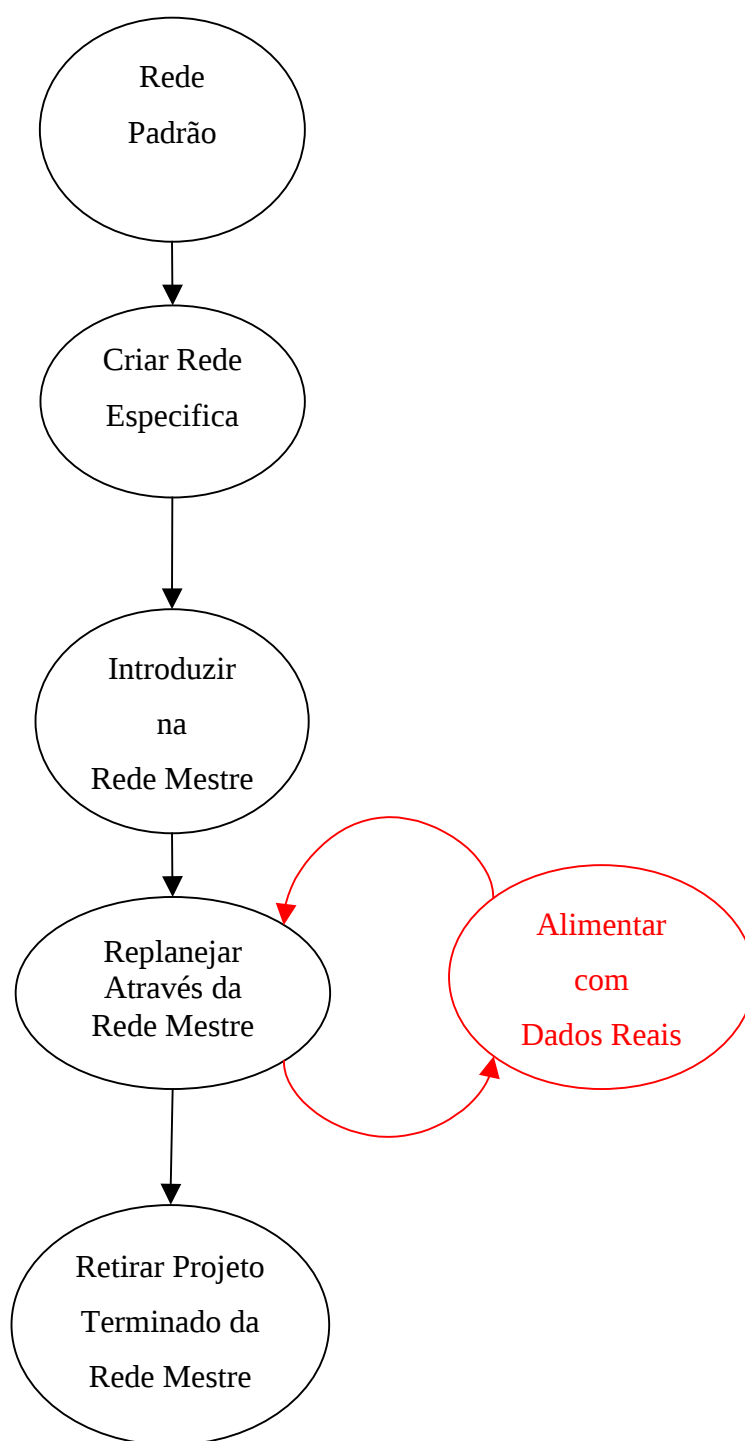


Figura 5.1 – Estrutura da Solução – Elaborado pelo autor

Para a realização desse sistema, é necessário a utilização de um software de gerenciamento de projetos, que fornece condições rápidas e eficientes para trabalhar com as constantes alterações do projeto mestre, além de fornecer a possibilidade de trabalhar-se com suposições e estimativas de uma maneira ágil e eficaz.

5.3. O Software

5.3.1. Software Escolhido

O software escolhido foi o MS Project 2000, que é um dos mais difundidos e utilizados no mundo atual, apresentando uma linguagem de fácil manuseio e entendimento, compatível com o MS Office. Além disso, a empresa já possuía em sua rede de computadores o programa, que vinha sendo utilizado pela assistência técnica no planejamento das manutenções futuras.

O MS Project é um software desenvolvido pela Microsoft para gerenciar projetos. As funcionalidades englobam desde a fase de planejamento, passando pelo agendamento, controle de custos, até o encerramento do projeto.

As principais características apresentadas pelo MS Project são :

- Possibilidade de criação de subprojetos associados a uma ou mais atividades do projeto principal;
 - Possibilidade de combinar informações sobre dois ou mais projetos e modificar a utilização dos recursos específicos em cada projeto. Essa função é muito importante no contexto de se trabalhar com múltiplos projetos, como é o caso da Sidel;
 - Fácil integração com o MS Office, possibilitando a transferência de dados para planilhas eletrônicas, documentos de textos, apresentações.
 - Possibilidade de gravar os projetos em linguagem html, fornecendo assim uma visão não só apenas para os usuários do programa, o difundindo dentro da empresa;
-

- Possibilidade de se trabalhar em rede, interligando diversos usuários, o que descentraliza a utilização e permite que varias frentes acompanhem separadamente suas áreas de atuação;
- Elaboração de gráficos de Gantt para estudos de nivelamento e alocação de recursos;
- Definição do caminho critico e manutenção da linha de base do projeto inicial;
- Calculo de folgas e datas de inicio e término das atividades;
- Calculo e elaboração dos cronogramas relacionados as datas cedo, prováveis e tarde obtidas através da analise PERT;
- Programação de calendário até o ano de 2050;
- Possibilidade de acompanhamento de cada tarefa e custo de cada recurso individual;
- Elaboração de diversos tipos de relatórios com informações sobre recursos, custos, durações;
- Definição de calendários diferentes dentro de um mesmo projeto, visando identificar cada recurso;
- Interligação das tarefas através de relações de precedências e restrições impostas;

