






APLICAÇÃO DO PERT/CPM NO PROCESSO DE CONTROLO DAS ATIVIDADES DE UM PROJETO EMPRESARIAL: UM ESTUDO DE CASO DO PROJECTO GARDEN-HUAMBO LIMITADA

APPLICATION OF PERT/CPM IN THE PROCESS OF CONTROLLING THE ACTIVITIES OF A BUSINESS PROJECT: A CASE STUDY OF THE GARDEN HUAMBO LIMITADA PROJECT

António Alfredo Mela * ; Domingos João Fernandes ; Inácio Hélder Culembo Muanza;
Feliciano Filjo Capitango Manuel 

¹ Faculdade de Economia-UJES. Huambo - Angola. * Email para correspondência: antoniomela70@gmail.com.

RESUMO

Este artigo visa demonstrar os principais benefícios da aplicação do PERT/CPM no controlo do processo de execução das actividades de um projecto. A pesquisa, de natureza explicativa, com abordagem quali-quantitativa, utiliza o estudo de caso do Projecto Garden-Huambo Limitada, no Município do Huambo, como objecto de análise. Recorreu-se à pesquisa bibliográfica e documental para fundamentação teórica e recolha de dados operacionais do projecto. O PERT/CPM foi aplicado para determinar a duração média das actividades, folgas, variâncias e, crucialmente, identificar o Caminho Crítico. Os *softwares* Microsoft Excel e Microsoft Project 2019 foram utilizados para auxiliar na visualização e análise da rede das actividades e nos cálculos. Os resultados obtidos confirmaram que a aplicação do PERT/CPM é fundamental para um controlo operacional eficiente, permitindo a identificação clara e rápida das actividades críticas, oferecendo aos gestores a possibilidade de implementar medidas correctivas contínuas e reajustar a alocação de recursos de forma eficiente. O modelo possibilitou estimar a

ABSTRACT

This article aims to demonstrate the principal benefits of applying PERT/CPM in controlling the process of executing project activities. The research, which is explanatory in nature with a mixed-methods (quali-quantitative) approach, utilizes a case study of the Garden-Huambo Limitada Project in the Municipality of Huambo as its object of analysis. Bibliographical and documentary research were used for theoretical foundation and the collection of operational project data. PERT/CPM was applied to determine the average duration of activities, slack, variances, and, crucially, to identify the Critical Path. Microsoft Excel and Microsoft Project 2019 software were utilized to aid in visualizing and analyzing the activity network and performing the calculations. The results confirmed that applying PERT/CPM is fundamental for efficient operational control, allowing for the clear and rapid identification of critical activities. This offers managers the ability to implement continuous corrective actions and efficiently reallocate resources. The model also made it possible to estimate the



probabilidade de conclusão do projeto, minimizando os efeitos negativos de imprevistos. Conclui-se que o PERT/CPM é uma ferramenta indispensável para aumentar a eficiência e a competitividade em projetos empresariais.

Palavras-chave: Caminho Crítico; Eficiência; PERT/CPM, Projeto.

probability of project completion, minimizing the negative effects of unforeseen events. It is concluded that PERT/CPM is an indispensable tool for increasing efficiency and competitiveness in business projects.

Keywords: Critical Path; Efficiency; PERT/CPM; Project.

Introdução

No exercício da actividade empresarial, a necessidade de gestão para que os projectos sejam bem-sucedidos tornou-se um elemento crucial para a afirmação das empresas e tem estado na base do desenvolvimento de métodos de gestão mais eficientes para o alcance dos objectivos e da melhoria constante dos mecanismos de gestão, com vista a obter vantagens sobre a concorrência no mercado e melhores resultados operacionais e financeiros. As empresas dos mais variados sectores de actividade buscam soluções que as possibilitem serem competitivas perante as demais e, principalmente, soluções e melhorias que as tornem exclusivas no mercado (PORTER, 2024). A preocupação com a gestão de projectos não é recente e, ao longo dos anos, têm sido sugeridas novas abordagens, criados novos métodos e identificados instrumentos que favorecem uma gestão mais eficiente dos mesmos. Ao definir a gestão de projectos como “a aplicação de conhecimento, de habilidades, de ferramentas e técnicas a uma ampla gama de actividades para atender aos requisitos de um determinado projecto”, o *Project Management Institute* (PMI) faz alusão a este percurso histórico que deve à contribuição do progresso científico-tecnológico todo o mérito (CANDIDO *et al*, 2012).

Segundo FERREIRA (2011), todo o projecto começa com uma ideia. Para que esta se materialize, com o menor consumo de recursos, é imperiosa a elaboração de um plano que evidenciará detalhadamente todo o processo desde a concepção ao encerramento e que permitirá conhecer previamente as fontes de recursos, a sequência das actividades, os prazos e a capacidade de reformulação das estratégias em caso de desvios. Na sequência, criam-se as condições para a execução do projecto, etapa em que a manutenção de um controlo rigoroso é uma das principais funções, a qual consiste no processo de comparação entre o desempenho ao longo da execução e os padrões previamente definidos no plano, com vista a execução de medidas de correcção (TEIXEIRA, 2017). É exactamente nesta etapa de execução dos projectos em que, com bastante pertinência, se sugere a utilização do *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e o *Critical Path Method* (CPM) como técnicas de controlo que conferem



um elevado nível de confiança na gestão do tempo e recursos financeiros do projecto, obviamente, assentes no rigoroso planeamento do projecto. TUBINO (2000) *apud* CANOVA *et al* (2013) argumenta que a relevância dos métodos e/ou técnicas é justificada pela sua génese, tendo sido o PERT desenvolvido pela Marinha de Guerra Americana para a gestão de projectos de defesa, e o CPM pela DUPONT e UNIVAC como uma técnica de programação de construção e manutenção. Entretanto, dado o potencial que as mesmas possuem para a gestão eficiente de projectos, a sua adopção por agentes noutros sectores não tardou, passando a ser utilizadas de modo combinado e tendo-se afirmado no sector empresarial como elemento crucial na gestão de projectos, sendo considerada uma das sete ferramentas de qualidade e produtividade mais importantes na gestão de projectos desde os anos 90 em todo o mundo.

