

## **Aplicação das técnicas PERT/CPM no processo produtivo de uma lanchonete**

### **Application of PERT/CPM techniques in the production process of a cafeteria**

#### **ÁREA TEMÁTICA: Gestão de Operações e Logística**

Danilo Eustáquio Luiz de Araújo, UFG, Brasil, daniloeustaquioaraujo@gmail.com  
Leandro Divino Miranda de Oliveira, UFG, Brasil, leandro-miranda92@hotmail.com  
Analu Batista Torquato Araujo, UFOP, Brasil, analutqt@gmail.com  
Juliana Mendonça Silva, UFOP, Brasil, julianamendonca-11@hotmail.com

#### **Resumo**

PERT e CPM são as duas técnicas contemporâneas de planejamento e programação que são amplamente utilizadas na construção, tecnologia da informação e manufatura. Essas técnicas podem ser aplicadas conjuntamente na solução de muitos problemas e podem ser usados na programação de projetos de grande porte. O objetivo deste artigo foi aplicar as técnicas PERT/CPM em uma lanchonete situada em Minas Gerais a fim de analisar o processo produtivo da empresa. Como resultados tem-se que foi possível identificar o sequenciamento das atividades, bem como as relações de dependência entre as atividades. Além disso, foi possível calcular os tempos Cedo e Tarde, as folgas e identificar o caminho crítico. Também foram identificados dois caminhos críticos: um para o processo de produção do Lanche A e outro para o processo de produção do Burger X.

**Palavras-chaves:** PERT; CPM; Manufatura; Planejamento; Controle

#### **Abstract**

PERT and CPM are the two contemporary planning and scheduling techniques that are widely used in construction, information technology and manufacturing. These techniques can be applied together in solving many problems and can be used in the programming of large projects. The objective of this article was to apply the PERT/CPM techniques in a cafeteria located in Minas Gerais in order to analyze the company's production process. As a result, it was possible to identify the sequencing of activities, as well as the dependency relationships between activities. In addition, it was possible to calculate the Early and Late times, the slacks and identify the critical path. Two critical paths were also identified: one for the production process of Lanche A and another for the production process of Burger X.

**Keywords:** PERT; CPM; manufacturing; Planning; Control

## **1. INTRODUÇÃO**

O planejamento e controle da produção tem como propósito identificar os sistemas de produção de uma organização, bem como prever vendas, planejar os recursos, gerir estoques e programar atividades (Guerrini; Belhot & Azzolini Júnior, 2018). Diversos trabalhos têm abordado aspectos relacionados à importância do planejamento e controle da produção para a otimização dos processos produtivos, como é o caso dos estudos de Moura e Konig (2021), Guerra, Silva e Tondolo (2014), Fernandes et al. (2013) e Ramos, Cândido e Estender (2019).

Dentre as técnicas do planejamento e controle da produção, está a rede PERT/CPM, que é útil para conhecer as relações existentes e o sequenciamento entre as atividades de um processo

produtivo (Ribeiro et al., 2018). A Tecnologia de Pesquisa de Avaliação de Programas, do inglês Program Evaluation Research Technology (PERT) e o Método do Caminho Crítico, do inglês Critical Path Method (CPM) são técnicas de planejamento de produção e de projetos baseadas em modelos de rede (Lu et al., 2011). O PERT/CPM fornece uma forte base teórica para os gestores no planejamento, organização e nos aspectos relacionados ao impacto de fatores incertos e controle de custos (Lu et al., 2011).

Barreto et al. (2010) utilizaram a técnica PERT/CPM para identificar processos críticos e gargalos no processo produtivo de uma empresa de fast food. Os autores destacaram, que após a aplicação da técnica, foi possível propor melhorias no processo produtivo, bem como reduzir os tempos de produção. Ribeiro et al. (2018) também aplicaram a técnica PERT/CPM para determinar o caminho crítico, o tempo de processamento e as folgas do processo produtivo de sucos em um restaurante.

O objetivo deste artigo é aplicar as técnicas PERT/CPM em uma lanchonete situada em Minas Gerais a fim de analisar o processo produtivo da empresa. Por meio da aplicação desta técnica, pretende-se analisar o sequenciamento das atividades e identificar o caminho crítico do processo produtivo. A contribuição deste artigo para o campo da Engenharia de Produção reside na aplicação da técnica PERT/CPM em processos produtivos de pequeno porte.

