

Filas e restrições informacionais: impactos na gestão de processos e projetos institucionais

Luiz Wagner dos Anjos, José Marcelo Almeida Prado Cestari

Universidade Federal do Paraná, Universidade Federal do Paraná

Palavras-chave: Queueing theory, theory of constraints, DSR, Business Process Management

Introdução

A maximização do desempenho dos processos e projetos de negócio e dos projetos deles derivados, é de importância central para serviços e sistemas de produção (Slack & Lewis, 2009, p. 172). Entretanto, as técnicas atuais de análise de desempenho podem não levar em consideração a semântica das filas e a perspectiva do processo, no que tange a restrições do caminho crítico das informações (Senderovich et al., 2016). O congestionamento é um problema que pode afetar o desempenho de uma rede, na qual há embarcado diversos processos e projetos de negócio (Abdel-Jaber, 2025).

Modelos matemáticos de redes e sistemas de filas (SF) são, na atualidade, amplamente utilizados para estudo e otimização de diversos sistemas técnicos, físicos, econômicos, industriais, administrativos, médicos, militares e também de informação (Dudin et al., 2020). Knaggs et al. (2012), apresentam o exemplo de um departamento do governo federal dos Estados Unidos, que para superar suas altas taxas de desperdícios de recursos e a ineficiência dos processos negócios, recorreu à Teoria das Restrições (TOC – Theory of Constraints) para identificar ‘gargalos nos processos, para minimizar o tempo de atravessamento de dados e informações, e dessa forma, dar maior fluidez aos projetos desenhados nos processos.

A Teoria de Filas (QT – Queueing Theory) tem sido utilizada como ferramenta de estudo e apoio ao processo decisório desde a primeira metade do século XX, sendo desenvolvida por Agner Erlang, sob o propósito de resolver o congestionamento das linhas telefônicas na Dinamarca (Flogliatti & Mattos, 2007).

A detecção de restrições e filas são elementos intimamente ligados à gestão da informação, e sua compreensão é fundamental para otimizar processos, reduzir atrasos e melhorar a tomada de decisão nas organizações que dependem de fluxos informacionais para implementar seus projetos de negócio (Delias et al., 2011). Contudo, os afunilamentos no fluxo informacional podem atrasar ou inviabilizar a gestão por processos e, por conseguinte, as entregas finais dos projetos de negócio.

Objetivo

Em diversos SF, a exemplo de linhas de produção, tem seus os processos relacionados com o cliente (chegadas e serviços) normalmente evoluem numa escala de tempo muito mais rápida do que os processos relacionados com a máquina (tempos de inspeção, manutenção, reparações etc.). As abordagens lineares geralmente utilizadas para derivar a relação causa-efeito, não conseguem retratar o efeito crítico do desperdício comumente subestimado do processo de negócio (Belayutham et al., 2016). Todavia, o estudo dos modelos de filas, podem ser capazes de oferecer condições de prever o comportamento de um processo ou de sistemas de processos, cuja demanda cresce de maneira aleatória, permitindo aplicar métodos de estratificação quantificação de modo a incrementar a qualidade das saídas dos processos, exigida pelo usuário, e a potencializando a economicidade do processo, conforme determina a filosofia Business Process Management (BPM) (Abensur, 2018).

No âmbito dos processos de negócio, a ocorrência de gargalos é uma constante, dado por entraves burocráticos ou modelagem de sistemas ineficazes. Em diversos estudos de planejamento, é comum o tomador de decisão se deparar com problemas de dimensionamento, desempenho ou fluxo de documentos, dados e informações represados em razão de desconhecimento dos gargalos presentes (Abdel-Jaber, 2025). Ou ainda, por falta da adoção de técnicas de priorização de processamento dos dados ou informações encontrados nos SF (Prado, 2022).

Vislumbrando, porém, que o SF tem seu início em gargalos existentes nos processos, é inteligente traçar um paralelo entre a QT com a Teoria das Restrições, (aqui denominada TOC - theory of constraints) (Goldratt, 2014), para incorporar nos processos BPMNTM, métodos de melhoria contínua e gerenciamento dos projetos embarcados nas modelagens pela corrente crítica (Cox III; Schleier Jr., 2013).

Considerando que os projetos são o cerne da tomada de decisão nas organizações, sendo os processos os trilhos por onde se desenrolam tais projetos. Ghaffari & Elmsley (2015) ressaltam as necessidades de elaborar de uma metodologia para a gestão dos riscos de congestionamento de dados e informações já na modelagem os processos de negócio, favorecendo assim a fluxo da corrente crítica dos projetos

Assim, considerando os males causados pelos enfileiramentos de dados e informação contido nos processos, e para a corrente crítica dos projetos de negócio. Então, com base na seguinte pergunta: “Quais são contribuições que a aplicação da QT e da TOC, capazes de dinamizar a arquitetura dos processos e dar fluidez à corrente crítica de projetos de uma Autarquia Federal de Ensino Superior (AFES)”?

