



**IV SINGEP**

**Simpósio Internacional de Gestão de Projetos, Inovação e Sustentabilidade**  
**International Symposium on Project Management, Innovation and Sustainability**

ISSN: 2317 - 8302

# **UMA INVESTIGAÇÃO DE MÚLTIPLOS CASOS DA APLICAÇÃO DE OTIMIZAÇÃO NA GESTÃO DE PROJETOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: ESTUDO COMPARADO ENTRE O ESTADO DA ARTE E O ESTADO DA PRÁTICA**

**JANIO CARLOS NASCIMENTO SILVA**

Instituto Federal do Tocantins  
janiocarlosns@gmail.com

**JEANE PÂMELA RUBIM**

Instituto Federal do Tocantins  
jeanepamela@ifto.edu.br

**SELMA REGINA MARTINS OLIVEIRA**

Universidade Federal do Tocantins - UFT  
selmaregina@webmail.uft.edu.br

**PATRICK LETOUZÉ MOREIRA**

UFT  
patrick.letouze@gmail.com



## **UMA INVESTIGAÇÃO DE MÚLTIPLOS CASOS DA APLICAÇÃO DE OTIMIZAÇÃO NA GESTÃO DE PROJETOS DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO: ESTUDO COMPARADO ENTRE O ESTADO DA ARTE E O ESTADO DA PRÁTICA**

### **Resumo**

Apesar do aperfeiçoamento das técnicas de gerência de projetos, dados recentes apontam que o insucesso ainda é recorrente na gerência de projetos de Tecnologia da Informação (TI). Na tentativa de diminuir essas falhas, a aplicação de otimização é indicada como uma área promissora dentro da gestão de projetos. Este trabalho tem como objetivo identificar as principais situações em que a otimização tem sido aplicada na gerência de projetos. Através de levantamento sistemático na literatura especializada, extraiu-se variáveis relacionadas com a aplicação de otimização afim de traçar o estado da arte nesse campo de estudo. Em seguida, comparamos estado da arte com estado da prática usando um *survey* desenvolvido com a ajuda de especialistas selecionados por critérios técnicos e científicos. Os dados foram coletados por meio de uma matriz de julgamento e os resultados validaram algumas hipóteses.

**Palavras-chave:** Otimização; Gestão de Projetos; Estado da arte; Estado da prática.

### **Abstract**

Despite the improvement of project management techniques, recent data indicate that the failure is still recurrent in the management of Information Technology (IT) projects. In an attempt to reduce these failures, optimization emerge as a promising area within the project management. This paper aims identify the main situations where optimization is applied in Project management. Through studies based on specialized literature, it was extracted variables related to application of optimization. Then, we compare state-of-art with state-of-practice using a survey developed with help from specialists selected by technical and scientific criteria. Data was collected by a judgement matrix and results validated some hypotheses.

**Keywords:** Optimization; Project management; State-of-art; State-of-practice.



## 1 Introdução

A gerência de projetos é uma área de estudo que tem atraído diversos profissionais e pesquisadores nos últimos tempos; tem sido tratada como um conjunto de técnicas orientadas ao planejamento e, em muitas situações, como uma aplicação da engenharia e da teoria da otimização (Söderlund, 2004). Segundo o PMBoK (2008), a gerência de projetos é multifacetada podendo ser aplicada nos mais variados tipos de atividades: seja a construção de um edifício, seja o desenvolvimento de um *software*. Nesse sentido, não há uma base teórica unificada em torno da gerência de projetos (Winter, Smith, Morris & Cicmil, 2006), apesar das organizações profissionais PMI (*Project Management Institute*) e IPMA (*International Project Management Association*) estarem trabalhando constantemente na busca da padronização desse campo de estudo (Söderlund, 2004).

