

Aplicação da técnica PERT/CPM na linha de produção de um Guarda-roupa em uma Empresa de móveis planejados

Tainara Rigotti de Castro (Instituição) tainararcastro@hotmail.com
Matheus Pagliarini Rodrigues (Instituição) mathpagliarini@gmail.com
Gayego Cunha (Instituição) gf.cunha@hotmail.com
Gabriel Souza Alves da Costa (Instituição) gabriel_souzacosta@hotmail.com

Resumo:

Dentre as diversas ferramentas da Pesquisa Operacional (PO), destaca-se o Planejamento, Programação e Controle de Projetos (PPCP) que, por sua vez, utiliza a aplicação de várias técnicas no gerenciamento de projetos. Com a Rede PERT/CPM é possível gerenciar de forma metodológica as atividades de um projeto, pois nela ficam evidentes as durações das atividades, suas dependências, bem como as atividades que merecem atenção especial. O trabalho teve por objetivo aplicar uma Rede PERT/CPM para o processo produtivo de uma Empresa, a qual se ocupa da fabricação de móveis planejados. Com os tempos de duração de atividades disponibilizados pela Empresa, foram realizados os cálculos de tempos das atividades (início e término) e identificadas as atividades críticas do processo, procedendo-se para o cálculo de datas limites e cálculos de folgas das atividades. A pesquisa possibilitou mapear as etapas do processo e determinar o tempo de cada atividade assim como as folgas e atividades críticas, permitindo saber qual atividade não pode ser atrasada para que a data da entrega do produto em estudo possa ser cumprida.

Palavras-chave: Mapeamento de Processos, Atividades Críticas, Planejamento de Projetos.

Application of the PERT / CPM technique in the production line of a wardrobe in a planned Furniture Company

Abstract

Among the several tools of the Operational Research (PO), we highlight the Planning, Programming and Control of Projects (PPCP), which, in turn, uses the application of several techniques in project management. With the PERT/ CPM Network it is possible to manage in a methodological way the activities of a project, since it is evident the durations of the activities, their dependencies, as well as the activities that deserve special attention. The objective of the work was to apply a PERT/ CPM Network for the production process of a Company, which is responsible for the manufacturing of planned furniture. With the duration of activities made available by the Company, the activity time calculations (beginning and end) were performed and the critical activities of the process were identified, calculating deadlines and calculations of activity slots. The research made it possible to map the stages of the process and determine the time of each activity as well as the critical activities and breaks, allowing to know what activity cannot be delayed so that the date of delivery of the study product can be fulfilled.

Key-words: Process Mapping, Critical Activities, Project Planning.

1. Introdução

A Pesquisa Operacional (PO) é caracterizada pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2008) como uma das áreas da Engenharia de Produção, conceituada como aquela que envolve a resolução de problemas reais envolvendo situações de tomada de decisão, por meio de modelos matemáticos habitualmente processados computacionalmente.

Dentre as diversas áreas de PO, destaca-se o Planejamento, Programação e Controle de Projetos (PPCP) que, por sua vez, utiliza a aplicação de várias técnicas no Gerenciamento de Projetos (GP) que, segundo Limmer (1997), é o processo pelo qual os objetivos do projeto e os procedimentos necessários à obtenção dos mesmos são estabelecidos, as expectativas de ocorrência de situações previstas são discutidas e as informações são veiculadas entre as pessoas, unidades de trabalho, departamentos e até mesmo as empresas.

Dentre as técnicas utilizadas na GP, aborda-se o PERT (Program Evaluation and Review Technique) e o CPM (Critical Path Method) que, de acordo com Marçal (2014), são especialmente úteis em situações onde os gerentes ou responsáveis pelo acompanhamento do projeto tem a responsabilidade pelo planejamento, programação e controle de um projeto contendo múltiplas atividades. Tais técnicas são consideradas eficazes no que se refere à PPCP, podendo ser aplicadas também em ciclos produtivos, como neste presente estudo.

Assim, o trabalho tem como objetivo aplicar uma Rede PERT/CPM para o processo produtivo de uma Empresa, a qual se ocupa da fabricação de móveis planejados. Os objetivos específicos deste estudo são: a) Representar graficamente as atividades realizadas nos processos; b) Mapear e analisar o processo produtivo em uma linha de produção; c) Identificar o tempo total e as atividades críticas que compõem o processo.

Essa pesquisa justifica-se de extrema importância, já que por meio da técnica pode-se identificar gargalos, o tempo de duração de cada etapa e ainda tentar atuar nesses gargalos, buscando assim otimizar o processo fazendo análises das datas limites e folgas.