Este artigo está estruturado da seguinte forma. Além desta Introdução, a seção Referencial Teórico apresenta uma breve fundamentação da literatura acadêmica sobre a técnica PERT/CPM. A seção de Método apresenta o delineamento metodológico do artigo, assim como os procedimentos de coleta e análise dos dados. A seção Estudo de Caso mostra a aplicação da técnica PERT/CPM para a empresa em questão. Por fim, a seção Considerações Finais apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros.

## **2 Referencial Teórico**

PERT e CPM são as duas técnicas contemporâneas de planejamento e programação que são amplamente utilizadas na construção, tecnologia da informação e manufatura (Mazlum, Guneri, 2015). Essas técnicas podem ser aplicadas conjuntamente na solução de muitos problemas e podem ser usados na programação de projetos de grande porte (Mazlum, Guneri, 2015). Por ser de fácil aplicação, essas técnicas proporcionam grande benefícios aos tomadores de decisão, em razão de seu caráter analítico (Mazlum, Guneri, 2015).

Ainda que os dois sistemas foram desenvolvidos de forma independente, a diferença entre os dois chega a ser irrelevante (Peinado; Graeml, 2007). Vale destacar que, embora a técnica PERT/CPM seja usada quase universalmente para ajudar a planejar e controlar projetos significativos ou de grande porte, ela também mostra-se muito útil em empreendimentos menores (Slack; Chambers & Johnston, 2002).

Moreira (2012) apresenta o passo a passo para a construção de uma rede PERT/CPM. Segundo o autor, a primeira etapa é a elaboração do diagrama de rede, que representa as atividades e a ordem em que são efetuadas. Cada atividade possui um início e um fim, que são pontos no tempo (eventos) (Moreira, 2012). As setas e os eventos representam as atividades que são designadas por círculos (ou nós) (Moreira, 2012). A seta aponta para o círculo que representa o evento final, para dar a ideia de progressão no tempo. As atividades são representadas por números ou letras, e os círculos são numerados em ordem crescente, da esquerda para a direita (Moreira, 2012).

Após a montagem da rede, devem ser calculados os tempos da rede, conhecidos como Cedo e Tarde de um evento (Tubino, 2017). Os tempos Cedo e Tarde são representados graficamente

por meio de uma fração, na qual o numerador é o Cedo e o denominador é o Tarde (Tubino, 2017). Outras datas importantes também devem ser consideradas, conforme pontua Tubino (2017):

- PDI – Primeira data de início: é a data mais cedo que uma atividade pode iniciar, de maneira que todas as suas atividades anteriores iniciaram-se nas suas datas mais cedo;
- PDT – Primeira data de término: é a data mais cedo que uma atividade pode ser concluída;
- UDI – Última data de início: é a data mais tarde que uma atividade pode ser iniciada;
- UDT – Última data de término: é a data mais tarde que uma atividade pode ser concluída;

Uma vez definidas estas datas, é necessário calcular as folgas das atividades, sobretudo a folga total, que, de acordo com Tubino (2017), é o atraso máximo que uma atividade pode ter sem alterar a data final de sua conclusão. A folga total pode ser calculada por:  $FT = TD - t$ ; onde TD é o tempo disponível (intervalo de tempo entre a PDI e a UDT) e t é a duração de cada atividade (Tubino, 2017).

O caminho crítico é a sequência de atividades, que formam a cadeia mais longa quanto ao tempo necessário para serem concluídas (Jacobs & Chase, 2009). Tubino (2017) complementa que o caminho crítico é a sequência de atividades que possuem folga total nula, determinando o tempo total de duração do projeto. As atividades pertencentes ao caminho crítico são denominadas críticas, uma vez que não podem sofrer atrasos (Tubino, 2017).

### **3 Procedimentos Metodológicos**

Este artigo apresenta um estudo de caso da aplicação das técnicas PERT/CPM em uma empresa de pequeno porte. Segundo Batalha (2019, p. 512), “o propósito do estudo de caso é investigar um fenômeno contemporâneo em seu ambiente natural considerando as perspectivas dos envolvidos e sem clareza dos limites entre o fenômeno e o contexto”. O objeto de estudo deste artigo é uma lanchonete situada na cidade de Ouro Preto, Minas Gerais, especializada no preparo e comercialização de lanches e sanduíches.