Nesse cenário, podemos perceber que a otimização está relacionada à gerência de projetos de maneira bem diversificada, isto é, não existe um campo da Teoria da Otimização aplicada especificamente à prática da gestão, muito menos um grupo coordenado de pesquisas em gestão na busca de ferramentas para otimização em projetos. Apesar de haverem vários trabalhos nesse sentido, geralmente, as pesquisas que envolvem modelos de otimização optam por “quebrar” partes das etapas da gerência de um projeto visando otimizar tempo, custo ou qualidade (Babu & Suresh, 1996). Além disso, veremos na seção 2, que poucos trabalhos apresentam estudos de casos da aplicação de técnicas de otimização nas etapas da gerência de um projeto, configurando assim um total distanciamento das pesquisas com a prática da gestão.

Diante desse distanciamento, este artigo faz uma análise da literatura acerca da aplicação de otimização na gerência de projetos e confronta os resultados encontrados com a prática de gerentes de projetos em TI.

Na sequência deste trabalho, apresentamos o plano de fundo teórico com seu devido sumário de técnicas de otimização levantadas, a metodologia de confronto entre o estado da arte e o estado da prática e os resultados do *survey* aplicado aos gerentes de projetos. O trabalho finaliza com as análises subjacentes e uma sugestão de implementação para prática da gestão.

## 2 Plano de fundo teórico

### 2.1 Aspectos “otimizáveis” da gerência de projetos

Um projeto é dotado de objetivos que precisam ser realizados respeitando restrições de tempo, recursos e orçamentos (Raz & Erel, 2000) e a gerência desse projeto envolve planejamento, monitoramento e controle (Babu & Suresh, 1996). A partir desses conceitos, podemos enumerar uma lista de itens dentro da gerência de projetos que podem passar por um processo de modelagem visando trabalho posterior de otimização. De acordo com o PMBoK (2008), a gerência de um projeto pode ser dividida entre as seguintes áreas: integração, escopo, tempo, custo, qualidade, recursos humanos, comunicação, riscos e aquisição. Tendo em vista a elaboração de modelos de otimização baseados em uma função objetivo de maximização ou minimização, podemos selecionar tempo, custos, qualidade, recursos humanos e riscos como possíveis fontes de variáveis “otimizáveis”. Podemos também considerar análises multirrestritivas envolvendo *trade-offs* entre custo e tempo



(Konstantinidis, 1996; Li & Wang, 2009), análises combinadas de recursos humanos em problemas de seleção de atividades para otimização do tempo ou, ainda, análises que substituem ou aprimoram o CPM - método de caminho crítico, quando não há restrição de recurso (como abordado em Duan & Liao, 2010; Babu & Suresh, 1996; Konstantinidis, 1996; Duan e Liao, 2010).

Assim sendo, a gerência de projeto pode perfeitamente constituir um campo fértil para aplicação de técnicas da teoria da otimização.

## **2.2 Ferramentas, técnicas, e abordagens disponíveis.**

A pesquisa operacional é um campo da ciência voltado para resolução de problemas utilizando técnicas da matemática e computação. Segundo Hazir (2015), simulação, programação dinâmica e otimização estocástica são comumente aplicados na resolução de problemas de controle de projetos. Além da aplicação direta de pesquisa operacional, gerentes de projeto (especialmente aqueles que não tem formação em matemática e computação) podem fazer uso de *softwares* que já implementam ferramentas de otimização como Microsoft Excel, MATLAB e similares. Em Abdelsalam & Bao (2006), essas duas possibilidades (algoritmos e *softwares*) foram combinadas: modelos matemáticos foram construídos no MS Excel e uma metaheurística chamada *Simulated Annealing* (Kirkpatrick, Gelatt & Vecchi, 1983) foi utilizada para redução do ciclo de vida de um projeto de desenvolvimento de produto (PDP). Em Duan & Liao (2010) é utilizada uma outra metaheurística conhecida como Sistema de Colônia de Formigas (Dorigo, Maniezzo e Coloni, 1996) para encontrar o caminho crítico em projetos. Ao final dos testes, o sistema de Colônia de Formigas demonstrou-se mais efetivo que o CPM.