Este trabalho está estruturado em seis seções. Nesta, a primeira, a pesquisa foi contextualizada e os objetivos foram apresentados. Na segunda seção se encontra o Referencial Teórico em relação a técnica utilizada. A terceira seção apresenta uma Revisão de literatura acerca de trabalhos que aplicaram a técnica PERT/CPM. Na quarta, está disposta a Metodologia. Na quinta e sexta seções, respectivamente, encontram-se o Estudo de Caso e as Considerações Finais; seguidas das Referências.

2. PERT/ CPM

Segundo Corrêa et al. (2001), a técnica PERT/CPM são sistemas de gerenciamento de redes de atividades utilizadas onde o cumprimento de prazos é um critério competitivo importante, e onde cada produto demanda grande número de atividades inter-relacionadas em rede. Deste modo sua utilização permite estabelecer uma ordem no conjunto de atividades do projeto, de maneira que cada uma delas tenha seu começo e término bem definidos e encadeados com as demais atividades que estarão sendo desenvolvidas em sequência ou em paralelo com a mesma (CORREA et al., 2001).

Conforme Tubino (2007), a técnica possibilita que os administradores de PPCP envolvidos no projeto possam ter visão de quais atividades são ditas críticas e que possam interferir diretamente no prazo final de término do projeto; Estimação do tempo total que ele consumirá; Visualização gráfica de todas as atividades envolvidas no processo; Identificação do tempo de folga nas atividades não críticas, possibilitando o melhor gerenciamento de

matéria-prima, que pode ter impacto importante nos custos de produção.

De acordo com Chase et al. (2006), o objetivo principal da ferramenta PERT/CPM é determinar as informações para programação de cada atividade no projeto, possibilitando calcular quando uma atividade deve iniciar e terminar e também se essas atividades compõem o caminho crítico do projeto.

2.1 Construção da Rede PERT/ CPM

Segundo Tubino (2007) a correta montagem do diagrama de precedências entre as atividades é de essencial importância para validar as conclusões obtidas na etapa de elaboração de uma rede, permitindo por meio desta a representação de dependência entre todas as atividades que constituem o projeto, garantindo que as atividades estão definidas na ordem formal e que a lógica de suas relações é mantida.

Fernandes e Moacir Filho (2010) definem a representação do projeto em uma rede como de fundamental importância para o controle da programação, análise de custos e de recursos de um projeto, estabelecendo os seguintes propósitos:

- Representar de maneira simplificada o projeto;
- Avaliar propostas de alteração do projeto;
- Estimar o tempo até a conclusão do projeto;
- Prevenir ou impedir atrasos;
- Avaliar as consequências de se colocar mais ou menos recursos para realizar certas atividades;
- Melhorar a coordenação do projeto, auxiliando o gerente a focar determinadas atividades.

Como forma de melhor ilustrar a elaboração de uma rede, na Figura 2 é apresentando um exemplo de rede PERT/CPM.

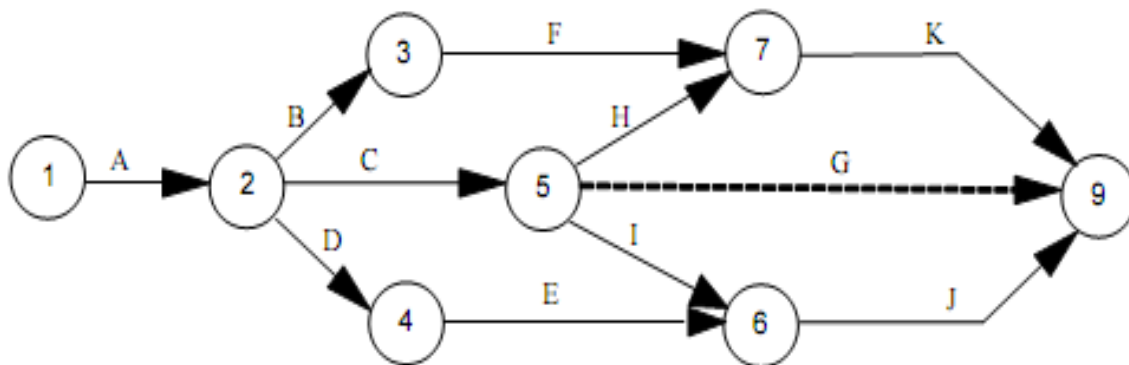


Figura 1 – Modelo de Rede PERT/CPM. Fonte: Domingues (2013)

Por meio da Figura 2 observa que uma rede é composta por eventos (representados pelos círculos) e atividades (representadas pelas setas). Avila (2012) ressalta que existe mais de um tipo de evento envolvendo uma mesma atividade:

- Evento: representa um marco temporal, delimita o tempo de início ou de fim de alguma atividade, não consumindo tempo ou recurso, é representado por círculos;
- Evento Inicial: é a data de início do programa, é representado por um círculo no início da seta que marca o início da atividade;

c) Evento final: marca o termino de uma atividade, é representando por um círculo no final da atividade.

