



# **OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS UTILIZANDO REDE PERT/CPM EM UMA EMPRESA PORTUÁRIA**

**SIMPEP** - [simpep.feb@unesp.br](mailto:simpep.feb@unesp.br)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

**COMISSÃO ORGANIZADORA DO SIMPEP** - [simpep.feb.unesp@gmail.com](mailto:simpep.feb.unesp@gmail.com)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO** - [dep.feb@unesp.br](mailto:dep.feb@unesp.br)

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP - BAURU-FEB

**TASSIANE PRISCIELE DA ROSA** – [tassi.p.rosa@mail.com](mailto:tassi.p.rosa@mail.com)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR

**VITOR GABRIEL SARRAFF DOMINGUES** - [vitor.gs.dom@mail.com](mailto:vitor.gs.dom@mail.com)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR

**CLAUDIA DANIELE SANTOS BATISTA** – [claudiadani17@mail.com](mailto:claudiadani17@mail.com)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR

**CAMILA MATOS** - [camila.matos@unespar.edu.br](mailto:camila.matos@unespar.edu.br)

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ - UNESPAR

**ÁREA:** 03. PESQUISA OPERACIONAL

**SUBÁREA:** 3.1 MODELAGEM, SIMULAÇÃO E OTIMIZAÇÃO

**RESUMO:** DIANTE DO CONTEXTO DE INOVAÇÃO E DE BUSCA PELA EFICIÊNCIA, A FIM DE GARANTIR A COMPETITIVIDADE, TANTO EMPRESAS PRIVADAS QUANTO EMPRESAS PÚBLICAS INVESTEM EM TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS EFETIVAS PARA ALCANÇAREM SEUS RESULTADOS. ESTE ESTUDO OBJETIVA OTIMIZAR AS ATIVIDADES DO SETOR DE EXPORTAÇÃO, DENOMINADO CORREDOR DE EXPORTAÇÃO, DE UMA EMPRESA PORTUÁRIA PÚBLICA A PARTIR DA APLICAÇÃO PRÁTICA DA REDE PERT/CPM. A REDE PERT/CPM POSSUI UMA VASTA APLICAÇÃO E INÚMERAS SÃO AS VANTAGENS DA UTILIZAÇÃO DESSA FERRAMENTA PARA GESTÃO DO FLUXO DE PROCESSOS; DENTRE ELAS, SIMPLIFICAR A VISUALIZAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ATIVIDADES E SEUS TEMPOS, PERMITINDO UMA ANÁLISE DETALHADA DO PROCESSO E, CONSEQUENTEMENTE, FAVORECENDO A IMPLEMENTAÇÃO DE MELHORIAS. COMO PRINCIPAIS RESULTADOS, TODAS AS ATIVIDADES EXECUTADAS NO SETOR FORAM ELENCADAS E A REDE FOI MODELADA DE ACORDO COM O FLUXO PRODUTIVO, GERANDO DADOS QUE PODEM DAR SUPORTE AO GERENCIAMENTO DAS ATIVIDADES.

**PALAVRAS-CHAVES:** PESQUISA OPERACIONAL; REDE PERT; OPERAÇÃO PORTUÁRIA; LOGÍSTICA PORTUÁRIA.

## 1. INTRODUÇÃO

A aplicação de pesquisa operacional em atividades portuárias possibilita nortear ações estratégicas importantes, tanto em atividades operacionais quanto na gestão de pessoas (ISLAM & OLSEN, 2013). A partir da percepção da pesquisa operacional nesse tipo de atividade, ao presente estudo de caso foi desenvolvida no setor de exportação de um porto público.

O objetivo deste estudo é otimizar as atividades de um setor de exportação, através da aplicação da PERT/CPM. O método PERT/CPM foi desenvolvido com os objetivos de minimizar problemas localizados de projetos, conhecer, antecipadamente, atividades críticas cujo cumprimento possa influenciar a duração total do programa, manter a administração informada quanto ao desenvolvimento, favorável ou desfavorável, de cada etapa ou atividade do projeto (LERMEN et al., 2016; RAGEL et al., 2021). É uma metodologia recomendada para ser aplicada no processo de gestão de projetos, dada a facilidade em integrar e correlacionar, adequadamente, as atividades de planejamento, coordenação e controle (AVILA 2010).

## 2. PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

O primeiro passo para o planejamento de um projeto é identificar as atividades (SLACK, 2002). Por esta razão, na etapa exploratória sob análise quantitativa, foram coletadas, através de pesquisa de campo, as informações operacionais do setor com a finalidade de se obter um embasamento técnico para domínio do objeto de estudo.