Um dos principais alvos de esforço para otimização é o cronograma do projeto. A divisão de tarefas e o controle de sua execução é feita analisando as dependências entre uma atividade e outra, e na forma como a comunicação entre estas atividades são realizadas, visando, é claro, a diminuição em problemas em prazos críticos. Em Brucker, Drexl, Möhring, Neumann & Pesch (1999) são descritos diferentes métodos estocásticos para projetos com duração incerta das atividades. Ainda sobre problemas de cronograma temos o trabalho de Ni, Luh & Moser (2008) que obteve êxito com programação dinâmica, enquanto Chang (2008) utilizou algoritmo genético.

Em Espedal, Hetland, & Jordanger (1992) um método de otimização baseado em Análise Gradiente foi empregado na elaboração de um conceito de suporte à decisão para prevenção de riscos e ajuste do ciclo de vida do projeto. Raz e Erel (2000), também otimizam o ciclo de vida de um projeto utilizando técnicas de programação dinâmica.

Em outros trabalhos, pudemos encontrar boas soluções utilizando Redes Neurais Artificiais (Li & Wang, 2009), Algoritmos de Lógica Fuzzy (Iyer, Liu, Sadeghpour & Brennan, 2015), Algoritmo Genético com Simulação de Monte Carlo (Shafahi & Haghani, 2014), Algoritmo Genético e Algoritmo de Enxame de Partículas (Fallah-Mehdipour, Haddad, Tabari & Mariño, 2012) e Programação Linear (Babu e Suresh, 1994). Muitos desses trabalhos focam na sustentabilidade dos projetos, especialmente aqueles que tratam da otimização de recursos.

## **3 Metodologia**



O método utilizado neste trabalho pode ser dividido em três etapas: levantamento sistemático, sumarização da coleta à luz da literatura e elaboração e execução do *survey* junto à uma amostra de sete gerentes de projetos em TI.

Essas etapas foram definidas para solucionar três problemas:

1. À luz da literatura, com que frequência a otimização é aplicada à gerência de projetos? Quais técnicas são mais empregadas?
2. Ao entrevistar gerentes de projetos em TI, qual a proximidade e sensibilidade destes gerentes com o uso da otimização em seus projetos?
3. Como a literatura e a prática dos gerentes entrevistados se relacionam? Em que diferem?

Formulamos também cinco hipóteses para nortear os dois levantamentos (junto à literatura consultada e junto aos gerentes entrevistados), bem como a análise comparativa.

**H1:** A otimização em gerência de projetos é recorrente na literatura.

**H2:** Diversas soluções algorítmicas diferentes são utilizadas, bem como, *softwares* específicos.

**H3:** Assim como na literatura, os gerentes entrevistados utilizam otimização em seus projetos de forma ampla.

**H4:** Os gerentes entrevistados utilizam diversos algoritmos e programas para resolução de problemas de otimização em seus projetos.

**H5:** O estado da arte é similar ao estado da prática, isto é, a realidade identificada junto aos gerentes de projeto corresponde com as situações verificadas na literatura.

Para termos um levantamento sistemático, foram realizadas as seguintes tarefas:

- i. Seleção de palavras chaves para busca dos artigos científicos. Utilizou-se uma combinação “optimization” AND “project management”, onde AND é um operador lógico de adição.
- ii. Escolheu-se uma das bases de dados que possuem periódicos especializados, a fim de identificar trabalhos relevantes, em língua inglesa, sobre otimização em projetos.
- iii. Artigos promissores foram selecionados com base no título e *abstract* e posteriormente alguns foram eliminados após leitura criteriosa.
- iv. Os dados úteis ao objetivo proposto, foram sumarizados na tabela 1.

Ao fim desse levantamento, foi possível verificar as hipóteses H1 e H2. Esses dados também ajudaram na confecção do questionário que foi aplicado a 7 gerentes de projetos de instituições públicas e privadas do Brasil. O questionário traçou o perfil do entrevistado e indagou sobre a importância dada à otimização em seus projetos. Por fim, uma questão aberta proporcionou aos entrevistados maior liberdade para revelarem informações que consideram



importantes para a verificação das hipóteses H3 e H4, e conseqüentemente, culminando da verificação de H5.