Segundo Tubino (2007), as atividades são sempre balizadas por eventos, podendo estas possuir características diferentes:

- a) Atividades Simultâneas: se referem duas ou mais atividades que iniciam de um só evento;
- b) Atividades Paralelas: ocorrem apenas quando a atividade está entre dois eventos sucessivos, na existência de uma única atividade;
- c) Atividade Fantasma: é uma atividade fictícia, onde sua função é resolver problemas de numeração ou de lógica. Ela é apenas um recurso necessário de diagramação com valor lógico não existindo na situação real, representada em forma de seta pontilhada.

2.2 Cedo, Tarde e Caminho Crítico

Construída a Rede PERT/CPM do projeto, deve se calcular as datas que indicam os tempos dos eventos iniciais e finais e, a partir delas, identificar as atividades críticas e não-críticas (MORAIS, 2015).

Avila (2012) afirma que o cedo de um evento é o tempo necessário para que o evento seja atingido desde que não haja atraso imprevisto nas atividades antecedentes deste evento. O cedo de um evento é o tempo em que o evento é alcançado, igual à duração da atividade que chega nele somada ao tempo do evento de onde ela se origina. No caso de haver duas ou mais atividades que chegam a um mesmo evento, o tempo do evento é o maior entre as somas.

Conforme Tubino (2007), por sua vez o tarde de um evento é a última data desde o início das atividades que partem deste evento de forma que a não atrase a conclusão do projeto. Desta forma, podem- se calcular os tardes dos eventos como o valor mínimo entre todos. Para calcular o tempo tarde do evento, a conta é feita de trás para frente. Inicia-se, portanto, do último evento que finaliza o projeto e, assim ir subtraindo as durações das atividades até chegar ao evento inicial da rede, no caso de haver duas ou mais com valores igualitários a prioridade é o valor mínimo.

Martins e Laugeni (2006) definem o caminho crítico de um projeto como a sequência das tarefas que determina a duração do projeto, e as atividades que compõem o caminho crítico são denominadas atividades críticas. Caso ocorra algum atraso em alguma das atividades críticas, todo o projeto atrasará.

Para Moraes (2015) uma atividade é considerada crítica quando qualquer atraso em sua realização causa atraso na realização do projeto como um todo. São as atividades cuja realização não apresenta folga de tempo. Por sua vez, as atividades não-críticas são aquelas que apresentam folga e que podem sofrer algum atraso, dentro de certos limites, sem atrasar o projeto.

2.3 Datas Limites e Cálculo de Folgas das Atividades

Segundo Davis, Aquilano e Chase (1998) é possível ainda definir para cada atividade que compõe um projeto quatro tempos referente às datas de início e término das atividades, sendo elas: Primeira Data de Início (PDI), Primeira Data de Término (PDT), Última Data de Início (UDI), Última Data de Término (UDT).

O PDI, calculado por meio da Equação 1, é caracterizado como a data mais cedo que uma atividade pode se iniciar supondo que todas as atividades precedentes iniciaram-se na data mais cedo (TUBINO, 2007).

$$PDI = \text{Cedo do evento inicial} + 1 \quad (\text{Equação 1})$$

O PDT é a data mais tarde que uma atividade pode ser concluída, sendo calculado por meio da Equação 2 (TUBINO, 2007).

$$PDT = \text{Cedo do evento inicial} + \text{Duração} \quad (\text{Equação 2})$$

Por meio da Equação 3 se calcula o UDI que é a data máxima para se iniciar uma atividade de modo a não atrasar as atividades seguintes. (TUBINO, 2007).

$$UDI = \text{Tarde do evento final} - \text{Duração} + 1 \quad (\text{Equação 3})$$

O UDT, calculado por meio da Equação 4, é a data mais tarde que uma atividade pode ser concluída sem que atrase o projeto (TUBINO, 2007).

$$UDT = \text{Tarde do evento final} \quad (\text{Equação 4})$$

Ainda de acordo com Tubino (2007) após o cálculo de datas limites, são obtidas as folgas referentes a elas. Porém antes deve-se definir o tempo total do projeto ou Tempo Disponível (TD) das atividades. O TD de uma atividade é o intervalo entre o PDI e o UDT (Equação 5), ou seja, é o maior intervalo disponível de uma atividade para ser realizada, sem alteração de cedo ou tarde do evento final.

$$TD = \text{Tarde do evento final} - \text{Cedo do evento inicial} \quad (\text{Equação 5})$$

Deste modo, cada atividade possui quatro tipos de folgas, sendo elas: Folga Total (FT), Folga livre (FL), Folga dependente (FD), Folga Independente (FI).

