

O uso de informações de patentes para identificar modelos matemáticos utilizados para o tratamento de *Job Shop Problem*

Use of patent information to identify mathematical models used for treatment of Job Shop Problem

Renato Penha

Universidade Nove de Julho, São Paulo
renato.penha@uninove.br

Cláudia Terezinha Kniess

Universidade Nove de Julho, São Paulo
kniesscl@yahoo.com.br

Luc Quoniam

Université du Sud Toulon Var, Toulon, França
mail@quoniam.info

Resumo

Este artigo tem como objetivo identificar os modelos matemáticos utilizados para o tratamento de Job Shop Problem. A pesquisa se baseia em uma análise qualitativa exploratória de informações de patentes depositadas em base de dados de acesso público. Os resultados demonstram que as informações contidas em patentes podem contribuir para apresentar um cenário dos modelos matemáticos empregados o tratamento de Job Shop Problem e a identificar oportunidades de desenvolvimentos ou a criação de novos produtos baseados nos modelos matemáticos identificados.

Palavras-chave: Job Shop Problem, Patentes, Modelos Matemáticos.

Abstract

This article aims to identify the mathematical models used for the treatment of Job Shop Problem. The research is based on an exploratory qualitative analysis of patent information deposited in publicly accessible database. The results demonstrate that the information contained in patents can help provide a scenario of mathematical models used the treatment of Job Shop Problem and identify opportunities for development or the creation of new products based on the identified mathematical models.

Keywords: Job Shop Problem, Patents, Mathematical Models.

1. Introdução

Problemas relacionados à alocação de recursos, com o objetivo de executar um conjunto de tarefas no tempo, possuem soluções complexas e de grandes desafios computacionais (Baker, 1974). O grande desafio é definir a melhor relação de precedência entre as atividades e o tempo total de espera de alocação de um determinado recurso.

A busca interna pela melhor alocação dos recursos em um determinado conjunto de tarefas com a finalidade de aumentar o desempenho, caracteriza a existência do *Job Shop Problem* (JSP) (Jain & Meeran, 1999). Devido ao alto grau de complexidade na construção de uma solução aos problemas causados pelo JSP, Lagewag, Lenstra & Rinnoy Kan (1979) apontam que as melhores soluções são propostas através do uso de modelos matemáticos.

O uso de um modelo matemático mais adequado em busca da solução para o problema de JSP pode trazer grandes benefícios, como a liberação de um recurso mais rápido de uma tarefa ou de evitar problemas com atraso de atividades por concorrência de um mesmo recurso. Nesse sentido, pode-se adotar o uso de um modelo matemático eficaz através do uso de patentes.

As informações contidas nas patentes podem ser utilizadas como fonte de informação tecnológica. O uso dessas informações tem como objetivo identificar alternativas e apoiar na solução de problema de alta complexidade, na avaliação de novos mercados, em busca de tecnologias emergentes e de atividades de pesquisa e desenvolvimento (Puhlmann & Moreira 2004; Griliches, 1994).

Este trabalho tem como objetivo identificar os modelos matemáticos usados para o tratamento ao JSP através do uso das informações de patentes. A pesquisa é abordada através de uma análise exploratória de dados disponíveis em base de dados de patentes de domínio público. De posse dos dados obtidos, é apresentando um cenário com todos os modelos propostos para tratamento do JSP. Não foi objetivo deste trabalho identificar o melhor modelo ou apresentar uma tendência de uso de um determinado modelo matemático. O resultado do mapeamento dos modelos matemáticos propostos para o tratamento ao JSP contidos em informações de patentes pode contribuir para identificar oportunidades de desenvolvimentos de novas soluções tecnológicas ou a criação de novos produtos baseados nos modelos matemáticos identificados.

Na próxima seção, será apresentada a fundamentação teórica sobre JSP, patente e do uso de patentes como fonte de informação. Na seção seguinte, serão abordados os procedimentos metodológicos. Em seguida, serão apresentados os resultados. Por fim, concluímos o artigo apresentando as limitações desta pesquisa e recomendações para pesquisas futuras.

2. Fundamentação teórica

2.1 O Job Shop Problem (JSP)

O JSP é definido como a dificuldade em se determinar um planejamento de alocação de recursos através do melhor sequenciamento entre atividades, inseridas em um ambiente de alta concorrência de recursos (Fattahi *et al.*, 2006). Essa discussão também é apresentada por Tavakkoli-Moghaddam *et al.* (2005) como uma das mais complicadas tarefas a serem executadas e que a busca para a sua solução ótima ocorre através de uso de um modelo matemático.

