



COMPROMETIDA COM A PROMOÇÃO DO DESENVOLVIMENTO
DA ENGENHARIA E DAS CIÊNCIAS MECÂNICAS

VI CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA
VI NATIONAL CONGRESS OF MECHANICAL ENGINEERING
18 a 21 de agosto de 2010 – Campina Grande – Paraíba - Brasil
August 18 – 21, 2010 – Campina Grande – Paraíba – Brazil

ELABORAÇÃO DE UM SISTEMA DE PPCP NA MANUFATURA DE PAINÉIS ELÉTRICOS SOB ENCOMENDA – ESTUDO DE CASO

Carlos Eduardo Monteiro de Sá, cadumonteiro@yahoo.com.br
Maria de Lourdes Santiago Luz, msluz@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, Bloco 19/20, Departamento de Engenharia de Produção

Resumo: *Com a finalidade de apresentar um modelo-exemplo na obtenção da rede de produção de painéis elétricos sob encomenda, o trabalho irá destacar as metodologias e conceitos aplicados na prática desta atividade em uma empresa de engenharia. Foram realizados estudos referentes ao sistema PERT/CPM (teoria aplicada a essa prática) voltados à obtenção de um modelo de Planejamento, Programação e Controle de Produção (PPCP) com o objetivo de sistematizar e consolidar a gestão operacional e as estratégias de atendimento aos clientes. Sob esse sistema, coletou-se e organizaram-se os dados referentes à produção dos painéis elétricos (projeto piloto), propiciando a configuração da rede PERT/CPM para o sistema produtivo em questão, obtendo-se o modelo padrão das atividades necessárias para confecção do produto analisado. A empresa conseguiu a partir desse projeto piloto, visualizar e elaborar um cronograma concreto das atividades pertinentes ao seu processo de fabricação, podendo a partir de então avaliar com antecedência seus recursos produtivos e níveis de utilização sob uma perspectiva de curto a longo prazo, além de oferecer mais precisão e flexibilidade de variação quanto às datas de término de processo e atendimento ao cliente.*

Palavras-chave: *Planejamento e Controle da Produção; Produção sob encomenda; PERT/CPM*

1. INTRODUÇÃO

Para uma organização se manter competitiva é notório a necessidade de meios que garantam o melhor controle do sistema produtivo da mesma, reduzindo, direta ou indiretamente, os custos e melhorando a qualidade dos serviços prestados. O estudo foi voltado para a coordenação do controle da produção, utilizando os conceitos da técnica PERT/CPM, sob o sistema produtivo sob encomenda em uma empresa de painéis elétricos, com finalidade de auxílio às práticas de PPCP para a organização e, por meio da utilização dos métodos de caminho crítico, estabelecer a programação da produção diante da solicitação de um pedido visando, como princípio, atender as datas de entrega, que é um fator crucial para a contratação do serviço por parte dos clientes.

Com o agravamento da crise do início do ano de 2009 e o crescimento da competitividade no setor, algumas empresas de engenharia elétrica proveram cortes de funcionários, muitas vezes especializados, alimentando a demanda de trabalhos indiretos no mercado, agravando a situação das médias e grandes empresas que possuíam toda uma estrutura para manter em função do serviço prestado.

A análise feita em uma empresa do ramo de prestação de serviço em engenharia elétrica e montagem de painéis elétricos, localizada em Maringá, com seu foco voltado para o setor agroindustrial, apresentava necessidade de um sistema de gestão produtiva, visando racionalizar a contratação e utilização de funcionários e materiais de suprimento na produção dos painéis elétricos, de maneira que melhor se adapte à demanda sazonal do mercado.

Os principais clientes da empresa são, geralmente, grandes armazenadores de cereais (soja e milho) localizados nas regiões norte do Paraná, interior de São Paulo, Mato Grosso e Goiás, e sua demanda tem seu ápice nos extremos do ano, mais precisamente nas épocas de safra (novembro a abril).

A falta de dados do processo produtivo da empresa impedia que fosse elaborado um sistema de controle na produção dos painéis elétricos, impossibilitando uma análise das capacidades e não fornecendo parâmetros para que se estime o tempo de entrega do produto para o cliente.

O trabalho realizado teve foco na necessidade de melhorias no sistema de manufatura desse produto sob encomenda, com a implantação de um sistema de controle de produção, preparando o setor para a introdução de um sistema maior de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) e, por meio das análises do sistema produtivo e implantação dos sistemas de controle, eliminar a imprecisão ocorrente nas datas de entrega dos painéis que afetam diretamente o planejamento dos clientes e da empresa em questão, além de racionalizar a compra e manutenção de insumos e equipamentos, pois, segundo Tubino (2007), o PPCP administra e coordena os planos definidos no nível

estratégico, tático e operacional de forma a integrar as informações dos setores envolvidos, como engenharia, compras, suprimentos e recursos humanos.

2. SISTEMA DE ADMINISTRAÇÃO DA PRODUÇÃO

Para iniciar o estudo de um controle no sistema de produção, deve-se primeiro levantar alguns fatores que englobam tal controle, que, em contexto geral, está inserido nas teorias de Planejamento, Programação e Controle da Produção (PPCP) e, em cima desse contexto, direcionar as pesquisas para o sistema produtivo.