Foram selecionadas duas atividades do setor, a Emissão de Ordem de Embarque e o Fechamento do Navio, que serão referidas como macro atividades e as quais, segundo informações coletadas, são trabalhadas com prazos. Todas as pequenas atividades que compõem as duas macro atividades do processo e que serão referidas como micro atividades, foram organizadas através da determinação das dependências entre elas.

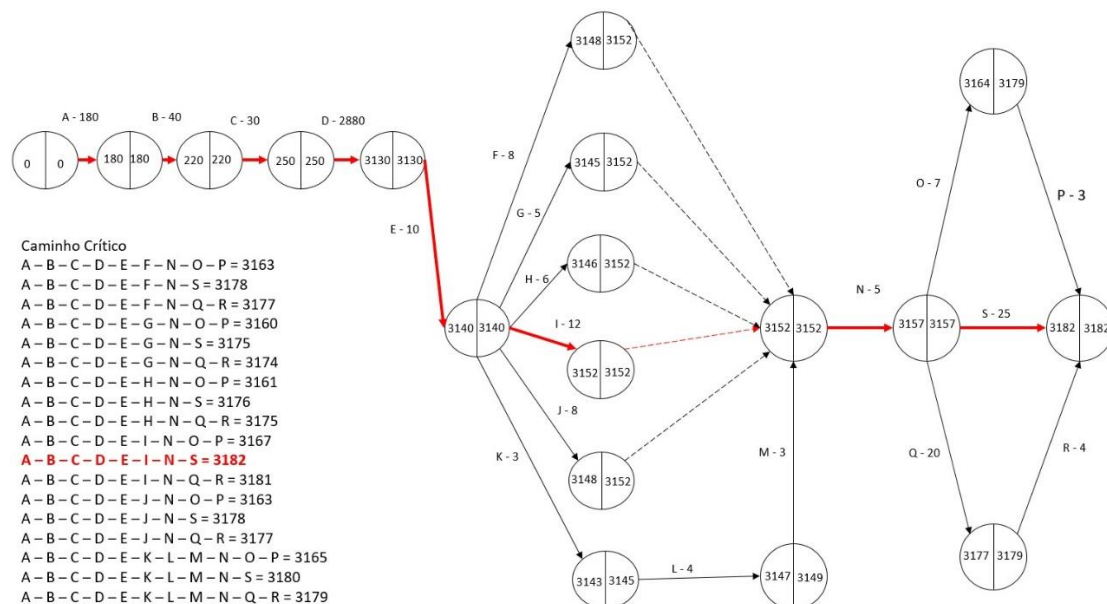
Após isso, a técnica PERT foi aplicada nas micro atividades com a finalidade de distribuir as atividades em uma rede e determinar o tempo que elas necessitam para sua execução. Nessa etapa, foi possível conhecer a duração de cada micro atividade e, então, foram realizados os cálculos dos tempos das macro atividades, possibilitando a identificação das atividades críticas do processo.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No setor analisado, as atividades foram divididas em blocos, nas quais cada bloco é composto por um conjunto de micro atividades que, interligadas, compõem a função geral do setor. A rotina do setor começa com a reunião de atracação e finaliza com o fechamento e consolidação do navio. As duas atividades que mais demandam esforços conjuntos durante suas realizações são a Emissão de Ordem de Embarque e o Fechamento do navio.

Para aplicação da PERT/CPM, foram coletados os dados relacionados às principais atividades do escritório do Corredor de Exportação, como o código da atividade, a descrição da atividade, sua duração e a dependência entre elas. A rede que envolve todas essas atividades foi desenvolvida e é demonstrada na Figura 1.

FIGURA 1 - Rede PERT/CPM da primeira aceleração



Fonte: Elaborado pelos autores

Cada atividade é representada por uma seta e é ligada à outra (s) atividade (s) conforme sua (s) dependência (s) e estão inseridas em um evento, que é representado pelo círculo. As linhas das atividades podem ser de duas formas, a seta de linha contínua, que representa a atividade que nasce diretamente de um evento e a seta de linha pontilhada, que representa a atividade que nasce indiretamente de um evento. Cada atividade é balizada por dois eventos, um inicial e outro final e consomem tempo e recursos financeiros. O tempo de cada atividade é identificado acima das setas, contendo a letra correspondente à atividade, um traço e o número correspondente ao tempo de execução da atividade. Em questão ao fator orçamentário, as atividades são executadas pelo mesmo grupo de colaboradores, sendo assim,

todas têm o mesmo custo, sendo esse custo a média geral da remuneração mensal por hora dos colaboradores, correspondendo, então, ao salário/hora.

