

Aplicação da ferramenta PERT/CPM em um lava jato: Um estudo de caso

Davi Paiva Ferraz (UEPA) davipaivaferraz@gmail.com

Ranna Dourado Barbosa Costa (UEPA) doradoranna@gmail.com

Mariana Gomes Magalhães (UEPA) marimagalhaes.483@gmail.com

Resumo: A frota de veículos registrados no Brasil é um número impressionante e significativo, o qual reflete o crescimento da classe média no país. Com o grande número de automóveis existentes nas cidades, grande também se torna os serviços prestados a automóveis. Tendo em vista este cenário, os microempresários do setor de serviços automotivos devem apresentar um diferencial em relação à concorrência, implementando ferramentas que auxiliem na gestão da produção. Neste contexto, este trabalho surge com o intuito de aplicar a ferramenta PERT/CPM em um lava jato localizado na cidade de Belém – PA, caracterizando-o como um estudo de caso. A coleta de dados foi realizada durante dois dias de forma presencial. Os dados foram analisados posteriormente, com consequente criação de tabela de interdependências e o digrama PERT. Com isso, foram encontradas as atividades críticas por meio do CPM, a fim de identificar as atividades gargalo do processo. Concluiu-se que as atividades: lavagem externa, secar carro, aplicação cera de limpeza, aplicação tira-risco, aplicação cera impermeabilizante, e acabamento são as atividades críticas do processo e merecem uma atenção maior em detrimento do restante, e, por isso, devem ser prioridade do microempresário na alocação de recursos, pois atrasar essas duas atividades implica em um atraso em todo o sistema. Ademais, observou-se que o lava jato já possui atividades simultâneas, porém, é possível otimizar ainda mais o tempo total do sistema.

Palavras chave: PERT/CPM, Caminho Crítico, Automóveis, Lava-jato.

Application of the PERT / CPM tool in a car wash: A case study

Abstract: The fleet of vehicles registered in Brazil is an impressive and significant number, which reflects the growth of the middle class in the country. With the large number of automobiles existing in the cities, great also becomes the services rendered to automobiles. Given this scenario, the small entrepreneurs of the automotive service sector must present a differential in relation to the market, implementing tools that aid in the management of production. In this context, this work appears with the intention of applying the PERT / CPM tool in a car wash located in the city of Belém – PA, characterizing it as a case study. The data collection was performed during two days in person. The data were analyzed later, with consequent creation of table of interdependencies and the PERT diagram. With this, the critical activities were found through the CPM, in order to identify the bottleneck activities of the process. It was concluded that the activities: external washing, car drying, wax cleaning application, risk-taking application, waterproofing wax application, and finishing are critical activities of the process and deserve more attention at the expense of the rest, should be small entrepreneur's priority in allocating resources, since delaying these two activities implies a system-wide delay. In addition, it was observed that the jet was already having simultaneous activities, however, it is possible to further optimize the total system time.

Key-words: PERT/CPM, Critical Path, Automobiles, Car Wash.

1. Introdução

Com o crescente aumento no número de Micro e Pequenas Empresas no mercado brasileiro, e, consequentemente, no número de concorrentes, é fundamental que o microempresário utilize ferramentas voltadas para a melhoria da gestão do seu negócio. De acordo com o Sebrae (2014), as Micro e Pequenas Empresas geram 27% do PIB do Brasil e são motivadas, principalmente, pelo crescimento da classe média. Com a melhora no poder de compra dos brasileiros, mesmo em tempos de crise, faz parte do desejo de boa parte da população possuir um carro, representando, por vezes, até um sonho. Em dezembro de 2010, o número de veículos registrados em solo brasileiro foi de 64.817.974 (DENATRAN, 2011).

Um setor bastante impactado por estes números é o setor de serviços automotivos. Atualmente, estes estabelecimentos podem contar com mais serviços além da tradicional lavagem de automóveis. Infelizmente, é comum encontrarmos microempresários que começaram seu negócio e não tem o conhecimento necessário para gerenciar sua empresa. Tendo em vista este contexto, a presente pesquisa foi realizada em um lava jato situado na cidade de Belém – PA.