5.3.2. Utilização do Software

O MS Project será uma ferramenta fundamental para o planejamento e controle dos diversos projetos que estiverem acontecendo na Sidel. O esquema de utilização do software será o seguinte :

Cada família de sopradoras possuirá uma rede padrão, elaborada no MS Project e retratando diversas atividades comuns entre as máquinas da mesma família. Essa rede assume duas funções importantes relacionadas ao planejamento das máquinas, que são :

A primeira função é ajudar na criação da rede real do novo projeto. Deve-se analisar quais são as necessidades do projeto, comparar com projeto base, de forma que se acrescente ou elimine algumas atividades da rede padrão, montando assim a rede definitiva do projeto em questão. Ao se analisar a rede definitiva, são ajustadas as datas de cada uma das atividades incluídas, bem como pode-se realizar alterações nas datas das atividades já existentes, caso necessário.

A segunda função essencial da rede padrão é fornecer uma estimativa de prazos para a família de máquina em questão. Com essa estimativa, e atrelada ao cronograma mestre, que retrata a situação real da fábrica naquele momento, pode-se estimar qual seria um possível dead line para o projeto, independente dele estar definido ou não. Essa função é uma importante ferramenta para o departamento comercial, servindo de base para as negociações com os clientes.

Após definido a rede real do projeto, na medida em que as operações forem concluídas, pode-se alimentar o sistema com datas reais de início e término e, caso seja interessante, replanejar toda a rede em função do andamento real do processo. Pode-se também controlar os custos associados ao andamento do projeto e obter relatórios com informações diversas. Além disso, informações de projetos reais servem como base para realimentar o projeto base, pois diversas atividades podem apresentar mudanças de prazo com o passar do tempo, como por exemplo a utilização de técnicas mais avançadas pode acelerar a realização de uma atividade.

Após criarmos a rede real do projeto, ele é incluído na rede mestre , que contém todos os projetos que estão sendo realizados dentro da empresa. Com a inclusão de um novo projeto dentro da rede mestre, pode-se verificar se haverá ou não a necessidade de um replanejamento, tentando sempre aproveitar ao máximo os recursos disponíveis (mão de obra) e evitando a realização de horas extras ou trabalhos em finais de semana.

5.4. Método de Implementação

5.4.1. Mapeamento das Atividades

Para que o sistema funcione-se, era preciso que as redes padrão fossem desenvolvidos, pois são peças fundamentais no planejamento da empresa.

Com esse propósito, foi realizado um amplo levantamento de dados sobre diversos projetos já concluídos, identificando assim as principais atividades de cada família de máquina.

Existem três principais famílias de máquina na Sidel, como já mencionado no capítulo 2. Para a realização deste trabalho, foram estudados 2 famílias de máquinas, as PM (Petit Machine) e a MM (Moyen Machine), pois por possuírem uma tecnologia mais avançada são as máquinas que vem apresentando uma maior demanda nos últimos anos, principalmente no ano vigente (2004).

Petit Machine :

As máquinas PM foram as primeiras a serem estudadas e analisadas, visando identificar todas as atividades necessárias para se construir uma máquina PM. Essas atividades identificadas devem ser comuns a maior parte dos projetos realizados para a máquina PM.

Na época em que o estudo foi realizado, havia no chão de fábrica três máquinas PM em fabricação, uma no início de montagem e outras duas em fases intermediárias.

Para a análise das atividades, foram realizados os seguintes procedimentos :

A. Levantamento com os técnicos e o supervisor de montagem, definindo quais atividades eram feitas e em qual sequência elas ocorriam :

Para se realizar esse levantamento, foram definidas diversas entrevistas com os principais técnicos que realizavam a montagem das máquinas.

Nas entrevistas, os técnicos podiam falar livremente a sequência de montagem com que eles trabalhavam, bem como sugerindo sequências diferenciadas que poderiam facilitar algumas atividades e evitar possíveis retrabalhos.

Existem técnicos atuando em três áreas específicas, a montagem mecânica, a montagem elétrica e a montagem hidráulica.

Cada técnico descreveu os procedimentos realizados em suas especialidades, porém eventualmente eles citaram a importância de uma montagem em conjunto com outro técnico referente a outra especialidade, mostrando assim como essas montagens estão conectadas.

A entrevista realizada com os dois supervisores de montagem já apresentava uma visão mais global da máquina, pois ambos controlavam as montagens realizadas nas três frentes (mecânica, elétrica e hidráulica), podendo assim ser identificado o encaixe entre as três frentes na montagem das máquinas.

Devido a um melhor conhecimento das máquinas, as entrevistas com os supervisores de montagem forneceram um esquema detalhado da montagem da máquina, porém ainda insuficiente para determinar as atividades que seriam retratadas na rede. Isso

aconteciam, pois devido a grande quantidade de itens, as entrevistas poderiam omitir algumas atividades representativas nos projetos das máquinas, logo era necessário outros métodos para complementar e validar as entrevistas realizadas.

B. Acompanhamento das máquinas em produção, verificando o que era feito diariamente pelos técnicos e montagem.

Simultaneamente a realizações das entrevistas, um amplo acompanhamento dos projetos atuais foi realizado, visando determinar a seqüência de trabalho e as etapas envolvidas no projeto.

Haviam três máquinas em montagem, nas seguintes condições :

A primeira máquina se apresentava no início da etapa de montagem, o que proporcionou o acompanhamento de todo o projeto, observando o desenrolar de todas as atividades desenvolvidas durante o projeto.

A segunda máquina já se encontrava com cerca de 60% da montagem concluída, o que proporcionou uma visão da parte final do projeto de forma mais rápida, podendo unir assim com as informações provenientes do início do projeto, que eram observadas na primeira máquina que se encontrava em produção, podendo assim adiantar o processo de validação dos dados na montagem da rede padrão.