Verifica-se, na actualidade, que as empresas enfrentam grandes dificuldades no cumprimento dos prazos dos projectos que levam a cabo, facto devido à influência de diversos factores relacionados que tendem a impactar a execução das actividades, condicionando a obtenção dos resultados previstos. Em consequência, perdas materiais e financeiras, perda de confiança por parte de clientes, perda de reputação e, em última instância, o fracasso de projectos pode desembocar em falência para as empresas que os promovem. Mediante tais circunstâncias, BRAGANÇA (2023) sugere que a gestão de projectos surge como uma proposta de se conduzir as organizações ao cumprimento dos prazos e estratégias que caracterizam o processo de implementação de programas de inovação, adaptação e aperfeiçoamento, ou seja, de projectos. A gestão de projectos vem auxiliar na minimização das dificuldades de planeamento e controlo das actividades, sendo o PERT/CPM parte importante deste exercício.

A aplicação do método PERT/CPM pode proporcionar às empresas grandes vantagens no que concerne à gestão do tempo, visualização, monitorização, racionalização dos recursos engajados em cada uma das actividades, evitando desperdícios e, por conseguinte, permitir o aumento da produtividade. Entretanto, há muito poucos exemplos enquadrados à realidade angolana e, em particular, à província do Huambo, de aplicações deste método para a gestão de projectos empresariais, o que sugere algum desconhecimento ou negligência do seu valor para a gestão, e suscita a curiosidade em se perceber a resposta ao problema levantado por esta pesquisa:

- **Que benefícios a aplicação do PERT/CPM pode proporcionar no controlo das actividades de um projecto empresarial a fim de torná-lo mais eficiente?**

Justificativa

Os problemas constantes na gestão de projectos, concretamente no controlo das actividades dos projectos, influenciados por diversos factores, provocam distúrbios no cumprimento dos prazos, denigrem a confiabilidade dos *stakeholders* e a imagem da empresa no mercado. A adopção das técnicas de gestão de projectos adequadas faz-se fundamental, o que justifica a abordagem do tema pela relevância e a aplicabilidade que o PERT/CPM tem no processo de planeamento e controlo das actividades de um projecto empresarial, na racionalização dos custos e melhoria da gestão do tempo, permitindo ter uma maior eficiência no alcance dos objectivos, vantagens que poderiam ser melhor aproveitadas em projectos levados a cabo pelas empresas na província do Huambo, quer seja no estabelecimento de parcerias, na definição de estratégias de expansão, inovação, investigação e desenvolvimento, ou mesmo na implantação do negócio quando em fase inicial. Para tal, o estudo tomou como referência o projecto de criação da Empresa Garden-Huambo Limitada, no município do Huambo, procurando comparar a sua implementação, que não obedeceu à utilização do método PERT/CPM, e os benefícios que decorreriam da aplicação do método para a gestão do projecto, tornando-o mais eficiente.

Para se responder à problemática formulada, propuseram-se os seguintes objectivo de demonstrar os principais benefícios obtidos com a aplicação do PERT/CPM no controlo das actividades de um projecto durante o seu processo de execução.

Revisão de Literatura

Projectos

O termo projecto, segundo MATTOS (2023), é associado ao plano geral de uma edificação ou de outro objecto qualquer, compreendendo o conjunto de plantas, cortes e cotas necessários à construção. JÚNIOR (2012), diz que um projecto, independentemente do fim que busca atender, é o conjunto de acções coordenadas por racionalidade e metodologia específica, visando atingir concretização de um anseio, de uma ideia ou de algum objecto material, com maior êxito e satisfação, enquanto para PEREIRA (2011), um projecto é um conjunto de actividades que devem ser executados numa determinada ordem para a conclusão de uma tarefa.

Há inúmeras definições de projectos formuladas por autores individuais ou organizações. Entretanto, para definirmos um projecto, segundo LOPES *et al* (2020), temos de abordar as duas grandes associações de gestão de projectos, o *Project Mangement Institute (PMI)*, Instituto de Gestão de Projectos, que tem sua origem nos Estados Unidos da América e o *International*



Project Management Association (IPMA), Associação Internacional de Gestão de Projectos, que se imergiu na Europa. O *PMI* define um projecto, como sendo um esforço temporário empreendido para criar um produto, serviço ou resultado exclusivo. A sua natureza temporária indica um início e um término, ambos definidos. O término é alcançado quando os objectivos tiverem sido atingidos ou quando se concluir que esses objectivos não serão ou não poderão ser atingidos e o projecto for encerrado. Para o *IPMA*, um projecto é uma operação limitada por tempo e custo para realizar um conjunto de entregáveis (previstos no âmbito e preenchendo os objectivos do projecto cumprindo os *standards* de qualidade e requisitos.

Saber com que tipo de projecto se está a lidar é essencial para se definir metas e objectivos. Segundo MONTEIRO (2022), existem cinco principais tipos de projectos. Os projectos sociais, que têm o objectivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas, como o caso de projectos desenvolvidos por ONGs; os projectos culturais, com foco em oferecer arte para a população; os projectos de pesquisa, levados a cabo por pesquisadores no desenvolvimento de pesquisas em que se define quais os seus objectivos, cronograma e quanto ele pretende gastar; os projectos empresariais, que têm como objectivo otimizar os resultados de uma empresa, aumentando a sua competitividade no mercado ou criar uma nova, garantindo as possibilidades de sucesso; os projectos pessoais, que são aqueles que implicam a resolução de problemas ou a satisfação de desejos ou necessidades para a própria vida. Esta classificação pode ser resumida, tal como o faz JÚNIOR (2012), que classifica os projectos como sendo empresariais, públicos e académicos, sendo que os públicos se relacionam aos sociais e os académicos aos de pesquisa.