A FT, calculada por meio da Equação 6, é a demora máxima de uma atividade sem alterar sua data final de conclusão (TUBINO, 2007).

$$FT = TD - \text{duração} \quad (\text{Equação 6})$$

Por meio da Equação 7 pode-se calcular a FL que é o atraso máximo que uma atividade pode sofrer sem que o cedo do evento inicial se modifique (TUBINO, 2007).

$$FL = \text{Cedo do evento final} - \text{Cedo do evento inicial} - \text{Duração} \quad (\text{Equação 7})$$

A FD, calculada por meio da Equação 8, é atraso máximo que uma atividade pode sofrer, considerando-se que vá se iniciar no tarde do evento inicial e terminar no tarde do evento final precedente (TUBINO, 2007).

$$FD = \text{Tarde do evento final} - \text{Tarde do evento inicial} - \text{Duração} \quad (\text{Equação 8})$$

A FI, calculado por meio da Equação 9, é o período disponível para a realização de uma atividade, iniciando no tarde do evento final e não ultrapassando o cedo final (TUBINO, 2007).

$$FI = \text{Cedo do evento final} - \text{Tarde do evento inicial} - \text{Duração} \quad (\text{Equação 9})$$

3. Metodologia

O método de abordagem utilizado foi o misto, pois foram utilizados dados qualitativos e quantitativos (CRESWELL, 2007). Qualitativo, pois foi realizada pesquisa sobre a Rede PERT/CPM, bem como sua aplicação. Quantitativo, pois foram manipulados dados referentes às durações das atividades in loco para elaboração da Rede PERT/CPM, bem como dados referentes à datas-limite e folgas.

A pesquisa se classifica, quanto aos fins, como descritiva, pois tem por intuito conhecer as características do processo produtivo in loco, examinar as possíveis relações entre as variáveis envolvidas, bem como a observância da prática (GIL, 2008).

Quanto aos meios a pesquisa é classificada como bibliográfica e estudo de caso. Bibliográfica, já que a pesquisa se utilizou de referencial teórico e revisão de literatura. A revisão de literatura focou na busca por artigos relacionados à utilização da rede PERT/CPM por empresas do setor de serviços. As buscas foram realizadas nos anais do ENEGEP (Encontro Nacional de Engenharia de Produção) e portal Scielo no período de 2014 a 2016, com as palavras-chave: Utilização de Rede PERT/CPM em serviços e Utilização de Rede PERT/CPM. Estudo de caso, pois foram realizadas visitas in loco a fim de coletar dados e analisar as durações e as dependências das atividades.

Para a coleta de dados, primeiramente, foi realizado uma visita à Empresa ao acompanhamento do Gerente de produção, proprietário da Empresa, para conhecer o processo de modo geral. A partir deste ponto, foram listadas todas atividades do processo desde o pedido do cliente, processo produtivo e entrega do produto. Sendo assim, foram retirados os tempos de duração de cada atividade. Posteriormente, montou-se a rede PERT/CPM do processo, e foram realizados os cálculos de tempos, obtendo-se os tempos de início e término de cada atividade, e o tempo total de produção do guarda roupa. Após, calculados os tempos, foram identificadas as atividades críticas do processo, e assim procedendo-se para o cálculo de datas limites e cálculos de folgas das atividades.

4. Revisão de Literatura

O Quadro 1 contempla a descrição de pesquisas que aplicaram a técnica PERT/CPM em empresas do setor de serviços.

AUTORES	RESULTADOS
Corrêa <i>et al.</i> (2016)	A técnica PERT/CPM revelou-se uma opção viável para o controle do processo produtivo do produto estudado, sendo capaz de auxiliar no gerenciamento da produção, oferecendo facilidade para realizar o planejamento da produção, em relação a alocação de recursos disponíveis, mão de obra e máquinas, tendo em vista também o tempo necessário para cada atividade, garantindo a data de conclusão do produto ou lote.
Costa <i>et al.</i> (2015)	Este artigo examinou as atividades de manutenção preventiva de helicópteros, através da rede PERT/CPM, a fim de demonstrar a possibilidade do aumento da disponibilidade das aeronaves. Os ganhos de tempos teóricos foram significativos, concluindo assim que o uso da ferramenta foi de grande valia ao estudo.
Panta <i>et al.</i> (2015)	O estudo aprimorou um processo produtivo em uma fábrica de confecção diminuindo o tempo total de fabricação de <i>lingerie</i> na cidade de Paraíso – TO, através das técnicas PERT/CPM sendo que 81,25% do processo são compostos por atividades críticas, as técnicas abordadas apresentaram-se como uma alternativa viável para auxiliar a empresa no processo de eficiência
Correa <i>et al.</i> (2014)	O estudo aplicou a técnica de planejamento PERT/CPM no setor de manutenção de uma transportadora de cargas situada na região de Belém – PA, que possibilitou uma visualização mais completa, no qual foi possível observar o sequenciamento e as relações de dependência entre as atividades. Além disso, foi identificado um caminho crítico na rede e a partir dele sugeriu-se alternativas de melhoria.
Santos (2014)	Com o método PERT, o gerente do cronograma e toda sua equipe percebem, numa visão micro, os riscos que cada atividade possui, e sendo essa atividade pertencente ao caminho crítico dar a devida atenção e cuidado para não prejudicar o andamento do projeto. Já numa visão macro, antes mesmo de começar a executar o projeto, o gerente já se dispõe da probabilidade que tem o projeto ser executado dentro do tempo exigido pelos patrocinadores.

