



## **Análise do processo produtivo da capa de rolamento em uma Pedreira: Uma aplicação da Rede PERT/CPM**

**Larissa Candida Rodrigues, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,**

**laricandida@gmail.com**

**Ariella Dellay França, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,**

**arielladellay@hotmail.com**

**Evelyn Germann, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,**

**evelyngermann@hotmail.com**

**Lidiana Candida Rodrigues, EPA, UNESPAR/Campus de Campo Mourão,**

**lidiana012@gmail.com**

**Tainara Rigotii de Castro, EPA, Unespar/Campus de Campo Mourão**

**tainararigotti@hotmail.com**

*Resumo: Este trabalho teve por objetivo aplicar uma das técnicas de otimização do processo por meio de redes contidas na área de Pesquisa Operacional. A técnica de rede PERT/CPM foi aplicada em uma pedreira localizada no noroeste do Paraná, especificamente no processo de fabricação da capa de rolamento. Os dados para a construção da rede foram realizados por meio de visitas in loco a empresa, através de conversas informais com os colaboradores e a observação do processo. Para visualizar o processo de forma eficiente foi utilizado o Gráfico de Gantt, e depois da aplicação da técnica de rede PERT/CPM foi possível observar que todas as atividades do processo são críticas, não havendo folgas no caminho, o que se compreende que não pode haver atrasos no processo. Por isso, é de extrema importância uma boa gestão e controle da produção para que não haja atrasos e o produto seja entregue aos seus clientes atendendo o prazo conforme foi estipulado aos mesmos.*

*Palavras-chave: Técnica de Rede; Otimização do Processo; Gráfico de Gantt.*

### **1. Introdução**

O presente trabalho enquadra-se dentro de uma das diversas subáreas da Engenharia de Produção, que foi definida pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO, 2009). A área em questão é a Pesquisa Operacional (PO), na qual estuda, desenvolve e aplica métodos analíticos avançados para auxiliar na tomada de decisões por meio de projetos, planejamentos e operação em situações que requerem alocações eficientes de recursos escassos.

Planejar e controlar atividades são tarefas complexas, visto que toda organização está sujeita a acontecimentos inesperados, como; variabilidade na demanda, acidentes, quebra de uma máquina, que quando não tratados pela empresa com antecedência através de ações preventivas, anteriormente planejadas, podem causar inúmeros prejuízos, como perda de credibilidade no mercado, perda na lucratividade, redução da clientela, desistência



da compra de um produto ou prestação de serviço por parte do consumidor, entre outros (CORREA et al., 2014).

Segundo PANTA et al. (2015), para auxiliar o ambiente organizacional nos últimos anos surgiram duas correntes voltadas à pesquisa relacionadas à área de gerenciamento de projetos: i) corrente da ciência da administração com PERT/CPM, técnica para identificar o menor tempo de conclusão de um projeto; ii) corrente de gerenciamento de projetos, técnica para verificar problemas humanos, como a falta de habilidade técnicas e de execução de projeto e a falta de trabalho em equipe.

Para Quezado, Cardoso e Tubino (1999), a técnica de rede PERT/CPM é considerada por muitos como um poderoso instrumento de administração aplicado com sucesso a projetos de qualquer natureza, como: lançamentos de novos produtos, projetos educacionais e teatrais, construção civil, naval, aeroespacial, projetos agrícolas, entre muitos outros. Contudo, os autores alegam que, talvez por questões culturais, o método encontra barreiras para sua implementação em processos produtivos, uma vez que foi concebido para o planejamento de grandes projetos.

Portanto, a pesquisa tem por objetivo apresentar a aplicação da técnica de rede PERT/CPM em uma pedreira que atua no setor de construção civil na cidade de Campo Mourão PR, por meio do seu processo produtivo e análise dos tempos de execução de cada tarefa no setor de produção de asfalto, mostrando a sequência utilizada para este processo, sua dependência durante.

## 2. Rede PERT/CPM

O método PERT/CPM é uma técnica utilizada para o planejamento e controle de projetos, onde a utilização desse método na programação da produção é aplicada para estudo de produtos únicos, com o objetivo de determinar em quanto tempo é possível terminar o projeto (MARTINS; LAUGENI, 2005).

Existem dois métodos para descrever a técnica PERT/CPM, o método Francês e o método Americano. O método Americano é recomendado para redes elaboradas manualmente, pois sua utilização é mais fácil, nesse método calculam-se os tempos e as folgas vinculadas a cada evento é sua representação é através de setas, onde, as setas indicam a sequência das atividades (ÁVILA, 2010).

No método Francês ou rede de Roy, os nós são representados por blocos, e estes especificam o nome da atividade, o tempo e a folga total, as setas indicam somente a prioridade entre as atividades, neste formato, recomenda-se caracterizar o evento inicial e final por meio de um bloco inicial e outro final (ÁVILA, 2010).