Neste contexto, as ferramentas PERT e CPM se apresentam como umas das alternativas de melhoria na gestão do negócio destes microempresários devido ao número de atividades realizadas neste setor. Com o PERT, é possível saber as interdependências entre as atividades e prioridades entre elas, de modo que aquelas que geram informações para serem utilizadas nas etapas subsequentes sejam realizadas de forma antecipada (MONTAGNER, 2012; *apud* OLIVEIRA *et al.*, 2017). E por meio do método do caminho crítico (CPM), será possível identificar a atividade gargalo do processo e alocar de forma mais eficiente os recursos programados das atividades, tendo como objetivo principal à diminuição do tempo total.

Portanto, este trabalho tem como objetivo principal a aplicação da rede PERT/CPM no lava jato e tem como objetivos específicos o cálculo das atividades críticas do processo, para otimização do tempo total do serviço.

Esta pesquisa justifica-se pela importante participação dos microempresários na economia brasileira, bem como pelo número impressionante relacionado à frota de veículos no país. Além disso, o motivo deste estudo também é visto na aplicação da ferramenta PERT/CPM, a qual é fundamental para um melhor planejamento e controle da produção. Assim, supõe-se que os resultados obtidos ao fim do trabalho serão cruciais ao proprietário, visto que sempre é desejado um diferencial frente aos concorrentes.

2. Referencial Teórico

2.1. Rede PERT/CPM

Ainda que originalmente tenham sido desenvolvidas em anos diferentes e de maneira independente, ambas as ferramentas de PERT e CPM são amplamente utilizadas para o gerenciamento de projetos, o CPM (*Critical Path Method*) foi desenvolvido nos anos 1950 por Kelly Remington e Walker Dupont no intuito de programar manutenções em uma planta química. Pouco tempo depois, a ferramenta PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) foi desenvolvida pela Marinha dos Estados Unidos da América para realizar o gerenciamento do projeto de um míssil militar. Os sistemas se diferem apenas em suas prioridades: o CPM prioriza o esquema determinístico, e o PERT o probabilístico. Com o passar do tempo, tais ferramentas se combinaram, resultando na abordagem integrada de redes PERT/CPM. (HAGA; O'KEEFE, 2001 *apud* GALINA FILHO; RIBEIRO, 2015).

Corrêa, Caon e Giansesi (1997) caracterizam o PERT/CPM como sistemas de gerenciamento de redes de atividades frequentemente empregados onde a confiabilidade dos prazos é um critério competitivo importante. Além disso, sua utilização é importante para o sequenciamento de atividades em processos que apresentam uma elevada quantidade de tarefas inter-relacionadas, permitindo definir uma ordem lógica entre as mesmas. Dessa forma, cada atividade terá seu tempo de início e término definidos e encadeados com outras que se desenvolverão em sequência ou em paralelo.

Stevenson (2001) corrobora quando afirma que o uso das técnicas de PERT/CPM permite a obtenção da visualização gráfica das atividades do projeto, a estimativa do tempo total de duração do projeto, a indicação de quais atividades são consideradas críticas e que podem interferir no prazo do término do projeto e, também, a identificação dos tempos de folga para atrasos que não estenderão a duração do projeto ou que possibilitam uma otimização no tempo e redução nos custos para que seja aplicado um melhor gerenciamento de materiais.

Assim, conclui-se que a rede possibilita grandes vantagens quando utilizada, uma vez que auxilia no planejamento, programação, coordenação e controle do projeto, tendo influência de forma a minimizar ou mesmo evitar os riscos dos efeitos de acontecimentos inesperados no momento de execução do projeto (CUKIERMAN, 2000).

2.2. Conceitos introdutórios

Tubino (2009) introduz que eventos como os nós da rede, geralmente representados por círculos e enumerados de acordo com a sequência de atividades, que indicam o momento de início e conclusão das mesmas. São apenas pontos no tempo e, portanto, não consomem recursos nem tempo.

O termo “atividade” se refere à ligação entre dois eventos consecutivos, representando a ação que desloca o trabalho entre eles e é a parte da rede que consome tempo/recursos. Costumam ser representadas por setas que devem ser orientadas no sentido início-término da atividade, identificadas de acordo com cada atividade e apresentam a duração de cada tarefa (BALLESTERO-ÁLVARES, 2010).