Quadro 1 - Revisão de literatura aplicações PERT/CPM

Por meio da revisão realizada foi possível observar a importância da técnica PERT/CPM que se faz eficaz para alcançar os objetivos delineados para o projeto. A revisão de literatura se mostrou de suma importância aos autores por encontrar diversos artigos com a aplicação da técnica PERT/CPM em áreas distintas.

5. Resultados e discussões

5.1 Caracterização da Empresa

A Empresa Móveis Vogue, objeto desse estudo, foi fundada em 1993 por Antônio Donizete Ribeiro, proprietário, localizada na cidade de Campo Mourão/ PR. Seu ramo de atuação é a fabricação de móveis planejados com demandas na região Norte e Noroeste do Paraná, com extensões para o estado de Santa Catarina. A Empresa tem suas atividades administrativas e financeiras no mesmo local em um escritório, e as operações de fabricação dos móveis são realizadas no barracão que compõe todo o terreno da Empresa.

A Empresa possui um total de 8 funcionários. Um projetista, cinco marceneiros, um auxiliar. O proprietário é o gerente de produção e também encarregado da área administrativa e financeira juntamente com o projetista, seu filho.

5.2 Aplicação da Rede PERT/ CPM

A Empresa consiste em um sistema de produção puxada, ou seja, através do pedido do cliente. Sendo assim, o cliente entra em contato com o sistema de vendas da Empresa, posteriormente é realizada visitas ao local para retirar as medidas do ambiente que será inserido o móvel, um Guarda-roupa de 4 portas, produto selecionado para o estudo. Após as medições e orçamento realizado, concretizando a venda é iniciado o projeto do produto e a compra de matéria prima.

Em seguida, é emitido a ordem de produção envolvendo todas operações de cortes dos materiais sendo eles, fibras de madeira prensadas (MDF) e eucalipto de reflorestamento. Após a realização dos cortes, é iniciado a montagem da estrutura do móvel, chamado de caixaria. Consequente, montagem dos fundos, portas, gavetas e os puxadores.

Após o móvel montado é realizada a inspeção do produto avaliando possíveis erros na estrutura, deslizamento das gavetas e fechamento das portas. Por fim, é realizado a desmontagem e entrega do produto ao cliente.

Abaixo segue o fluxograma de produção do Guarda-roupa de 4 portas.

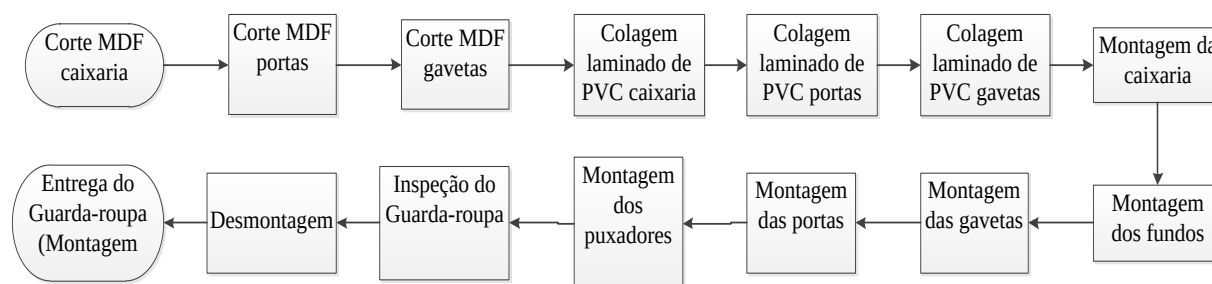


Figura 2 - Fluxograma do processo produtivo de um guarda-roupa 4 portas.

Sendo assim, foram listadas todas as atividades que compõem o início e fim do projeto, suas dependências e respectivas durações (Quadro 2).