Como consequência, o JSP pode trazer problemas relacionados à alocação de recursos relacionados à tarefa de executar um conjunto de atividades ao longo do tempo (Baker, 1974). A solução para esses problemas é considerada complexa, de grande desafio computacional, e considerada um problema matemático de fator combinatória caracterizado por uma complexidade do tipo NP-completo (Lagewag, Lenstra & Rinnoy Kan, 1979).

Com o objetivo de exemplificar esse cenário, a Figura 1 apresenta um problema clássico de JSP composto por 3 recursos e 4 atividade, onde cada valor corresponde ao tempo estimado de execução da atividade, e cada atividade é executada unicamente por cada recurso.

Figura 1 – Modelo de Job Shop Problem de dimensão 3x4

		M_1	M_2	M_3	M_4
J_1	$O_{1,1}$	1	4	5	8
	$O_{2,1}$	7	5	6	5
J_2	$O_{1,2}$	2	5	6	2
	$O_{1,3}$	12	5	4	7
J_3	$O_{2,3}$	5	6	3	5
	$O_{3,3}$	2	4	12	5

Fonte: Guimarães (2007: 66)

Os problemas causados pelo JSP são considerados de otimização e são compostos por fatores combinatórias de alta complexidade. A solução para esses problemas podem ser representadas através da utilização de uma lista de sequenciamento de atividades aliada ao melhor uso do recurso, onde a alocação do recurso resultante na solução ocorre através do uso de um modelo matemático (Nowicki & Smutnicki, 1996; Lagewag, Lenstra & Rinnoy Kan 1979; Laslo, 2010). Uma possível solução para o problema apresentado na Figura 1 é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Possível solução para um Job Shop Problem de dimensão 3x4

T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7	T_8
(1,1,4,1)	(1,2,2,1)	(2,2,1,2)	(2,1,4,1)	(3,2,2,2)	(3,1,1,3)	(1,3,3,3)	(2,3,4,1)

Fonte: Guimarães (2007: 66)

2.2 O conceito de patente

Patente, na sua formulação clássica, é uma concessão pública, conferida pelo Estado, que garante ao seu titular a exclusividade ao explorar comercialmente a sua criação. É considerado um instrumento valioso e imprescindível para que a invenção e a criação industrializável se torne um investimento rentável, independente da sua temporalidade (INPI, 2013). No Brasil e em países em processo de industrialização recente, existe um conceito indevido sobre o uso de patentes como sistema de propriedade. Nesses países as

peças tendem a compreender as patentes como meros monopólios, limitando o crescimento e concentrando a riqueza nas mãos de poucos (Macedo & Barbosa, 2000).

A relevância do uso de patentes é apresentada pela WIPO (2004), apontando que 90% a 95% das invenções mundiais podem ser encontradas em documentos de patentes. Esse índice é asseverado por Yeap, Loo & Pang (2003), que apontam que as informações contidas em patentes podem contribuir para soluções de problemas técnicos e de alta complexidade.

Os registros de patentes estão disponíveis em bancos de dados de acesso público (Griliches, 1998). O uso das informações de patentes possui vantagens e desvantagens. A desvantagem é que seu registro deve ter seu método, processo ou sistema descrito de forma precisa, facilitando seu entendimento. A desvantagem é que as melhorias, quando publicadas, podem motivar toda a comunidade científica e acadêmica a direcionar atividades de pesquisa para a área daquela patente, permitindo um progresso mais acelerado (Malvar, 2005).

2.3 O uso de patente como fonte de informação

Informação Tecnológica (IT) é definida por Norte (2010) como todo tipo de conhecimento sobre tecnologias de fabricação, de projeto e de gestão, de qualidade e com inovação no setor produtivo. A patente é considerada uma importante fonte de IT, permitindo o conhecimento de novas tecnologias, de forma rápida, seguindo as instruções da descrição original do invento (França, 1997). Ao mesmo tempo, as patentes possuem restrição de uso territorial, valendo apenas em países que concederam a carta-patente. Esse valor corresponde a aproximadamente 95% das patentes em vigor em países industrializados são de domínio público nos outros países, podendo assim ser livremente utilizadas (França, 1997; Quoniam, Kniess & Mazzieri, 2014).