O PPCP ancora sua importância em um processo produtivo sob a justificativa de aspectos como: melhoria contínua, criação de sistemas flexíveis, sustentáveis, com projeto e desenvolvimento de novos produtos de maneira ágil e redução de lead times e estoques (Lustosa et al., 2008). Para isso, o PPCP deve agir como um sistema de transformação de informações (Martins e Laugeni, 2005), pois recebe informações de vendas, estoques, linhas de produtos, modo de produzir e capacidade produtiva e as transforma em ordens de fabricação.

Slack et al. (2002) comenta sob a importância da função produção em uma organização em obter vantagem baseada na própria produção e cita cinco fatores de desempenho para alcançar tal vantagem: qualidade, rapidez, confiabilidade, flexibilidade e custo. Todos esses fatores interferem no custo das atividades da empresa, assim sendo, busca-se a otimização de tais aspectos afim de que se tenha uma redução desses custos para a organização.

O PPCP tem suas atividades separadas em três níveis hierárquicos de uma organização, uma para cada horizonte de prazo da produção, para as funções de planejamento e controle das atividades produtivas (Tubino, 2007). No horizonte de longo prazo desenvolve-se o Plano de Produção, em médio prazo o Plano Mestre e em curto prazo a Programação da Produção, conforme ilustra o

Quadro 1).

Prazos	Atividades	Objetivos
Longo	Plano de Produção	Previsão de Capacidade de Produção
Médio	Plano Mestre	Planejamento de Capacidade
Curto	Programação	Produção

Quadro 1. Prazos, atividades e objetivos para a tomada de decisão nas empresas adaptado de Tubino (2007).

A implantação de um sistema PPCP leva em conta o sistema produtivo de destino que, segundo Tubino (2007), a sua classificação está atrelada à sua complexidade de gerenciamento, a qual está relacionada ao grau de padronização dos produtos e o conseqüente volume de produção demandado pelo mercado. O autor comenta que a classificação do sistema não depende do produto em si, mas da forma como os sistemas são gerenciados para atender à demanda.

De acordo com Lustosa et al. (2008), além da padronização dos produtos, o sistema produtivo pode ser classificado pelos tipos de operações que os produtos sofrem, o ambiente de produção e o fluxo de processo e a natureza do produto.

Os sistemas produtivos podem ser classificados em processo contínuos, com a produção de bens ou serviços que não podem ser identificados individualmente, ou discretos, classificados como sistema em massa, lotes ou sob encomenda que podem ser isolados separadamente em lotes ou unidades (Tubino, 2007).

Com base em todas as características apresentadas, percebe-se que os sistemas de produção apresentam diferentes fatores, que variam entre a produção em massa até a produção sob encomenda e que deve ser levado em conta na caracterização desses sistemas, como demonstra a Figura 1).

Contínuos Massa	Repetitivos em Lotes	Sob Encomenda
Alta	Demanda/Volume de Produção	Baixa
Baixa	Flexibilidade/Variedade de itens	Alta
Curto	Lead Time Produtivo	Longo
Baixos	Custos	Altos

Figura 1. Características básicas dos sistemas produtivos de Tubino (2007).

Na ótica da produção sob encomenda o relacionamento com o cliente apresenta-se como uma característica primordial. É um sistema com baixas demandas, com lotes pequenos e tendendo para a unidade. Geralmente existe uma data específica, negociada com o cliente, para entrega.

Nesse contexto, não se pode ter uma concepção do produto com antecedência em relação à demanda de longo prazo, mas a compra de matéria prima e peças podem ser estudadas em alguns casos (Tubino, 2007). O autor comenta ainda que os recursos produtivos são organizados por centros de trabalho ou departamentos produtivos por função executada. Loiola (2003, p. 22) afirma ainda que os produtos “são desenvolvidos para um cliente em específico e não são estocáveis, pois os sistemas produtivos esperam a manifestação do cliente para produzir”.

Para realização do PPCP no sistema de projetos a prioridade é alocação dos recursos para a conclusão do mesmo, visto que os prazos para entrega são fatores primordiais na contratação do serviço por parte dos clientes. Assim, utilizam-se métodos compatíveis com sistema de produção único e não repetitivo, vinculado a um PPCP de processo por projetos que possuem o início das atividades e suas conclusões correta e controladamente encadeados entre as atividades que estão acontecendo, explica Tubino (2007), essas características são direcionadas pela técnica de caminho crítico PERT/CPM.

A aplicação das técnicas PERT/CPM é possível para o planejamento e controle na produção de itens com início e fim bem definidos (Hoare, 1976). Assim, os métodos do Caminho Crítico são aplicados em áreas de produção para reforma ou manutenção em geral, pesquisa e desenvolvimento, empreendimentos de construção (prédios, navios, maquinários, entre outros) e introdução de produtos e processos.

Segundo Martins e Laugeni (2005, p. 419) “Um projeto é constituído por um conjunto de atividades independentes, mas logicamente ligadas, e pode ser representado por meio de uma rede”. Essa rede é a representação gráfica de um projeto e apresenta as atividades individuais a cerca do mesmo, que devem ser executadas para a sua conclusão, de maneira que o foco das atenções seja voltado para aquelas atividades críticas no desenvolvimento do projeto (Davis, 2001).

Desse modo, o projeto de um produto é estratificado em uma relação das atividades executadas (representados por setas) e eventos (representados por nós delimitando o início e fim das atividades), como exemplificado na Figura 2.