#### 4 Resultados e análises subjacentes

Após a busca por artigos em bases especializadas, foi possível selecionar 13 bons trabalhos das duas últimas décadas que fazem um uso de técnicas bem específicas de otimização. Todos os trabalhos trabalham estritamente com gerência de projetos e buscam otimizar uma das etapas e/ou circunstâncias do projeto. Na tabela 1, apresentamos um sumário das informações levantadas.

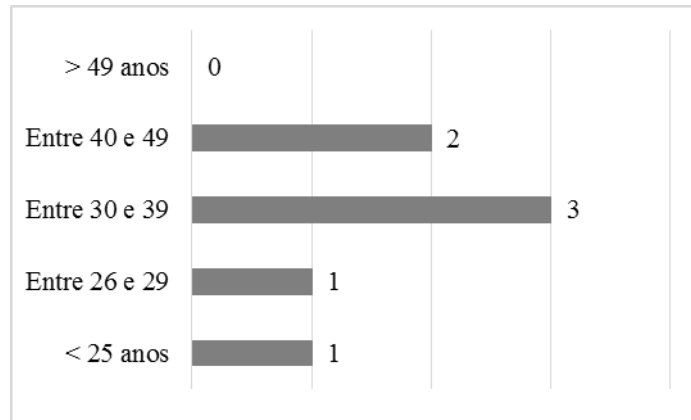
**Tabela 1**

Levantamento de aplicações de otimização em gerência de projetos.

Artigo	Aspecto a ser otimizado	Técnica ou algoritmo
Chang et al. (2008).	Cronograma (scheduling)	Algoritmos Genéticos
Duan & Liao (2010).	Encontrar caminho crítico	Colônia de Formiga
Ghoseiri & Nadjari (2010).	Multi-objetivo caminho mais curto	Colônia de Formiga
Espedal et al. (1992).	Cronograma (scheduling)	Análise Gradiente
Abdelsalam & Bao (2006).	Ciclo de vida	<i>Simulated Annealing</i>
Ni, Luh & Moser (2008).	Cronograma	Relaxação lagrangeana e Programação dinâmica
Raz & Erel (2000).	Ciclo de vida	Programação dinâmica
Li & Wang (2009).	Risco-custo-tempo <i>trade-off</i>	Redes Neurais
Iyer et al. (2015).	Nivelamento de recursos	Lógica <i>Fuzzy</i>
Shafari & Haghani (2014).	Seleção de projeto de portfólio	Algoritmos genético
Fallah-Mehdipour et al. (2012)	Tempo-custo-qualidade <i>trade-off</i>	Algoritmo Genético e Enxame de Partículas
Babu & Suresh (1996).	Tempo-custo-qualidade <i>trade-off</i>	Programação inteira
Konstantinidis (1998).	Alocação de recursos	Construção de grafos com histogramas balanceados

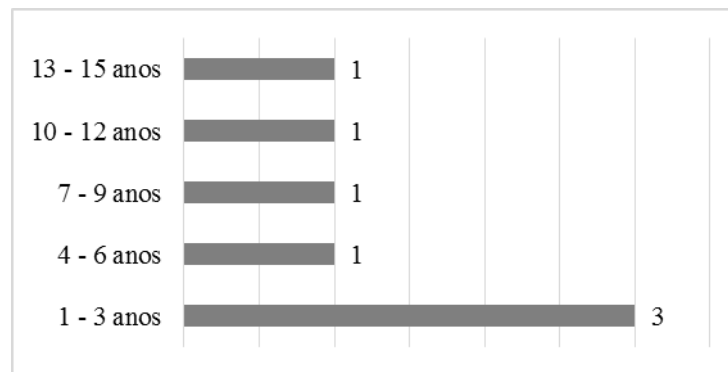
Podemos notar alguns fatos interessantes na Tabela 1. Tempo, custo e qualidade foram os principais focos dos trabalhos, confirmando parcialmente o que se desenhava na seção 2.1. Também é possível concluir que abordagens heurísticas representam a maioria das soluções identificadas, especialmente, algoritmos genéticos que apresentou 3 ocorrências. Além disso, considerando que a busca não explorou a totalidade das bases de revistas especializadas, pode-se considerar que a coleta foi exitosa, ora, foram identificados 13 trabalhos bem focados na realidade esperada. Portanto, **podemos validar as hipóteses H1 e H2.**

A partir de agora, precisamos verificar se esses resultados se confirmam na prática profissional. Isso foi feito com base nas respostas dos gerentes consultados. As quatro primeiras perguntas do questionário tinham o objetivo de traçar o perfil dos gerentes de projeto. As **perguntas 5, 6, 7, 8 e 9** indagavam sobre o uso e a importância da otimização. A pergunta 1 busca identificar a idade dos entrevistados.