Neste artigo foram coletados dados primários referentes às atividades do processo de produtivo da lanchonete. Para a coleta dos dados, foi realizada uma observação in loco no horário noturno em um dos dias de funcionamento da empresa. Por meio da observação e de entrevistas semiestruturadas com um dos proprietários da empresa, foi possível definir as atividades do processo produtivo, bem como a duração dessas atividades. Após a coleta dos dados, seguiu-se com a análise dos dados, por meio da montagem da rede PERT/CPM, que incluiu as seguintes etapas:

- Construção da Rede PERT/CPM: nesta etapa, o processamento do pedido será separado por atividades, considerando a dependência entre as mesmas e a ordem de montagem dos lanches. Em seguida, será elaborada uma tabela, descrevendo as atividades, seus precedentes e antecedentes, além do tempo de realização de cada uma;
- Desenho do Diagrama de Rede: estabelecidas as dependências e o fluxo do processo, a rede será representada graficamente, por meio do diagrama de rede;
- Cálculo dos Tempos Cedo e Tarde: de acordo com o tempo das etapas do processamento do pedido, serão calculados os tempos Cedo e Tarde de cada processo;

- Cálculo das folgas e Determinação do Caminho Crítico: com os tempos de todos os processos calculados, será possível o cálculo das folgas dos mesmos, sendo que serão o caminho crítico aqueles em que a folga for igual a zero. A Figura 1 ilustra as etapas do método deste artigo:

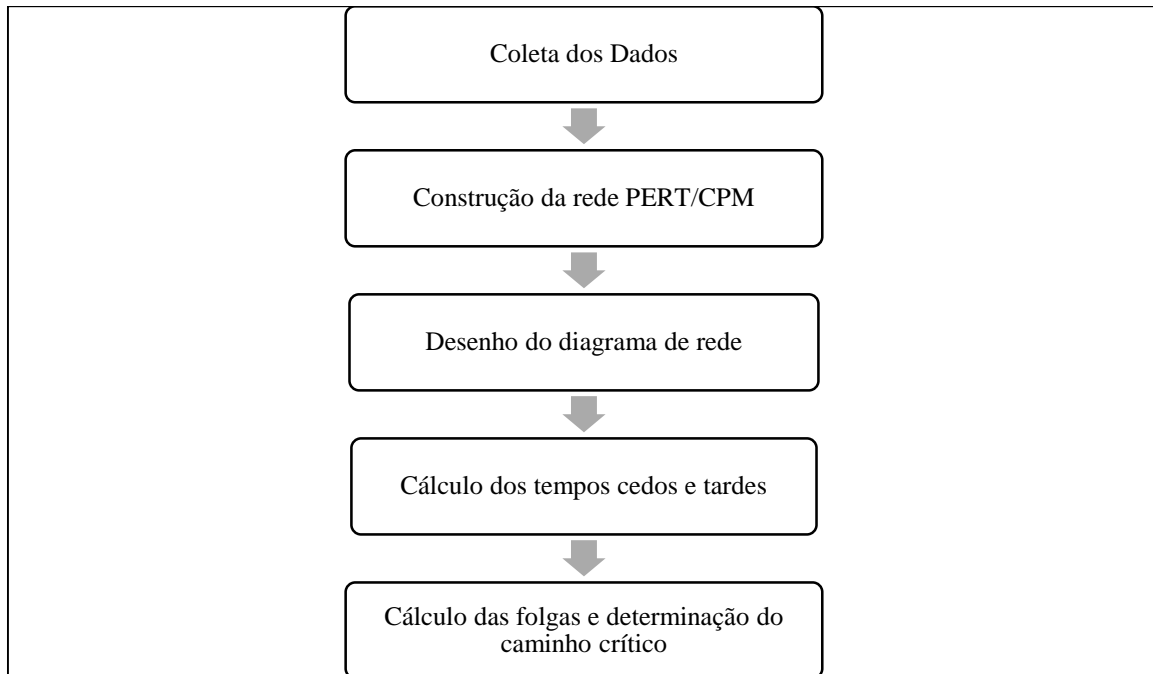


Figura 1 – Etapas do método  
Autores (2022)

## 4 Estudo de caso

### 4.1 Descrição da empresa

A empresa selecionada como objeto deste estudo é uma lanchonete, localizada na cidade de Ouro Preto, Minas Gerais. Foi fundada em 2011 com o propósito de fornecer lanches diferenciados, tendo em vista o público universitário como os grandes consumidores. O produto principal do negócio é um lanche de origem francesa, o qual será denominado neste trabalho de Lanche A. Posteriormente, visando à concorrência, decidiu-se ampliar a oferta de produtos, como sanduíches. Dessa forma, surgiu uma linha de sanduíches, aqui denominada de Burguers, em que o sanduíche mais tradicional e vendido dessa linha é o Burger X. O grande diferencial dos sanduíches são os bifos de hambúrgueres artesanais e o tamanho superior em relação aos sanduíches dos concorrentes.