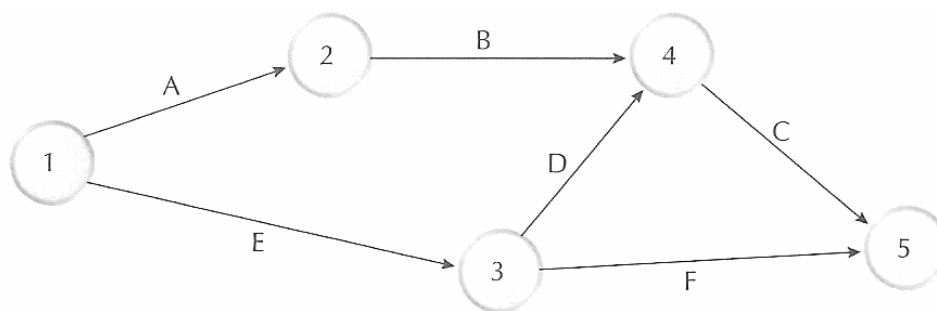


Figura 2: Rede de um projeto de Martins e Laugeni (2005).

A essa representação gráfica do projeto dá-se o nome de Rede PERT. Santos (2003, p. 36) comenta ainda que “[...] através desta representação gráfica é possível visualizar a seqüência lógica do projeto, com as interdependências das atividades que compõem o projeto”.

Martins e Laugeni (2005) explicam que para representar um projeto em uma rede PERT/CPM primeiramente define-se o contexto do projeto, ou seja, o seu princípio e fim, assim, até onde o estudo dos caminhos irá abranger o projeto. Essa é uma das características fundamentais para que o projeto possa ser representado nas técnicas de PERT/CPM. Posteriormente, divide-se o projeto em atividades específicas de forma que nenhuma sobreponha a outra e que estejam dentro do contexto do projeto.

Assim, para início dos estudos de adequação do projeto ao sistema PERT/CPM, deve-se identificar as atividades que constituem o projeto (Davis, 2001). Essas podem ser mais bem estratificadas no decorrer do projeto, caso tenham sido esquecidas na etapa inicial.

Com as atividades relacionadas ao projeto identificadas, define-se a lógica sequencial dessas atividades, incluindo atividades paralelas, atividades dependentes ou sem dependência, então assim, monta-se a rede do projeto, determinando então os tempos de cada atividade e demais fatores que influenciam no processo produtivo, como custo e a quantidade de recursos necessários para realização da mesma.

Com a rede devidamente elaborada, tem-se a situação de produção atual, havendo a necessidade agora de aplicar as técnicas que abrangem o estudo do sistema PERT/CPM para encontrar o caminho crítico e definir, posteriormente, um cronograma da programação da produção desse projeto.

3. O ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado na empresa Ectom Engenharia e Montagem. A mesma foi estabelecida na cidade de Maringá – PR há mais de 20 anos para prestar serviços no setor de engenharia elétrica.

A empresa trabalha com serviços de elaboração de projetos, execução dos mesmos, serviços na área de automação e montagem de painéis elétricos.

Hoje a empresa conta com 38 funcionários alocados nos diversos setores como automação, elétrica, desenho, montagem, execução, almoxarifado e setores de apoio e controle da organização como recursos humanos, compras e administração.

3.1. Demanda do Estudo

O estudo de caso foi norteado pela possibilidade de implantar e adequar um controle de PPCP para a empresa que não contava com nenhuma forma de administração da produção. Sendo assim, o estudo foi realizado no processo completo de confecção de um Painel de Controle Elétrico, abrangendo desde a etapa de negociação e projeto até a montagem final e embalagem.

Dentre as possibilidades de melhoria, destaca-se a possibilidade de prever, antecipadamente, as datas de término das etapas e, conseqüentemente, do projeto todo. Gerenciar os recursos necessários para a produção, a fim de auxiliar um sistema PPCP para regulagem de carga e demonstrar, visualmente, o andamento da confecção de um painel elétrico em meio a outros projetos, identificando os responsáveis.

3.2. Metodologia

Para concretizar o processo de confecção dos painéis elétricos em sob a ótica teórica da rede PERT/CPM dividiu-se o estudo em determinadas fases, entre familiarização com o sistema de produção e análise teórica dos dados.

A produção de painéis elétricos é feita sob encomenda. Geralmente, sua produção esta vinculada a um projeto de engenharia, como por exemplo, as instalações de força (acionamento de motores) de uma planta de recebimento de soja (já que os principais clientes da empresa são do setor agroindustrial). Todo o processo é claramente dividido em duas etapas, como mostrado na Figura 3).

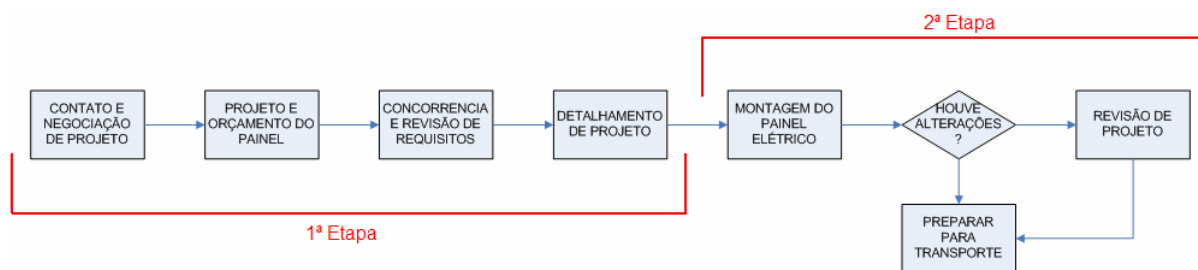


Figura 3. Fluxograma completo das etapas de produção do Painel Elétrico

Todo o processo de produção começa com uma negociação para que se possa preparar algum orçamento para fim de concorrência. Assim, o cliente interessado entra em contato com a empresa e descreve sua necessidade, impondo ou não restrições e preferências ao projeto desejado. Com base nesses dados, é elaborado o projeto do Painel Elétrico juntamente com sua lista de materiais.