A patente é considerada por Kono & Quoniam (2014) como um instrumento competitivo e uma fonte importante de IT capaz de permitir a dispersão do conhecimento para novas tecnologias de forma rápida. Uma forma de auxílio na busca de IT promovida por patentes ocorre através do uso do Código Internacional de Patentes (IPC). O IPC caracteriza não o produto em si, mas a funcionalidade do seu processo tecnológico utilizando códigos

hierárquicos e relacionados. O objetivo é evitar a dependência da idiosincrasia do examinador que ao definir o assunto da patente, pode gerar um código impreciso (Kono & Quoniam, 2014; Quoniam, Kniess & Mazzieri, 2014).

Para ter uma ideia do volume de IT contida em bancos de dados de patentes, o *World Intellectual Property Indicators* (Economics & Series, 2012) divulgou em seu relatório, composto por 88 países, que aproximadamente 1,91 milhão de pedidos de depósitos de patentes foram realizados no mundo no ano de 2009. Outro dado importante do relatório é que cerca de 6,7 milhões de patentes estão em vigor no mundo. O relatório estima que 80 milhões de documentos de patentes em média são de acesso público e que tramitam informações técnicas relevantes e úteis para pesquisa e desenvolvimento de tecnologias. Diante desse cenário, França (1997) aponta que as informações de patentes são providas de conceitos técnicos e científicos, bem como de detalhes práticos de processos, sendo uma fonte para o levantamento de IT, em relação ao uso ou a evolução de uma determinada tecnologia.

Por fim, as informações contidas nas patentes são consideradas as mais recentes sobre uma determinada área e o uso dessas informações permitem adquirir conhecimentos sobre qualquer tipo de tecnologia, produto e/ou processo (Kono & Quoniam, 2014).

Nesse sentido, identificar os possíveis modelos matemáticos para tratamento de JSP contido em informações patentárias, pode contribuir para o desenvolvimento ou a criação de novos produtos tecnológicos para a solução dos problemas causados pelo JSP.

3. Método

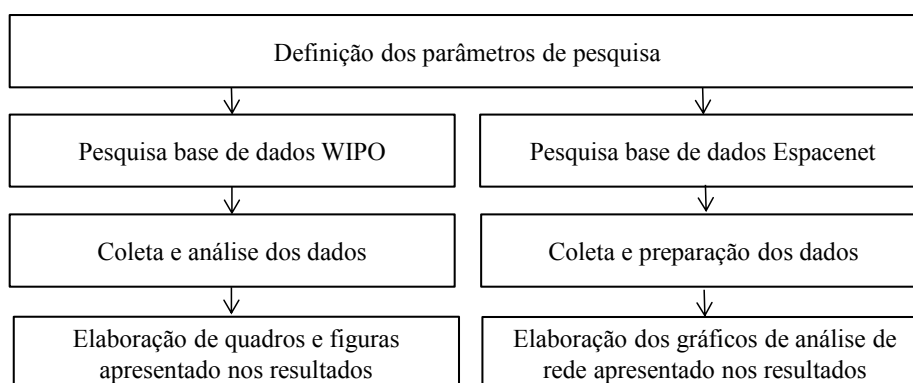
3.1 Pesquisa

Este estudo é de caráter qualitativo com uso de pesquisa exploratória. Foram utilizados como unidade de análise, modelos matemáticos utilizados para a solução do JSP. A pesquisa exploratória permite uma melhor compreensão do problema a ser estudado, o entendimento e o inter-relacionamento de suas variáveis, a decomposição e ou

estratificação de fases necessárias para sua solução. Permite o levantamento e análise de informações disponíveis associadas a um problema (Gil 2006; Vergara 1988).

Para a etapa de levantamento das informações de patentes foram definidos os parâmetros a serem utilizados como filtro de pesquisa. Na sequência, foi efetuada a pesquisa na base de dados de patentes de acesso público *Patentscope*, respeitando os parâmetros de pesquisa. Por fim, os dados foram coletados e os resultados demonstrados em formas de quadros e figuras. A Figura 3 representa o esquema adotado como procedimento metodológico.

Figura 3: Apresentação dos procedimentos metodológicos adotados



Fonte: Elaborado pelos autores

3.2 Procedimentos

O termo *job shop problem* foi utilizado como palavra-chave para a pesquisa. O período da pesquisa foi entre os anos de 1950 a 2014. O resultado da pesquisa foi exportado, os dados foram agrupados e analisados. As informações resultantes da pesquisa abordam a quantidade de patentes, os países depositantes, a respectiva classificação, o grupo, o subgrupo e função das patentes, dando origem aos quadros e figuras apresentados na seção de resultados deste trabalho.

A análise de dados envolveu o exame, a categorização ou combinação de evidências e foi realizada em paralelo com a coleta, o tratamento e a análise dos dados (Creswell, 2003) com auxílio da ferramenta de análise *Patentscope*.