O estabelecimento funciona de segunda a domingo em horário noturno. Além dos lanches de origem francesa e dos sanduíches, são oferecidas bebidas como sucos e refrigerantes. O quadro de funcionários é composto por duas pessoas, que atuam na produção dos lanches e dos Burguers. No fim de semana, em que a demanda é maior, um funcionário freelancer auxilia na preparação dos lanches. O atendimento ao cliente é feito pelos próprios donos, que encaminham os pedidos aos cozinheiros.

### 4.2 Construção da Rede PERT/CPM

Para a fabricação dos sanduíches da linha Burguers, a higienização e o corte dos vegetais, assim como a preparação dos molhos especiais, são antecipados, de modo que estejam dispostos na linha de montagem quando os primeiros pedidos forem solicitados. À medida que os produtos vão acabando, a reposição é feita. Os bifos de hambúrguer artesanais são produzidos

diariamente e mantidos resfriados para atender a demanda. O tempo médio de produção de uma unidade do Burguer X é de 15 minutos.

O tempo de produção dos lanches A é superior ao dos Burguers X. A massa dos lanches é preparada na hora, sendo necessário deixá-la descansando por aproximadamente 10 minutos. Após esse tempo, o processo de abrir a massa e montar os lanches, de acordo com o recheio solicitado, leva apenas 3 minutos. Em seguida, o lanche é inserido no forno e fica assando por 30 minutos.

Após a montagem dos sanduíches Burguers X e a retirada dos lanches A do forno, os responsáveis por suas execuções preparam as embalagens e colocam os pedidos sobre o balcão, para que o motoboy leia o pedido, pegue as bebidas e se organize para a entrega. Embora a lanchonete tenha uma área na qual os clientes possam consumir os produtos no estabelecimento, o foco da empresa é o delivery.

As entregas são feitas segundo a ordem dos pedidos, à medida que os lanches A e os Burguers X ficam prontos. Só há espera quando existem pedidos saindo simultaneamente. O tempo de entrega informado varia conforme a localidade, e considera-se o tempo de preparação somado ao tempo gasto pelo motoboy. No caso dos lanches A, o tempo estimado é de 50 minutos, enquanto que no caso dos Burguers X é de 30 a 35 minutos. Em situações nas quais a demanda é grande, o tempo de processamento dos pedidos aumenta, sendo informado ao cliente.

A construção da rede PERT/CPM foi feita considerando a ordem das atividades no processo de produção de um lanche A de um Burguer X e as medições de tempo de execução do procedimento, desde a solicitação do cliente, até a entrega do pedido. Como o foco da empresa é o delivery, será considerado o tempo gasto pelo motoboy para entrega dos pedidos. Os resultados obtidos são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

	<b>Atividades</b>	<b>Dependência</b>	<b>Nós</b>	<b>Duração (min)</b>
<b>A</b>	O cliente faz o pedido e o atendente anota as informações.		1-2	3
<b>B</b>	Atendente confirma o pedido.	A	2-3	0,5
<b>C</b>	Pedido é encaminhado à cozinha.	B	3-4	0,5
<b>D</b>	A massa do lanche é preparada.	C	4-5	8
<b>E</b>	Período de descanso da massa.	D	5-9	10
<b>F</b>	Montagem do lanche conforme o recheio solicitado.	E	9-10	3
<b>G</b>	O lanche é assado no forno.	F	10-11	30
<b>H</b>	Cozinheiro retira o lanche do forno, embala e coloca no balcão.	G	11-6	3
<b>I</b>	Motoboy faz a leitura do pedido e pega as bebidas.	C	4-6	1,5
<b>J</b>	Motoboy coloca o lanche, os molhos e a bebida na sacola plástica; confere o pedido e organiza na bolsa térmica.	H e I	6-7	2
<b>K</b>	Motoboy entrega o lanche ao cliente.	J	7-8	20