Após estabelecidos os valores correspondentes à Duração Normal (DN), à Duração Acelerada (DA) e ao valor da Hora Normal (HN), foi calculado o Custo Normal (CN), que é obtido através da Equação 1 (a duração normal está em formato de minutos, então multiplica-se por 60 para obter o valor no formato de horas):  $CN = HN * (DN/60)$  (1)

Em seguida, foi calculado o valor da Hora Acelerada (HA), que consiste no valor da Hora Normal somado à constante da razão entre a Duração Normal a Duração Normal, conforme a Equação 2:  $HA = HN * (DA/DN) + HN$  (2)

O cálculo do valor da Hora Acelerada é utilizado para calcular o Custo Acelerado através Equação 3 (a duração normal está em formato de minutos, então multiplica-se por 60 para obter o valor no formato de horas):  $CA = HA * DN / 60$  (3)

Por fim, foi calculado o Custo Marginal CMg) que é obtido através da Equação 4:

$$\text{Custo Marginal (Cmg)} = \frac{\text{Custo Acelerado} - \text{Custo Normal}}{\text{Duração Normal} - \text{Duração Acelerada}} \quad (4)$$

O custo marginal resultou constante em 0,98 para todas as atividades, haja vista que o custo o valor da Hora Normal é o mesmo para todas as atividades e tanto os custos (Normal e Acelerado) e as Durações (Normal e Acelerada) se correlacionam com o custo da Hora Normal, direta ou indiretamente. Por esse motivo, foi necessário os analistas do setor indicarem quais atividades eram prioridades e qual a ordem dessas prioridades. Foi informado, através de análise de impacto que as atividades podem ter na rede, que a atividade C, I, S, N, Q e B, nesta ordem, são as que mais teriam impacto no processo. Posto isso, estabeleceu-se um peso para cada atividade, que foi somada ao custo marginal da atividade (que foi 0,98 para todas), sendo o peso de 20% para a atividade com maior impacto e 10% mais a atividade com menor impacto, diminuindo dois pontos percentuais entre cada uma delas, sendo as atividades essa sequência: C (20%), I (18%), S (16%), N (14%), O (12%), B (10%). A partir das informações coletadas e os cálculos realizados, foi montada a Tabela 3 contendo os custos e durações de todas as atividades.

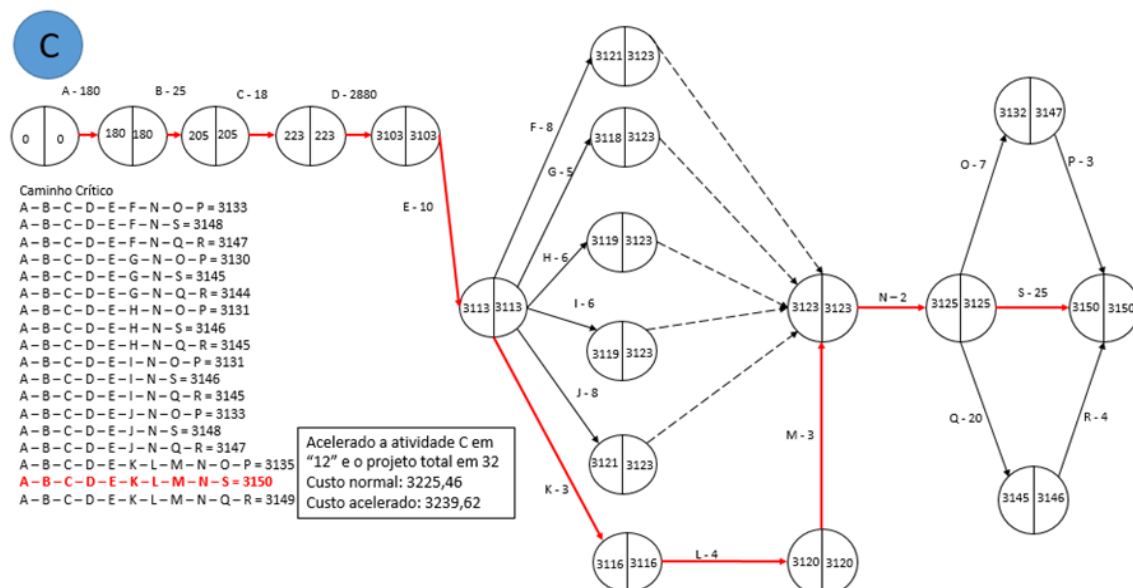
TABELA 3 - Tabela de atividades com durações e custos