Belchior (1968) determina PERT/CPM como uma técnica estatística para processamento de cálculo, que é usada: a) Como ferramenta de controle de gerencia, que mostra áreas críticas que ameaçam a consecução do objetivo programado na data marcada ;b) Um meio de avaliar possíveis estrangulamentos em tempo ou recursos ;c) Uma base para julgar alternativas de cursos em ação.

Ainda de acordo com Belchior (1968), o sistema PERT/CPM serve para planejamento, avaliação, revisão e controle de execução de projetos, que apresentam as características básicas: i) Processos não repetitivos; ii) Processos em que o cumprimento de prazos seja condição importante; iii) Processos em que as seguintes condições sejam importantes: a programação de desembolso e a redução de custos.



### 2.1 Construção da rede PERT/CPM

Qualquer rede de planejamento é constituída de acordo com suas atividades, suas datas, seu tempo de duração, seja qual for o tempo adotado de cada atividade (minutos, dias, semanas, meses) é importante manter a compatibilidade entre as unidades de uma mesma rede de planejamento (AVILA, 2010).

Segundo Andrade (2009), a fase inicial de um projeto consiste na definição das atividades, as estimativas de tempo necessário para a execução e a atribuição de responsabilidades. A partir destes dados é possível construir um diagrama mostrando as atividades e duração. Este diagrama é o Gráfico de Gantt, que serve para controlar a realização de cada atividade.

#### 2.1.1 Diagrama de setas

A atividade é representada por uma seta, que indica a direção e evolução da realização da atividade. (ANDRADE, 2009). Os diagramas de setas são a melhor maneira de representar um projeto com todas as informações pertinentes a cada atividade, incluindo as interdependências. As setas representam a atividade, e os círculos são denominados eventos. O círculo no início da seta, significa o início da atividade, já o círculo no final da seta, representa o final da atividade. (PRADO, 2004). Como representado na Figura 1:

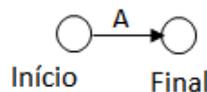


FIGURA 1 - Representação diagrama de setas.

Cada atividade deve ser representada por somente uma seta na rede, caso uma atividade seja decomposta em duas, cada uma destas devem tornar-se atividades distintas, com representação própria. (ANDRADE, 2009).

As atividades não podem ser desenhadas de modo que compartilhem o mesmo evento inicial e o mesmo evento final, e para representar estas atividades paralelas, utiliza-se uma atividade fantasma, que é representada por uma seta pontilhada. Deve-se utilizar a atividade fantasma quando existam atividades independentes que compartilhem as mesmas atividades antecedentes. (ANDRADE, 2009).

#### 2.1.2 Caminho crítico

Moreira (2009), defini caminho como qualquer sequência de atividades que leve do nó inicial ao nó final em um diagrama de rede. O caminho crítico condiciona a duração do projeto, este é o caminho com o tempo mais longo, um atraso em qualquer atividade neste caminho, conseqüentemente gera um atraso no projeto.

De acordo com Andrade (2009), para identificar os caminhos críticos, devem-se calcular as datas de ocorrência dos eventos iniciais e finais. Os caminhos críticos não terão folga de tempo na realização das atividades. O cálculo das datas de início e fim das atividades é realizado diretamente no diagrama de setas. Define-se:

- i) Cedo de um evento: é a data mais cedo possível para a ocorrência do evento, levando e conta que as atividades anteriores não tenham atrasos;
- ii) Tarde de um evento: é a data mais tardia para a ocorrência do evento, sem que cause atrasos para as atividades seguintes.



A Figura 2, apresenta uma demonstração de cedo e tarde de uma atividade genérica.

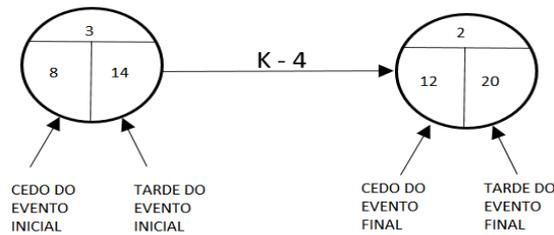


FIGURA 2 - Indicação dos cedos e tardes de eventos de uma atividade. Fonte: Andrade (2009).

Andrade (2009) apresenta as seguintes regras para cálculo dos cedos dos eventos:

- Considerando-se que o evento inicial tenha cedo igual a 0, o cedo de cada evento é o cedo anterior mais a duração da atividade;
- Quando em um evento chegam duas ou mais atividades, o cedo é considerado o maior entre os valores calculados anteriormente.