**Figura 1. Idade dos gerentes de projeto entrevistados**

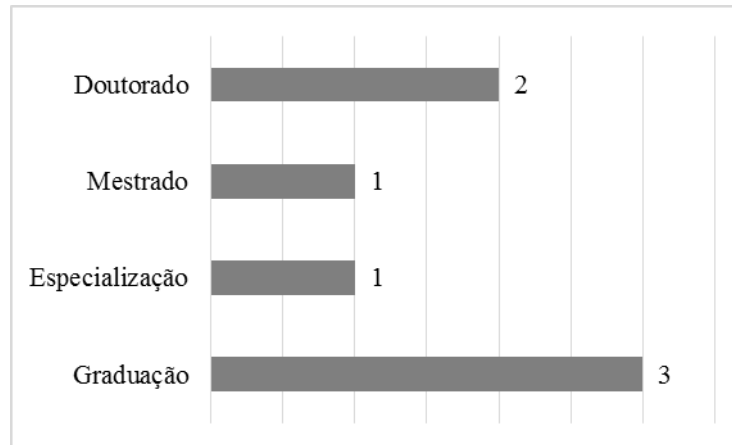
Podemos ver, através da **figura 1**, que com a exceção da faixa acima dos 49 anos, nossa amostra possui representantes em todas as faixas. Na **pergunta 2**, aprofundamos a análise de experiência questionando quanto ao tempo que o entrevistado atua como gerente de projeto.



**Figura 2. Tempo de experiência como gerente de projetos.**

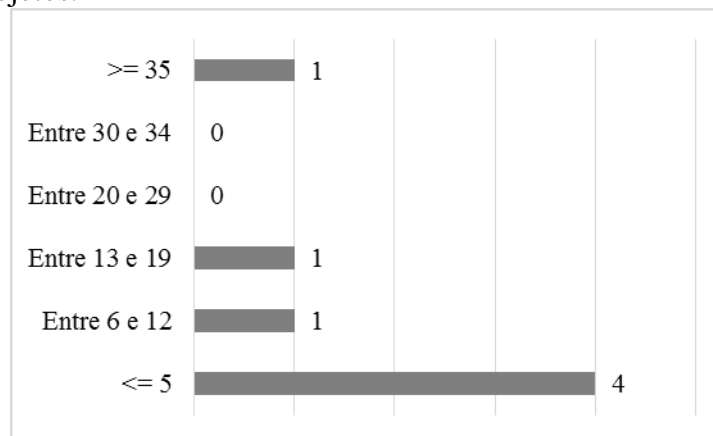
Agregando esta análise aos dados das **Figuras 1 e 2**, é possível observar que o grupo investigado é bastante heterogêneo, isto é, possui gerentes jovens e com mais experiência. Ao final desta seção, é estabelecida uma relação entre experiência e uso da otimização (Figura 6).

Na **pergunta 3**, foi questionado sobre o grau acadêmico dos gerentes participantes. O resultado para essa pergunta está na figura 3, onde percebemos mais um fator heterogêneo da nossa amostra, ora, temos representantes de vários níveis da educação superior.