Após o projeto técnico concluído, o gerente do setor de Engenharia associa os materiais necessários com os custos dos mesmos para a empresa, adicionados a isso os demais gastos com funcionários, infra-estrutura, impostos e lucro. Esses dados são compilados de modo a serem apresentados ao cliente interessado de forma que possam ser usados em uma concorrência com demais empresas possivelmente solicitadas, para o fornecimento do mesmo Painel Elétrico.

Assim que a empresa é, contratualmente, liberada para a confecção do Painel Elétrico solicitado pelo cliente, dá-se início a algumas etapas subseqüentes de ajustes de projetos e detalhamento do mesmo para que, posteriormente, o mesmo possa ser liberado para a produção no setor de montagem.

A montagem técnica ocorre com a entrega dos projetos Funcionais e Unifilares para o encarregado da montagem, que aloca funcionários para dar início às etapas subseqüentes de formação do produto. Nesta fase, todo o painel é montado sob um armário modular, onde são desenvolvidas atividades de corte e furação de chaparias, para fixação dos componentes elétricos e eletrônicos que irão compor toda a estrutura tecnológica de controle da planta fabril para o qual o painel está sendo desenvolvido.

No setor de montagem são realizadas também atividades de Acabamentos e Testes dos painéis ali confeccionados, para que o mesmo possa ser liberado para ser embalado e enviado ao seu destino.

Todas essas atividades foram identificadas com a ajuda de funcionários do setor, para então ser formado o fluxograma de montagem da Figura 4).

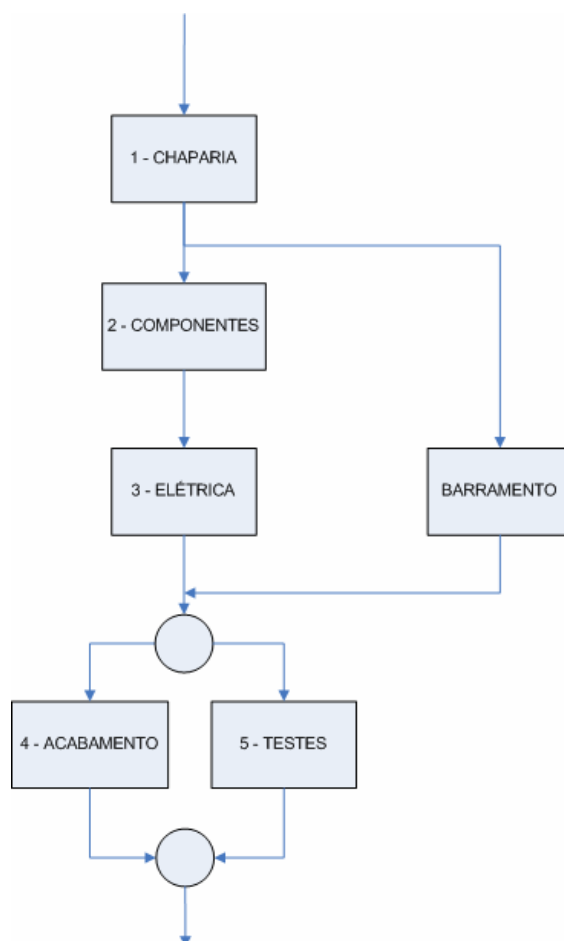


Figura 4. Fluxo de confecção do painel elétrico no setor de Montagem.

3.3. Resultados

Para coleta dos dados referentes à primeira etapa (negociação e projeto) foram realizadas entrevistas com o gerente do setor de Engenharia e análise direta do tempo. Já para adquirir o tempo de duração da montagem dos painéis elétricos, foi necessária a utilização de uma Ficha de Serviço Executado (FSE) para os técnicos e ajudantes do setor de Montagem a preencherem com o número da atividade que foi exercida sob o painel sendo montado, juntamente com seus tempos de início e fim. Esses tempos foram submetidos a um balanço de carga homem/hora referente a um número médio de funcionários trabalhando sob um mesmo produto. Característica essa onde a velocidade de execução das atividades de montagem depende do número de funcionário executando-as.

A Tabela (1) apresenta os tempos de execução de todas as atividades de produção já compiladas.

Tabela 1. Atividades do processo de fabricação do Painel elétrico juntamente com tempos, recursos e dependências.