Para o cálculo dos tardes dos eventos, Andrade (2009) apresenta as seguintes regras:

- Considerando-se o tarde do evento final igual ao cedo calculado pelas regras anteriores, o tarde de cada evento é o tarde posterior menos a duração da atividade;
- Quando de um evento partem duas ou mais atividades, o tarde é considerado o menor valor entre os valores anteriormente calculados.

### 2.1.3 Cálculo de tempos da rede PERT/CPM

Em um projeto é possível definir tempos de execução de cada tarefa conforme as datas de início e término das atividades. As datas limite para início e fim das atividades de um projeto informam os marcos importantes para o planejamento da execução (ANDRADE, 2009).

Assim, podem ser definidas e calculadas como de acordo com Moreira (2009):

- Primeira Data de Início (PDI), ou data mais cedo de início (DCI): é a data mais próxima em que uma atividade pode começar considerando que todas as atividades predecessoras começam tão cedo quanto possível;
- Primeira Data de Término (PDT), ou data mais cedo de término (DCT): é a data mais próxima em que uma atividade pode terminar;
- Última Data de Início (UDI), ou data mais tarde de início (DTI): é a data mais atrasada em que uma atividade pode começar, sem que atrase o projeto;
- Última Data de Término (UDT), ou data mais tarde de término (DTT): é a última data em que a atividade pode terminar, sem que atrase o projeto.

É possível também calcular as folgas que cada atividade possui. Segundo Moreira (2009), a folga de uma atividade é o tempo que ela pode atrasar sem atrapalhar a data de término de um projeto.

Todas as atividades que não estão no caminho crítico apresentam folga, devido as interdependências das atividades da rede, estas folgas podem ser alocadas adequadamente pelo gerente do projeto (ANDRADE, 2009):



- i) Tempo Disponível para execução (TD): é o tempo no qual a atividade deve ser realizada, considerando que não tenha atrasos anteriores e que não provoque atrasos posteriores;
- ii) Folga Total (FT): é o atraso máximo que a atividade pode sofrer sem que altere a data final de conclusão;
- iii) Folga Livre (FL): é o atraso máximo que pode ocorrer em uma atividade, sem que haja alteração na data correspondente ao cedo do evento final. Esta folga tem como base que a diferença entre o tarde e o cedo do evento final deve ficar de reserva de tempo para as atividades seguintes;
- iv) Folga Dependente (FD): é o atraso máximo que uma atividade pode sofrer, considerando que inicie no tarde do evento inicial e termine no tarde do evento final. Baseia-se no pressuposto que a diferença entre o tarde e o cedo do evento inicial foi alocada a atividade precedente;
- v) Folga Independente (FI): é o máximo de atraso que uma atividade pode sofrer se começar no tarde do evento inicial e terminar no cedo do evento final. Leva em consideração que as diferenças entre os tardes e os cedos dos eventos inicial e final deverão ficar as atividades que se ligam aquelas em análise.

Os cálculos dos tempos de início, término e de folga podem ser calculadas através das equações dispostas no Quadro 1.

DESCRIÇÃO	EQUAÇÃO
PDI	$PDI = \text{CEDO DO EVENTO INICIAL} + 1$
PDT	$PDT = PDI + \text{DURAÇÃO} - 1$ ou $PDT = \text{CEDO DO EVENTO INICIAL} + \text{DURAÇÃO}$
UDI	$UDI = \text{UDT} - \text{DURAÇÃO} + 1$
UDT	$UDT = \text{TARDE DO EVENTO FINAL}$
TD	$TD = \text{TARDE DO EVENTO FINAL} - \text{CEDO DO EVENTO INICIAL}$
FT	$FT = \text{TEMPO DISPONÍVEL (TD)} - \text{DURAÇÃO}$
FL	$FL = \text{CEDO DO EVENTO FINAL} - \text{CEDO DO EVENTO INICIAL} - \text{DURAÇÃO}$
FD	$FD = \text{TARDE DO EVENTO FINAL} - \text{TARDE DO EVENTO INICIAL} - \text{DURAÇÃO}$
FI	$FI = \text{CEDO DO EVENTO FINAL} - \text{TARDE DO EVENTO INICIAL} - \text{DURAÇÃO}$

QUADRO 1- Equações utilizadas no processo de cálculo de tempos da rede PERT/CPM.

## 2.2 Gráfico de Gantt

O gráfico de Gantt também é conhecido como Diagrama de barras, nele é possível demonstrar o sequenciamento das atividades de um projeto. Inicialmente é necessário realizar o levantamento de todas as atividades, suas durações e interdependências entre as atividades. O gráfico Gantt possui uma excelente comunicação visual, e pode ser obtido por meio de programas computacionais, como o *Microsoft Project* (PRADO, 2004).