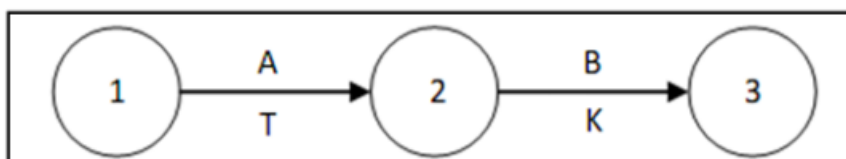


Figura 1 – Representação de atividades. Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

Dessa forma, Tubino (2009) define que as atividades podem possuir características diferentes, sendo os três tipos:

- Atividades dependentes: quando sua realização depende do cumprimento de outra atividade;
- Atividades paralelas: ocorrem quando duas ou mais atividades estão paralelamente entre dois eventos sucessivos;

- Atividades fantasmas: são atividades fictícias, inseridas na rede para resolver problemas de numeração ou lógica quando duas atividades possuem o mesmo nó de início e de fim. Não possuem valor na situação real.

2.3. Construção da rede PERT/COM

2.3.1. Definição das atividades e desenho do diagrama

Qualquer rede de planejamento deve ser construída levando em conta suas atividades, datas e tempo de duração, os quais devem apresentar unidades compatíveis (AVILA, 2010). A primeira etapa para iniciar o processo de construção do Diagrama de Rede é realizar a especificação de todas as atividades que integram o projeto, devendo estas ter início e fim bem definidos e ser descritas num nível de detalhamento que não ultrapasse o necessário para a atribuição de recursos e seu gerenciamento. Isto é considerado um elemento chave para a elaboração da rede, pois serve de base para o desenvolvimento das próximas etapas, tornando possível a determinação da previsão de conclusão do projeto (FERNANDES E FILHO, 2010).

Simultaneamente à definição das atividades, deve-se identificar a lógica de precedências e subsequências das mesmas para estruturar a rede de acordo com a evolução dos procedimentos técnicos do projeto (MARTINS; LAUGENI, 2015). Tubino (2009) aponta que, por meio da elaboração correta do diagrama de precedências, obtém-se a garantia de que as atividades estão definidas na ordem formal e que a lógica entre elas será mantida. Os dados coletados (atividades, predecessores diretos e tempos) são geralmente organizados em uma tabela, para facilitar a construção da rede.

Atividade	Atividades Precedentes	Duração
A: Projeto de Simulação	---	2
B: Treinamento de pessoal	A	9
C: Construção de Instalações Especiais	A	4
D: Certificação de Instalações	C	1
E: Aquisição de Material	A	1
F: Aferição dos Instrumentos	E	2
G: Teste do material	D, F	3
H: Montagem da Cabine de simulação	B, G	1
I: Execução da Simulação	H	2

Figura 2 – Tabela para construção do diagrama. Fonte: Extraído de Goldbar (2000)

Após a etapa de definição das atividades, parte-se para a elaboração da representação gráfica do projeto em rede. Para isso, deve ser seguida a metodologia já apresentada no tópico 2.2. de conceitos nesse trabalho. Acrescentando a informação de que os nós da rede são enumerados da esquerda para direita, de cima para baixo; e que os nomes utilizados para identificar as atividades devem estar localizados acima das setas e a duração em baixo.

2.3.2. Cálculo dos tempos

De acordo com Tubino (2009), para cada nó da rede é possível calcular os dois tempos que definirão os limites nos quais as atividades que partem de determinado nó dispõem para serem iniciadas. Esses tempos são conhecidos como Cedo e Tarde e são identificados junto ao nó em forma de fração, sendo o numerador o Cedo e o denominador o Tarde. O autor define o Cedo como o tempo requerido para que o evento (nó) seja atingido, desde que imprevistos que atrasem as atividades antecessoras não ocorram. Para calcular o Cedo, deve-se considerar o maior entre todos os tempos de conclusão das atividades que chegam a um evento, sendo o valor do Cedo do evento inicial da atividade adicionado ao seu tempo de execução. O primeiro nó (nó 1) tem Cedo igual à zero, uma vez que é o início do projeto.