A terceira máquina também se encontrava já em meados de produção, com cerca de 50 % da montagem concluída. Devido a isso, foi possível acompanhar duas máquinas em processos quase simultâneos, determinando assim as diferenças de projeto que cada uma apresentava, e principalmente, determinado os pontos em que os projetos se assemelhavam, que serviriam de base para a criação da rede padrão para esse tipo de máquina.

C. Analise dos manuais mecânicos das máquinas, determinando assim elementos em comum entre os projetos e identificando o que seria considerado uma máquina padrão.

Visando validar as entrevistas e o acompanhamento da produção das máquinas, foi feita também uma análise de alguns manuais referentes a projetos já finalizados de máquinas PM, com o objetivo de encontrar pontos semelhantes entre os projetos, fornecendo assim as atividades que seriam retratadas na rede padrão.

O levantamento dessas atividades através do manual também serviam para validar as informações recolhidas durante as entrevistas e principalmente no acompanhamento das máquinas em montagem, pois retratavam as atividades que estavam acontecendo e também mostravam qual seria a seqüência que deveria ser seguida durante a montagem.

Após realizar esses procedimentos, foi possível levantar quais as atividades seriam incluídas na rede padrão das máquinas da família PM. As atividades podem ser observadas no anexo.

Moyen Machine :

O segundo grupo de máquinas estudado foi o das máquinas MM , onde foi realizado um estudo análogo ao estudo das máquinas PM, visando identificar as principais atividades realizadas na montagem de uma máquina MM.

Na época em que o estudo foi realizado, haviam duas máquinas MM no chão de fabrica, permitindo assim o acompanhamento e validar as atividades determinadas.

Assim como as máquinas PM, foram realizados os três procedimentos para análise e identificação das atividades que devem ser realizadas para a montagem da máquina :

- A. Levantamento com os técnicos e o supervisor de montagem, definindo quais atividades eram feitas e em qual sequência elas ocorriam :**
- B. Acompanhamento das máquinas em produção, verificando o que era feito diariamente pelos técnicos e montagem.**

No caso da máquinas MM, haviam duas máquinas em processo de montagem no chão de fabrica, permitindo o acompanhamento das mesmas.

A primeira máquina se encontrava com cerca de 40% da montagem concluída, proporcionando um acompanhamento de grande parte do projeto, identificando e validando as atividades que eram realizadas e foram previstas pelos outros métodos de mapeamento das atividades.

A segunda máquina já se encontrava na etapa final de montagem, com cerca de 85% da máquina concluída. Apesar de não proporcionar uma ampla visão da montagem, pois se encontrar em etapas terminais desse processo, durante a produção dessa máquina ocorreram diversos atrasos e imprevistos, que proporcionaram problemas como retrabalho e alta quantidade de horas extras. Como a máquina ainda não estava pronta, foi possível detectar algumas falhas na sequenciação da montagem, em conversas com os técnicos que trabalhavam nela e no acompanhamento final de montagem.

- C. Analise dos manuais mecânicos das máquinas, determinando assim elementos em comum entre os projetos e identificando o que seria considerado uma máquina padrão.**

Após realizar esses procedimentos, foi possível levantar quais as atividades seriam incluídas na rede padrão das máquinas da família MM. As atividades podem ser observadas em anexo.

5.4.2. Determinar as Durações e Recursos Utilizados em cada Atividade

Após determinar quais seriam as atividades do projeto, a segunda etapa era definir quais seriam os recursos associados a cada atividade, bem como a duração de cada uma delas.

Como já citado anteriormente, existem três tipos de técnicos que desempenham funções diferenciadas na montagem das máquinas. Os técnicos presentes na empresa atualmente são :

➤ **Técnicos mecânicos :**

Este técnico consiste no principal recurso da empresa, sendo utilizado na maior parte da montagem da máquina. Atualmente a empresa conta com 11 técnicos mecânicos dentro do chão de fábrica.

➤ **Técnicos elétricos :**

Os técnicos elétricos são responsáveis por toda a montagem relacionada a parte elétrica da máquina, trabalhando em conjunto com os técnicos mecânicos em diversas atividades da montagem da máquina. Atualmente a empresa conta com 5 técnicos elétricos dentro do chão de fábrica.

➤ **Técnicos hidráulicos :**

Os técnicos hidráulicos são responsáveis por toda a montagem relacionada a parte hidráulica e pneumática da máquina, trabalhando com todo o sistema de controle de pressão e todos os circuitos hidráulicos para a refrigeração das máquinas. Os técnicos hidráulicos trabalham em conjunto com os técnicos mecânicos em diversas atividades da montagem da máquina. Atualmente a empresa conta com 3 técnicos hidráulicos dentro do chão de fábrica.

Para determinar os recursos que seriam utilizados em cada uma das atividades do projeto, foi realizada uma entrevista com os dois supervisores de montagem, utilizando os dados adquiridos no mapeamento das atividades e determinando assim a quantidade necessária de técnicos para cada etapa do projeto.

Nessa entrevista, foi considerado a necessidade teórica de técnicos, usando o pressuposto que a máquina em estudo, PM ou MM, seria a única máquina em montagem no momento e definindo assim qual seria a quantidade ideal de técnicos em cada atividade do projeto. Nessa entrevista pode-se observar que a quantidade necessária geralmente não era a mesma quantidade que havia se observado no acompanhamento de montagem, mostrando assim que não havia um bom planejamento na alocação de recursos.

Em relação as durações de cada atividade, após definidos a quantidade de recursos que cada atividade demandava, foi estimada a duração de cada uma, novamente com entrevistas com os dois supervisores de montagem da fábrica.

Os períodos determinados foram divididos em uma escala de tempo baseada na unidade 1 dia, pois a maioria das atividades apresentavam durações entre a faixa de 1 a 5 dias. Diversas atividades poderiam ser realizadas em menos de um dia. Para essas atividades, o prazo estipulado foi de 0,5 dia.