## 3. Revisão de literatura

O Quadro 2, expõe trabalhos encontrados com o tema em questão na qual é apresentado descrição dos trabalhos o resultado da aplicação das técnicas da rede PERT/CPM.



REFERÊNCIA	APLICAÇÃO DA TÉCNICA	SETOR DE ATUAÇÃO
Cezar e Sanches (2014)	Aplicaram as ferramentas de rede PERT/CPM e Simulação de Monte Carlo, visando identificar o caminho crítico, e a dispersão de tempos em gráficos, onde as atividades dependentes podem originar perda de tempo aumentando os custos do projeto e até mesmo o atraso da entrega.	Serviço
Correa et al. (2014)	Aplicaram a técnica de planejamento PERT/CPM em uma empresa para otimizar o setor, diminuindo o tempo de manutenção, evitando os atrasos, devido aos custos envolvidos do caminhão parado.	Transportadora
Panta et al. (2015)	Aplicaram as técnicas PERT/CPM em uma empresa no processo de fabricação. O estudo tem por base o sequenciamento das atividades do planejamento, a definição das atividades críticas e a construção da rede do caminho crítico.	Confecção
Corrêa et al. (2016)	Aplicaram a técnica PERT/CPM em uma empresa e levantar os pontos críticos do processo e auxiliar no gerenciamento da produção.	Estofados e colchões
Santiago et al. (2016)	Apresentaram um estudo de caso realizado em uma loja, a fim de minimizar os tempos de execução do processo por projetos, desde a efetivação da compra até a montagem dos móveis.	Móveis

QUADRO 2 - Trabalhos com aplicação as técnicas rede PERT/CPM

Através do Quadro 2, pode-se analisar que todos os trabalhos tinham como objetivo a aplicação da técnica da rede PERT/CPM como melhoria no processo produtivo das empresas. Os resultados evidenciaram a importância que tem a utilização do método de planejamento PERT/CPM na melhoria do processo produtivo, demonstrando as atividades e caminhos críticos de cada processo visando aumentar a qualidade dos produtos, a tomada de decisão nos processos, diminuição de custos e tempos. Os trabalhos encontrados foram de diferentes ramos de atuação o que permite visualizar a importância e a abrangência da técnica e facilidade em aplica-la em qualquer setor.

#### 4. Metodologia

O estudo de caso é classificado como quanti-qualitativo, qualitativo por ter sido realizado o levantamento de dados sobre os tempos padrões do processo utilizando a rede PERT/CPM e quantitativo pois foi necessário entrevistas com funcionários da empresa.

Quanto aos fins, classifica-se como descritivo, com o objetivo de aplicar e analisar os conceitos da técnica rede PERT/CPM na produção dacapa de rolamento na pedreira, além de ter sido identificados e analisados os dados por meios bibliográficos e estudo de campo.

Para a realização da revisão de literatura, foram pesquisados trabalhos publicados em anais de três eventos de Engenharia de Produção, sendo eles: Encontro Nacional de Engenharia de Produção (ENEGEP), Simpósio de Engenharia de Produção (SIMPEP) e Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial (EEPA), os trabalhos analisados tinham como objetivo a aplicação da técnica rede PERT/CPM, onde os mesmos foram publicados entre os anos de 2014 a 2016, como método de pesquisa dos artigos foi utilizada a palavra-chave: Rede PERT/CPM.

Este estudo de caso foi realizado no processo de fabricação da capa de rolamento em uma pedreira. A pedreira ficlocalizada na cidade de Campo Mourão no noroeste do Paraná. Para a coleta de dados foram realizadas visitas *in loco* na empresa, para que pudesse conhecer o processo produtivo, as visitas foram realizadas no mês de outubro de



2017. Os dados foram coletados a partir de conversas com alguns colaboradores da empresa, sendo esses os responsáveis pelo laboratório de análise da qualidade, processo de retirada da pedra, e responsável pela usinagem do asfalto. Os tempos padrões de cada atividade foram fornecidos pelos responsáveis de cada setor e na usinagem o tempo foi obtido através do painel de controle do equipamento.

Para a análise dos dados coletados e a elaboração da rede PERT/CPM das datas folgas, utilizou-se ferramentas que estão dispostas no pacote Office. Para realizar o Gráfico de Gantt utilizou o *Software Microsoft Excel 2013*, o fluxograma do processo e a rede PERT/CPM foram montados no *Software Microsoft Word 2013*.

## 5. Resultados e discussões

### 5.1. Caracterização da Empresa

A Pedreira onde foi realizada o estudo de caso, fica localizada na cidade de Campo Mourão na região Noroeste do Estado do Paraná. A Mesma nasceu no ano de 1994, porém só no ano de 2008, começou a trabalhar com centro de distribuição de areia, e aos poucos foi crescendo seus investimentos. No ano de 2013, a empresa realizou a implantação da usina de asfalto, com a capacidade de produção de 800 toneladas/dia, tendo a produção de 80 toneladas/hora diariamente conforme a demanda.