ID	REF	Nome da Atividade	Dependência	TO	TM	TP	TE	Recursos
Negociação e Projeto								
1	NP1	Definição do projeto com o cliente	-	04:00	06:00	10:00	6:20	G1 ou D1 ou D2
2	NP2	Análise de projetos, normas e outros documentos do cliente	NP1	06:00	12:00	16:00	11:40	G1 ou D1 ou D2
3	NP3	Projeto Geral	NP2	72:00	100:00	120:00	98:40	G1 ou T1 ou T2
4	NP4	Confecção da lista de materiais e orçamento para apresentação ao cliente	NP3	40:00	48:00	72:00	50:40	G1, D1
5	NP5	Ajustes e re-análise de projeto junto ao cliente	NP3	12:00	16:00	24:00	16:40	D1 ou D2

6	NP6	Concorrência de projetos	NP4;NP5	20:00	20:00	20:00	20:00	G1 ou D1
7	NP7	Projeto unifilar	NP3	8:00	14:00	16:00	13:20	G1 ou T1 ou T2
8	NP8	Projeto funcional	NP6	32:00	42:00	44:00	40:40	T1 ou T2
9	NP9	Análise e compra de materiais	NP6;NP4	40:00	64:00	112:00	68:00	C1
Montagem do Painel Elétrico								
10	P1	Layout do painel	NP7;NP8	08:00	08:00	08:00	08:00	EM1
11	P2	Separação de materiais	NP6	04:00	04:00	04:00	04:00	A1
12	M1	Chaparia	P1	29:36	49:20	148	62:28	F1, F2, F3
13	M2	Componentes	M1;P2; NP9	23:48	39:40	119	50:15	F1, F2, F3
14	M3	Elétrica	M2	55:48	93:00	279	117:48	F1, F2, F3
15	M4	Acabamento	M6;M3	79:00	131:40	395	166:47	F1, F2, F3
16	M5	Testes	M6;M3	01:36	02:40	08:00	3:23	F1, F2, F3
17	M6	Barramento de Força principal	M1	71:45	71:45	71:45	71:45	F4 ou EM1
18	E1	Emballar o painel elétrico	M4;M5	00:30	01:00	1:30	1:00	F1 ou F2 ou F3 ou A1

Em que TO, TM, TP e TE são os tempos Otimistas, Médios, Pessimistas e Estimados, respectivamente, de cada atividade. ID é a identificação numérica de cada atividade e REF a referencia/código. Já as denominações dos recursos produtivos do projeto estão apresentadas no Quadro (2).

ID do Recurso	Descrição
G1	Gerente do setor de Engenharia
D1, D2	Diretores da empresa
T1, T2	Técnicos em eletricidade
C1	Funcionário responsável por comprar materiais
EM1	Encarregado do setor de Montagem
A1	Responsável pelo almoxarifado
F1, F2, F3, F4	Funcionários do setor de montagem de painéis

Quadro 2. Recursos de mão de obra disponível.

Os dados dos tempos estimados (TE), mostrados na Tabela 1), foram cadastrados no software MS-PROJECT 2007 e formatados de maneira que seja visualizado o número de semanas utilizado no projeto, conforme ilustrado na Figura 55), devido ao elevado tempo de fabricação, totalizando um lead-time de 16 semanas.

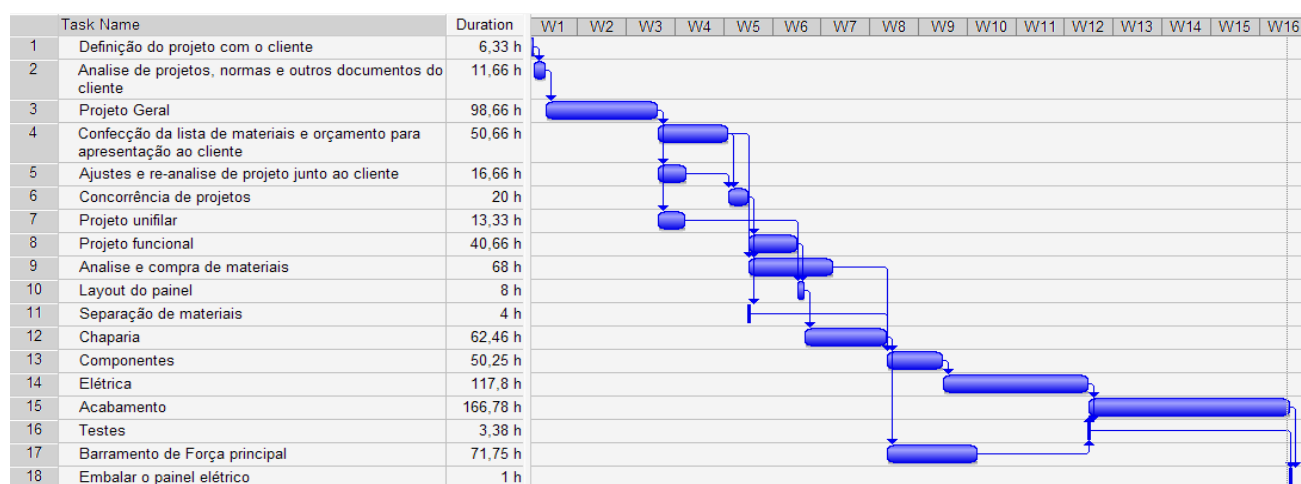


Figura 5. Gráfico de duração da produção do Painel elétrico.

A partir dos dados cadastrados elaborou-se a rede PERT (Apêndice) utilizando o software MS-PROJECT 2007 em questão, destacando-se o caminho crítico das atividades de produção (evidenciado na cor vermelho). Foram adicionados os “Cedros” e “Tardes” dos eventos de acordo com as semanas do ano de 2009 (o software considerou a data atual do mês de agosto para início da contagem das semanas).

Cada nó possui a sua duração e indicação do número de identidade e os nós que se encontram em vermelho formam o caminho crítico do projeto.