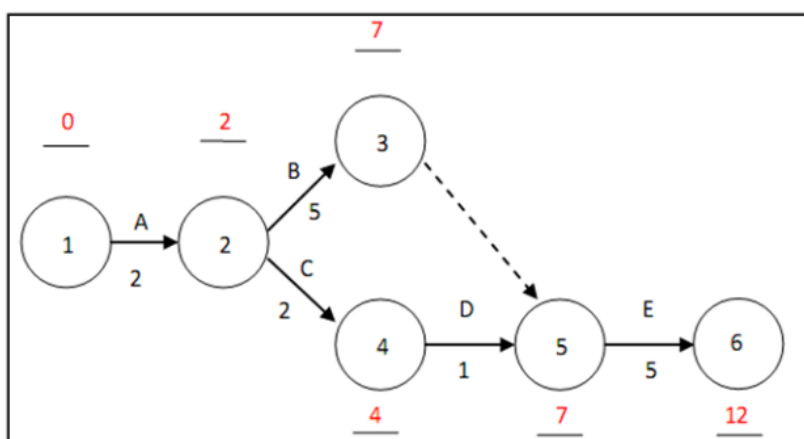


Figura 3 – Valores cedo de um evento. Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

O Tarde é definido como a última data possível de início das atividades que partem de um evento, sem atrasar a conclusão do projeto. Esse valor é o mínimo entre todos os tempos de início das atividades que partem dele, sendo ele a subtração entre o Tarde do evento aonde a atividade chega e o valor do seu tempo de execução. O Tarde do último evento é igual ao seu Cedo, terminando o projeto na primeira oportunidade disponível e sem atrasos.

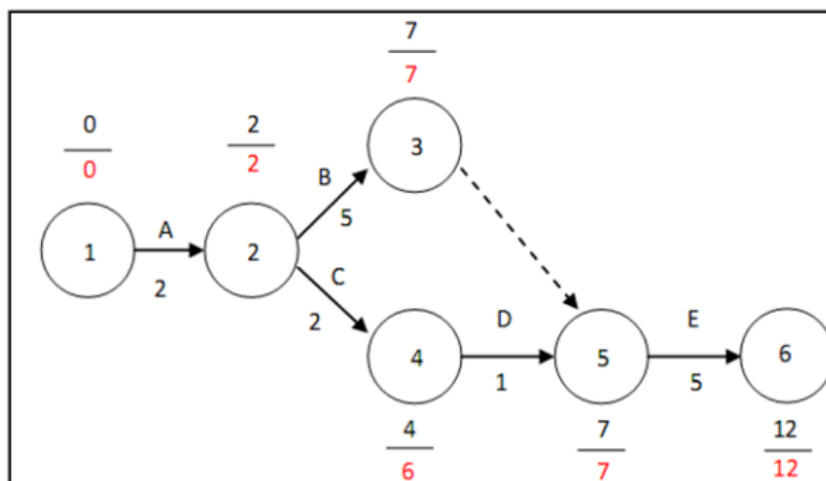


Figura 4 – Valores Tarde de um evento. Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

Existe um conjunto de folgas que é de extrema importância para a análise das atividades (TUBINO, 2009). São segmentadas em:

- Folga total: representa o atraso máximo da atividade sem ultrapassar a data final;

- Folga livre: é o atraso máximo da atividade sem alterar o Cedo do evento final;
- Folga dependente: é o tempo oferecido para realizar a atividade, com início no Tarde inicial até a Tarde do evento final;
- Folga independente: é o tempo oferecido para realizar a atividade, com início no Tarde inicial até o Cedo do evento final.

As folgas têm como objetivo a definição do caminho crítico, uma vez que as atividades que apresentam folgas zero são as que representam o tempo real de duração do processo. A Tabela 1 apresenta todos os tempos e suas formulas de cálculo:

Representação	Descrição	Fórmula
D	Duração da atividade	-
Ci	Cedo Inicial	$= \text{Max}_h(\text{Cf}_h)$
Cf	Cedo Final	$= \text{Ci}_i + \text{D}_i$
Ti	Tarde Inicial	$= \text{Tf}_i - \text{D}_i$
Tf	Tarde Final	$= \text{Min}_i (\text{Ti}_j)$
TD	Tempo Disponível	Última data de término - Primeira data de início
FT	Folga Total	$= \text{TD} - \text{D}$
FL	Folga Livre	$= (\text{Cf} - \text{Ci}) - \text{D}$
FD	Folga Dependente	$= (\text{Tf} - \text{Ti}) - \text{D}$
FI	Folga Independente	$= (\text{Cf} - \text{Ti}) - \text{D}$

Fonte: Adaptado de Tubino (2009)

Tabela 1 – Fórmulas para cálculo de folgas

2.3.3. Identificação do caminho crítico

Após o cálculo das folgas, o próximo passo para a construção da rede é a identificação do caminho crítico. Segundo Moraes (2015), este é definido como as atividades cuja realização não apresentam folga de tempo (folgas totais iguais à zero), onde qualquer atraso em sua execução resulta no atraso do projeto final. Por outro lado, as atividades não-críticas são as que podem atrasar, dentro de determinado limite, sem que isso interfira no tempo total do projeto.