A Pedreira produz/vende os seguintes produtos: asfalto (este é produzido conforme a necessidade do cliente, do local onde o mesmo será aplicado), granilha, pedrisco, pó de pedra, brita ½, brita 1, brita 2, bica corrida, rachão, brita graduada, areia fina, areia média, areia grossa, desses produtos somente a areia vem de fora, os demais são extraídos dentro da própria pedreira.

### 5.2. Descrição do processo produtivo da capa de rolamento

Para a presente pesquisa, foi determinado um dos produtos produzidos pela Empresa, sendo este a capa de rolamento, que de acordo com Nakamura (2011) é a camada de revestimento do asfalto, é utilizado em projetos de pavimentação, e tem variações de acordo com a intensidade e do tipo de tráfego, do solo e da vida útil do projeto. A Figura 1 demonstra as camadas asfáltica e demonstra a posição da capa de rolamento.

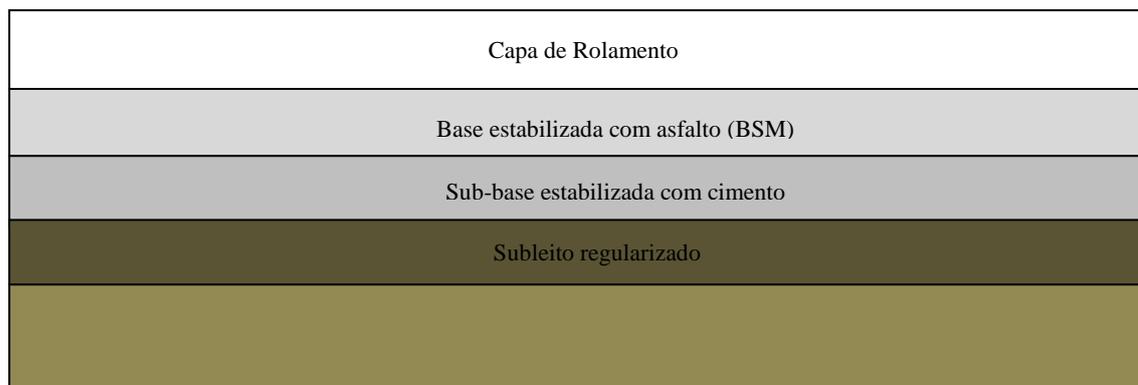


FIGURA 3 - Representação da posição da capa de rolamento nas camadas asfáltica. Fonte: Pedreira Itaipu (2017).

O processo de usinagem da capa de rolamento pode ser observado na Figura 2. Ressalta-se que a empresa produz diversos tipos de capa de rolamento, onde para cada



projeto são especificadas quantidades diferentes das matérias-primas, seguindo normas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e Departamento de Estradas e Rodagem (DER).

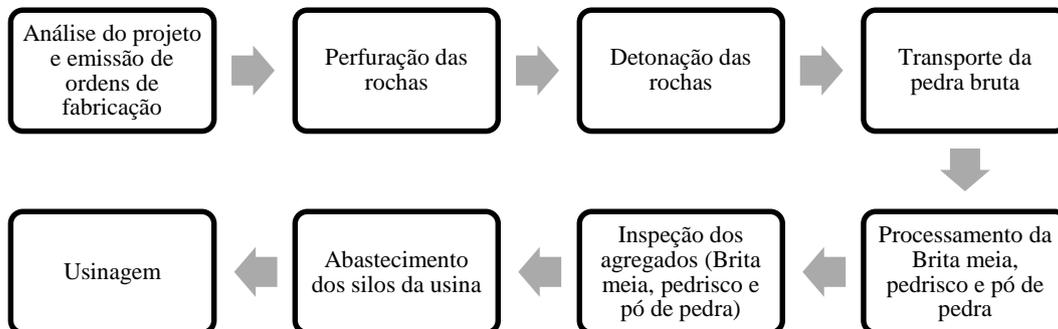


FIGURA 4 - Fluxograma do processo de produção da capa de rolamento.

O processo do projeto da capa de rolamento estudado possui as seguintes exigências: 16% de Brita Meia, 48,7% de Pó de Pedra, 4,8% de Cimento Asfáltico de Petróleo (CAP) e 30,5% de Pedrisco. Destas matérias-primas, a empresa realiza a compra apenas do CAP, o qual a empresa possui sempre em estoque, os materiais agregados são produzidos pela empresa.