O anexo “Planilha de recursos e durações” retrata todos os levantamentos feitos e os dados obtidos como resposta para as máquinas PM e MM.

5.4.3. Montar Rede Padrão

Depois que todas as atividades foram definidas, bem como seus recursos e durações, é possível montar a rede padrão, que retrataria a duração do projeto de uma máquina na etapa de montagem. É importante lembrar que a rede padrão irá retratar a parte do projeto que é comum a toda família de máquina a qual o cronograma faz

referencia, no caso específico do trabalho forma avaliadas as máquinas das famílias PM e MM.

Será utilizado o método CPM, onde são definidas as atividades, suas durações, precedências, restrições e recursos.

Para se montar a rede e acompanhar todo o desenvolvimento do projeto a partir dessa etapa, será utilizado o software MS Project, já citado anteriormente. Esse software irá auxiliar tanto no planejamento e no controle dos projetos em andamento.

Para montarmos a rede padrão no MS Project, seguiremos os seguintes procedimentos :

Iniciaremos o software MS Project e listaremos todas as atividades da família em questão, como as máquinas PM ou MM, separando as atividades em três conjuntos diferentes, referentes a montagem das três peças fundamentais da máquina: Roda, Forno e Elevador. O nome do arquivo será “Rede Padrão PM” ou “Rede Padrão MM”.

Após listarmos no programa todas as atividades necessárias para a montagem da máquina, todas as tarefas apresentarão duração de 1 dia e serão realizadas simultaneamente, pois não apresentam nenhuma precedência ou restrição apontada.

Paralelamente a criação desse arquivo, é necessário a criação de um arquivo paralelo, que será utilizado como uma planilha de recursos.

O arquivo paralelo, denominado “**Recursos Sidel**” não apresentará nenhuma atividade, apenas listará os recursos disponíveis para a utilização na montagem de qualquer máquina. Esse arquivo é necessário pois permitirá que diversos projetos utilizem os mesmos recursos, possibilitando assim visualizar a superalocação dos recursos com o acúmulo de projetos, e também podendo reestruturar essa utilização visando um melhor aproveitamento desses recursos.

Após a criação do arquivo de recursos, distribuiremos os recursos nas atividades já descritas no arquivo padrão. É importante notar que as atividades desse arquivo ainda apresentam duração de 1 dia e ocorrem simultaneamente. Os recursos são atribuídos anteriormente a descrição das durações pois interferem nas mesmas, quando listados anteriormente. Isso ocorre pois quando atribuímos mais de um recurso para uma atividade, o programa reduz o tempo de duração da atividade, dividindo esse tempo entre os recursos atribuídos. Existe uma função que impediria esse procedimento, porém quando fosse necessário recalcular as durações, as mesmas ficariam fixas com a inclusão ou exclusão de um ou mais recursos, não retratando a realidade.

Após a listagem dos recursos para cada uma das atividades específicas, consultamos os prazos adquiridos durante o mapeamento das atividades e introduzimos o prazo de cada uma no projeto padrão. Podemos notar que os recursos não são alterados quando colocamos as durações na atividade, deixando a mesma do jeito em que determinamos no mapeamento.

A relação de precedência e as restrições entre as atividades podem ser realizadas antes ou após a inclusão dos recursos, não interferindo em nada as informações já postadas no projeto.

Para não haver conflito entre datas e utilização dos recursos, ocorrendo uma sobreposição dos arquivos padrões entre si, ou mesmo uma sobreposição entre os arquivos padrões e os arquivos das redes específicas, cada arquivo padrão teve sua data de início estipulada no mês de janeiro de anos anteriores, sendo o arquivo da família PM iniciado em janeiro de 2003 e a família MM iniciada em janeiro de 2002.

As duas redes padrões geradas podem ser observadas a seguir:

Gráfico 5.1 -Gantt PM Padrão

Gráfico 5.2 - Gantt MM Padrão

Como pode ser observado nos gráficos, as atividades que compõem o caminho crítico da máquina estão relacionados com a montagem da roda. Tanto o forno quanto o elevador apresentam uma margem de atraso em suas atividades, podendo a sua montagem ser melhor alocada no projeto sem que interfira nos prazos.

Os projetos da empresa usarão como base uma margem de atraso permitida no projeto, podendo o mesmo apresentar um atraso de 10 dias úteis (duas semanas). Essa margem é definida para prever possíveis imprevistos nos projetos e utilizada no replanejamento dos projetos.

5.4.4. Montar Rede Específica

Como já comentado no início do capítulo, as redes padrões serviriam de base para a criação de redes específicas para cada projeto em andamento dentro da empresa, podendo também ser usadas para planejamentos de projetos futuros, determinando assim projeções que poderiam ser estudadas pelo departamento industrial e comercial.

As redes específicas são as redes que retratam o projeto real, com suas particularidades e restrições específicas. É na rede específica também que são realizados os controles sobre os andamentos dos projetos, visando acompanhar o desempenho do mesmo.

Quando houver a venda de uma máquina na Sidel, é criada uma rede específica para o projeto em questão. Os procedimentos que devem ser seguidos para a criação dessa rede estão descritos a seguir :

- **Identificar de qual a família pertence a máquina vendida :** para a utilização das redes padrões, o primeiro passo na criação das redes específicas é identificar qual a família representa melhor a máquina vendida, determinando assim qual será a rede padrão a ser utilizada no projeto.
-

- **Análise da rede padrão :** após escolhida a rede padrão mais adequada ao projeto iniciado, deve ser feita uma análise sobre todas as atividades da rede padrão, verificando a necessidade ou não daquela atividade no projeto. Abre-se o arquivo da rede padrão e o salvamos com o nome do projeto em questão, alterando a data de início para a realidade. Como a rede padrão retrata atividades comuns a maioria das máquinas da família em questão, essa análise apenas confirmaria a realização das atividades presentes, eventualmente excluindo-se uma ou outra.
- **Análise das particularidades da máquina :** com a venda efetuada, o cliente define diversas particularidades que deseja em sua máquina, particularidades essas que devem ser consideradas no momento de se planejar a montagem da máquina. Ao analisar todas as particularidades exigidas pelo projeto, adicionando no arquivo do projeto as atividades específicas e estimando a duração, os recursos e o momento em que essas atividades irão ocorrer.