No que respeita à classificação dos projectos, MAXIMIANO (2010), defende que um projecto empresarial pode ser classificado quanto à sua categoria. Sendo assim, eles podem ser: estratégicos, operacionais, emergentes e compulsórios. Estratégicos são os projectos que trazem soluções inovadoras para o negócio da empresa. Operacionais são os que incidem sobre as alterações na estrutura operacional da empresa, como a ampliação das instalações. Emergenciais são os projectos que trazem soluções para situações inesperadas e de emergência. Compulsórios são os projectos empreendidos para atender a obrigações criadas pela legislação. Adicionalmente, WOILER (2008) *apud* MONTEIRO (2022), considera que os projectos podem ser classificados em função do sector de actividade, como: agrícola, industrial ou de serviços.

Todos os projectos são compostos por fases que traduzem todo o seu ciclo de vida, estabelecendo uma sequência harmoniosa para a sua realização. O Ciclo de vida refere-se à abordagem de como será a sequência de eventos que ocorrerá no projecto para que esse alcance

os resultados esperados” (LACERDA, 2018). LOPES *et al* (2020), afirmam que o ciclo de vida de um projecto envolve 5 fases distintas: a inicialização, que consiste na definição do gestor de projecto, definição dos objectivos do projecto, identificação dos *stakeholders* do projecto, criação da visão do projecto (*Project charter*), obtenção do suporte de gestão e apresentação do projecto à organização; o planeamento, que consiste na definição do âmbito do projecto, constituição da equipa de projecto, do plano de comunicação, do plano de gestão de risco, planear contratações e aquisições, WBS, Gantt, CPM/PERT; a execução, que é a fase em que se produzem os entregáveis, resolvem-se os problemas de acordo com a gestão de risco, comunica-se o estado do projecto, garante-se a qualidade e se faz a gestão de expectativas; o controlo, que consiste em gerir o processo, controlar os desvios do projecto e controlar o âmbito; e o fecho (encerramento), que consiste em encerrar os contratos com fornecedores, aceitação do projecto por parte dos clientes, lições aprendidas e oportunidade de melhoria.

Sempre que se inicia um projecto, temos uma diversidade de grupos de pessoas interessadas nele. Todos esses grupos são chamados de *stakeholders* (MONTEIRO, 2022).

Gestão de Projectos e o PERT/CPM

A Gestão de projectos é um conjunto de ações de gestão, que coordenam um esforço temporário para um projecto que pode criar um produto físico ou um produto intangível (LACERDA, 2018). Gerir um projecto significa normalmente planear e programar as diferentes tarefas que vão permitir levar o projecto a bom termo (COURTOIS *et al*, 2011). A gestão de projectos envolve três fases, de acordo com HEIZER *et al.*, (2017). A primeira é o planeamento, que inclui a definição dos objectivos do projecto e a organização da equipa. A segunda é a execução, que selecciona as pessoas, angaria o dinheiro e os meios para actividades específicas. A terceira é o controlo, em que empresa monitora os recursos, os custos, a qualidade e o orçamento e, ainda, revisa ou altera os planos e transfere recursos para atender de acordo ao tempo e custo necessário.

O planeamento do projecto, tipicamente, se inicia com a elaboração da *Work Breakdown Structure* (WBS), denominada, em português, Estrutura Analítica do Projeto PIM (2018), que é uma ferramenta que decompõe e analisa as partes de um projeto desde o nível macro ao micro. A WBS normalmente decompõe as actividades partindo do projecto para as principais actividades no projecto, seguindo para as subactividades das principais actividades e, finalmente, os pacotes de trabalho a serem concluídos.



A WBS é, geralmente, acompanhada do gráfico de GANTT, um instrumento essencial de planeamento de projectos, largamente utilizado, assente num gráfico de barras, que permite analisar o progresso na execução das principais actividades e etapas de um projecto, relativamente às datas de conclusão (SANTOS, 2008).

A forma de mostrar a relação entre as várias actividades de um projecto é através de um diagrama de rede de projecto, LOPES *et al* (2020). O diagrama de rede mostra visualmente quais são actividades que precedem e que iniciam após o término de uma dependência anterior. Existem duas formas de representar um diagrama de rede de projecto:

1. Actividade na Seta (*Activity on arrow* ou AOA): as actividades são representadas por setas e os custos por nós;
2. Actividade no Nó (*Actividades on node* ou AON): as actividades são representadas nos nós e os custos nas setas.

A grande vantagem de representar a lógica do projecto sob a forma de um diagrama de rede é que a leitura e o manuseio da rede ficam muito mais simples e fáceis de entender (MATTOS, 2023).

No contexto da gestão de projectos, foram desenvolvidas diversas técnicas de planeamento e controlo de projectos específicas para auxiliar na gestão, com realce à gestão do tempo e dos recursos financeiros. Três técnicas comuns são destacadas no apoio dos gestores, nomeadamente: Gráfico de Gantt, PERT e CPM. As duas últimas são as principais metodologias estudadas para gerir projectos. O *Program Evaluation and Review Technique* (PERT), traduzido como Técnica de Avaliação e Revisão de Projectos, é um sistema técnico que disciplina a elaboração de um projecto e o controlo da sua execução, através da utilização de diagramas e da representação gráfica (PURWANTORO *et al* 2024). O *Critical Path Method* (CPM), traduzido como Método do Caminho Crítico, segundo LOPES *et al* (2020), é uma técnica de análise de redes de projectos que consiste na previsão da duração total do projecto. Determina o caminho de maior duração desde o início até ao término de uma rede de projecto. HEIZER *et al* (2017) afirma que ambos os métodos, também tratados como técnicas, seguem seis passos básicos para sua aplicação: definir o projecto e preparar a WBS; desenvolver a relação entre as actividades (decidir quais actividades devem proceder e quais devem seguir outras); desenhar a rede, conectando todas as actividades; determinar as estimativas de tempo e/ou custos estimados de cada actividade; calcular o tempo através do caminho mais longo da rede; utilizar a rede para ajudar a planear, programar, monitorar e controlar o projecto.