O processo inicia-se com o recebimento do projeto, sua análise e a emissão de ordens. Posteriormente, são realizadas as perfurações das rochas para detonação. As detonações acontecem uma vez ao mês, onde são detonadas as quantidades necessárias para suprir o mês. No entanto, para o estudo, foram calculados os tempos com base na necessidade do projeto analisado de 80 toneladas de produto acabado.

Depois de perfuradas as rochas, são inseridos explosivos e detonadas, da detonação são retiradas pedras em tamanhos grandes, que são transportadas por caminhões até a estação de processamento, onde são trituradas nas medidas necessárias para o projeto, neste caso: Brita meia, Pedrisco e Pó de Pedra, chamados de materiais agregados do projeto.

Posteriormente é realizada a inspeção dos materiais agregados, chamada de granulometria, com o objetivo de verificar se as características se adequam as normas prescritas no projeto. Em seguida, os materiais agregados seguem para abastecimento dos silos da usina.

E por fim, é realizada a usinagem da capa asfáltica, que é realizado por uma usina automatizada de processo contínuo, que envolve a secagem da Brita Meia, Pedrisco e Pó de Pedra e a mistura destes ao CAP, simultaneamente. A capacidade da usina é de 80 toneladas por hora. Após a usinagem, o produto é transportado até o cliente, este transporte tem tempo diferenciado de acordo com a localização do cliente, portanto, não foi inserido no estudo.

### 5.3 Identificação da duração e dependências das atividades

Com as atividades do processo identificadas, e com a duração das atividades fornecidas pela Empresa, foi elaborado o Quadro 3, para melhor compreensão das informações do processo. Para o caso estudado, foram analisados os tempos para produção de um projeto de 80 toneladas de produto acabado.



CÓDIGO	ATIVIDADE	DURAÇÃO (MIN)	DEPENDÊNCIA
A	Análise do projeto e emissão de ordens	15,0	-
B	Perfuração das rochas	14,2	A
C	Detonação das rochas	30,0	B
D	Transporte da pedra bruta	45,0	C
E	Processamento da brita meia	30,0	D
F	Processamento do pedrisco	30,0	D
G	Processamento do pó de pedra	30,0	D
H	Inspeção dos agregados	90,0	E, F e G
I	Abastecimento dos silos	15,0	H
J	Usinagem	60,0	I

QUADRO 3 - Atividades do processo e suas respectivas durações e dependências.

### 5.4 Gráfico Gantt do processo

Com base nas informações apresentadas no Quadro 3, foi possível elaborar o Gráfico de Gantt do processo (Figura 5).

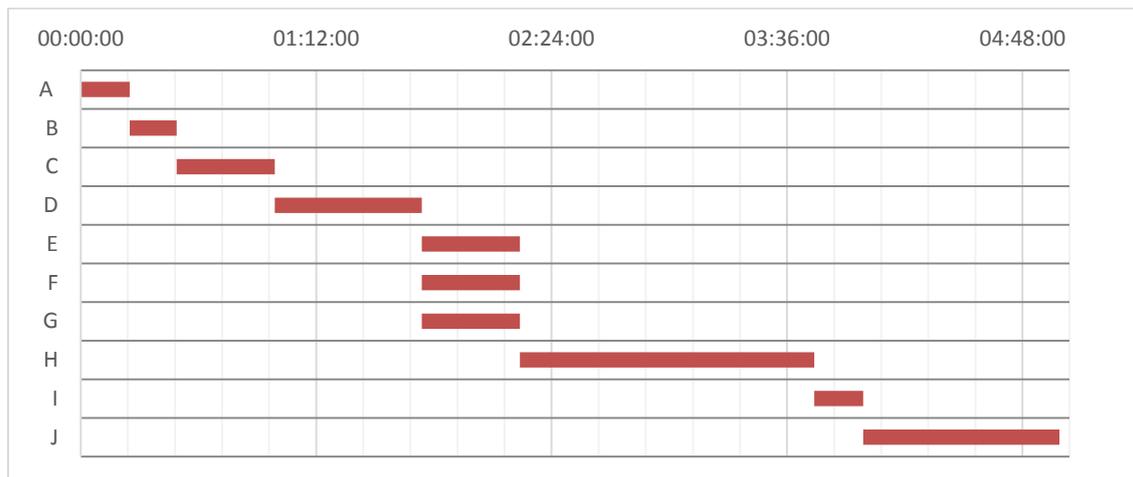


FIGURA5 - Gráfico de Gantt utilizando o *Software Microsoft Excel 2013* (em minutos).

O Gráfico de Gantt fornece de forma visível os tempos de início e de término de cada atividade, facilitando assim a compreensão do processo. Foi possível verificar que o processo produtivo da capa de rolamento é de 299,2 minutos (4 horas, 59 minutos e 20 segundos).