Por fim, foi elaborada uma análise de redes, resultante da pesquisa efetuada na base de dados de patentes *Espacenet*, com o objetivo de apresentar o relacionamento entre o grupo, subgrupo e função de patentes que possuem modelos matemáticos que tratam o JSP. A análise de rede procura monitorar padrões de comunicação entre os pontos de intersecção com o objetivo de estabelecer a sua estrutura de relacionamento. A análise de rede tem a finalidade de estabelecer um estudo gráfico demonstrando a relação simétrica e assimétrica entre os objetos pertencentes à rede. O resultado dessa análise pode ser usado para encontrar uma forma ideal para resolução de otimização combinatória.

3.3 Amostra

O resultado da pesquisa na base retornou 139 patentes. De posse desse cenário, foi utilizada a ferramenta de análise *Patentscope* com o objetivo de obter informações sobre os países que abordam o tratamento ao JSP. Em relação aos maiores depositantes, o Japão se destaca com 130 patentes. China é o segundo maior depositante com 4 patentes. O resultado com o cenário de todos os depositantes é demonstrado no Quadro 1.

Quadro 1 – Países depositantes de patentes que abordam o Job Shop Problem

País	Total
Japão	130
China	4
PCT - Tratado de Cooperação de Patentes	2
Canadá	1
República da Coreia	1
Estados Unidos	1

Fonte: *Patentscope* - WIPO

Em seguida, o objetivo foi obter dados sobre as tecnologias aplicadas no tratamento ao JSP através de informações de classificação de patentes. As duas principais classificações de patente resultado da pesquisa foram a G06Q com um total de 73 patentes e a G06F com 49

patentes. O Quadro 2 demonstra a classificação da patente, a função, aplicação, o procedimento de uso e o total de patentes por classificação.

Quadro 2 – Classificação de patentes que tratam o Job Shop Problem

Classificação Patente	Descrição		Total
G06Q	G 06 Q	Física. Computação; de cálculo incorporado; contagem. Sistemas ou métodos de processamento de dados, especialmente adaptado para administrativo, comerciais, financeiros, de fiscalização ou previsão; sistemas ou métodos especialmente adaptados para administrativas, comerciais, financeiros, administrativos, de fiscalização ou efeitos de previsão, não incluídos em outros.	73
G06F	G 06 F	Física. Computação; de cálculo incorporado; contagem. Elétrico digital informática (computadores em que uma parte da computação é efetuada hidraulicamente ou pneumáticamente G06D, G06E opticamente; sistemas computacionais baseados em modelos computacionais específicos G06N).	49
G05B	G 05 B	Física. Controle; regulação. Controle ou sistemas regulares em geral; elementos funcionais desses sistemas; vigilância ou de controlo arranjos para tais sistemas ou elementos (atuadores ou sistemas de fluido de pressão que agem por meio de fluidos em geral; F15B válvulas por SEF16K; caracterizadas por características mecânicas só G05G; elementos sensíveis, ver as subclasses apropriadas, por exemplo, G12B, subclasses de G01 , H01; corrigindo unidades, consulte as subclasses apropriadas, por exemplo, H02K).	21
B41J	B 41 J	Execução das operações; transporte. Impressão; máquinas guarnição; máquinas de escrever; selos. Máquinas de escrever; mecanismos de impressão seletiva, ou seja, mecanismos de impressão; correção de erros de	17

		digitação.	
G07G	G 07 G	Física Dispositivos; checagem. Registrando o recebimento de dinheiro, objetos de valor, ou <i>tokens</i> .	12
H04N	H 04 N	Eletricidade. Elétrica técnica de comunicação. Transporte ou armazenamento dispositivo, por exemplo, transportadores de carga ou depósito, sistemas de transporte loja ou transportadores tubo pneumático.	10
H01L	H 01 L	Eletricidade Elemento básico elétrico. Dispositivos semicondutores; dispositivos de estado sólido elétricos não incluídos em outro local.	10
B65G	B 65 G	Execução das operações; transporte. Transporte; embalagem; armazenamento; manipulação de material fino ou filamentosos. Transporte ou armazenamento dispositivo, por exemplo, transportadores de carga ou depósito, sistemas de transporte loja ou transportadores tubo pneumático.	6
G06K	G 06 K	Física. Computação; de cálculo incorporado; contagem. Reconhecimento de dados; apresentação de dados; transporte gravação; manipulação transporte gravação.	5
B23Q	B 23 Q	Execução das operações; transporte. Máquinas-ferramentas; metalurgia não incluída em outro. Detalhes, componentes ou acessórios para máquinas-ferramentas, por exemplo, modalidades de copiar ou controle (ferramentas do tipo dos utilizados em tornos e máquinas de perfuração B23B 27/00); máquinas ferramentas em geral, caracterizado pela construção de detalhes particulares ou componentes; combinações ou associações de metalurgia máquinas não direcionado para um determinado resultado.	5