Tabela 1 – Atividades referentes ao processamento de um pedido do lanche A  
Autores (2022)

	<b>Atividades</b>	<b>Dependência</b>	<b>Nós</b>	<b>Duração (min)</b>
<b>A</b>	Cliente faz o pedido e atendente anota as informações.		1-2	3
<b>B</b>	Atendente confirma o pedido.	A	2-3	0,5
<b>C</b>	Pedido é encaminhado à cozinha.	B	3-4	0,5
<b>D</b>	Chapeiro pega os bifés de hambúrguer na geladeira.	C	4-5	0,4
<b>E</b>	Chapeiro coloca os bifés e demais ingrediente na chapa e os prepara.	D	5-9	5
<b>F</b>	Chapeiro monta o Burguer X	E	9-10	1,6
<b>G</b>	Chapeiro embala o Burguer X e coloca no balcão.	F	10-6	1
<b>H</b>	Motoboy faz a leitura do pedido e pega as bebidas.	C	4-6	1,5
<b>I</b>	Motoboy coloca o lanche, os molhos e a bebida na sacola plástica; confere o pedido e organiza na bolsa térmica.	F e H	6-7	2
<b>J</b>	Motoboy entrega o lanche ao cliente.	I	7-8	20

Tabela 2 - Atividades referentes ao processamento de um pedido do Burguer X  
Autores (2022)

Uma vez estabelecidas as atividades e suas relações de dependência, a rede PERT/CPM pode ser montada graficamente, por meio do diagrama de rede, o que possibilitou uma visão mais clara da situação. Após isso, os tempos de cedo e tarde de cada atividade também foram calculados, e estão indicados nas Figuras 2 e 3, referentes tanto à produção do lanche A quanto do Burguer X.

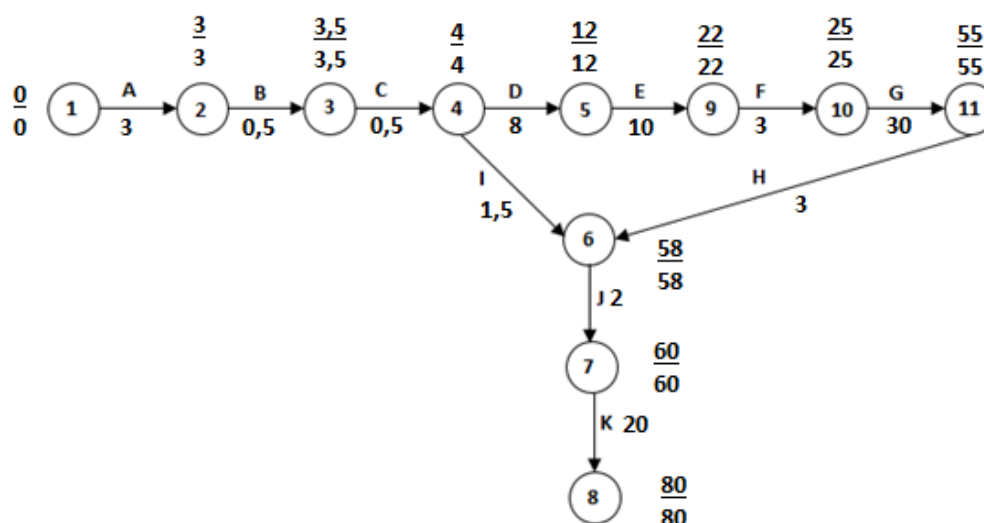


Figura 2 – Diagrama de rede para processo produtivo do lanche A  
Autores (2022)