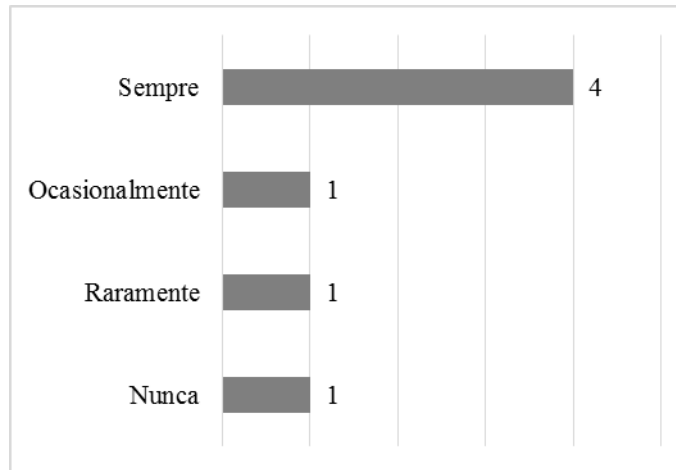
**Figura 3. Grau acadêmico dos gerentes entrevistados**

Na Pergunta 3, finalizamos a montagem do perfil dos membros da amostra, questionando a quantidade de projetos finalizados por cada gerente. Nessa pergunta podemos notar que um dos indivíduos representa um *outlier*, pelo menos, em tratando-se de expertise de execução de projetos.



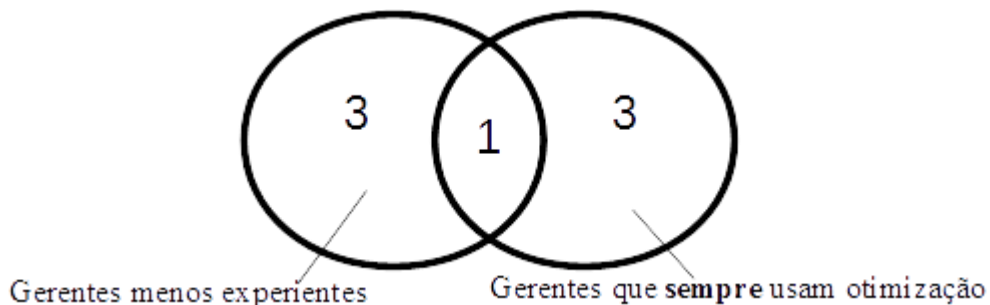
**Figura 4. Número de projetos finalizados pelos gerentes.**

Ao serem consultados sobre otimização, os participantes mostraram um posicionamento bastante favorável ao tema, esse fato pode ser comprovado pelas respostas presentes nas figuras de 5, 7 e 8. Além disso, a grande maioria, dispuseram-se a responder as questões abertas enumerando situações não relacionadas no questionário, mas que fazem parte do cotidiano dos respondentes.



**Figura 5. Frequência com que usa alguma técnica de otimização**

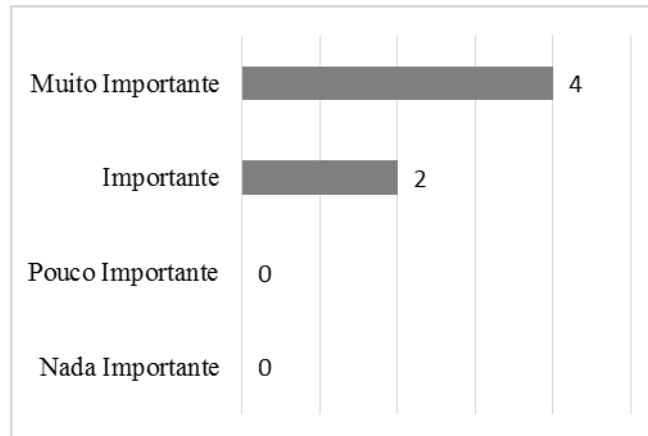
Através da figura 6, percebe-se que a maioria dos gerentes usam ferramentas de otimização com frequência em seus projetos. Podemos relacionar esse subgrupo dos participantes que responderam *sempre* à **Questão 6** com os subgrupos descritos nas **figuras de 1 a 3**, por exemplo, dentre os gerentes com menos experiência (mais jovens, menos tempo como gerente, menor grau acadêmico), apenas um assumiu o uso frequente de otimização (figura 7), os outros responderam *raramente* ou *nunca*.