| Atividade | Duração normal | Duração acelerada | Valor da hora normal | Custo normal | Valor da hora acelerada | Custo Acelerado | Custo Marginal |
|-----------|----------------|-------------------|----------------------|--------------|-------------------------|-----------------|----------------|
| A         | 180            | 120               | 59                   | 177,00       | 79                      | 236,00          | 0,00           |
| B         | 40             | 25                | 59                   | 39,33        | 81                      | 54,08           | 1,08           |
| C         | 30             | 18                | 59                   | 29,50        | 83                      | 41,30           | 1,18           |
| D         | 2880           | -                 | 59                   | 2832,00      | 74                      | 3540,00         | 0,00           |
| E         | 10             | 6                 | 59                   | 9,83         | 83                      | 13,77           | 0,00           |
| F         | 8              | 2                 | 59                   | 7,87         | 103                     | 13,77           | 0,00           |
| G         | 5              | 1                 | 59                   | 4,92         | 106                     | 8,85            | 0,00           |
| H         | 6              | 1,2               | 59                   | 5,90         | 98                      | 9,80            | 0,00           |
| I         | 12             | 6                 | 59                   | 11,80        | 88                      | 17,70           | 1,16           |
| J         | 8              | 2                 | 59                   | 7,87         | 103                     | 13,77           | 0,00           |
| K         | 3              | 2                 | 59                   | 2,95         | 78                      | 3,90            | 0,00           |
| L         | 4              | 1,5               | 59                   | 3,93         | 88                      | 5,87            | 0,00           |
| M         | 3              | 2                 | 59                   | 2,95         | 79                      | 3,93            | 0,00           |
| N         | 5              | 2                 | 59                   | 4,92         | 83                      | 6,92            | 1,12           |
| O         | 7              | 3                 | 59                   | 6,88         | 93                      | 10,82           | 0,00           |
| P         | 3              | 1                 | 59                   | 2,95         | 98                      | 4,92            | 0,00           |
| Q         | 20             | 10                | 59                   | 19,67        | 88                      | 29,50           | 1,10           |
| R         | 4              | 1,5               | 59                   | 3,93         | 88                      | 5,90            | 0,00           |
| S         | 25             | -                 | 59                   | 24,58        | 61                      | 25,60           | 0,00           |

Fonte: Elaborado pelos autores

A primeira atividade acelerada foi a atividade B, devido ao custo marginal (Tabela 3). Com a aceleração da atividade obteve-se uma duração total de 3.167 minutos, sendo 15 minutos a menos que a Duração Total da rede inicial, entretanto, o caminho crítico permaneceu o mesmo. Em relação aos custos, o Custo Normal passou de R\$ 3.199,00 para R\$ 3.215,20. A segunda aceleração seria a atividade S, no entanto essa atividade não teve sua duração acelerada. Desta forma, a terceira atividade acelerada foi a atividade I que causou alteração no caminho crítico. A quarta e última aceleração foi realizada na atividade C, conforme demonstrado na Figura 4.

FIGURA 4 - Rede PERT/CPM da quarta aceleração



Fonte: Elaborado pelos autores

A aceleração da atividade foi de 12 e do projeto total foi de 32 semanas. O custo do projeto acelerado ficou em R\$ 3.239,62. Com os resultados da aplicação, pode-se desenvolver o Procedimento Operacional Padrão (POP) do setor. Por conseguinte, o estudo indica o caminho crítico e, com isso, demonstra as atividades a serem priorizadas, permitindo gerar parâmetros que subsidiem a análise de produtividade individual e do setor.

### 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi possível fazer a aplicabilidade da Rede PERT/CPM nas atividades do corredor de exportação, conforme os resultados demonstrados. Entretanto, para que o projeto acelerado não sofra atraso, os membros da equipe responsável por executar as atividades aceleradas não podem ser alocados em outras atividades, haja vista que estará sendo trabalhado em um projeto sem folgas disponíveis e com um custo mais alto. Embora os resultados operacionais sejam mais que o custo envolvido, este faz parte do projeto e deve estar bem especificado em um bom planejamento.

### REFERÊNCIAS

- AVILA, A. V. **Planejamento Capítulo 6: O Método PERT-CPM**. Apoio Didático. UFPR, 2012.
- ISLAM, S., & OLSEN, T. L. (2013). Operations Research (OR) at ports: An update. In **Proceedings of 22nd National Conference of the Australian Society for Operations Research-ASOR** (pp. 91-97).
- LERMEN, Fernando Henrique et al. Optimization of times and costs of project of horizontal laminator production using PERT/CPM technical. **Independent Journal of Management & Production**, v. 7, n. 3, p. 833-853, 2016.
- RAGEL, Lexphil John B. et al. Limitations of PERT/CPM in construction management planning: Inputs to mathematics in architecture education. **Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)**, v. 12, n. 10, p. 5218-5223, 2021.
- SLACK, N. CHAMBERS, S. JOHNSTON, R. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 2002.