Fonte: *Patentscope* - WIPO

Identificado o total de patentes disponíveis para acesso público, mapeado os países depositantes e a classificação das patentes, o objetivo foi identificar os modelos matemáticos utilizados pelas patentes em busca da solução do JSP. Para isso, todas as patentes foram analisadas e classificadas em relação aos modelos matemáticos utilizados.

4. Resultados

O objetivo dessa pesquisa foi identificar os modelos matemáticos utilizados no tratamento ao JSP através de informações contidas em patentes, disponíveis em base de dados de acesso público.

Como resultado, das 139 patentes disponíveis, 128 não apresentam modelos matemáticos, apenas tratam a solução do JSP de maneira conceitual. Observou-se que 7 patentes apresentam modelos matemáticos, sendo 3 patentes apresentando modelos matemáticos paramétricos e 4 patentes apresentam modelos matemáticos não paramétricos com utilização de algoritmo genético. O Quadro 3 apresenta a lista com as patentes que apresentam algum modelo matemático para a solução do JSP. É apresentado o número da publicação, a classificação da patente, número da aplicação e o tipo de tecnologia adotada na solução.

Quadro 3 – Lista de patentes e o modelo matemático adotado para a solução do Job Shop Problem

Número da publicação	Classificação da patente	Número da aplicação	Tecnologia adotada na solução
CN103440533 (A)	G06Q10/04 G06Q50/04	CN20131384776	Modelo matemático paramétrico
KR20120138549 (A)	G06Q50/04 G06F19/00 G06Q10/08	KR20110058112	Modelo matemático não paramétrico com uso de algoritmo genético
CN102222274 (A)	G06Q10/00	CN2011183912	Modelo matemático paramétrico

CN101630380 (A)	G06Q10/00	CN2009123249	Modelo matemático não paramétrico com uso de algoritmo genético
JPH08315028 (A)	B23Q41/08 B65G61/00 G05B19/418 G06Q50/00 G06Q90/00 G06F17/60 B23Q41/08	JP19950122762	Modelo matemático não paramétrico com uso de algoritmo genético
JPH09282359 (A)	G05B19/418 B65G61/00 G06F19/00 G06Q50/00 G06F17/60	JP19960086788	Modelo matemático paramétrico
JPH05225203 (A)	G05B19/418 B65G61/00 G06F19/00 G06N3/00 G06Q50/00 G06F15/20 G06F15/21	JP19920029220	Modelo matemático não paramétrico com uso de algoritmo genético