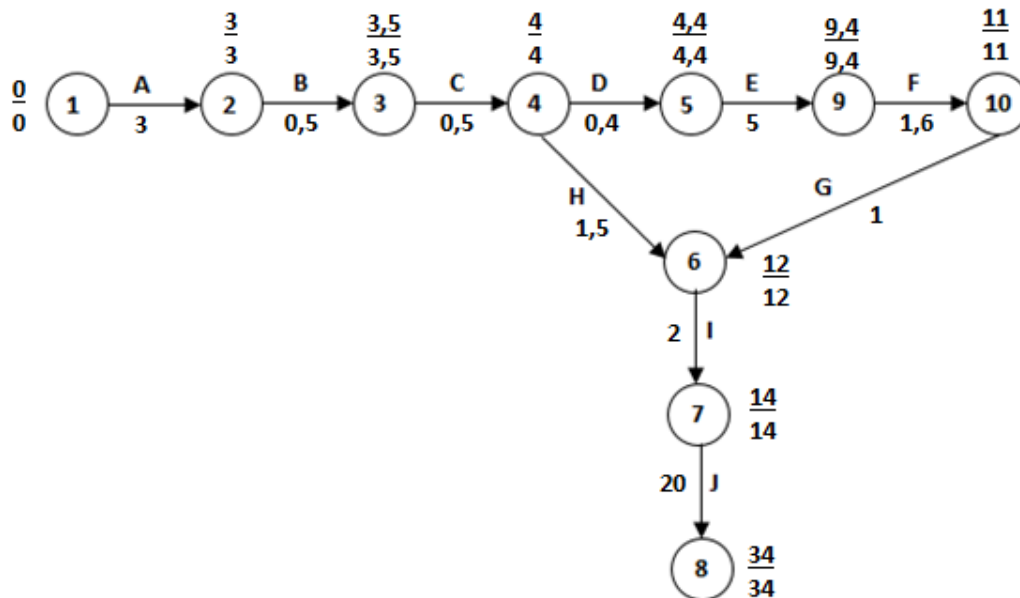


Figura 3 – Diagrama de rede do processo produtivo do Burguer X  
Autores (2022)

Com os tempos de todos os processos calculados, foi possível calcular as folgas dos mesmos. As Tabelas 3 e 4 abaixo mostram os resultados obtidos para PDI (primeira data de início) primeira, UDT (última data de término), TD (tempo disponível) e FT (folga total). As atividades que apresentaram folga zero são consideradas as atividades críticas do processo.

Atividade	t	PDI	UDT	TD	FT
A	3	0	3	3	0
B	0,5	3	3,5	0,5	0
C	0,5	3,5	4	0,5	0
D	8	4	12	8	0
E	10	12	22	20	10
F	3	22	25	3	0
G	30	25	55	30	0
H	3	55	58	3	0
I	1,5	4	58	54	52,5
J	2	58	60	2	0
K	20	60	80	20	0

Tabela 3 – Cálculo dos tempos e folgas para o lanche A  
Autores (2022)

Atividade	t	PDI	UDT	TD	FT
A	3	0	3	3	0
B	0,5	3	3,5	0,5	0
C	0,5	3,5	4	0,5	0
D	0,4	4	4,4	4	0
E	5	4,4	9,4	5	0
F	1,6	9,4	11	1,6	0

G	1	11	12	1	0
H	1,5	4	12	8	6,5
I	2	12	14	2	0
J	20	14	34	20	0

Tabela 4 – Cálculo dos tempos e folgas para o Burguer X  
Autores (2022)

Através das montagens e dos cálculos da rede PERT/CPM, obteve-se o tempo total do processamento de pedido dos produtos da lanchonete, desde a sua solicitação pelo cliente, até a sua entrega. Para o lanche A, o tempo total foi de 80 minutos, e para o Burguer X, o tempo foi de 34 minutos.

Além disso, foi possível identificar as atividades críticas do processo, a partir do cálculo das folgas. O caminho crítico do processamento do pedido do lanche é: A-B-C-D-E-F-G-H-J-K, e o do Burguer X é: A-B-C-D-E-F-G-I-J. Observa-se que a maioria das atividades integram o caminho crítico, confirmando, portanto, a necessidade de reestruturação do processo de montagem dos lanches e das atividades secundárias, de modo a otimizar a produção e aumentar a produtividade da lanchonete.

Como esperado, o gargalo do processo, tanto para o lanche A quanto para o Burguer X se encontra nas atividades referentes à cozinha. As atividades de preparação e montagem merecem um cuidado especial, para que, nos dias de maior demanda, não haja atrasos na entrega do produto, evitando-se, assim, a insatisfação dos clientes.

Uma das ações que se sugere, além da reestruturação, é o treinamento dos funcionários, de modo que estes desempenhem suas atividades com maior facilidade, qualidade e rapidez. Dessa forma, a produtividade da empresa aumentará. Outra ação sugerida é a revisão na logística dos pedidos entregues pelo motoboy. Por vezes, seguir a sequência dos pedidos pode ocasionar um atraso ainda maior se as entregas são em locais opostos. Deve-se concentrar as entregas por região, para que o deslocamento seja feito em menor tempo e de maneira mais organizada.