Após determinarmos as atividades que serão adicionadas e as que serão excluídas do projeto, obtemos assim a rede específica para o novo projeto, podendo assim realizar a interação desse novo projeto com os demais projetos em andamento, visualizando a situação da empresa e planejando da melhor maneira a utilização da mão de obra dentro da empresa.

Para obtermos essa rede no MS Project, devemos abrir o arquivo referente a rede padrão da família específica e utilizar a função “**salvar como**”, que criará um novo arquivo com todos os dados da rede padrão.

Com esse arquivo criado, pode-se iniciar as modificações específicas do projeto, primeiramente inserindo as datas reais que o projeto deve se iniciar através da função **Projeto>Informações sobre o projeto**, e após retirando ou introduzindo

novas atividades no projeto. É importante verificar as relações que atividades que serão retiradas ou introduzidas no projeto apresentam com as outras atividades já existentes, bem como a necessidade de recursos e a duração estimada, alterando sempre de acordo com as especificidades que o projeto requisita e introduzindo as atividades extras nos momentos corretos do projeto.

Após realizadas todas as alterações demandadas pelo projeto específico, a rede específica está pronta, e pode ser inserido na rede mestre para que haja uma interação das necessidades apresentadas por esse projeto com os demais projetos em andamento dentro da empresa, podendo assim ser realizado um planejamento mais confiável desde o início do projeto.

5.4.5. Montar Rede Mestre

Com todas as redes específicas estruturadas, para se ter uma visão geral da produção e o sistema de planejamento se torne confiável e viável, é preciso a interação entre os diversos projetos que estão sendo desenvolvidos, pois eles compartilham da mesma gama e recursos.

Deve-se criar uma rede mestre, que retrate todos os projetos que estão sendo realizados em um determinado momento dentro da empresa, mostrando assim a realidade da empresa e proporcionando o planejamento específico de cada projeto quando ele se associa aos outros projetos em andamento.

Para montar a rede mestre, será criado um arquivo no MS Project em que todos os projetos serão inseridos. Este arquivo será denominado rede mestre e possuirá todos os projetos vigentes na empresa, proporcionando a visão geral da mesma .

Para criarmos essa rede no MS Project devemos primeiramente abrir um arquivo novo, que denominaremos Rede Mestre. Ao criarmos esse arquivo, deve-se organizar todos os arquivos específicos que estão se desenvolvendo na empresa

naquele momento, classificados em ordem cronológica de início, e inseri-los no cronograma mestre, através da função ***Inserir>Projeto***. Com essa função, o projeto específico é inserido na rede mestre e pode ser editado tanto em seu arquivo de origem quanto no arquivo mestre, as alterações são registradas em ambos sempre que realizadas.

Após inseridos todos os projetos vigentes na rede mestre, esta fica pronta para realizarmos a interação entre os projetos e determinar um planejamento inicial para cada um dos projetos.

O arquivo rede mestre será um arquivo contínuo, sofrendo permanente inclusão de novos projetos e exclusão dos projetos já terminados.

É importante lembrar que os projetos podem ser acompanhados individualmente ou na rede mestre, portanto quando excluimos um projeto da rede mestre, ele continua existindo individualmente, mantendo todas as informações do seu desenvolvimento, que pode ser usado futuramente para a obtenção de dados, sanar dúvidas sobre o desenrolar do projeto ou mesmo servir de base para determinados estudos.

5.4.6. Reestruturar a Rede

Com a rede mestre já estruturada, contendo todos os projetos específicos vigentes na empresa inseridos na rede, podemos interagir os projetos, observando o qual a melhor distribuição dos mesmos de modo que aproveite da melhor forma os recursos disponíveis e as restrições existentes, como prazos de entrega e multas por atrasos.

Para reestruturar a rede mestre, e em consequência as demais redes específicas, utilizaremos a função de “***redistribuição de recursos***” do MS Project, que alocará da melhor maneira possível os recursos disponíveis na empresa, evitando

assim a super alocação dos mesmos. Com a realocação dos recursos, é comum que os prazos dos projetos se alterem, apresentando uma duração superior a duração inicial.

Na redistribuição de recursos, o software permite realizarmos essa redistribuição sem que as datas de termino sejam alteradas, podendo assim avaliarmos a melhor solução sem atraso do projeto. Também podemos realizar uma redistribuição sem prender os prazos do projeto, assim ao avaliarmos o resultado leva-se em conta o atraso permitido do projeto, definido em 10 dias úteis, avaliando se a solução encontrada se enquadra dentro desse atraso.

É importante salientar que a redistribuição dos recursos fornece uma visão rápida do melhor aproveitamento dos recursos para os projetos especificados, porém é apenas uma ferramenta que auxilia o planejamento dos projetos. Seu resultado deve ser analisado e confrontado com outras restrições relacionadas ao projeto, como margens permitidas para atrasos (no caso em que elas estejam estabelecidas de forma contratual) e grau de importância de cada projeto. Analisando todas essas informações em conjunto, pode-se avaliar se o resultado obtido pela redistribuição de recursos é viável para cada projeto em questão, ou se será necessário a realização de alterações na resposta obtida.

Ao realizarmos alterações em um projeto, devemos sempre analisar o impacto que essas alterações geram nos demais projetos, pois todos interagem entre si, e pequenas alterações em um projeto podem gerar consequências graves em outros projetos.

Após a análise de todos os projetos específicos, verificando as alterações que cada um deles sofreu, determina-se o planejamento da rede mestre, que nada mais é que o planejamento de cada uma das redes específicas considerando a interação entre os demais projetos.