**Figura 6. Relação entre o uso da otimização e a experiência.**

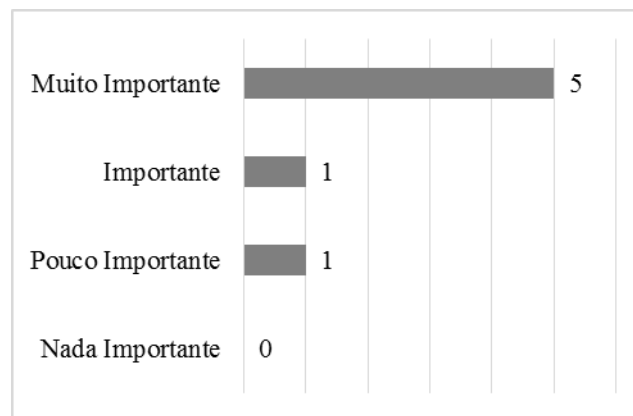
De acordo com a tabela 1, podemos perceber que os aspectos mais trabalhados pelos artigos presentes no levantamento do início dessa seção são justamente **custo** e **tempo/cronograma/ciclo de vida**. Diante disso, perguntamos aos entrevistados sobre a importância da otimização destes dois aspectos.

Na **questão 6**, os entrevistados foram consultados quanto a importância da otimização dos custos na gestão de projetos.



**Figura 7. Importância da otimização de custos de projeto na visão dos gerentes entrevistados.**

O resultado mostra que a otimização de custos é tão importante para os gerentes quanto o levantamento da literatura havia mostrado. O mesmo acontece às respostas da **pergunta 7**, presentes na figura 8.



**Figura 8. Importância da otimização de cronograma de projeto na opinião dos gerentes entrevistados.**

Como os outros aspectos listados no item 2.1 não tiveram representatividade no levantamento da literatura, perguntamos aos gerentes (**questão 8**) quais outros aspectos podem ser otimizados dentro dos projetos de TI. Além de apontarem **custos** e **riscos** (duas vezes), foram citados **alocação de recursos**, **PCP** (processo de criação de produtos), **banco de dados**, **desenvolvimento de sistemas** e **gestão**.

Na **questão 9**, perguntamos se a otimização pode influenciar no sucesso de um projeto. Os participantes foram unânimes na resposta **sim**. Na **questão 10**, pedimos para os participantes citarem ferramentas de otimização que estes utilizam em seu trabalho. Dois entrevistados falaram de técnicas em pesquisa operacional (heurísticas, programação matemática e otimização por restrições).

Diante dos resultados apresentados, podemos dizer que a hipótese **H3** foi totalmente validada, entretanto, as hipóteses **H4** e **H5** só foram confirmadas parcialmente.

## **5 Implementação para a prática da gestão**

Os resultados apresentados revelam que tanto na literatura quanto na prática do gerenciamento de projeto, a otimização está se consolidando como uma ferramenta de gestão



que permite melhores resultados, podendo ser empregada para aumentar o índice de projetos bem-sucedidos, auxiliando na tomada de decisão do gerente de projeto.

Através deste levantamento, ainda é possível perceber quais as técnicas que podem ser mais aprofundadas. Diante de vários trabalhos científicos publicados em revistas de renome e da opinião de dois especialistas, a implementação da **pesquisa operacional** para a prática da gestão pode ser considerada uma valiosa estratégia na busca do êxito no desenvolvimento de projetos, especialmente, na economia de tempo e recursos e na minimização de riscos.

## 6 Conclusões

Este trabalho apresenta um estudo comparativo entre o estado da arte e o estado da prática, no que se refere a utilização de técnicas de otimização para resolução de problemas envolvendo o gerenciamento de projeto. Por meio dos resultados apresentados é possível determinar que a otimização do cronograma do projeto está entre as áreas mais abordadas na literatura, principalmente devido à sua importância e complexidade. Por dedução, esperava-se que na questão 8 (Cite alguma outra área onde você considera importante aplicar técnicas de otimização) os respondentes apontassem o cronograma como resposta, o que não se confirmou, fato este que revelou um *gap* na entre a literatura e a realidade averiguada.