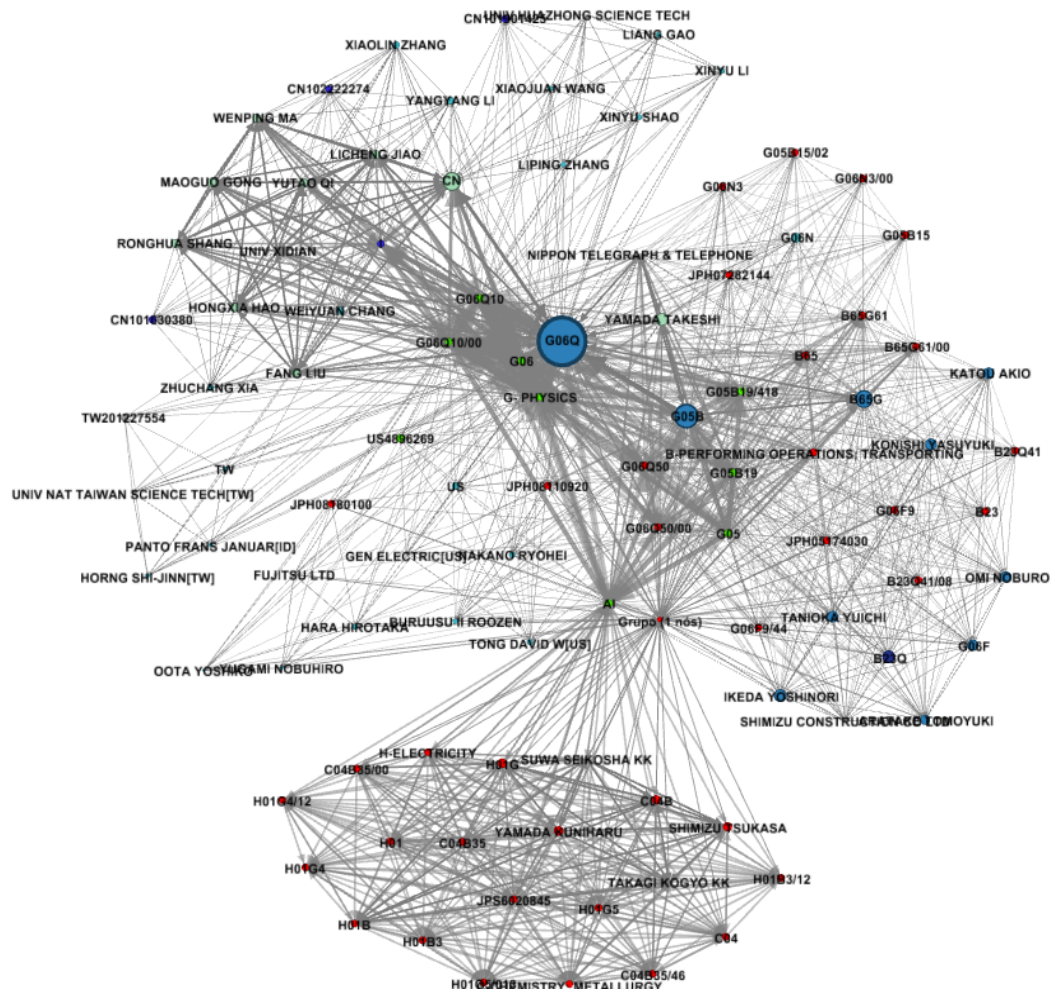
Fonte: *Patentscope* - WIPO

A utilização das informações de classificação de patentes é considerada um dos principais meios para o aproveitamento dos conhecimentos tecnológicos (Quoniam, Kniess & Mazzieri, 2014). O uso destas informações pode contribuir para solucionar os problemas causados pelo JSP através do uso de modelos matemáticos.

Análise de rede das patentes que tratam o *Job Shop Problem*

Diante da condição que os problemas causados pelo JSP são considerados de otimização combinatória, foi elaborado um gráfico de redes contendo a relação de todas as patentes e seus respectivos inventores, encontradas para o tratamento de JSP disponíveis na base de dados de patentes *Espacenet*, demonstrado na Figura 4.

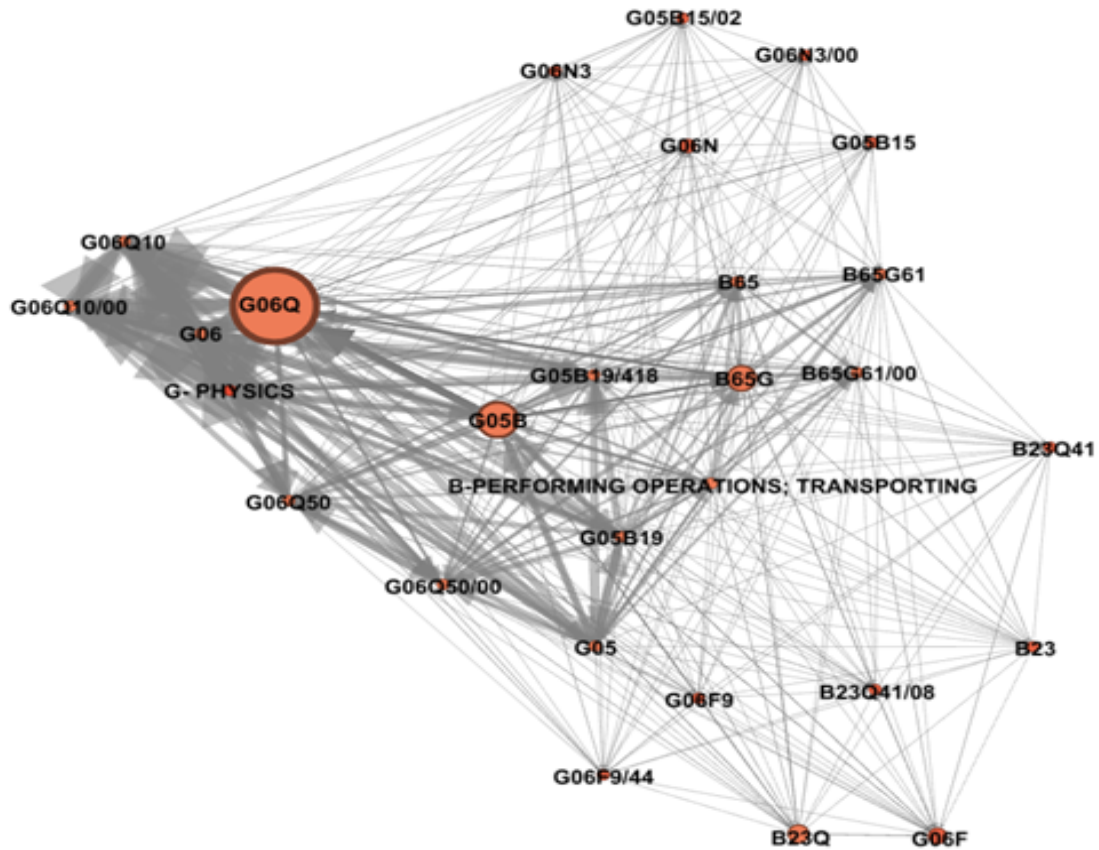
Figura 4 – Relações entre patentes e seus inventores que abordam tratamento ao Job Shop Problem



Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado da pesquisa na base *Espacenet*

O relacionamento entre as patentes ocorre através da classificação de patentes. O grupo de uma patente pode estar associado a um ou mais subgrupos de patente. A Figura 5 apresenta a relação de grupo, subgrupo e função de patentes que tratam o JSP através do uso de modelos matemáticos.

Figura 5 – Relação entre o grupo, subgrupo e função de patentes que tratam o Job Shop Problem através do uso de modelos matemáticos



Fonte: Elaborado pelos autores com base no resultado da pesquisa na base *Espacenet*

5. Conclusões

Certamente as patentes são consideradas bases ricas de informações técnicas. As informações contidas nesses documentos garantem que o conhecimento técnico qualificado possa ser extraído através de consultas a base de dados de acesso público (Yeap, Loo & Pang, 2003). O mapeamento de patentes se torna uma fonte importante de informação (Kono & Quoniam, 2014) além de permitir encontrar oportunidades por parte das empresas de novos produtos ou tecnologias.

O acesso às informações disponíveis em base de dados de patentes de acesso público serviu para identificar as patentes utilizadas para o tratamento de JSP. De um total de 139 patentes, o Japão é disparado o maior depositante com 130 patentes. O segundo maior depositante é a China com 4 patentes.

Utilizando as informações de classificação de patentes (IPC), foi possível mapear a função, a aplicação e os procedimentos de uso das patentes. O IPC serve para classificar o conteúdo técnico de uma patente. Permite a recuperação fácil da tecnologia desejada, bem como fornece uma base para determinação de dados estatísticos de certos parâmetros tecnológicos. É composto por uma letra, que indica sua seção, em seguida por um número de dois dígitos indicando sua classe e opcionalmente, por uma letra subsequente indicando a sua subclasse (por exemplo, B60N). Desse modo, permite identificar a função, aplicação e o procedimento de uso das patentes. (WIPO, 2004). Os resultados apontaram que a classificação de patente G06Q é que mais se relaciona entre as patentes que abordam o JSP.

De acordo com a premissa que a solução para otimização combinatória é proposta através do uso de modelos matemáticos (Lagewag, Lenstra & Rinnoy Kan, 1979), as patentes foram analisadas com a finalidade de identificar os modelos matemáticos utilizados no tratamento ao JSP. Somente 11 das 139 patentes apresentam modelos matemáticos para solução dos problemas de otimização combinatória. As 128 patentes restantes tratam a solução apenas de forma conceitual, não apresentando nenhum tipo de uso de modelo matemático. Esse resultado se justifica devido ao fato de que os problemas provocados pelo JSP são de difíceis soluções matemáticas (Nowicki & Smutnicki, 1996).

O relacionamento entre as patentes contribuem para apontar a relevância de uma determinada informação ou tecnologia. O gráfico de redes entre o grupo, subgrupo e função de patentes que tratam o JSP mostram a relevância da classificação de patente G06Q. Todas as patentes que apresentam modelos matemáticos se relacionam com essa classificação de patente, demonstrando a importância dessa classificação como fonte importante de IC no tratamento de solução ao JSP.

6. Recomendações

Este trabalho teve como objetivo identificar os modelos matemáticos disponíveis em base de dados de patentes de acesso público que tratam a solução para os problemas de otimização combinatória provocados pelo JSP. Não foi objetivo identificar o melhor modelo ou apresentar uma tendência de tecnologia.