### 5.5 Rede PERT/CPM

Com base no Quadro 3, foi possível construir a rede PERT/CPM do Processo, e calcular os cedos e tardes dos eventos, que podem ser observados na Figura 6.

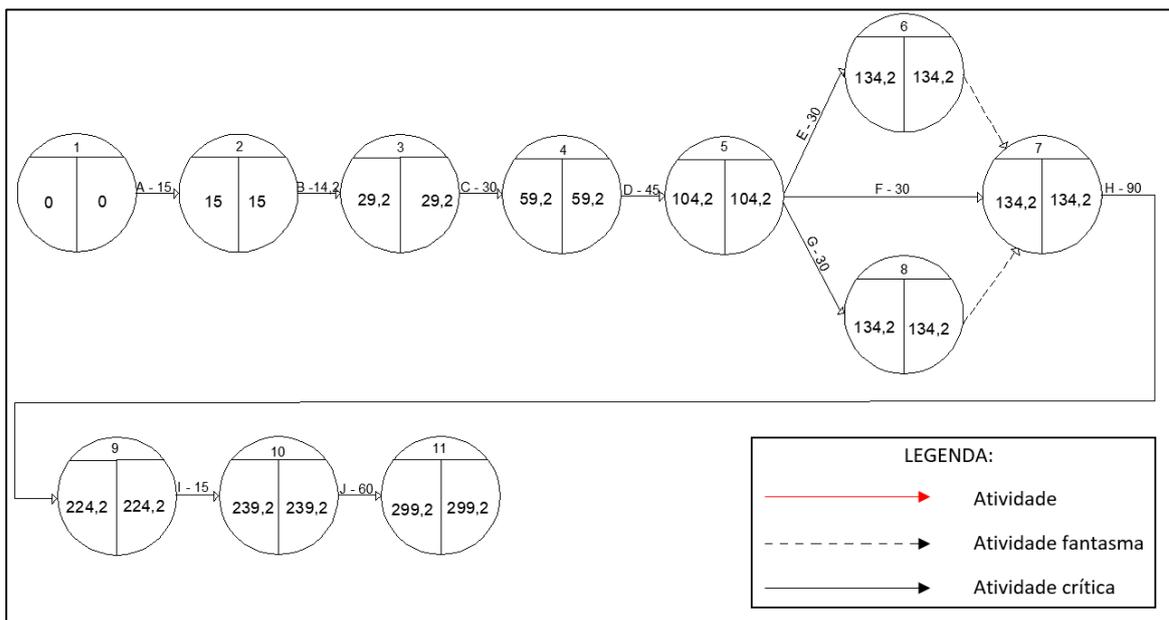


FIGURA 6 - Rede PERT/CPM do processo de produção da capa de rolamento (em minutos).

Após a construção da Rede PERT/CPM, foi possível compreender o processo produtivo como um todo, e após a realização dos cálculos observou-se que o tempo total para conclusão do processo é de 299,2 minutos (4 horas, 59 minutos e 20 segundos), assim como foi possível verificar na construção do Gráfico de Gantt (Figura 2).

Pode ser analisado na Figura 5, que o processo produtivo da capa de rolamento possui atividades paralelas apenas após a atividade D, já que o processamento da brita meia, do pó de pedra e do pedrisco, não são dependentes um do outro, e são realizados por maquinários.

No entanto, observa-se que todas as atividades possuem total dependência da finalização da atividade anterior, e a atividade H tem total dependência da finalização das atividades E, F e G para dar continuação ao processo. Assim, todas as atividades são críticas, portanto, caso uma sofra atrasos, todo o processo sofrerá atrasos.

Cabe ressaltar, que as atividades são realizadas cada uma por um colaborador e todos são coordenados pelo gerente de produção. Foi observado no processo que os colaboradores não ficam ociosos durante a realização das atividades.

No entanto, para evitar atrasos na entrega do produto acabado aos clientes, é necessário que todos os colaboradores cumpram suas atividades no tempo estipulado.

### 5.6 Datas limites do processo

As datas limites do processo podem ser observadas na Tabela 1, para a realização dos cálculos foram utilizadas as equações dispostas no Quadro 1, e as informações presentes no Quadro 3 e na Figura 5.



Tabela 1 - Datas limites do processo produtivo da capa de rolamento (em minutos).

Atividades	PDI	PDT	UDT	UDI
A	1	15	15	1
B	16	29,2	29,2	16
C	30,2	59,2	59,2	30,2
D	60,2	104,2	104,2	60,2
E	105,2	134,2	134,2	105,2
F	105,2	134,2	134,2	105,2
G	105,2	134,2	134,2	105,2
H	135,2	224,2	224,2	135,2
I	225,2	239,2	239,2	225,2
J	240,2	299,2	299,2	240,2

As datas limites do processo informam aos gerentes os marcos importantes para o planejamento da execução do projeto do processo, pois possibilita a alteração das equipes das atividades, permite a alocação de equipes.