Com a análise da rede PERT construída e demonstrada no Apêndice, o caminho crítico do projeto foi identificado. Somando-se os tempos de produção de cada atividade que compõe o caminho crítico serão necessárias 634,26 horas de trabalho para finalizar a produção do painel elétrico.

Com a rede PERT criada, foi necessário avaliar a disponibilidade de recursos (mão de obra) em cada atividade do projeto, a fim de se avaliar a suficiência da equipe no cumprimento dos tempos e ordens de produção dessas atividades. Os recursos utilizados estão listados no Quadro (2) e foram alocados para cada atividade de acordo com sua necessidade, expressa na Figura (6).

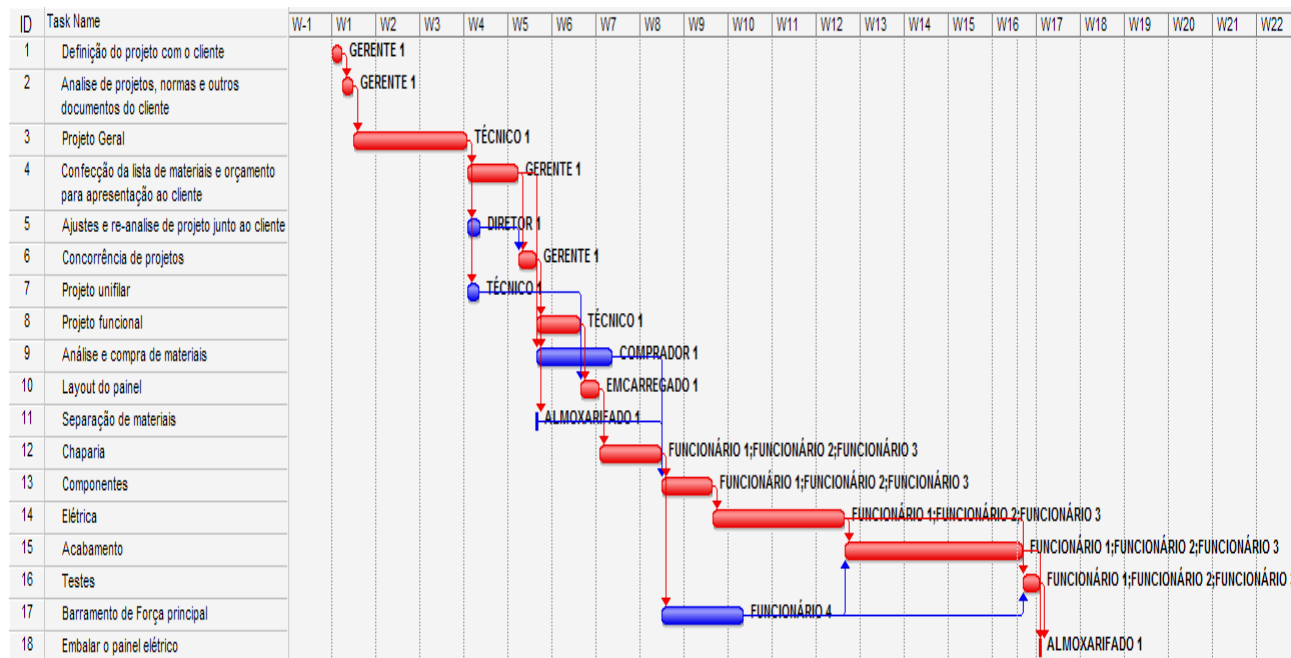


Figura 6. Gráfico de Gantt da rede PERT com os recursos alocados.

Na produção de um painel elétrico, as atividades 12, 13, 14, 15 e 16 são realizadas por um conjunto de funcionários em cada uma. Estas atividades possuem a característica de que podem ser aceleradas caso o número de funcionários trabalhando seja maior, exercendo assim uma maior carga Hora/Homem em cada etapa e vice-versa.

Esta flexibilidade de ajuste permite que possa ser feita alterações no tempo total do projeto poupando ou em detrimento de recursos.

Essas alterações envolvem o número de funcionários trabalhando em cada uma dessas 5 etapas construtivas do painel (chaparia, componentes, elétrica, acabamento e testes) que podem ser desenvolvidas por mais de um funcionário, na segunda parte do projeto (montagem do painel elétrico) e são demonstradas pela variação no tempo corrido de produção, representado como “Tempo de máximo recurso” e “Tempo de mínimo recurso” e “Tempo Ótimo”. O Tempo de máximo recurso envolve a utilização máxima de funcionários por etapa produtiva, que no caso da empresa são seis funcionários. Já o tempo de mínimo recurso envolve a utilização de apenas um funcionário por atividade. O “Tempo Ótimo” de produção foi calculado utilizando a capacidade máxima de funcionários (seis) dividida entre as atividades simultâneas 15 e 16, assim, cada atividade possuirá um total de três funcionários executando-as, fazendo com que apenas a atividade mais longa faça parte do caminho crítico (no caso, a atividade 15).

O “Tempo Otimista” da primeira etapa produtiva (Negociação e Projeto) não foi considerado para cálculo de “Tempo com máximo recurso” por não ser um fator controlável.

A variação do tempo total de produção do painel pode ser vista no Quadro 3).

CONFIGURAÇÃO	DURAÇÃO (Horas)
Tempo de máximo recurso	600,51
Tempo de mínimo recurso	1359,71
Tempo Ótimo de Produção	686,69

Quadro 3. Variação do tempo total de produção em função do volume de recursos.

