

Tomada de decisão multicritério para seleção de tecnologias na produção agrícola com abordagem FUZZY

Mônica Cristine Scherer Vaz (UTFPR) monicavaz@alunos.utfpr.edu.br

Luciano Medina Macedo (UTFPR) medina.ppgebb@gmail.com

Dimas Soares Junior (IAPAR) dimasjr@iapar.br

Adriane Alfaro (UNOPAR) adriane.alfaro@gmail.com

Juliana Vitória Messias Bittencourt (UTFPR) julianavitoria@utfpr.edu.br

Resumo:

Um método para tomada de decisão multicritério compreende um conjunto de alternativas, dentre as quais os decisores devem classificar de acordo com os pesos, um conjunto finito de critérios. O método Simple Additive Weighting - SAW é utilizado para diversas áreas de aplicação na literatura. O objetivo deste artigo é classificar a importância das tecnologias utilizadas na produção agrícola utilizando o método SAW com abordagem FUZZY, bem como comparar os resultados obtidos com o método AHP. Para a realização deste trabalho foi aplicado o levantamento de dados com técnicos do IAPAR sobre a importância de cada tecnologia, considerando critérios como melhoria da qualidade do produto, redução dos custos, redução do impacto para o meio ambiente, dentre outros. Posteriormente, foi aplicado o método FSAW e o resultado comparado com o AHP. Através da utilização deste método, o resultado da ponderação dos descritores do modelo de capacidade tecnológica é calculado para cada tecnologia utilizada nas fases do ciclo de produção agrícola, enquanto que, no método AHP, a classificação do peso é realizada no nível da fase de produção, possibilitando dessa forma um avanço no cálculo do índice de Capacidade Tecnológica.

Palavras chave: Capacidade Tecnológica, SAW, Tomada de decisão multicritério

Multicriterial decision making for selection of technologies in the agricultural production with FUZZY approach

Abstract

A method for multicriterial decision making understands a group of alternatives, among which the decisores should classify in agreement with the weights, a finite group of criteria. Simple Additive Weighting (SAW) method is used for several application areas in the literature. The objective of this article is to classify the importance of the technologies used in the agricultural production using the method SAW with approach FUZZY, as well as to compare the results obtained with the method AHP. For the accomplishment of this work the rising of data was applied with technicians of IAPAR on the importance of each technology, considering criteria as improvement of the product quality, reduction of the costs, reduction of the impact for the environment, among others. Later, the method was applied FSAW and the result compared with AHP. Through the use of this method, the result of the consideration of the descriptors of the model of technological capacity is calculated for each technology used in the phases of the agricultural production cycle, while, in the method AHP, the classification of the weight is accomplished in the level of the production phase, making possible in that way a progress in the calculation of the index of Technological Capacity.

Key-words: Technological Capacity Index, SAW, multicriterial decision making.

1. Introdução

A utilização de métodos de apoio a tomada de decisão multicritério visa apoiar o decisor do processo na avaliação das alternativas disponíveis de acordo com critérios pré-estabelecidos. Campos (2010) apresenta um resumo da composição básica de um método de apoio à decisão: a) Decisor: indivíduo ou grupo com papel de avaliar as alternativas do problema e identificar a melhor alternativa de acordo com sua relação de preferência; b) Alternativas: conjunto de opções possíveis com base no qual o decisor fará sua escolha; c) Critérios: objetivos a serem atingidos, utilizados como parâmetros de avaliação para o conjunto de alternativas; d) Escala: graduação utilizada para diferenciar as opções de escolha do decisor; e) Matriz de Avaliação ou Decisão: apresenta as alternativas com relação aos n critérios de avaliação.

Um método para tomada de decisão multicritério (MCDM - Multiple Criteria Decision Making) compreende um conjunto finito de alternativas, dentre as quais os decisores devem selecionar, avaliar ou classificar de acordo com os pesos, um conjunto finito de critérios (CHANG, 2009). Um dos métodos MSDM utilizados na literatura, é denominado SAW (Simple Additive Weighting), utilizado pela primeira vez por Churchman e Ackoff, em 1945 (MOKHTARI, 2013).

Segundo Velasquez (2013), entre as vantagens da utilização do método SAW pode-se citar a simplicidade do cálculo por não requerer programas computacionais e ser intuitivo para os tomadores de decisão. A técnica consiste em quantificar os valores atribuídos às alternativas para cada critério através de matriz de decisão, normalizando esses valores e atribuindo pesos de importância para cada critério. A alternativa com o resultado mais alto é selecionada como a preferida.