ATIVIDADE	DEPENDÊNCIA	DURAÇÃO (h)
A – Corte MDF caixaria	-	2
B – Corte MDF portas	A	1,5
C – Corte MDF gavetas	B	1,5
D – Colagem laminado de PVC caixaria	A	1,5
E – Colagem laminado de PVC portas	B	1
F – Colagem laminado de PVC gavetas	C	1
G – Montagem da caixaria	D	8
H – Montagem dos fundos	G	2
I – Montagem das gavetas	E	8
J – Montagem das portas	F	8
K – Montagem dos puxadores	I,J	1
L – Inspeção do Guarda-roupa	H,K	1
M – Desmontagem	L	3
N – Entrega do Guarda-roupa (Montagem)	M	6

Quadro 2 - Lista de atividades, suas dependências e durações em segundos

5.3 Cálculo de Cedo, Tarde de cada evento e identificação dos Caminhos Críticos

Com as informações obtidas no Quadro 2, foi possível construir a Rede PERT/CPM ilustrada na Figura 3. Com os respectivos cedos e tardes de cada evento com uma duração total de 25 horas para a produção e entrega de um Guarda-roupa de 4 portas.

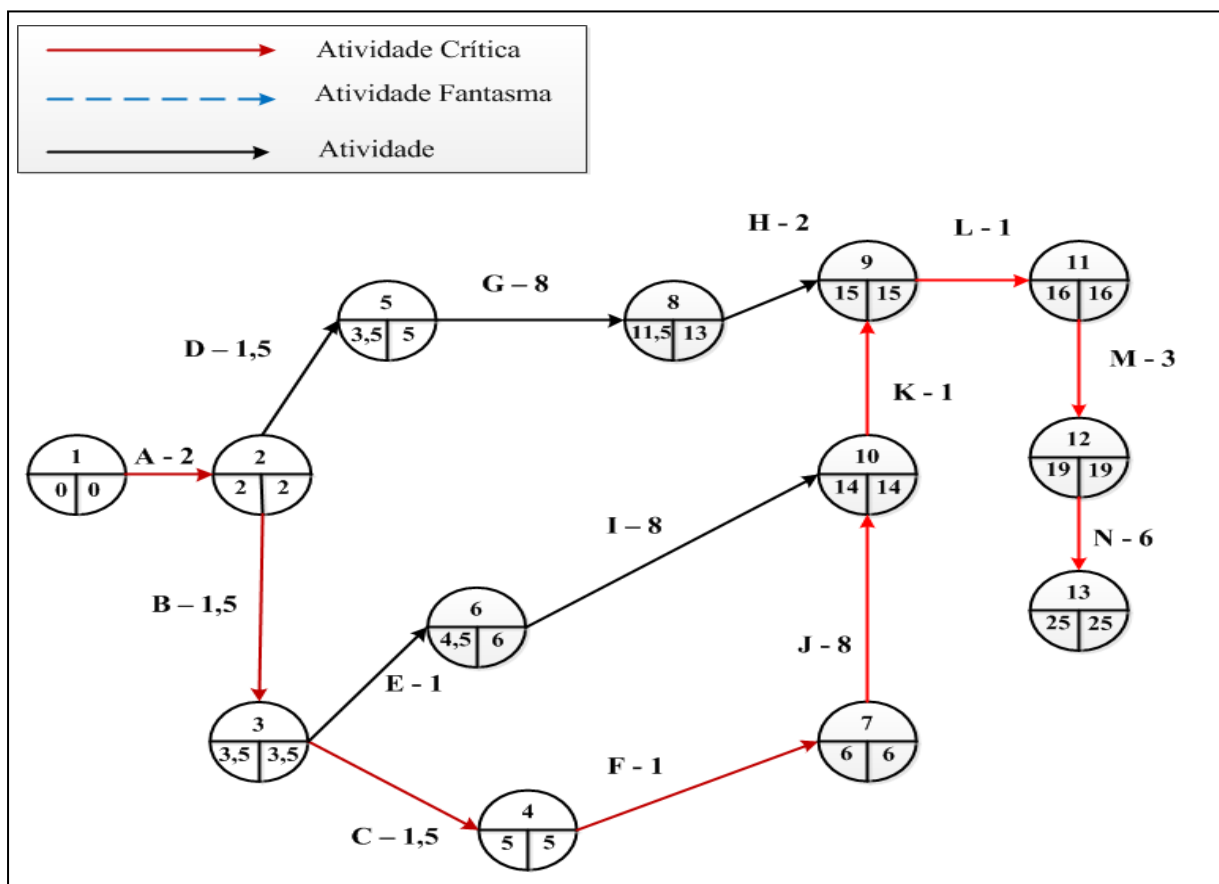


Figura 2 - Rede PERT/CPM do processo produtivo de um Guarda-roupa 4 portas

Após a realização dos cálculos pode se identificar os caminhos críticos dentro da Rede, sendo eles: A, B, C, F, J, K, L, M, N. Totalizando 9 atividades críticas, o que demonstra que o processo é composto de muitas atividades sem folgas por possuírem atividades em série, com execução imediata ao término da atividade anterior, em consequência desta característica qualquer evento anormal causara atrasos na linha de produção.