Como sugestão para trabalhos futuros recomenda-se a realização de pesquisas com o objetivo de analisar a aderência do uso dos modelos matemáticos resultados desta pesquisa por meio de uso computacional na busca da solução de JSP. Entende-se também como relevante uma pesquisa comparativa entre os modelos, com a finalidade de apresentar as tendências de utilização de cada tipo de modelo matemático.

7. Referências Bibliográficas

- BAKER, K. R. (1974). *Introduction to sequencing and scheduling*. Canada: John Wiley and SonsInc.
- CRESWELL, J. W. (2003). *Research Design*. Sage Publications, London.
- ECONOMICS, W., & Series, S., (2012). World Intellectual Property Indicators.
- FATTAHI, P., Mehrabad, M. S., & Aryanezhad, M. B. (2006). An algorithm for multi-objective job shop scheduling problem. *Journal of Industrial Engineering International*, 3, 43-53.
- FRANÇA, R. O. (1997). Patente como fonte de informação tecnológica. *Perspectivas em ciência da informação*, 2(2).
- GIL, A. C. (2006). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4.a edição, Editora Atlas, São Paulo.
- GRILICHES, Z. (1984). *R & D, Patents, and Productivity*. University of Chicago Press.
- GRILICHES, Z. (1998). Patent statistics as economic indicators: a survey. In *R&D and productivity: the econometric evidence* (pp. 287-343). University of Chicago Press.
- GUIMARÃES, K. F. (2007). *Escalonamento genético FJSP com tempo de configuração dependente da sequencia*. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.
- INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL (INPI). 2013. Site www.inpi.gov.br.

- JAIN, A. S., & Meeran, S. (1999). Deterministic job-shop scheduling: past, present and future. *European Journal of Operational Research*, 113, 390–434.
- KONO, C. M., & Quoniam, L. (2014). A contribuição de patentes para a novação de um produto sustentável: estudo de caso de um trocador de calor. Recuperado de <https://repositorio.uninove.br/xmlui/handle/123456789/457>
- LAGEWAG, B. J., Lenstra, J. K., & Rinnooy Kan, A. H. G. (1979). Job shop scheduling by implicit enumeration. *Management Science*, 24, 441-450.
- LASLO, Z. (2010). Project portfolio management: An integrated method for resource planning and scheduling to minimize planning/scheduling-dependent expenses. *International journal of project management*, 28(6), 609-618.
- MACEDO, M. F. G., & Barbosa, A. F. (2000). *Patentes, pesquisa e desenvolvimento*. Fiocruz.
- MALVAR, H. (2005). Aspectos da gerência de propriedade intelectual na Microsoft Research. In: Neto, A.; Panigassi, R. (Org) *Propriedade Intelectual O Caminho para o Desenvolvimento*. Microsoft Brasil. São Paulo.
- NORTE, M. B. (2010). *Glossário de termos técnicos em Ciência da Informação*. Oficina Universitária, São Paulo: Cultura Acadêmica.
- NOWICKI, E.; Smutnicki, C. (1996). A Fast Taboo Search Algorithm for the Job Shop Problem. *Management Science*, 42(6), 797–813.
- PUHLMANN, A. C. A., & Moreira, C. F. (2004). *Noções gerais sobre proteção de tecnologia e produtos: versão inventor*. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas.
- QUONIAN, L., Kniess, C. T., & Mazzieri, M. R. (2014). A patente como objeto de pesquisa em Ciências da Informação e Comunicação. *Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação*, 19(39), 243–268.
- TAVAKKOLI-MOGHADDAM, R., Jolai, F., Vaziri, F., Ahmed, P. K., & Azaron, A. (2005). A hybrid method for solving stochastic job shop scheduling problems. *Applied Mathematics and Computation*, 170(1), 185-206.
- VERGARA, S. C. (1998). *Projetos e relatórios de pesquisa em administração*. Atlas, São Paulo.
- WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (2004). (éd.): *WIPO intellectual property handbook: policy, law and use*. World Intellectual Property Organization. Recuperado em 20 de Julho, 2014, de <http://www.wipo.int/about-ip/en/iprm/>.
- YEAP, T., Loo, G. H., & Pang, S. (2003). Computational patent mapping: intelligent agents for nanotechnology. In *IEEE Proceedings of International Conference on MEMS, NANO and smart systems* (pp. 274-278).

Notas finais:

¹ PATENTSCOPE –Ferramenta de busca do Escritório Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO) <http://patentscope.wipo.int/search/en/advancedSearch.jsf>

² WIPO - World Intellectual Property Organization – Em português – Organização Mundial da Propriedade Intelectual