Metodologia

O gerenciamento de processos de negócio é uma forma dinâmica de visualizar processos, operações, projetos e riscos (Slack & Lewis, 2009). Dessa forma necessário a agregar metodologias múltiplas para assegurar a fluidez de dados, informações e recursos nas correntes críticas dos projetos derivados dos processos modelados (Rodrigues et al., 2020).

QT é uma ferramenta poderosa para a administração de fluxo de dados na gestão da informação, gerenciando o SF. A gestão adequada dos processos de enfileiramento, são capazes de, além de reduzir custos, alavancar os resultados das entregas dos projetos decorrentes dos processos BPM. Todavia, faz-se necessário um aprofundamento nas disciplinas do SF:

A disciplina de atendimento é o critério definido pela administração do sistema, seja ela humana ou autônoma. Segundo Flogliatti & Mattos, (2007, p. 14), as disciplinas mais utilizadas são:

FIFO (first in – first out);

LIFO (last in – first out);

PRI (priority service);

SIRO (servisse in Random order).

(ou projeto), podem gerar benefício consideráveis em ou ponto da corrente;

Embora existam vários modelos complexos de enfileiramento, uma boa prática é iniciar os trabalhos pelo modelo básico de fila: o M/M/1.

No modelo M/M/1, tanto chegadas quanto processamentos são markovianos (distribuição de Poisson), ou seja, assume tempos de chegada exponenciais, em ponto de processamento único, com tempo de processamento exponencial, com um protocolo do tipo primeiro a chegar, primeiro a ser processado (FIFO). A análise se aplica a casos de população (dados e informações neste caso) infinita. Hoppe & Spearman (2013) ressaltam que, embora não ser uma representação acurada da maioria das estações de trabalho, o sistema de filas M/M/1 é perfeitamente passível de tratamento e oferece ideias válidas para abordar outros sistemas mais complexos e realistas.

Para o sistema M/M/1 são válidas como definições:

? = ritmo médio de chegada;

IC = intervalo médio entre chegadas: $I = 1/?$;

TP = tempo de processamento, atendimento ou serviço (1/?);

μ = Ritmo médio de processamento.

Considerando um modelo hipotético de chegada de entidades, podendo ser dados ou informações) a um ponto de processamento, obedecendo a lei de Poisson, (distribuição exponencial), com a aplicação das fórmulas da TOC, é possível determinar:

probabilidade de chegada ao ponto de processamento e não enfrentar espera P0:

$$P0 = (1 - \mu/TP)^2$$

Número médio de entidades na fila (NF):

$$NF = \mu^2 / (TP^2 - \mu)$$

Número médio de entidades no sistema (NS):

$$NS = \mu / (TP - \mu)$$

Número médio de entidades em processamento (NA):

$$NA = NS - NF$$

Tempo médio de fila (TF):

$$TF = \mu^2 / (TP^2 - \mu)$$

Testar o ritmo de chegada:

$$P0 = (TF^2 / (1 + TF))^2$$

Para desenvolver a pesquisa sobre a TOC e a QT aplicada à gestão dos processos e corrente crítica de projetos informacionais, pode-se adotar o Design Science Research (DSR). Este método de pesquisa é amplamente adotado na engenharia e administração da produção, onde a TOC e QT são amplamente utilizadas sendo uma oportunidade para o pesquisador em Ciências Sociais Aplicadas. A DSR é um método que avança nas pesquisas em sistemas de informação (SI) (Peffers et al., 2007). Os artefatos são abundantes na área de tecnologia da informação (TI) e sistemas de informação, em razão disso, a DSR se torna um método poderoso para a pesquisa empírica e científica, particularmente nas ciências sociais.

“Como todo método de pesquisa, a DSR busca, a partir do entendimento do problema, construir e avaliar artefatos que permitam transformar situações, alterando suas condições para estados melhores ou desejáveis” (Dresch et al., 2015).

Considerações Finais

Este trabalho empírico foi desenvolvido como ensaio para uma pesquisa mais aprofundada do impacto da presença de gargalos, filas e atrasos na corrente crítica dos projetos de negócio oriundos dos processos criados e conduzidos por BPM.