Para apoiar a classificação de critérios imprecisos, é possível utilizar o método SAW com abordagem Fuzzy, denominando essa junção de FSAW (Fuzzy Simple Additive Weighting). É utilizada para evitar atribuir um valor inteiro para um julgamento subjetivo, utilizando-se então um valor dentro de um intervalo de incerteza contido num intervalo numérico $[0,1]$, onde a certeza absoluta é representada pelo valor 1. Chang et al. (2006) utilizou o Fuzzy visando desenvolver um processo de seleção de fornecedores, considerando diferentes critérios (design, preço, qualidade, processo de entrega, entre outros) nas diferentes fases do ciclo de vida do produto. Sagar, et al. (2013) utilizou-se dessa abordagem FSAW para avaliar diferentes estratégias de manutenção (corretiva, preventiva, baseada em condição, oportunista, preditiva e reparos) e os critérios de avaliação relacionados aos impactos dessas alternativas para: qualidade, inventário de peças, custo de aquisição de peças, custo de mão-de-obra, confiabilidade, segurança, instalações, custo dos equipamentos de apoio e ambiente. Já, Abdullah (2015), utilizou a mesma abordagem para selecionar a tecnologia mais apropriada para tratamento de água residual, definindo como alternativas as tecnologias disponíveis e como critérios a influência dessas tecnologias com relação aos Aspectos Econômicos, Tecnológicos e Ambientais.

Para Mori (2014), Capacidade Tecnológica é descrita pela capacidade de uma empresa absorver, usar, adaptar, gerar, desenvolver, transferir e difundir tecnologias utilizando mecanismos por ela implementados. Assim como em outras áreas de produção, no agronegócio a cadeia do desenvolvimento está baseada no uso de tecnologias. Em seu trabalho desenvolvido para avaliar o desenvolvimento tecnológico de empresas com economias em crescimento, Figueiredo (2005) descreve situações em que, mesmo com a utilização de equipamentos avançados e técnicos altamente qualificados, algumas empresas

não conseguem inovar e nem melhorar seu desempenho técnico, e isso deve-se à falta de organização para integrar o conhecimento tácito à essas tecnologias e práticas de produção. Da mesma forma, trazendo para o contexto da agricultura, pode-se fazer um comparativo com as situações em que determinada tecnologia está disponível e consolidada, mas enfrenta resistência por parte do produtor quanto à sua utilização.

Nos contextos existentes no agronegócio, pode-se entender que as tecnologias disponíveis e utilizadas para um grande produtor, pode ser as mesmas que as utilizadas pelo pequeno produtor, somente em escalas diferentes, ou podem sofrer uma adequação que, se considerada igualmente para todos, não nos trará um indicador confiável. Por esse motivo, a importância de utilizar métodos de ponderação adequados para cada contexto. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi utilizar o método FSAW para ponderação de pesos das tecnologias que serão utilizadas em um Modelo de Mensuração da Capacidade Tecnológica na Agricultura.

2. Metodologia

Para o levantamento da produção científica sobre os métodos multicritérios utilizados na Agricultura, foi utilizado o Methodi Ordinatio, (PAGANI, et al., 2015), que visa classificar os trabalhos encontrados por relevância. Foram utilizados os seguintes critérios de pesquisa: a) Palavras-chave: “Multiple Criteria Decision Making” + Agriculture; b) Pesquisadas as bases ISI, SCOPUS, SCIENCE DIRECT, SPRINGER e SCIELO; c) Artigos na língua Inglesa e Portuguesa, publicados no período de 2005 à 2015;

Após esta etapa, foi realizado uma pesquisa para encontrar um modelo de Mensuração de Capacidade Tecnológica que utilizasse de algum método multicritério para ponderação dos atributos, sendo selecionado o modelo de Mori (2014), que utilizou o método AHP. Partiu-se para a escolha do método multicritério a ser utilizado e o método FSAW foi selecionado, visto que é um método simples para utilização e, segundo Sagar et al. (2013), é o método mais conhecido e amplamente utilizado para a tomada de decisão de múltiplos atributos.

Posteriormente foi entrevistado o coordenador das redes de referência da Agricultura Familiar do IAPAR, com o objetivo de identificar novas tecnologias que poderiam complementar o novo modelo de mensuração das tecnologias aplicadas na Agricultura.

Na sequência foram definidos os critérios que seriam avaliados através do método FSAW, sendo: a) Melhoria da qualidade do produto; b) Redução dos custos de produção; c) Redução de riscos para produção; d) Redução do tempo de produção; e) Redução do impacto para o meio ambiente. Em seguida foi realizado o levantamento dos dados para classificação da importância de cada descritor ou atributo (Tecnologia aplicada na cadeia de produção) considerando os 5 critérios em questão. As opções de classificação utilizadas de acordo com as variáveis linguísticas definidas por Sagar et al. (2013), que variam de 1 a 7, onde 1 significa que a importância da tecnologia avaliada é Muito Baixa para o critério em questão, até 7 quando a importância é Muito Alta.

Valor	Variável Linguística
1	Muito Baixa
2	Baixa
3	Média Baixa
4	Média
5	Média Alta
6	Alta
7	Muito Alta

Fonte: Sagar, et al. (2013)

Quadro 1 – Classificação da importância dos atributos para aplicação do método FSAW.