Os dois métodos são bastante semelhantes, sendo que a maior diferença está apenas na forma como é estabelecida a duração do tempo das actividades (NASCIMENTO, 2017). No método do PERT, a duração das actividades é determinada de forma probabilística, já no método CPM o tempo é atribuído de forma determinística. Portanto, com o CPM, assumimos que a duração de todas actividades é constante. No entanto, na prática, a duração para a conclusão das actividades depende de vários factores, o que significa que não se pode ignorar o impacto da variação na duração das actividades (CUKIERMAN, 2009). LOPES *et al* (2020) e HEIZER *et al* (2017), afirmam que o PERT utiliza três estimativas de duração para cada actividade para as quais considera o mesmo nível de recursos, nomeadamente: duração optimista (a), estimativa baseada em que tudo de favorável que possa ocorrer; duração mais provável (m), estimativa baseada em condições de execução consideradas normais; e a duração pessimista (b), estimativa baseada em tudo de desfavorável venha a ocorrer. Essas durações seguem uma distribuição normal e a duração média de cada actividade pode ser obtida pela equação:

$$t_e = \frac{(a + 4m + b)}{6}$$

t_e = Duração média

a = Duração optimista

m = Duração mis provavel

b = Duração pessimista

Associada à média está a variância, medida estatística que demonstra a dispersão ou variabilidade dos valores dados em relação à média, dada pela seguinte equação:

$$\sigma^2 = \left(\frac{b - a}{6}\right)^2$$

Com a variância se pode obter o desvio padrão, a medida mais comum da dispersão estatística, que dá uma noção de quão afastadas do tempo esperado as diversas durações estão (MATTOS, 2010).

$$\sigma = \frac{b - a}{6}$$

A interpretação da fórmula nos revela que a duração optimista (a) dista a 6 desvios-padrão da duração pessimista (b). Além disso, o desvio-padrão somente será nulo quando essas durações forem idênticas.

O caminho crítico, no epicentro do PERT/CPM, é um conceito importante para quem planeia e controla, que indica as prioridades do projecto para disponibilização de recursos às actividades que são consideradas críticas (FERREIRA, 2011). Uma actividade crítica tem folga nula e, no

seu conjunto, as actividades críticas devem ser controladas cuidadosamente, pois um atraso ocorrido numa delas implica categoricamente em atraso na conclusão do projecto.

Para a determinação do caminho crítico, calculam-se os tempos de início e término de cada actividade. Segundo LOPES *et al* (2020) e HEIZER *et al* (2023), estes são definidos da seguinte forma:

- *Earliest Start* (ES) – tempo de início mais cedo, é o tempo mais cedo pela qual uma actividade pode iniciar, considerando que todas as actividades precedentes foram completadas.
- *Earliest Finish* (EF) – tempo de conclusão mais cedo, é a soma do tempo de início mais cedo e o tempo necessário para a conclusão da actividade
- *Lastest start* (LS) – tempo de início mais tarde, é o tempo mais tarde pela qual uma actividade pode ser iniciada sem que a data de conclusão do projecto se altere.
- *Lastest Finish* (LF) – tempo de conclusão mais tarde, é o tempo estimado para a conclusão do projecto.

Depois de se estimar o tempo de início mais cedo e tarde de todas as actividades do projecto, determinamos a folga de cada actividade no projecto. Segundo CUKIERMAN (2009), é a disponibilidade de tempo medida pela diferença entre as datas mais tarde e mais cedo de um evento.

$$f = T_{ti} - T_{ci}$$

i = evento genérico

As actividades com folgas nulas são chamadas de actividades críticas e só essas é que constituem o caminho crítico do projecto. Portanto, o caminho crítico é o caminho mais longo dos existentes na rede, desde o início até ao término da rede do projecto que começa na primeira actividade do projecto, termina na última actividade do projecto e, em alguns casos, o projecto pode apresentar mais do que um caminho crítico (JÚNIOR, 2012).

A determinação do caminho crítico dá-se mediante a observância de dois seguimentos ou sequências (HEIZER *et al* 2023):

1. Passagem frontal: do princípio para o fim do projecto utilizando as variáveis ES e EF.
2. Passagem reversa: do fim para o início do projecto utilizando as variáveis LS e LF.

No caminho crítico, muitas restrições podem surgir e impedir o avanço das actividades, por isso, o cuidado e tratamento das restrições minimiza o atraso de todo o projecto. Assim, cabe ao gestor e à sua equipa um maior controlo das actividades que constituem o caminho crítico, atentando para a concentração de recursos e cuidando de definir estimativas de tempo realistas para evitar atrasos durante a execução do projecto.

Obtidos os valores da duração média, variância e desvio de cada uma das actividades, pode-se determinar igualmente estes valores para o projecto, observando que o valor da variável em causa para o projecto é dado pela soma dos valores correspondentes das actividades constantes no caminho crítico (HEIZER *et al* 2023). Assim, variância do projecto é calculada pela soma da variância das actividades críticas:

$$\sigma_p^2 = \sum (\text{varaincia das actividades no caminho crítico})$$

Da fórmula da variância, pode-se determinar o desvio do projecto:

$$\sigma_p = \sqrt{\sigma_p^2}$$

Segundo LOPES *et al* (2020), a duração do projecto é a soma das durações médias das actividades críticas e a variância da duração do projecto é a soma das variâncias das actividades críticas. Caso existam vários caminhos críticos e empate na duração do projecto, deve ser escolhido como caminho crítico aquele que apresenta a maior variância.

Como se assume que os tempos estimados das actividades, são independentes, à medida que aumenta o número de actividades críticas a duração do projecto aproxima-se de uma distribuição normal CUKIERMAN (2009). Segundo LOPES *et al* (2020), tendo o desvio padrão do projecto, é possível determinar a probabilidade de um projecto ficar concluído numa duração definida. Obteríamos a probabilidade da seguinte forma:

- I. Calcular o valor da variável normal padronizada Z .

$$Z = \frac{\text{tempo definido} - \text{tempo estimado}}{\sigma_p}$$

D = duração definido

CT = duração do caminho crítico

Z = desvio padrão em que a D se afasta CT

- II. Encontrar a probabilidade de Z na tabela de distribuição normal.

A gestão de custos está estritamente relacionada ao PERT/CPM. A consideração explícita dos custos na aplicação do método, segundo PEREIRA (2011), decorre da necessidade de dar resposta a questões como (a) qual o custo do projecto? (b) para uma dada data de conclusão do projecto, qual é o conjunto de decisões que minimiza o custo de cumprimento daquela? (c) para um dado orçamento do projecto, qual é o conjunto de decisões que minimiza o tempo de execução do projecto em condições de restrições orçamentais?