Ocasionalmente, poderá ocorrer a produção simultânea de painéis elétricos para clientes distintos, exigindo assim que a distribuição das atividades referentes a um ou mais projetos de acordo com os recursos que ficam disponíveis após a utilização dos mesmos.

Para análise de comportamento e tempo de produção para mais de um painel elétrico, adicionou-se às mesmas atividades já existentes criadas no software MS-PROJECT, porém, como se fosse outro projeto, com isso, obteve-se um gráfico de Gantt visualizado na

Figura (7).

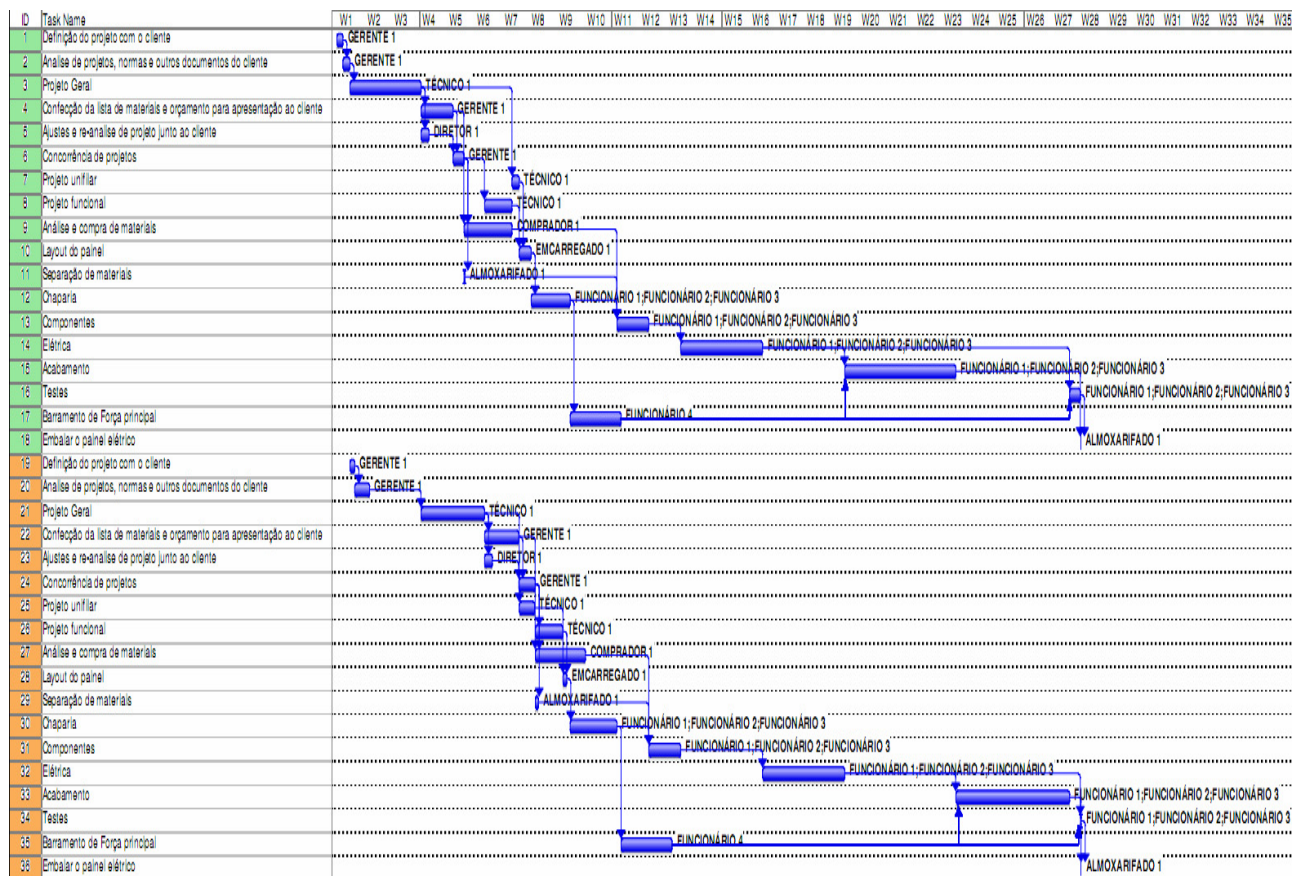


Figura 7. Gráfico de Gantt com os dois projetos.

Como observado na Fig. (7), o tempo total de produção para dois painéis elétricos de clientes (projetos) distintos é de pouco mais de 28 semanas, o que torna o processo mais viável se comparado à produção de um único painel (16 semanas), pois a empresa tem um ganho de aproveitamento melhor se levar-se em conta o tempo de produção independente de 2 painéis, que é o tempo unitário (16 semanas) para cada painel: 32 semanas. Essa redução é devido ao melhor aproveitamento dos recursos ociosos para uma produção paralela.

4. CONCLUSÕES

A organização das atividades produtivas da empresa em uma rede de projetos possibilitou a elaboração de um cronograma para as atividades de produção em questão, permitindo a avaliação dos recursos necessários e seus níveis de utilização sob uma perspectiva de médio prazo, contribuindo para a compreensão temporal do sistema produtivo.

Dessa forma, um projeto requisitado pelo cliente poderá conter uma base mais sólida que a atual no que diz respeito à previsão de entrega e alocação de recursos produtivos em um ou mais projetos sendo executados simultaneamente.