A soma dos tempos de todas as atividades que fazem parte do caminho crítico resulta no tempo de conclusão do projeto (T). Como o atraso nessas atividades resultam no atraso do tempo total do projeto, estas devem ser controladas com mais atenção (LUSTOSA et al., 2008).

2.4. Tempos Probabilísticos

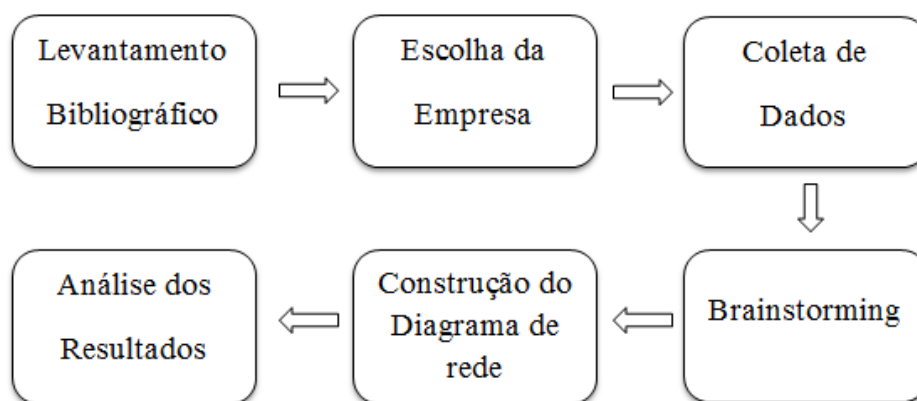
Slack, Chambers e Johnston (2009), afirmam que as durações das atividades não são determinísticas, ou seja, não apresentam tempos fixos, sendo assim necessária a aplicação da teoria da probabilidade para se estimar com certo nível de precisão o tempo realizado em uma atividade. Para Tubino (2009), convém a aplicação da distribuição beta almejando a representação de padrões aleatórios nos tempos. O tempo esperado é então definido como:

$$Te = \frac{To + 4.Tm + Tp}{6}$$

onde, Te é igual ao tempo esperado que a atividade seja efetuada, To é o tempo otimista para a atividade, Tm é o tempo mais provável para a atividade e Tp é o tempo pessimista para a atividade.

3. Metodologia

De acordo com Gil (2002), este trabalho se caracteriza como um estudo de caso, pois, se baseia no estudo profundo e exaustivo de um ou de poucos objetos, de maneira a obter um detalhado conhecimento sobre ele. Aplicando o conceito a esta pesquisa, o objeto estudado é a empresa de lavagem de automóveis. Localizada em Belém – PA, e é considerada uma microempresa, apresentando em seu quadro apenas três funcionários. Para a obtenção do objetivo do trabalho, as seguintes etapas foram realizadas:



Fluxograma 1 – Etapas da Pesquisa. Fonte: Autores (2017)

a) Levantamento Bibliográfico: Foram utilizados livros e artigos científicos, de periódicos e de congressos da área, para fornecer o embasamento teórico necessário na aplicação da ferramenta PERT/CPM;

b) Escolha da Empresa: A empresa foi escolhida a partir de uma reunião com o proprietário, que demonstrou interesse acerca do estudo proposto e disponibilizou todos os dados necessários para a realização da pesquisa;

c) Coleta de dados: Os dados foram coletados a partir de visita in loco na empresa durante dois dias. Por meio de entrevistas com os funcionários foram identificadas as principais atividades realizadas na lavagem de carros, e após esta identificação foram coletados os tempos de cada atividade em seis clientes diferentes, com a ajuda de um cronômetro. Os dados foram plotados na tabela abaixo;

Atividade	Primeiro dia (minutos)			Segundo dia (minutos)			Média
	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	
Lavagem externa	14,3	12,7	16,8	10,3	18,4	12,4	14,15
Lavagem dos pneus	6,7	5,4	9,2	5,6	7,2	6,8	6,81
Lavagem dos tapetes	8,2	5,8	3,3	6,7	10,1	5,4	6,58
Secagem dos tapetes	14,7	17,2	6,4	18,6	11,5	16,9	14,21
Aspirar carro	8,3	13,4	12,7	13,2	14,6	9,4	8,30
Secar carro	15,1	9,7	7,7	16,7	7,4	10,3	11,15