Ao gerir um projecto, é comum que o gestor do projecto se depare com uma ou várias situações que implicam na alteração do prazo de entrega (atrasos ou antecipação). Para esmagar



actividades de forma a minimizar o aumento no custo total do projecto, são apresentados seis passos do processo interativo, segundo PEREIRA (2011).

1. Para cada uma das actividades, calcular a alteração de custo por unidade de tempo (CC/UT);

$$\text{Custo por unidade de tempo} = \frac{\text{custo de esmagamento} - \text{custo normal}}{\text{duração normal} - \text{duração esmagada}}$$

2. Elaborar a duração normal das actividades do projecto;
3. Determinar o caminho crítico da duração normal do projecto;
4. Determinar o custo directo da duração normal do projecto como a soma dos custos normais das actividades;
5. Reduzir (esmagar) a duração do projecto em unidade de tempo. Só as actividades críticas são consideradas para o efeito de esmagamento uma vez que o esmagamento de actividades não críticas não contribui para redução do caminho crítico do projecto. Só uma actividade é reduzida em cada caminho crítico;
6. Repetir o passo 5 até não existir mais actividades para serem esmagadas.

Benefícios da aplicação do PERT/CPM

Para compreender a importância do método PERT/CPM e como usá-lo, é preciso destacar, primeiro, seus objectivos. Conhecendo as suas finalidades de maneira prática, fica fácil entender como podem ser fundamentais em um projecto (GASNIER, 2000). Quando aplicado, seus principais propósitos e benefícios são:

- Evitar problemas de desperdício e atrasos.
- Analisar os pontos importantes: identificação das etapas críticas e que merecem maior atenção.
- Permitir melhor observação da obra e prevenir factores críticos.
- Estabelecer um cronograma de actividades.

Para CUKIERMAN (2009), muitos benefícios advêm da aplicação do PERT/CPM na resolução de problemas de alocação de recursos em projectos, entre eles, cumpre ressaltar, o facto de que, ao utilizamos o PERT/CPM, somos forçados a elaborar um exame minucioso do projecto em seu aspecto global, bem como das actividades parciais que o compõem. Para TEIXEIRA (2017), a utilização do PERT/CPM em uma época na qual se faz imprescindível a existência de um planeamento e controle da produção, em busca de obter menores custos, maior nível de serviço ao cliente e superação de concorrência, é fundamental. A sua aplicação no planeamento

e controlo de projectos, facilita na tomada de decisão pela identificação das inter-relações e visão sistémica que passa a oferecer, além de um controlo bastante objectivo.

Limitações e desvantagens do PERT/CPM

Como óbvio, nenhuma técnica pesquisa ou controlo é perfeita, aprestando sempre uma margem de erro, resultante das suas limitações. Nesta ordem, HEIZER *et al* (2023), apresentam algumas limitações consideradas comuns, nomeadamente:

1. As actividades do projeto devem ser definidas de forma clara, independentes e estáveis em seus relacionamentos;
2. As relações de precedência devem ser especificadas e interligadas;
3. As estimativas de tempo tendem a ser subjetivas e estão sujeitas a falsificações por parte dos gestores que temem os perigos de ser demasiado optimista ou não suficientemente pessimista.

Existe o perigo inerente de colocar demasiada ênfase nos caminhos críticos pois, os caminhos quase críticos também precisam ser monitorados de perto.

Metodologia

Caracterização da pesquisa

Quanto à natureza, esta é uma pesquisa aplicada, que visou a análise da aplicação prática do conhecimento sobre a utilização do PERT/CPM para a resolução de problemas na gestão de projectos empresariais. Quanto aos objectivos, trata-se de uma pesquisa explicativa, tendo-se procurado oferecer uma explanação e demonstração minuciosa da viabilidade do PERT/CPM para a gestão de projectos (MARCONI e LAKATOS, 2017). Quanto aos procedimentos técnicos, a pesquisa combinou o estudo de caso, tomando o projecto Garden-Huambo Limitada como objecto de análise, com a pesquisa documental e a pesquisa bibliográfica, consubstanciadas nas análises de documentos do projecto referido e a consulta de bibliografia que permitiu sustentar teoricamente os procedimentos adoptados ao longo da pesquisa (GIL, 2010). Quanto à bordagem, a pesquisa combina as análises quantitativa e qualitativa, justificadas pela utilização dos indicadores estatísticos e análise numérica que caracterizam o PERT/CPM (OLIVEIRA, 2011) e pela análise das relações estruturais e estabelecimento de relações comparativas que explicam as mudanças na gestão de projectos, decorrentes da aplicação do PERT/CPM e das ferramentas acessórias ao método como a WBS e o gráfico de GANTT.



Objecto de pesquisa

Relativamente à escolha do objecto de estudo, optou-se pelo estudo de caso único. Segundo Yin (2001) *apud* (OLIVEIRA, 2011), é caracterizado pelo estudo profundo e exaustivo dos factos objectos de investigação, permitindo um amplo e pormenorizado conhecimento da realidade e dos fenómenos pesquisados. Pela facilidade de acesso e argumentos mais detalhado sobre o objecto, seleccionamos como objecto de estudo de caso, o Projecto Empresarial Garden-Huambo, no município do Huambo, por ser um projecto já implementado, que permitiu fazer um estudo comparativo do histórico do projecto da fase inicial ao encerramento, com e sem a aplicação do PERT/CPM.

Instrumentos de recolha de dados

Para se dar seguimento à pesquisa, recorreu-se à utilização dos métodos de recolha de dados que incluem a análise documental e entrevistas aos principais intervenientes no processo de implementação do projecto. Parte das lacunas deixadas pelos relatórios tiveram de ser colmatadas por entrevistas, visando os principais intervenientes do projecto, observando os procedimentos da sua aplicação conforme defendido por MARCONI e LAKATOS (2017). O interesse foi de consolidar a informação dos documentos já consultados, atentando para os aspectos relativos ao planeamento do projecto, à execução do projecto, ao conhecimento da técnica/método PERT/CPM e à sua aplicação. As questões das entrevistas foram elaboradas na base do interesse dos autores da pesquisa em obter informações que confirmassem o exposto na literatura e constam em anexo.