A atividade de controle é essencial para acompanhar o desenvolvimento dos projetos em andamento, identificando imprevistos que possam interferir no projeto específico, influenciando também nos demais projetos da empresa.

A cada novo projeto inserido na rede mestre, deve-se realizar o novamente o replanejamento da rede mestre, com toda a análise sobre o impacto nos projetos que estão sendo realizados.

Quanto maior o numero de projetos inseridos dentro da Rede Mestre, maior a complexidade em se planejar e replanejar os projetos, porém maior é a confiabilidade sobre a alocação dos recursos e a disponibilidade de se iniciar ou não novos projetos em determinados períodos, sendo o sistema não só uma ferramenta técnica como também uma ferramenta estratégica.

6. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

6.1. Introdução

Este capítulo tem como objetivo mostrar a aplicação da solução proposta no capítulo anterior, desenvolvendo todos os passos descritos no capítulo 5 e analisando os resultados e melhorias obtidas.

Esse exemplo será baseado em informações de 2 máquinas que estavam em processo de montagem na empresa, sendo uma máquina da família PM, uma SBO 6, e uma máquina da família MM, uma SBO 10.

As duas máquinas se encontravam em processos diferentes de montagem e não apresentavam nenhum planejamento específico para o desenvolver das atividades. Como o sistema não era utilizado anteriormente, as atividades anteriores ao início da utilização foram consideradas como realizadas nos prazos estipulados, sendo analisado e planejado as atividades restantes, interagindo um projeto com o outro.

As máquinas apresentavam alguns dead lines que deveriam ser cumpridos, então essas restrições foram consideradas ao se rodar o sistemas, impondo certas prioridades que deveriam ser cumpridas.

6.2. Criando as Redes Específicas

Como as máquinas já se encontravam em montagem, para se criar a rede específica foi observado em qual etapa de montagem a máquina estava, registrando quais as atividades que já haviam terminado e quais ainda deveriam ser executadas.

A máquina PM SBO 6 apresentava três semanas completas de montagem da parte da roda, porém o forno apresentava apenas duas semanas de montagem e o

elevador estava com previsão de início de montagem na semana seguinte a qual a rede seria montada.

Com esses dados em mão, estabeleceu o ponto de partida para avaliar as mudanças da rede padrão para a rede específica, desprezando todas as atividades concluídas. No gráfico de Gantt, estas atividades foram registradas como 100% concluídas. As principais alterações desse projeto foram a inclusão de 8 atividades extras, sendo 5 na montagem da roda e 3 na montagem do forno, e a exclusão de 6 atividades, sendo 4 na montagem da roda e 2 na montagem do forno. Para esse projeto, a montagem do elevador não sofreu alterações.

As atividades incluídas foram a montagem dos seguintes itens:

- Jogo de molde 1,0 litros;
- Personalização de FINISH 38 – óleo;
- Personalização de corpo 1,0 litros;
- Troca rápida de molde 1,8 litros;
- Troca rápida de personalização corpo 1,8 litros;
- Contador de preformas rejeitadas;
- Segurança de manuseio da câmara;
- Condensador.

As atividades excluídas foram a montagem dos seguintes itens:

- Junta rotativa de água 2 circuitos;
- Junta giratória de ar;
- Travamento GUPM cilíndrico pistas duplas;
- Came de destravamento GUPM cilíndrico;
- Troca de passo;
- Esticador.

A rede específica gerada com essas informações pode ser observada a seguir :

Gráfico 6.1 - Gantt PM Rede Especifica

A máquina MM SBO 10 apresentava quatro semanas completas de montagem da parte da roda, enquanto o forno apresentava três semanas de montagem e o elevador estava na iniciando a sua montagem.

Com esses dados em mão, estabeleceu o ponto de partida para avaliar as mudanças da rede padrão para a rede específica, desprezando todas as atividades concluídas. As principais alterações desse projeto foram a inclusão de 11 atividades extras (sendo 7 na montagem da roda, 3 na montagem do forno e 1 na montagem do elevador), e a exclusão de 4 atividades (sendo 3 na montagem da roda e 1 na montagem do forno).

As atividades incluídas foram a montagem dos seguintes itens:

- Entrada de ar para o resfriamento;
- Brumizador;
- Bico do brumizador;
- Jogo de molde 3,0 litros countur;
- Personalização de FINISH 28;
- Personalização de corpo 3,0 litros countur;
- Contador de garrafas;
- Maillon;
- Ar condicionado;
- Mangueiras do ar condicionado;
- Basculador de preformas.

As atividades excluídas foram a montagem dos seguintes itens:

- Distribuição de ar;
- Colector elétrico;
- Compensação;
- Circuito ar forno.

A rede específica gerada com essas informações pode ser observada a seguir :

Gráfico 6.2 - Gantt MM Rede Especifica

6.3. Inserindo os Projetos na Rede Mestre

Após montadas as redes específicas para os dois projetos que estavam sendo realizadas na Sidel, ambos os projetos foram inseridos na Rede Mestre, para que fossem visualizados como um só projeto.

Devido ao sistema ainda não estar em operação, os dois projetos foram os primeiros a serem inseridos na Rede Mestre, o que proporcionaria a interação de um projeto com o outro.

Ambos projetos utilizavam da mesma gama de recursos disponíveis, e quando inseridos na rede mestre seria possível visualizar quais os períodos em que a utilização dos recursos ultrapassaria a quantidade disponível, pois o MS Project apresenta uma saída gráfica que representa a utilização dos recursos, já informando quando esses são insuficientes. Essa saída pode ser observada na função *Exibir>Gráfico de Recursos*.

Após montadas as redes específicas, ambos os projetos informavam uma data de término específica, determinada pela duração do projeto. Em relação aos contratos comerciais, não haviam cláusulas específicas determinando o grau de urgência e atrasos permitidos, sendo usado os atrasos padrões da empresa, o que significava que o atraso dos projetos não poderia ultrapassar 10 dias.