Limpeza interna	8,7	6,5	12,3	10,4	11,2	7,5	9,43
Aplicação cera de limpeza	10,3	12,3	7,2	6,9	10,7	8,8	9,36
Aplicação tira-risco	1,3	5,7	3,0	2,4	7,8	2,3	3,75
Aplicação cera impermeabilizante	12,5	10,8	7,1	11,3	12,3	15,2	11,53
Impermeabilização dos pneus	5,4	7,6	8,5	10,3	6,5	9,6	7,98
Finalização	3,6	4,6	4,9	5,3	3,8	6,1	4,72

Fonte: Autores (2017)

Tabela 2 - Coleta de dados

d) *Brainstorming*: Após a coleta de dados, realizou-se uma reunião brainstorming para definir a sequência das atividades, quais eram interdependentes e quais poderiam ser efetuadas de forma simultânea, visando a otimização;

e) Construção do diagrama de rede: A construção do diagrama foi feita após as ponderações da equipe juntamente com a gerência da empresa, utilizando os tempos que foram calculados conforme equações apresentadas na seção 2.4. deste trabalho;

f) Análise dos resultados: Por último realizou-se a análise do diagrama de rede e dos resultados referentes aos tempos de cada atividade, para a definição do caminho crítico do serviço e das folgas de cada atividade.

4. Resultados e Discussão

Posteriormente a coleta de dados, foi realizado o cálculo dos tempos probabilísticos das atividades, utilizando os dados disponíveis na Tabela 2, sendo o tempo otimista e o tempo pessimista considerados respectivamente como o menor e o maior tempo dentre os dados coletados. Os resultados foram plotados na tabela abaixo

Atividade	Tempos Probabilísticos			
	To	Tm	TP	Te
A	10,3	14,15	18,4	14,22
B	5,4	6,81	9,2	6,97
C	3,3	6,58	10,1	6,62
D	6,4	14,21	18,6	13,64
E	8,3	8,3	14,6	9,35
F	7,4	11,15	16,7	11,45
G	6,5	9,43	12,3	9,42
H	6,9	9,36	12,3	9,44
I	1,3	3,75	7,8	4,02
J	7,1	11,53	15,2	11,40
K	5,4	7,98	10,3	7,94
L	3,6	4,72	6,1	4,76

Fonte: Autores (2017)

Tabela 3 – Cálculo dos tempos probabilísticos

É importante observar que os dados de tempo medidos não apresentam aparente uniformidade, isso se deve a fato de cada atividade variar de um serviço para outro, uma vez que o cliente não é padronizado. Por exemplo, as atividades “lavagem externa” e “aspirar”

dependem de quanto o carro está sujo externa e internamente, assim como as atividades “secar o carro” e “aplicação da cera impermeabilizante” dependem do tamanho do carro.

Com os tempos esperados de cada atividade calculados, o passo seguinte foi montar a tabela com as atividades predecessoras. Esta tabela apresenta demasiada importância, pois a partir dela é possível a construção do diagrama de rede, uma vez que nela estão contidas as dependências entre as atividades e a duração de cada uma.

Atividade	Descrição	Atividade Predecessora	Duração	Folgas
A	Lavagem externa	–	14,22	0
B	Lavagem dos pneus	–	6,97	35,62
C	Lavagem dos tapetes	–	6,62	30,27
D	Secagem dos tapetes	C	13,64	30,27
E	Aspirar carro	A	9,35	17,54
F	Secar carro	A	11,45	0
G	Limpeza interna	E	9,42	0
H	Aplicação cera de limpeza	F	9,44	0
I	Aplicação tira-risco	H	4,02	17,54
J	Aplicação cera impermeabilizante	I	11,40	0
K	Impermeabilização dos pneus	B, A	7,94	35,62
L	Acabamento	D, G, J, K	4,76	0

Fonte: Autores (2017)

Tabela 4 – Dados de dependência e duração de atividades

Depois que os tempos probabilísticos e as dependências de cada atividade foram determinados, criou-se a rede PERT/CPM, representada pela figura abaixo.