Instrumentos de Tratamento de dados

As informações recolhidas foram devidamente organizadas com recurso à folha de cálculo do Microsoft Excel versão 2019, que permitiu também que o cálculo dos valores para as variáveis que caracterizam o PERT/CPM. *A posteriori*, as informações foram exportadas e tratadas com recurso ao Microsoft Project 2019, que possibilitou a aplicação do PERT/CPM e a obtenção da informação que tornou possível evidenciar as vantagens da aplicação do método para o caso em análise. O Microsoft Project é o mais recomendado software para a gestão de diversos projectos, pela sua flexibilidade e ampla gama de ferramentas que possibilitam uma abordagem global da gestão de determinado projecto, abrangendo todas as áreas de conhecimento do projecto, com realce ao planeamento de recursos, gestão de tempo e escopo e gestão das relações humanas e comunicação (HEIZER *et al*, 2023).

Nesta pesquisa, foram definidos seis passos com objectivo de argumentar de forma clara e simples a aplicação do PERT/CPM, tais quais se seguem.

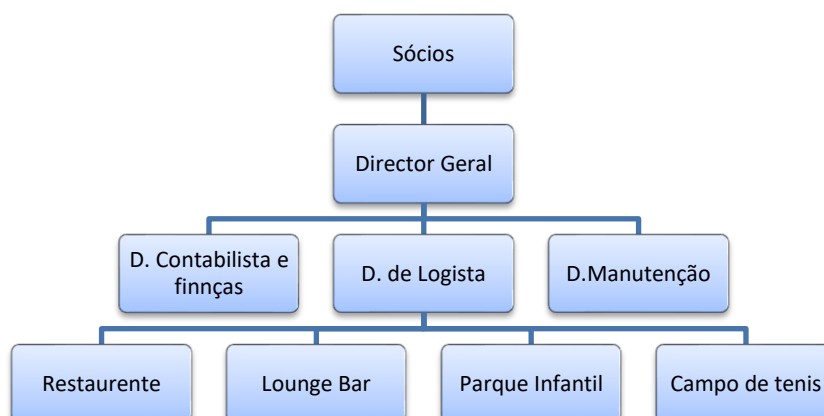
Resultados e Discussão

Caracterização do objecto da pesquisa

A GARDEN HUAMBO LIMITADA é uma empresa, portadora do Número de Identificação Fiscal 5001082132, localizada na província do Huambo, município do Huambo, na Cidade Alta, Rua da Sociedade de Geografia, junto à Rádio Huambo. É uma sociedade por quota, cujo objecto social é a prestação de serviços, de diversos carizes, com maior destaque a criação e organização de eventos culturais, Restaurante e takeaway, e parque de diversão infantil e desporto. Constituído por dois sócios, nacionais, com capital social de 2.000.000,00 de Kwanzas, inaugurada em 15 de julho de 2022.

Possui um número total de funcionários de quarenta e oito (48), sendo doze (12) funcionários administrativos e trinta e seis (36) técnicos operacionais, todos de nacionalidade angolana.

Figura 2- Organograma



Fonte: Adaptado pelo Autor com base nos relatórios da Garden-Huambo Limitada

Diagnóstico do Projecto Empresarial

Esta empresa é resultado de um projecto empresarial (de criação) idealizado por três jovens empreendedores, nacionais residentes na província e município já mencionados. Este projecto foi desenvolvido num horizonte temporal de oito meses (com encerramento em Julho de 2022), com orçamento de execução inicial estimado em 315.000.000,00 Kzs (trezentos e quinze milhões de kwanzas) e um adicional estimado em mais que 15.000.000,00 Kzs (quinze milhões

de kwanzas). Integra quatro componentes importantes, nomeadamente: restaurante, lounge bar, parque infantil e um campo de ténis.

As informações recolhidas das entrevistas conduziram ao entendimento de que desejava-se encerrar o projecto, com a inauguração, em maio de 2022, o que não foi possível. Apontaram-se factores legais, cambiais e de qualidade dos mobiliários e equipamentos desejados pelos sócios como estando na base do atraso. Este atraso está na base do custo adicional, tendo o projecto encerrado apenas a (15) de julho de 2022 com a inauguração da empresa. Constatou-se igualmente que não foi aplicado o PERT/CPM no planeamento e controlo das actividades do projecto, tampouco foram adoptados outros métodos cientificamente provados como adequados para a gestão de projectos, o que levou ao entendimento de que todo o processo foi conduzido à base da intuição e experiência dos envolvidos, sem recurso à uma abordagem metodologia e estruturada.

Aplicação do PERT/CPM e análise comparativa

Com as informações recolhidas, dos tempos de execução de cada actividade do projecto, definiu-se a relação de dependência entre as actividades, calculou-se o tempo médio, as folgas, os desvios, variâncias de cada actividade/tarefa e do projecto e, determinou-se o caminho crítico, respeitando a estrutura do projecto conforme executado, tendo-se estruturado de acordo com a metodologia WBS, respeitando as seguintes etapas:

1. Idealização do projecto;
2. Planificação e Abertura do projecto;
3. Aquisição do(as) estabelecimento/infraestruturas e tratamento jurídico-legal;
4. Vedação e limpeza do Estabelecimento;
5. Instalação eléctrica e colocação das luzes;
6. Pavimentação do estabelecimento;
7. Reabilitação dos imoveis, jangos e outros;
8. Construção do campo de ténis;
9. Construção das salas do Lounge Bar;
10. Construção da piscina do Longe bar;
11. Aquisição e aplicação da Relva Sintética;

12. Aquisição dos mobiliários e equipamentos;
13. Aquisição e costura de cortinas;
14. Pinturas de imóveis e desenho de figuras;
15. Montagem e decoração de mobiliários, equipamentos, lâmpadas e candeeiros;
16. Recrutamento e formação dos funcionários;
17. Preparação da indumentária do pessoal contratado;
18. Estruturação do Menu de produtos/serviços;
19. Encerramento e inauguração do projecto.