6.4. Replanejando os Projetos

Com a inserção dos projetos na rede específica e a percepção que os recursos estavam super alocados em determinados períodos, havia a necessidade de uma redistribuição dos recursos visando eliminar ou diminuir o trabalho super alocado, que oneraria no custo do projeto.

Através da utilização do MS Project conseguimos realizar uma distribuição rápida, que pode ser analisada e pela empresa, que toma a decisão de utilizar a resposta obtida, rejeita-la, ou mesmo trabalhar com a resposta e obter outra que atenda necessidades não impostas no calculo da mesma.

Para se realizar a distribuição dos recursos, utilizamos a seguinte função do MS Project : ***Ferramentas>Redistribuição de recursos.***

Ao rodarmos a redistribuição de recursos, obtemos os seguintes resultados:

A máquina MM SBO 10, que apresentava uma duração de 44 dias úteis teve essa duração alterada para 56 dias úteis, proporcionando um atraso de 12 dias no projeto. De acordo com margem de atraso permitida, a redistribuição forneceu uma solução inviável para o projeto, pois o atraso máximo permitido seriam 10 dias úteis e o atraso obtido na redistribuição ultrapassavam em 2 dias úteis esse atraso.

A máquina PM SBO 6, que apresentava uma duração de 50,5 dias úteis teve essa duração alterada para 60,5 dias úteis, proporcionando um atraso de 10 dias no projeto. De acordo com margem de atraso permitida, a redistribuição forneceu uma solução viável para o projeto, portanto seria utilizada.

Na redistribuição dos recursos, a primeira semana de montagem após o replanejamento dos projetos não foi alterada, permanecendo assim a superalocação dos técnicos durante aqueles dias. Para suprir essa deficiência, durante essa semana alguns técnicos assumiram funções de outros técnicos, apesar da não especialidade na função, ao ajudarem os outros técnicos foi possível cumprir o prazo das atividades. OS técnicos elétricos assumiram a função de técnicos mecânicos e dos técnicos hidráulicos, atuando como ajudantes na realização das atividades e conseqüentemente auxiliando no cumprimento dos prazos.

Analizando o resultado obtido, pode-se criar um plano para contornar esse déficit criado pelo replanejamento do projeto, que constituiria em alocar recursos

durante os quatro sábados em que o projeto se desenvolveria e redistribuir os recursos novamente, o que gerou uma duração no projeto de 52 dias, que se encontrava dentro da margem de atraso permitida.

Após realizar essa mudança, avaliou-se o impacto que essa modificação causaria na montagem da PM SBO 6, verificando se não existiria uma super alocação dos recursos em virtude dessa mudança.

A máquina PM SBO 6 não sofreu nenhuma alteração com a mudança realizada, podendo continuar como planejada.

Os resultados definitivos do planejamento de ambas as máquinas podem ser observados a seguir :

Gráfico 6.3 – Gantt PM Replanejado

Gráfico 6.4 – Gantt MM Replanejado

6.5. Acompanhamento dos Projetos

Para o bom desenvolvimento do projeto, é preciso que exista um controle sobre o que foi planejado, proporcionando condições de realizar planos de contingência diante de situações inesperadas que possam alterar o planejamento do projeto.

O controle dos projetos é realizado de duas formas, uma diária e uma semanal, visando que não houvessem atrasos nos projetos.

O controle diário é realizado pelo supervisor de montagem, que possuía a lista com as atividades que devem ser realizadas por dia e os recursos que serão alocados naquelas atividades. Acompanhando diariamente a montagem, a qualquer imprevisto ele já poderia agir instantaneamente, evitando que o imprevisto atingisse dimensões maiores. Com o acompanhamento diário, é possível detectar pequenos atrasos ou adiantamentos nas tarefas, avaliando rapidamente se é vantajoso ou não realizar algumas horas extras no dia para suprir os atrasos ou iniciar tarefas de dias seguintes em virtude do adiantamento.

O controle semanal é realizado em uma reunião do departamento industrial, a qual o supervisor de montagem passa aos demais integrantes do departamento como esta o andamento da máquina. Nessa reunião, a rede do projeto é alimentada com os dados reais, e se necessário ela é recalculada e replanejada, visando cumprir as restrições do projeto.

6.6. Resultados Obtidos

Durante a realização dos dois projetos estudados não foram observados muitos imprevistos, e os pequenos imprevistos observados foram facilmente contornados pelo supervisor de montagem.

Apesar de durante a execução do projeto novas máquinas serem inseridas na Sidel, devido ao teste inicial do sistema, essas máquinas não foram incluídas na Rede Mestre, visando acompanhar os dois projetos em estudo até o seu termino.

7. CONCLUSÕES

7.1. Introdução

Este capítulo tem como objetivo discutir como foi o desenvolvimento do Trabalho de Formatura, desde de a sua concepção até o seu encerramento. Com isso será mostrado todos os desafios e adversidades que o trabalho apresentou para que fosse atingido seus propósitos.

Os resultados do sistema implantado também estão descritos neste capítulo, mostrando quais foram as principais mudanças que este sistema introduziu na empresa.

7.2. Dificuldades Enfrentadas

Para a realização do trabalho, desde sua concepção até a sua aplicação pratica, muitas atividades tiveram de ser realizadas e diversos imprevistos aconteceram durante a realização do trabalho, alguns dificultando a realização do mesmo e alguns auxiliando.

Primeiramente, na definição do problema, apesar da consciência de que a empresa não apresentava nenhum sistema de planejamento, existia uma pré disposição para não mudar o modo de trabalho atual, com uma visão de que já haviam tentado introduzir algo similar e que não funcionou, logo esse sistema também não funcionaria. Apesar da gerencia apoiar o trabalho, durante a coleta de dados era percebido duas situações distintas:

Algumas pessoas consideravam o trabalho essencial e de suma importância para a empresa, vendo que tal sistema ajudaria em muito o trabalho que elas realizavam e a empresa como um todo.