### 5.7 Folgas do processo

Como foi analisado por meio da construção da Rede PERT/CPM e as datas limites do processo, todas as atividades estão no caminho crítico, e, portanto não possuem nenhuma folga para realização das atividades, ou seja, qualquer atraso em alguma das atividades acarreta consequentemente o atraso do término do processo. Por este motivo é de extrema importância a supervisão do gestor, para que todas as atividades sejam realizadas dentro de seu tempo estabelecido.

### 6. Considerações finais

A rede PERT/CPM é utilizada numa vasta gama de dimensões e complexidades e diferentes projetos, e consiste em um método de planejamento, replanejamento, e avaliação de progresso, com a finalidade de melhor controlar a execução de uma atividade ou ideia.

A rede PERT permitiu listarmos as atividades necessárias no desenvolvimento do asfalto na pedra, quando elas devem ser concretizadas e muitas vezes sugerem quais atividades que não podem ser atrasadas para que a data de entrega da capa de rolamento seja cumprida conforme o estipulado cliente.

O gráfico de Gantt nos permitiu apontar as interdependências e as sequências lógicas das operações ou tarefas elementares no processo da produção da capa de rolamento, e visualizar com muito mais detalhes exatamente o que deve ser feito, quando e por quem. Assim, pode-se ordenar as atividades de modo a identificar as interdependências e conscientizar a equipe sobre a necessidade do cumprimento de prazos para que o cronograma não seja impactado.

#### Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – ABEPRO. Áreas e subáreas. 2009. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/internasub.asp?ss=27&c=846>>. Acesso em: 18 set. 2017.

CARDOSO, A. Fundamentos da Pesquisa Operacional. UNIFAL-MG. 2011.



## XII EEPA

ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL  
EPA - DE CAMPO MOURÃO PARA O MUNDO

Campo Mourão, Paraná, Brasil, 20 a 22 de novembro de 2018

ANAIS ISSN 2176-3097



CEZAR, V. P.; SANCHES, A. L. Análise de Caminhos Críticos em Redes PERT/CPM Probabilísticas, Utilizando Simulação de Monte Carlo. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ENEGEP, 2014.

CORREA, V.G. A. et al. Análise do Processo de Manutenção em uma Empresa Transportadora de Cargas por meio da Aplicação do PERT/CPM. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 34., 2014, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ENEGEP, 2014.

CORRÊA, A. M. et al. Utilização da Rede PERT/CPM como auxílio do Planejamento do Processo Produtivo de uma linha de Colchões. In: X ENCONTRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO AGROINDUSTRIAL, 10., 2016, Campo Mourão. *Anais...* Campo Mourão: EEPA, 2016.

FOGLIATTO, F. Pesquisa Operacional. Disponível em: <[http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/382\\_po\\_apostila\\_completa\\_mais\\_livro.pdf](http://www.producao.ufrgs.br/arquivos/disciplinas/382_po_apostila_completa_mais_livro.pdf)>. Acesso em: 18 set. 2017.

FROZZA, A. A. Pesquisa Operacional. 2012. Disponível em: <<http://www.ifc-camboriu.edu.br/~frozza/2012.2/BSI10/BSI10-PesquisaOperacional-Aula001%20%20Introducao.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

MARQUES, J. R. A importância da pesquisa operacional na administração de uma empresa. 2016. Disponível em: <<http://www.ibccoaching.com.br/portal/importancia-da-pesquisa-operacional-na-administracao-de-uma-empresa/>>. Acesso em: 10 set. 2017.

PANTA, E. S. et al. Elaboração De Rede PERT/CPM Em Uma Empresa De Confecção: Um Estudo De Caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 35., 2015, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: ENEGEP, 2015.

QUEZADO, P. C.; CARDOSO, C. R.; TUBINO, D. F. Programação e controle da produção sob encomenda utilizando PERT/CPM e Heurísticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 19., 1999, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ENEGEP, 1999.

SANTIAGO, R. E.F.; CARVALHO, A. D.; BARBOSA, L. W. G.; MARIA, R. C. Utilização Da Rede PERT/CPM Para Sequenciamento De Processos Por Projeto: Estudo De Caso Em Uma Loja De Móveis Planejados. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 23., 2016, São Paulo. *Anais...* São Paulo: SIMPEP, 2016.

SILVA, G. P. Otimização em Redes ou Fluxo em Redes. 2010. Disponível em: <<http://www.decom.ufop.br/gustavo/bcc463/Aula1.pdf>>. Acesso em: 08 dez. 2017.