WBS

As relações de precedência entre as tarefas executadas foram determinadas e são fornecidas a seguir, já integradas à WBS.

Tabela 1- Relações de precedência (MS Project 2019)

	Task Name	Predecessors	WBS
1	Idealização do projecto		1
2	Planificação e abertura do projecto	1	2
3	Vedação e limpeza do estabelecimento	2	3
4	Aquisição do estabelecimento	3	4
5	Instalação eléctrica e colocação de luzes	4	5
6	Pavimentação do estabelecimento	5	6
7	Reabilitação dos jangos e outros imóveis	6	7
8	Construção do campo de tennis	6	8
9	Construção das salas Lounge Bar	6	9
10	Construção da piscina do Lounge Bar	9	10
11	Pinturas e desenho de figuras nas paredes	10	11
12	Compra e aplicação da relva sintética	11	12
13	Aquisição de mobiliários, equipamentos e outros	2	13
14	Desenho e costura das cortinas	13	14
15	Montagem e decoração dos mobiliários, equipamentos, candeeiros e lâmpadas	11	15
16	Recrutamento e formação do pessoal	11	16
17	Preparação da indumentária do pessoal	16	17
18	Estrutura do Menu de produtos/serviços	17	18
19	Inauguração do projecto	18	19

Fonte: output do MS Project 2019, gerado pelos autores.

Gráfico de Gantt e Diagrama de rede em bloco



Definidas as relações de precedência entre as actividades, elaborou-se o gráfico de Gant, que fornece uma visualização global do horizonte temporal de execução de cada actividade e uma visualização detalhada das relações de dependência entre as actividades (conforme em anexo). Com este recurso foi possível a geração do diagrama de rede do projecto, representado em blocos (em anexo). Estes são instrumentos importantes na análise das relações estruturais entre as actividades. Do diagrama de rede, é possível observar-se que existe uma relação de dependência muito forte entre várias actividades do projecto, embora algumas tivessem a possibilidade de execução simultânea.

Estimativas do PERT/CPM

Os cálculos feitos com recurso às informações recolhidas permitiram a obtenção da duração média de cada uma das actividades considerando as estimativas de tempo conforme sugere o método, em dias de execução, conforme a tabela em anexo. Permitiram, igualmente, o cálculo da variância e desvio padrão de cada actividade, o que viabilizou a identificação dos caminhos e à conclusão de que todas as actividades do projecto são críticas, dada a configuração da rede e o modo como se estabelecem as relações de precedência entre as actividades. Os resultados obtidos evidenciam que o projecto teria conhecido uma gestão mais eficiente do tempo se se tivessem estimado as durações sugeridas pela utilização do método PERT/CPM.

Caminhos críticos identificados no projecto e respectivas durações:

Primeiro: $1+2+13+14 = 74$ dias

Segundo: $1+2+3+4+5+6+7 = 85$ dias

Terceiro: $1+2+3+4+5+6+8 = 85$ dias

Quarto: $1+2+3+4+5+6+9+10+11+12 = 115$ dias

Quinto: $1+2+3+4+5+6+9+10+11+15 = 123$ dias

Sexto: $1+2+3+4+5+6+9+10+11+16+17+18+19 = 127$ dias

As estimativas obtidas para os caminhos, sugerem que com a aplicação do PERT/CPM, o tempo mais longo de execução do projecto teria sido de 127 dias, dada pelo 6º caminho que é o mais longo dentre os vários que constituem a rede do projecto. Entretanto, as informações recolhidas nos mostram que a interferência de factores não previstos ao longo da execução do projecto, conduziu à alteração das datas de execução de determinadas actividades. Factores internos, como a capacidade de financiamento, e factores externos, onde podemos identificar os impactos da Covid-19 ainda sentidos fortemente ao longo do ano de 2021, variações constantes da taxa

de câmbio, afectando a importação de materiais importantes para o seguimento das actividades, e as restrições decorrentes de condições impostas por fornecedores nacionais e internacionais. Se considerarmos que a execução do projecto teve um horizonte temporal de oito meses (aproximadamente 240 dias), podemos afirmar que a aplicação do PERT/CPM conduziria a uma economia de tempo em aproximadamente 113 dias, o que eliminaria a necessidade do custo adicional incorrido e, provavelmente a uma redução do custo efectivo de execução do projecto. Entretanto, a não existência de informação financeira detalhada inviabiliza análises mais aprofundadas em relação à gestão financeira do projecto.

A previsão da equipa de gestão era de terminar o projecto até maio de 2022, o que não aconteceu. Entretanto, com recurso ao PERT/CPM, e utilizando-se os procedimentos para a determinação da probabilidade de execução do projecto num determinado período, foi possível perceber que ter-se-ia executado o projecto no prazo estipulado, com um nível de probabilidade de 98,68%.

Conclusões e Recomendações

A presente pesquisa demonstrou o inegável valor da Gestão de Projetos como um factor crucial para a competitividade empresarial, o que motivou o estudo a aprofundar a aplicação de técnicas robustas de planeamento e controlo. A Metodologia adoptada e os resultados obtidos permitiram constatar que o Projecto Garden-Huambo foi executado sem a aplicação formal de técnicas científicas de gestão o que o levou a níveis de execução menos eficientes.

Ao longo da pesquisa, apresentou-se o enquadramento teórico detalhado que sustenta o PERT/CPM como uma ferramenta de planeamento e controlo de projetos que permite a gestão probabilística (*PERT*) e determinística (*CPM*) da duração das actividades, com especial foco na identificação do Caminho Crítico e no cálculo de folgas e probabilidades. A comparação entre a execução empírica do projeto analisado e a sua execução simulada com o PERT/CPM evidenciou a superioridade do método, nomeadamente na redução significativa do prazo de conclusão e na capacidade de previsão de probabilidade de cumprimento de metas. Finalmente, demonstrou-se que a aplicação do PERT/CPM proporciona, no controlo das actividades, uma optimização da gestão do tempo e uma identificação clara dos pontos críticos, minimizando desperdícios e custos adicionais e fomentando uma visão sistémica essencial para a tomada de decisão objetiva.