Outros funcionários evitavam colaborar com a criação do sistema, duvidando de seu funcionamento e de que ele realmente traria melhorias para a empresa, apesar de acharem que o sistema atual não estava longe do ideal, viam com muita dificuldade que o novo sistema conseguiria suprir todas as necessidades que a empresa requisitava. Para a colaboração de forma produtiva desses funcionários, foi preciso convencê-los que o sistema tinha potencial para suprir as necessidades apresentadas pela empresa.

Outra dificuldade enfrentada foi determinar se o sistema que seria implantado deveria ou não estar associado com o sistema de compras e gerenciamento de estoque da empresa, o que consideraria as atividades de compras como atividades das redes, tanto das redes padrões como das redes específicas. Foi avaliado qual o impacto em associar as atividades de compra às redes, percebendo que com isso as compras ficariam demasiadamente atreladas as atividades de montagem, não permitindo assim um gerenciamento de estoque eficiente para a empresa. Como já citado, a empresa apresenta diversas formas de gerenciamento de estoque, baseada na utilização e custos dos componentes que serão esticados, utilizando políticas como ponto de pedido e lotes fixos.

A determinação dos recursos disponíveis para a realização do trabalho também foi uma das dificuldades enfrentadas, pois o departamento Industrial constantemente fornecia técnicos para o departamento de Assistência Técnica, o que deixava o chão de fábrica defasado em relação ao planejamento realizado.

Esse problema em relação aos recursos só é perceptível quando o sistema esta em funcionamento, como no caso do exemplo demonstrado no capítulo 6, onde após se realizar o planejamento, a departamento de Assistência Técnica solicitou alguns técnicos em períodos que não seria possível disponibiliza-los, pois acabaria atrasando um dos projetos em andamento.

Para solucionar esse problema, foram propostas algumas soluções, que estão sendo avaliadas pela empresa, como a contratação de mais técnicos para um dos dois

departamentos ou ambos, e um sistema de planejamento dos serviços de assistência técnica, podendo assim interagir com o sistema de planejamento de produção e obter resultados que atendam os dois departamentos.

7.3. Objetivos Alcançados

Como descrito no capítulo 1, os objetivos desse trabalho era criar um sistema de planejamento de produção para a Sidel, podendo com ele planejar, acompanhar e controlar o desenvolvimento dos diversos projetos realizadas pela Sidel.

Cada máquina produzida, por apresentar características únicas e específicas, é considerado um projeto, então o sistema criado deveria se basear no planejamento de projetos, porém, como os projetos eram realizados simultaneamente, o sistema deveria considerar a integração dos diversos projetos, trabalhando assim com múltiplos projetos.

Como a empresa não usava nenhum sistema de planejamento, a criação de um sistema como esse auxiliaria a visualizar como andava a produção dentro da empresa, identificaria possíveis problemas para que fossem contornados com antecedência e proporcionaria uma visão para o departamento comercial se programar no atendimento aos clientes, informando prazos viáveis para a realização de uma nova máquina.

Ao término do trabalho de formatura, o sistema estava sendo implementado na empresa, ainda de maneira graduada, mudando-se aos poucos o que era realizado antes, introduzindo os novos projetos nesse sistema e fazendo um pequeno acompanhamento dos projetos vigentes.

Com a introdução do sistema na empresa, pode-se observar uma melhoria no controle dos projetos e na alocação dos recursos, objetivos pretendidos pelo projeto e alcançados.

Outra melhoria que pode ser observada é a diminuição da utilização de horas extras, o que ocasiona em uma diminuição do custo do projeto, visto que a mão de obra em período de hora extra é sensivelmente superior ao período normal. Houve também uma diminuição dos atrasos, o que evita que projetos ultrapassem seus dead lines e sejam multados, onerando no custo do mesmo.

Além disso, toda a empresa tinha uma visão geral de quais eram as máquinas em produção, bem como as próximas máquinas planejadas, o que antes não era divulgado, o que impedia certos departamentos de se planejarem para atender as necessidades das máquinas.

7.4. Análise Crítica sobre o Trabalho

O Trabalho de Formatura atingiu seus objetivos, tanto teóricos como práticos, proporcionado ao aluno a resolução de um problema real que vinha sendo apresentado pela empresa em que ele realizava o estagio, e para isso foi utilizado alguns elementos aprendidos durante o curso de engenharia de produção, além de um aprofundamento sobre tópicos específicos, como o planejamento e gerenciamento de projetos.

8. BIBLIOGRAFIA

01 - Santoro, M.C. **Planejamento, Programação e Controle da Produção** – Volume 1. São Paulo, DEP-EPUSP, 2003

02 - Santoro, M.C. **Planejamento, Programação e Controle da Produção** – Volume 2. São Paulo, DEP-EPUSP, 2003

03 - Tradução livre do **PMBOCK 2000**, V 1.0, disponibilizada através da Internet pelo PMI MG em janeiro de 2002

04 - Saad, C.S. **Um Sistema de Planejamento e Controle da Produção de Moldes de Injeção**. 1988. 119p. Trabalho de Formatura - Escola politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1988.

05 - Moraes, W.N. **Sistema de Planejamento, Programação e Controle da Produção em uma Confecção que produz sobre Encomenda**. 1996. 111p. Trabalho de Formatura - Escola politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1996.

06 - Impacta Tecnologia. **Gerenciamento de Projetos Microsoft Project 2000**. 1º edição 2002

07 – Wiley, V.D.; Deckro, R.F.; Jackson Jr., J.A. **Optimization analyses for design and planning of multi-project programs**. European Journal of Operational Reserch, n.107, p. 492-506, 1998

08 – Gann, D.M.; Salter, A.J. **Innovation in project-based, service-enhanced firms: the construction of complex products and systems**. Research Policy, n 29, p. 955-972, 2000

09 - Relatórios e Publicações Internas da Empresa

10 - Site **The CUBE – Sidel News** Disponível em http://ftp.sidel.com/cube/cube_GB.asp

9. ANEXOS