A proposta é trabalhar a gestão da informação, com a aplicação direta da Teoria das Restrições e Teoria das Filas, desenvolvendo um modelo matemático capaz de incrementar o processo decisório, e trazer colaborar com a científicidade da gestão organizacional, na área de Ciências Sociais.

Entretanto, um toolkit matemático poderá ser adotado, quando da realização da pesquisa científica (em caso real). Ferramentas da Pesquisa Operacional Ferramentas de Lógica (Clássica, Fuzzy; Paraconsistente), Além de técnicas de Engenharia de Produção.

Outro ponto importante é a adoção como método de pesquisa, a Design Science Research, que segundo alguns pesquisadores, se trata de uma metodologia adequada à Gestão da informação e das Ciências Sociais em geral (Lacerda et al., 2013). Todavia, para aumentar a robustez da pesquisa, uma triangulação metodológica deve ser aplicada. Nessa estratégia metologias como Estudo de Caso, Pesquisa-Ação e Grounded Theory.

Referências

Abdel-Jaber, H. (2025). Performance Analysis of Diverse Active Queue Management Algorithms. *International Journal of Networked and Distributed Computing*, 13(1). <https://doi.org/10.1007/s44227-025-00056-1>

Abensur, E. O. (2018). Pesquisa Operacional para Curso de Engenharia de Produção. Blucher.

Belayutham, S., González, V. A., & Yiu, T. W. (2016). Clean-lean Administrative Processes: A case study on sediment pollution during construction. *Journal of Cleaner Production*, 126, 134–147. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.091>

Cox III, J. F., & Schleier Jr., J. G. (2013). *Handbook da Teoria das Restrições* (J. F. Cox III & J. G. Schleier Jr., Orgs.; B. Honorato, Trad.). Bookman.

Delias, P., Doulamis, A. D., Doulamis, N. D., & Matsatsinis, N. (2011). Optimizing Resource Conflicts in Workflow Management Systems. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering*, 23(3), 417–432. <https://doi.org/10.1109/TKDE.2010.113>

Dresch, A., Lacerda, D. P., & Antunes Júnior, J. A. V. (2015). Design Science Research: Método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia. Bookman.

Dudin, A. N., Klimenok, V. I., & Vishnevsky, V. M. (2020). The Theory of Queuing Systems with Correlated Flows. Springer. [https://doi.org/https://doi.org/10.1007/978-3-030-32072-0](https://doi.org/10.1007/978-3-030-32072-0)

Flogliatti, M. C., & Mattos, N. M. C. (2007). Teoria de Filas. Interciênciia.

Ghaffari, M., & Elmsley, M. W. (2015). Current Status and Future Potential of the Research on Critical Chain Project Management. *PM World Journal*, 4(9). <https://pmworldlibrary.net/wp-content/uploads/2015/09/pmwj38-Sep2015-Ghaffari-Emsley-research-on-critical-chain-second-edition.pdf>

Goldratt, E. M. (2014). Corrente Crítica: Teoria das Restrições (TOC) em Gestão de Projetos. Nobel.

Hopp, W. J., & Spearman, M. L. (2013). A Ciência da Fábrica (P. N. Migliavacca, Trad.; 30 ed). Bookman.

Knaggs, C., Pollard, S., & Wang, W. (2012). Applying theory of constraints in administrative process: An experiment from the U.S. government. *2012 International Conference on Management Science & Engineering 19th Annual Conference Proceedings*, 2012–2020. <https://doi.org/10.1109/ICMSE.2012.6414447>

Lacerda, D. P., Dresch, A., Proença, A., & Antunes Júnior, J. A. V. (2013). Design Science Research: Método de pesquisa para a engenharia de produção. *Gestão e Produção*, 20(4), 741–761. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2013005000014>

Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>

Prado, D. (2022). Teoria das Filas e da Simulação (70 ed, Vol. 2). Falconi Editora.

Rodrigues, S. D., Melo, A. H., & Atvars, T. D. Z. (2020). Conceitos, Metodologias e Ferramentas de BPM e Desenvolvimento Ágil em Projetos Estratégicos. Em M. P. Serafim & T. D. Z. Atvars (Orgs.), *Planejamento e Gestão estratégica no Setor Público* (p. 235–254). Unicamp.

Senderovich, A., Weidlich, M., Yedidsion, L., Gal, A., Mandelbaum, A., Kadish, S., & Bunnell, C. A. (2016). Conformance Checking and Performance Improvement in Scheduled Processes: A queueing-network perspective. *Information Systems*, 62, 185–206. <https://doi.org/10.1016/j.is.2016.01.002>

Slack, N., & Lewis, M. (2009). *Estratégia de Operações* (S. De Oliveira, Trad.; 2o ed). Bookman.