## 5. Considerações finais

O objetivo deste artigo foi aplicar as técnicas PERT/CPM no processo produtivo de uma lanchonete. Percebe-se que o objetivo foi atendido, de modo que foi possível identificar o sequenciamento das atividades, bem como as relações de dependência entre as atividades. Além disso, foi possível calcular os tempos Cedo e Tarde, as folgas e identificar o caminho crítico.

Foram identificados dois caminhos críticos: um para o processo de produção do Lanche A e outro para o processo de produção do Burguer X. Por meio dessa análise, constatou-se que o gargalo em ambos os processos produtivos se concentra nas atividades referentes à cozinha. Foi sugerido ao proprietário uma reestruturação nos processos produtivos da cozinha em termos de mudança no layout, melhoria na movimentação e transporte de produtos e melhor capacitação dos funcionários quanto aos procedimentos técnicos de preparo de lanches. Caso tais sugestões sejam implementadas, espera-se que diminuam as perdas de tempo, otimizando de uma maneira geral o processo produtivo.

Este artigo pode servir de base para possíveis trabalhos futuros. Uma sugestão é o uso de tempos probabilísticos na rede PERT/CPM, de modo a aumentar a confiabilidade dos tempos coletados. Outra sugestão é a implementação de um modelo matemático de modo a determinar o caminho crítico.



## Referências

- Barreto, E. G. L.; Santos, R. L. S.; Menezes, V. L. & Silva, R. M. (2010). A melhoria do processo produtivo em uma empresa de fast food através do PERT/CPM. *Revista Gestão Industrial*, 6(4), 231-245.
- Batalha, M. O. (2019). *Gestão da produção e operações: abordagem integrada*. São Paulo: Atlas.
- Fernandes, L. F; Rodriguez, L. A. O.; Correia, A. R. & Marins, F. A. S. (2013). Planejamento e controle da produção de cilindros para laminação: um estudo de caso quantitativo. *Produção*, 23 (1), 120-135.
- Guerra, R. M. A.; Silva, M. S. & Tondolo, V. A. G. (2014). Planejamento das necessidades de materiais: ferramenta para a melhoria do planejamento e controle da produção. *GEPROS - Gestão da Produção, Operações e Sistemas*, 9 (3), 43-60.
- GuerrinI, F. M.; Belhot, R. V. & Azzolini Júnior, W. (2019). *Planejamento e controle da produção modelagem e implementação*. 2. ed. - Rio de Janeiro: Elsevier.
- Jacobs, F. R. & Chase, R. B. (2009). *Administração da produção e de operações: o essencial*. Porto Alegre: Bookman.
- Lu, X., Guan, S., Tian, R. & Zhang, W. (2011). Using PERT/CPM Technology for the Development of College Graduates Seeking Employment in Project Planning. *Information Computing and Applications*. Berlin: Springer.
- Mazlum, M.& Guneri, A. F. (2015). CPM, PERT and Project Management with fuzzy logic technique and implementation on a business. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, 210, 348-357.
- Moreira, D. A. (2012). *Administração da produção e operações*. 2 ed. São Paulo: Cengage Learning.
- Moura, C. R. & Konig, Y. (2021). Desenvolvimento de uma proposta de planejamento e controle da produção para uma empresa de eletrônica médica. *Revista Gestão & Tecnologia*, 21 (2), 78-108.
- Peinado, J. & Graeml, A. R. (2007). *Administração da produção: operações industriais e de serviços*. Curitiba: UnicenP.
- Ramos, A. L. & Cândido, G. J. & Estender, A. C. (2019). A importância do planejamento e controle de produção. *Atena – Revista Digital de Gestão e Negócios*, 2(3), 40-55.
- Ribeiro, S. N.; Silva, E. V. S.; Sousa, G. C.; Sousa, S. C. & Santos, T. S. (2018). Aplicação da ferramenta PERT/CPM para análise do tempo de produção de sucos em um restaurante no município de Marabá-PA. *Brazilian Journal of Production Engineering*. 4(2), 83-97.
- Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. (2002). *Administração da produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas.
- Tubino, D. F. (2017). *Planejamento e controle da produção: teoria e prática*. 3 ed. São Paulo: Atlas.