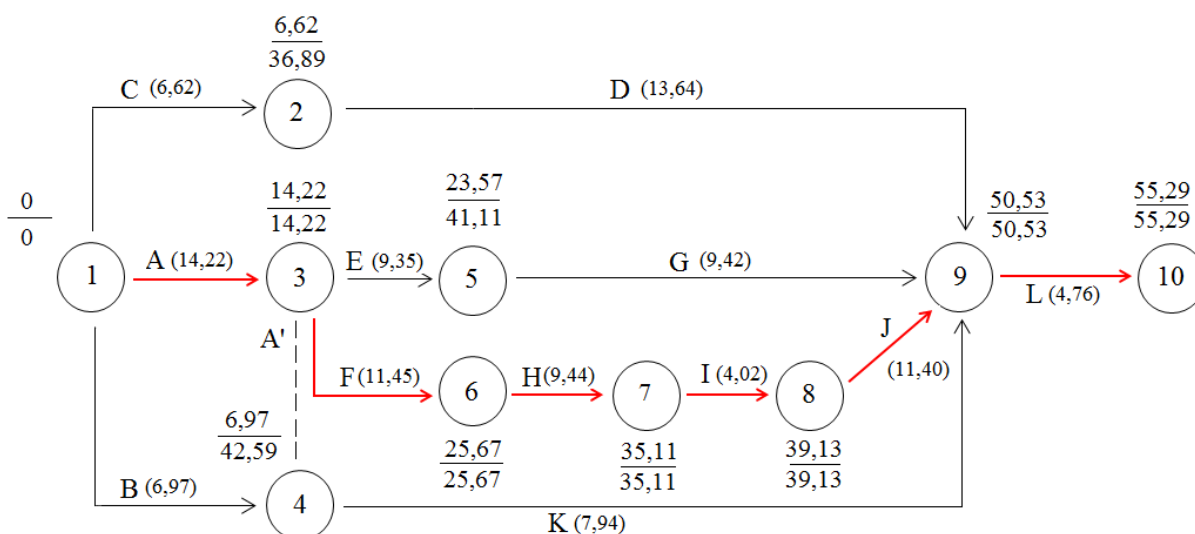


Figura 5 – Rede PERT/CPM. Fonte: Autores (2017)

Por meio do diagrama, definiu-se que o caminho crítico (representado com setas vermelhas) é composto pelas atividades A (lavagem externa), F (secar carro), H (aplicação cera de limpeza), I (aplicação tira-risco), J (aplicação cera impermeabilizante) e L (acabamento). Portanto, estas atividades não podem ser atrasadas e os recursos para melhora na duração do serviço devem ser alocados a elas.

Observa-se também que, o tempo total para realização do serviço é de aproximadamente uma hora (55,29 minutos), sinalizando que a lavagem por carro não deve ultrapassar esse período de tempo, situação que foi observada durante a coleta de dados na visita in loco.

As atividades E (aspirar) e G (limpeza interna) tiveram uma folga de aproximadamente 17 minutos. Para as atividades B (lavagem dos pneus), C (lavagem dos tapetes), D (secagem dos tapetes) e K (impermeabilização dos pneus), as folgas calculadas foram de aproximadamente 30 minutos, o que indica que estas atividades não necessitam ser alocadas como prioridade dentro da realização do serviço.

5. Conclusão

Com os dados citados anteriormente, é possível constatar que o setor de lava jatos possui concorrência consolidada, tendo o potencial de crescer cada vez mais e que, para uma empresa desse ramo se sustentar no mercado, é fundamental a gestão apropriada do negócio, sendo necessário planejar e controlar a sua produção. Logo, comprova-se a relevância das ferramentas utilizadas nesta pesquisa, pois a rede PERT/CPM permite a confiabilidade nos prazos, além de planejar, programar, coordenar e controlar todo o sistema de atividades. Ou seja, a ferramenta se mostra uma excelente forma de se sobressair no mercado, pois é uma iniciativa que poucos ou nenhum concorrente terá como prioridade, devido a falta de conhecimento em gestão e empreendedorismo.

Durante a ida ao lava jato, notou-se que a empresa já possuía um certo grau de melhoria do seu tempo, pois algumas atividades do processo de lavagem automotiva eram feitas ao mesmo tempo e por dois funcionários diferentes. O motivo disso foi que, com o tempo e com a experiência, eles perceberam que certas atitudes fariam o trabalho demorar menos. No entanto, com a aplicação da rede, foi possível otimizar ainda mais o tempo total do sistema.