Com os dados temporais de execução das atividades, a organização tem à disposição a capacidade de tomar decisões de curto a longo prazo e, entre elas, a de ingressar ou não em um novo projeto, tendo em vista suas capacidades atuais ou, caso necessário, de variar seu quadro de funcionários em função da demanda produtiva, analisando-se para isso os recursos necessários das atividades.

Devido ao fato das atividades produtivas de 1 (Definição do projeto com o cliente) a 11 (Separação de materiais) serem semelhantes para demais projetos em relação ao tempo de execução, pode-se utilizar o modelo como referência para produção de outros tipos de painéis elétricos, sejam eles de pequeno, médio ou grande porte, pois significativamente, a alteração de tempo se dará nas etapas de montagem do mesmo (chaparia, componentes, elétrica, acabamento e testes).

A ciência das atividades que devem ser realizadas na confecção de um painel elétrico poderá ser utilizada para a implantação de um sistema de ordem de fabricação no setor produtivo, sendo liberado conforme o andamento da fabricação. Dessa forma, pode-se implantar um controle informatizado do estado de execução do pedido, fornecendo parâmetros de controle em tempo real do andamento do projeto, tanto para a própria organização, quanto para o cliente,

formalizando um acompanhamento mútuo do produto solicitado, servindo ainda como controle de produtividade para a empresa.

A organização pode, a partir de então, registrar os dados produtivos em um banco de informações, vinculados aos seus colaboradores, tendo parâmetros de eficiência produtiva nos setores tanto individuais quanto por equipes. Dessa forma, na eventual necessidade de uma aceleração ou desaceleração de processo, o gerente poderá movimentar seus recursos produtivos (funcionários) como bem entender. Essa prática é muito utilizada em casos de extrema urgência de determinados pedidos, necessitando serem atendidos em detrimento de outros com prazos mais folgados de entrega.

A partir desse ponto a empresa pode planejar sua produção a médio e longo prazo, utilizando seus níveis de sazonalidade anual para organizar compras de materiais em quantidades que favoreçam seu custo e tempos de entrega compatíveis com o início das atividades de montagem dos painéis elétricos.

Os painéis elétricos podem também ser estudados a fim de se avaliar uma parametrização em relação aos seus tipos, seja por tamanhos, número de controle, número de portas, etc. Dessa forma pode-se ter uma produção mais racional e controlada.

5. REFERÊNCIAS

- Davis, M. M., Aquilano, J. A.; Chase, R. B., 2001, "Fundamentos da administração da produção", Traduzido por: Eduardo D' Agord Schaan [et al.], Ed. Bookman, No. 3, Porto Alegre.
- Hoare, Henry Ronald, 1976, "Administração de projetos aplicando análise de redes: PERT-COM", McGraw do Brasil, São Paulo.
- Loiola, T.F., 2003, "Desenvolvimento de um modelo de integração entre projeto e fabricação de produtos especiais sob encomenda: caso dos laboratórios de próteses dentárias", Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina.
- Lustosa, Leonardo et al., 2008, "Planejamento e controle da produção", Ed. Elsevier, Rio de Janeiro.
- Martins, P. G., Laugeni, F. P., 2005, "Administração da Produção", Ed. Saraiva, No. 2, Rev., aum. e atual, São Paulo.
- Santos, Mauricio Pereira dos., 2003, "Pesquisa Operacional", Apostila de pesquisa operacional do departamento de matemática da Universidade do estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Disponível em: <<http://www.mpsantos.com.br/po/arquivos/po.pdf>>, Acesso em 20 Jun. 2009.
- Slack, N., Chambers, S.; Johnston, R., 2002, "Administração da produção", Ed. Atlas, No. 2, São Paulo.
- Tubino, Dalvio Ferrari., 2007, "Planejamento e Controle da Produção: teoria e prática", Ed. Atlas, São Paulo.

DEVELOPMENT OF A SYSTEM OF PPCP IN MANUFACTURE OF CUSTOM ELECTRICAL PANELS - CASE STUDY

Carlos Eduardo Monteiro de Sá, cadumonteiro@yahoo.com.br
Maria de Lourdes Santiago Luz, mlsluz@uem.br

Maringá State University, Av Colombo, 5790, Block 19/20, Department of Production Engineering

Abstract: *In order to submit a design example raising the network to produce custom electrical panels, the work will highlight the methodologies and concepts applied in practice this activity in an engineering company. Studies were conducted on the scheme PERT / CPM (theory applied to this practice) aimed at obtaining a model of Planning, Programming and Production Control (PPCP) in order to systematize and consolidate the management and operational strategies of customer service. Under this system, was collected and organized the data for the production of electrical panels (pilot project), providing network configuration PERT / CPM to the production system in question, obtaining the standard model of activities required for making product analyzed. The company got from this pilot project, view and develop a concrete schedule of activities pertaining to their manufacturing process, and may thereafter assess in advance its productive resources and levels of use in a the short to long time, and offer more precision and flexibility of variation in the dates for completion of process and customer service.*

Keywords: *Planning and Production Control, Production custom, PERT / CPM*

6. DIREITOS AUTORAIS

Os autores Carlos Eduardo Monteiro de Sá e Maria de Lourdes Santiago Luz são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído neste trabalho.

APENDICE – REDE PERT NA CONSTRUÇÃO DO PAINEL ELÉTRICO