5.4 Datas Limites das Atividades

As datas limites das atividades estão dispostas na Tabela 1.

ATIVIDADE	DURAÇÃO (horas)	PDI	UDI	PDT	UDT
A	2	1	1	2	2
B	1,5	3	3	3,5	3,5
C	1,5	4,5	4,5	5	5
D	1,5	3	4,5	3,5	5
E	1	4,5	6	4,5	6
F	1	6	6	6	6
G	8	4,5	6	11,5	13
H	2	12,5	14	13,5	15
I	8	4	7	11	14
J	8	7	7	14	14
K	1	15	15	15	15
L	1	16	16	16	16
M	3	17	17	19	19
N	6	20	20	25	25

TABELA 1 – Datas Limites

Após calcular as datas limites, nota-se que maior parte das atividades se inicia imediatamente ao término da anterior. Isso enfatiza que se alguma atividade atrasar provocará atraso na atividade seguinte.

5.5 Folgas das Atividades

A Tabela 2 dispõe das folgas do processo.

ATIVIDADE	DURAÇÃO (horas)	TD	FT	FL	FD	FI
A	2	2	0	0	0	0
B	1,5	1,5	0	0	0	0
C	1,5	1,5	0	0	0	0
D	1,5	3	1,5	0	1,5	0
E	1	2,5	1,5	0	1,5	0
F	1	1	0	0	0	0
G	8	9,5	1,5	0	0	0
H	2	3,5	1,5	1,5	0	0
I	8	11	3	1,5	0	0
J	8	8	0	0	0	0
K	1	1	0	0	0	0
L	1	1	0	0	0	0
M	3	3	0	0	0	0
N	6	6	0	0	0	0

TABELA 2 – Folgas

O processo de produção apresenta 64,28% em atividades críticas, ou seja, não permitem folgas. Analisando as Tabelas 1 e 2, todas atividades apresentaram valores para TD, sendo o tempo no qual a atividade deve ser realizada.

As atividades D, E, G, e H apresentaram um valor de 1,5 horas para FT e FD, ou seja, atraso máximo que a atividade pode sofrer sem que haja alteração da data final de conclusão e, atraso máximo que uma atividade pode sofrer, considerando-se que vá se iniciar no tarde do evento inicial e terminar no tarde do evento final.

Já a atividade I, permite encontrar o atraso máximo que a atividade pode sofrer sem que se altere a data correspondente ao cedo do evento final.

Assim, com a realização dos cálculos apresentados no Quadro 4 é possível ter um maior controle do projeto, bem como a data na qual a atividade deve ser iniciada, quando deve ser finalizada e qual a duração permitida para cada etapa.

Caso ocorra atraso em uma atividade é possível identificar logo no início do projeto o erro, e buscar ações corretivas para tentar enquadrá-lo novamente na duração planejada.

6. Considerações Finais

Com a realização do trabalho foi possível aprimorar o conhecimento sobre a construção e aplicação da Rede PERT/CPM. Possibilitando mapear as etapas do processo e determinar o tempo de cada atividade assim como as folgas e atividades críticas, permitindo saber qual atividade não pode ser atrasada para que a data da entrega do produto em estudo possa ser cumprida.

O tempo total de processo para a produção do Guarda-roupa de 4 portas até entrega para o cliente resultou em 25 horas. Processo no qual se designa em um sistema puxado e em série, com atividades automatizadas e manuais.

Para a Empresa, sugere-se que as máquinas devem estar com a manutenção em dia, e os colaboradores sempre em uso do EPI (Equipamento de Proteção Individual), prevenindo o alto risco de acidentes graves.

Para os autores, o estudo de caso viabilizou aplicar a teoria estudada em sala, aplicada na prática em uma empresa, possibilitando um ganho de experiência profissional e pessoal por conta do contato com o dono da empresa e os colaboradores.

Referências

ABEPRO. *Áreas da Engenharia de Produção*, 2008. Associação Brasileira de Engenharia de Produção Rio de Janeiro. Disponível em: < <http://www.abepro.org.br/arquivos/websites/1/DiretrCurr19981.pdf> > Acesso em 4 de setembro de 2017.

ANDRADE, E. L. *Introdução à Pesquisa Operacional: Métodos e Modelos para a Análise de Decisão*. 2ª ed. Rio de Janeiro: LTC – Livros Técnicos e Científicos, 1998.