Por meio do cálculo das folgas, verificou-se que as atividades A (lavagem externa), F (secar o carro), H (aplicação da cera de limpeza), I (aplicação do tira risco), J (aplicação da cera impermeabilizante) e L (acabamento) possuem folga igual a zero. Isso significa que este conjunto de atividades formam o caminho crítico do sistema, ou seja, são atividades que devem cumprir o seu tempo correto previsto. Caso contrário, todo o sistema será comprometido com o atraso, podendo gerar descontentamento para o proprietário do lava jato e insatisfação aos clientes.

Confirmou-se, então, que a utilização das ferramentas PERT e CPM foi satisfatória para alcançar os objetivos específicos desta pesquisa, já que obteve-se o caminho crítico do sistema, além da otimização do tempo total e direcionamento dos recursos das atividades.

A fim de dar continuidade à melhoria na gestão do lava jato, sugere-se uma pesquisa futura sobre engenharia de métodos, para avaliação do rendimento produtivo dos funcionários, uma vez que foram observados muitos períodos de mão de obra ociosa. Com a junção desses dois estudos diminuirá o tempo de espera dos clientes e otimizará o sistema de lavagem de carros, bem como aumentará a eficiência da empresa, pois será possível atender mais clientes no mesmo intervalo de tempo de trabalho atual. Ademais, também pode ser realizado um estudo

sobre arranjo físico (layout), para melhorar o ambiente de espera, e sobre ergonomia, analisando o trabalho pelo ponto de vista dos funcionários.

Referências

- AVILA, A. V.** *O método PERT/CPM*. Santa Catarina, 2010. Disponível em <http://pet.ecv.ufsc.br/arquivos/apoio-didatico/ECV5318%20-%20Planejamento_cap06.pdf>. Acesso em: 16 nov.2017.
- BALLESTRO-ALVAREZ, M. E.** *Gestão da qualidade, produção e operações*. São Paulo: Editora Atlas, 2010.
- CUKIERMAN, Z. S.** *O modelo PERT/CPM aplicado à projetos*. 7. ed. Rio de Janeiro: Riechmann & Affonso Ed., 2000.
- CORRÊA, H. L.; CAON, M.; GIANESI, I. G. N.** *Planejamento, Programação e Controle da Produção – MRP II/ERP – Conceitos, Uso e Implantação*. São Paulo: Atlas, 1997.
- DENATRAN.** *Frota de Veículos cresce 119% em dez anos no Brasil, aponta Denatran*. Disponível em: <http://g1.globo.com/carros/noticia/2011/02/frota-de-veiculos-cresce-119-em-dez-anos-no-brasil-aponta-denatran.html>. Acesso em: 19/11/2017.
- FERNANDES, F. C. F; FILHO, M. G.** *Planejamento e Controle da Produção – dos Fundamentos ao Essencial*. São Paulo: Atlas, 2010.
- GALINA FILHO, F. R.; RIBEIRO, N. S.** *Planejamento com PERT/CPM e otimização do fluxo de movimentação: Estudo em um laboratório de microbiologia*. Revista Ciência e Tecnologia. São Paulo, v. 18, n. 33, p. 75-79, jul./dez. 2015.
- GOLDBARG, M.C.; H.P.L.L.** *Otimização Combinatória e Programação Linear - Modelos e Algoritmos*, Rio de Janeiro: Editora Campus, 2000.
- LUSTOSA, L, et al.** *Planejamento e controle da produção*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2008.
- MARTINS, P. G.; LAUGENI, F. P.** *Administração da produção*. 3. ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2015.
- MORAIS, F, M.** *Apostila – Pesquisa Operacional II*. Unespar/Campo Mourão, 2015
- OLIVEIRA et al.** *Aplicação das ferramentas do planejamento e controle da produção em uma prestadora de serviços de higienização de carros na cidade de Marabá-PA*. Anais do XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017.
- TUBINO, D.F.** *Manual de planejamento e controle da produção – teoria e prática*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS (SEBRAE).** *Micro e Pequenas Empresas geram 27% do PIB do Brasil*. Disponível em: <https://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/ufs/mt/noticias/micro-e-pequenas-empresas-geram-27-do-pib-do-brasil,ad0fc70646467410VgnVCM2000003c74010aRCRD>. Acesso em: 19/11/2017.
- SLACK, N.; CHAMBERS, S. & JOHNSTON, R.** *Administração da Produção*. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- STEVENSON, W. J.** *Administração das operações de produção*. Rio de Janeiro: LTC editora, 2001.