Limitações

1. As estimativas de tempo utilizadas foram recolhidas com base na experiência dos principais envolvidos no planeamento e execução do projecto, podendo não ser as mais ideais para a análise, já que não advêm de peritos na implementação de projectos de criação de empresas e de construção civil.
2. A ausência de uma base de dados e relatórios devidamente organizados por parte da empresa estudada dificultou a obtenção de informação que tornaria a análise mais robusta, especialmente no âmbito financeiro, o que torna a abordagem feita ligeiramente rasa em relação ao potencial representado pela metodologia do PERT/CPM.

Recomendações

1. Às empresas e demais organizações, que tenham em atenção a utilização de ferramentas cientificamente provadas para a gestão no decurso da implementação dos seus projectos, dentre elas o PERT/CPM. Igualmente a necessidade de organização da informação relativa aos projectos e processos internos da organização em base de dados devidamente estruturadas para fins de análises que visem melhorar os resultados e torná-las mais eficientes e eficazes.

Aos pesquisadores, que se faça mais pesquisa sobre a aplicação de instrumentos de gestão de projectos com vista a garantir uma maior conscientização sobre o valor e a utilização dos mesmos, contribuindo para uma maior produtividade.

Referências Bibliográficas

1. CANDIDO, R., GNOATTO, A. A., CALDANA, C. G., SETTI, D., SPANHOL, F. A., SCHÜTZ, F., CARVALHO, H. A. de, OLIVEIRA, J. de, & KACHBA, Y. R. (2012). *Gerenciamento de projetos*. Aymar. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/150136027.pdf>.
2. CANOVA, A.; FETTERMANN, D. D. & DANILEVIZ, Â. D. (2013). Determinação da duração de projectos de produtos utilizando PERT/CPM: um estudo de em empresa Engineer to Order (ETO) . XIII SEPROSUL – Semana de la Ingeniería de Producción Sudamericana. Gramado – Brasil. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/196396/000904084.pdf;jsessionid=2E880A557E3D30CF8187F61C2F27B1CC?sequence=1>. Acesso aos 13 de Fevereiro de 2024.
3. COURTOIS, A., PILLET, M. & BONNEFOUS, C. M., (2011). *Gestão da Produção: Para Uma Gestão Industrial Agil*, Criativa E Cooperante. 7ª ed. ed. Porto: Biblioteca INDUSTRIA & SERVIÇOS.
4. CUKIERMAN, Z. S. (2009). *O Modelo PERT/CPM Aplicado a Gerenciamento de Projectos*. 8ª edição ed. Rio de Janeiro: LTC-Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.
5. FERREIRA, R. C. (2011). Comparação Aplicada entre as Técnicas de Planeamento CPM e LOB (Line Of Balance) [Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto]. <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/61728/1/000149172.pdf>. Acesso em 20 Março de 2024
6. GASNIER, D. G., (2000). *Guia prático para o gerenciamento de projectos: manual de sobrevivência para os profissionais de projectos*. São Paulo: Imam.
7. GIL, A. C. (2010). *Como Elaborar Projectos de Pesquisa*. (5. ed.). São Paulo: Atlas.

8. HEIZER, J., RENDER, B. & MUNSON, C. (2023). *OPERATIONS MANAGEMNET: sustainability and Supply Chain Management. 14th ed.* Boston: Pearson.
9. JÚNIOR, M. R. D. C. (2012). *Gestão de Projetos: da academia à sociedade.* 1ª ed. ed. Curitiba: Editora InterSabres.
10. LACERDA, R. (2018). *Gestão de Projetos.* Brasil: Centro Universitário Leonardo da Vinci – UNIASSELVI.
11. BRAGANÇA, C., LIMA, R. M., PEREIRA, L., & MATEUS, T. (2023). Hybrid project management solutions with multi-geographical teams. *International Journal of Learning and Change, 15(2)*, 125-148. <https://doi.org/10.1504/IJLC.2023.129200>. Acesso aos 20 de Março de 2025.
12. LOPES, J. D.; PIMENTEL, B. M.;PINTO J. G.; SOARES, J. M. & NUNES, S. (2020). *Gestão da Produção e Operações: Teoria e casos práticos resolvidos.* Lisboa: Escolar Editora.
13. MARCONI, M. A., & LAKATOS, E. M. (2017). *Fundamentos de metodologia científica* (8ª ed.). Atlas. ISBN: 978-8522440153.
14. MATTOS, M. H. M. (2023). *A Qualidade na Gestão de Projetos de Construção e Montagem.* Engenharia Civil UM, (64), 52-61. <https://doi.org/10.21814/ecum.4889>. Acesso aos 16 de Setembro de 2025.
15. MAXIMIANO, A. C. A. (2010). *Administração de Projetos: como transformar ideias em resultados.* São Paulo: 4ª ed. Atlas.
16. MONTEIRO, M. S. (2022). *Projetos Empresariais.* Brasil: UNICEPLAC.
17. NASCIMENTO, R. F. D. C. (2017). *Gerir projectos com base na teoria das restrições. Caso de.* Lisboa: ISEL.
18. OLIVEIRA, M. F. D. (2011). *Metodologia Científica: um manual para a realização de pesquisas em administração (Manual de pós-graduação).* Catalão: UFG.
19. PEREIRA, A. (2011). *Gestão de Operações.* Lisboa: Escolar Editora.
20. PMI (2018). *Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK).* EUA: Project Management Institute.
21. PORTER, M. E. (2024). “The effect of Porter’s competitive forces on competitive advantage and organisational performance and the moderating role of management accounting practices”, *Journal of Management Control.* Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00187-024-00375-4>. Acesso aos 12 de Setembro de 2025.
22. PURWANTORO, A., TO’UNNI, A. W. L., & Uda, S. A. K. (2024). *Time control and rescheduling using method CPM (Critical Path Method).* *Jurnal Civil Engineering Study*, 4(01), 19-29.
23. SANTOS, A. J. R. (2008). *Gestão de Estratégica Conceitos, modelos e instrumentos.* Lisboa: Escolar Editora.
24. TEIXEIRA, S. (2017). *Gestão das Organizações. 3ª ed.* Lisboa: Escolar Editora.