O trabalho inicialmente apontou 5 hipóteses, onde apenas três não puderam ser negadas. Entendemos que as duas últimas hipóteses podem ser investigadas de maneira mais aprofundada, alcançando uma amostra maior de gerentes de projeto. Percebeu-se também que em muitas áreas da gerência de projetos as ferramentas de otimização ainda não figuram como elementos importantes na gestão. Em pesquisas futuras, seria interessante a apreciação de um estudo de caso, onde os efeitos da otimização no sucesso de um projeto pudessem ser estudados mais profundamente.

## Referências

- Abdelsalam, H. M., & Bao, H. P. (2006). A simulation-based optimization framework for product development cycle time reduction. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 53(1), 69-85.
- Babu, A. J. G., & Suresh, N. (1996). Project management with time, cost, and quality considerations. *European Journal of Operational Research*, 88(2), 320-327.
- Brucker, P., Drexl, A., Möhring, R., Neumann, K., & Pesch, E. (1999). Resource-constrained project scheduling: Notation, classification, models, and methods. *European journal of operational research*, 112(1), 3-41.
- Chang, C. K., Jiang, H. Y., Di, Y., Zhu, D., & Ge, Y. (2008). Time-line based model for software project scheduling with genetic algorithms. *Information and Software Technology*, 50(11), 1142-1154.
- Dorigo, M., Maniezzo, V., & Colorni, A. (1996). Ant system: optimization by a colony of cooperating agents. *Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, IEEE Transactions on*, 26(1), 29-41.



- Duan, Q., & Liao, T. W. (2010). Improved ant colony optimization algorithms for determining project critical paths. *Automation in construction*, 19(6), 676-693.
- Espedal, R., Hetland, P. W., & Jordanger, I. (1992). TOPP: a new project planning concept. *International Journal of Project Management*, 10(2), 102-106.
- Fallah-Mehdipour, E., Haddad, O. B., Tabari, M. M. R., & Mariño, M. A. (2012). Extraction of decision alternatives in construction management projects: Application and adaptation of NSGA-II and MOPSO. *Expert Systems with Applications*, 39(3), 2794-2803.
- Ghoseiri, K., & Nadjari, B. (2010). An ant colony optimization algorithm for the bi-objective shortest path problem. *Applied Soft Computing*, 10(4), 1237-1246.
- Hazır, Ö. (2015). A review of analytical models, approaches and decision support tools in project monitoring and control. *International Journal of Project Management*, 33(4), 808-815.
- Iyer, P., Liu, Y., Sadeghpour, F., & Brennan, R. W. (2015). A Fuzzy-Logic based Resource Levelling Optimisation Tool. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 1942-1947.
- Kirkpatrick, S., Gelatt, C. D., & Vecchi, M. P. (1983). Optimization by simulated annealing. *science*, 220(4598), 671-680.
- Konstantinidis, P. D. (1998). A model to optimize project resource allocation by construction of a balanced histogram. *European journal of operational research*, 104(3), 559-571.
- Li, C., & Wang, K. (2009). The risk element transmission theory research of multi-objective risk-time-cost trade-off. *Computers & Mathematics with Applications*, 57(11), 1792-1799.
- Ni, M., Luh, P. B., & Moser, B. (2008). An optimization-based approach for design project scheduling. *Automation Science and Engineering, IEEE Transactions on*, 5(3), 394-406.
- PMBOK, G. (2008). Um Guia do Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK®). Em português. *Project Management Institute, Inc. EUA. Versão em Pdf para associado PMI*.
- Raz, T., & Erel, E. (2000). Optimal timing of project control points. *European Journal of Operational Research*, 127(2), 252-261.
- Shafahi, A., & Haghani, A. (2014). Modeling contractors' project selection and markup decisions influenced by eminence. *International Journal of Project Management*, 32(8), 1481-1493.
- Söderlund, J. (2004). Building theories of project management: past research, questions for the future. *International journal of project management*, 22(3), 183-191.
- Winter, M., Smith, C., Morris, P., & Cicmil, S. (2006). Directions for future research in project management: The main findings of a UK government-funded research network. *International journal of project management*, 24(8), 638-649.