AVILA, A. V. *Planejamento Capítulo 6: O Método PERT-CPM*. Apoio Didático. Universidade Federal de Santa Catarina, 2012.

CHASE, Richard B.; JACOBS, F. Robert; AQUILANO, Nicholas J. *Administração da produção e operações*. 11. ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2006.

CORRÊA, H. L.; CAON, M.; GIANESI, I. G. N. *Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRPII/ERP – Conceitos, Uso e Implantação*. 4. rev. ampl. São Paulo: Atlas, 2001.

CORREA, V. G. A.; FERREIRA, A. R.; TORII, A. E. S. e MATOS, R. R. S. *Análise do processo de manutenção em uma empresa transportadora de cargas por meio da aplicação do PERT/CPM*. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGE / ABEPRO, 2014. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_STP_195_102_23528.pdf> Acesso em 8 de setembro de 2017.

CORRÊA, A. M.; ULLER, M. C.; NEGRÃO, B. H. P.; MARTIM, T.; CASTRO, R. T. *Utilização da Rede PERT/CPM como auxílio do Planejamento do Processo Produtivo de uma linha de Colchões*. X Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial. EEPA, 2016. Disponível em:

<http://www.fecilcam.br/anais/x_eepe/data/uploads/3-pesquisa-operacional/3-05.pdf> Acesso em 8 de setembro de 2017.

COSTA, F. R. V. A. *Redes de Planejamento PERT/CPM: Um Estudo de Caso Aplicado à Manutenção Preventiva de Helicópteros H- 60L*. XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO, 2015. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2010_tn_stp_113_743_16973.pdf> Acesso em 9 de setembro de 2017.

CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 2. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

DAVIS, M; AQUILANO, N. J; CHASE, R. B. *Fundamentos da Administração da Produção*. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

FERNANDES, F. C. F; FILHO, M. G. *Planejamento e Controle da Produção: dos Fundamentos ao Essencial*. São Paulo: Atlas, 2010.

GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LIMMER, Carl Vicente. *Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras*. LTC, 1997.

MARÇAL, C. M. *Um estudo comparativo das técnicas de PERT/CPM com a simulação de Monte Carlo, uma ferramenta no gerenciamento de riscos em projetos*. Simpósio de Administração da Produção, Logística e Operações Internacionais. SIMPOI, 2014. Disponível em:

<http://www.simpoi.fgvsp.br/arquivo/2014/artigos/E2014_T00177_PCN18843.pdf> Acesso em 4 de setembro de 2017.

MARTINS, Petrônio Garcia; LAUGENI, Fernando Piero. *Administração da produção*. Trad. Cláudia Freire, Lucas Marcelo Ferretti Yassumura, Monica Rosali Rosemberg. Rev. Diógenes de Souza Bido. 2ª ed. rev. aum. E atual. São Paulo: Saraiva, 2006.

MONTEIRO, N. J; RAMIRES, V. R. *Aplicação das técnicas de PERT/CPM para determinação do tempo total de fabricação e do caminho crítico do produto cadeira diretor em uma empresa de móveis em Belém do Pará*. XXXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP/ABEPRO, 2013. Disponível em:

<www.abepro.org.br/ENEGEP2013> Acesso em 7 de setembro de 2017.

MORAIS, F. M. *Apostila – Pesquisa Operacional II*. Unespar/Campo Mourão, 2015.

NERY, C. I.; OLIVEIRA, A. A. T.; MONTEIRO, C. C. A.; RODRIGUES, C. G. *Rede PERT/CPM como ferramenta de auxílio para controle de projetos da Construção Civil*. V Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade. SINGEP, 2016. Disponível em:

<<https://singep.org.br/5singep/resultado/643.pdf>> Acesso em 12 de setembro de 2017.

PANTA, E. S.; BARBOSA, J. A.; ECKARDT, M.; SILVA, N. A. *Elaboração de rede PERT/CPM em uma empresa de confecção: um estudo de caso*. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção: ENEGEP / ABEPRO, 2015. Disponível em: < http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STP_206_221_27048.pdf> Acesso em 7 de setembro de 2017.

PEINADO, J. GRAEML, A. L. *Administração da Produção: Operações Industriais e de Serviços*. Curitiba: UnicenP, 2007.

SANTOS, R. R. *A utilização da rede PERT do projeto para elaboração do cronograma e da rede de atividades*. Instituto de Pós-Graduação, IPOG. Revista Online IPOG, 2014. Disponível em:

<<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/a-utilizacao-da-rede-pert-do-projeto-para-elaboracao-do-cronograma-e-da-rede-de-atividades-915034.pdf>> Acesso em 12 de setembro de 2017.

TUBINO, D. F. *Manual de planejamento e controle da produção: Teoria e Prática*. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2007.