Nesta fase participaram quatro técnicos agrícolas, sendo dois técnicos do IAPAR e outros dois técnicos autônomos que atuam na Região dos Campos Gerais - PR. As entrevistas foram realizadas no período de outubro e novembro de 2016. Na Figura 1, é mostrado parte do formulário utilizado nesta fase, considerando que esta imagem mostra um dos oito mesoíndices do modelo. O modelo inicial possui os seguintes mesoíndices: 1) Manejo do Solo e Implantação da Cultura; 2) Semeadura; 3) Adubação; 4) Controle Fitossanitário; 5) Controle do Mato; 6) Máquinas e Equipamentos; 7) Manejo Ambiental, e 8) Armazenagem e Pós-Colheita.

MESOÍNDICE	INDICADOR	DESCRIPTOR (Tecnologia)	(De 1 a 7)				
			Melhoria da qualidade do produto	Redução dos custos de produção	Redução dos riscos de produção	Redução do tempo de produção	Redução do impacto para o meio ambiente
MANEJO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA CULTURA	Correção de solo	Realiza correção de solo com frequência regular com quantidades fixas					
		Realiza correção de solo de acordo com análise e especificada por talhões					
		Não realiza correção de solo					
	Preparo e sistematização do solo	Preparo mínimo					
		Plantio convencional					
		Plantio direto sem rotação de culturas					
		Plantio direto com rotação de culturas					
	Cobertura e Manejo do Solo	Plantio direto com uso de adubação verde na rotação de culturas					
		Plantio direto com uso de adubo químico					
		Plantio direto com uso de adubo orgânico					
		Sem cobertura do solo					
	Dessecação	Herbicidas dessecantes folhas largas					
		Herbicidas dessecantes folhas estreitas					
		Herbicidas dessecante folhas largas e estreitas					
		Não realiza dessecação					

Fonte: o autor

Figura 1 – Modelo do formulário utilizado para classificação da importância das tecnologias

Finalmente, foram realizados os cálculos do método FSAW para ponderação das tecnologias, utilizando o conceito Fuzzy para reduzir o intervalo de subjetividade no resultado. Esta metodologia é utilizada para representar o grau de incerteza contido num intervalo numérico [0,1], onde a certeza absoluta é representada pelo valor 1. A seguir os dados foram normalizados através da média entre todos os respondentes, e o peso normalizado foi

calculado através da divisão da média geral pelo somatório desta média, conforme descrito nos resultados desta pesquisa.

3. Resultados e discussões

Após aplicar o processo de cálculo do método FSAW entre os 5 critérios, a ponderação para cada um é mostrada na Tabela 1. De acordo com as respostas dos técnicos agrícolas, foi considerado como critério menos importante, o ‘C4 – Redução do tempo de produção’ com peso de 0,086 e, empatados como mais importantes o C1 – Melhoria da qualidade do produto e C3 – Redução dos riscos para produção, com peso 0,238.

Critério avaliado	Peso
C1 – Melhoria da qualidade do produto	0,238
C2 – Redução do custo da produção	0,213
C3 – Redução de riscos para produção	0,238
C4 – Redução do tempo de produção	0,086
C5 – Redução do impacto para meio ambiente	0,225

Fonte: do autor

Tabela 1 – Resultado da ponderação dos critérios através do método FSAW.

O resultado da ponderação dos critérios é utilizado no cálculo da ponderação de cada tecnologia utilizada, pois deve-se classificar cada alternativa com relação aos critérios. Por exemplo, um dos indicadores do mesoíndice ‘Manejo do Solo’ é o ‘Preparo e Sistematização do Solo’, e este possui 4 descritores, que são: Preparo mínimo, Plantio convencional, Plantio direto sem rotação de culturas e Plantio direto com rotação de culturas. Para cada um dos descritores é levantada a importância com relação aos 5 critérios, conforme mostrado na Figura 1.

O modelo obtido através da junção do trabalho da Mori (2014) e pesquisa com o IAPAR é mostrado no Quadro 2. Foram acrescentados novos Mesoíndices, novos Indicadores e novos Descritores, destacados em verde no Quadro 2.

A comparação do resultado obtido através do método AHP, originalmente utilizado por Mori (2014) com o resultado do método FSAW neste novo modelo, é mostrada abaixo:

Mesoíndice	Indicador	Peso definido no AHP (Mori, 2014)	Descritor	Peso definido no FSAW
1. MANEJO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA CULTURA	Correção de solo	75	Realiza correção de solo com frequência regular com quantidades fixas	0,259
			Realiza correção de solo de acordo com análise e especificada por talhões	0,621
			Não realiza correção de solo	0,120
	Preparo e sistematização do solo	25	Preparo mínimo	0,092
			Plantio convencional	0,051
			Plantio direto sem rotação de culturas	0,346
			Plantio direto com rotação de culturas	0,511

	Cobertura e Manejo do Solo	não avaliado	Plantio direto com uso de adubação verde na rotação de culturas	0,348
			Plantio direto com uso de adubo químico	0,278
			Plantio direto com uso de adubo orgânico	0,325
			Sem cobertura do solo	0,049
	Dessecação	não avaliado	Herbicidas dessecantes folhas largas	0,277
			Herbicidas dessecantes folhas estreitas	0,277
			Herbicidas dessecante folhas largas e estreitas	0,277
			Não realiza dessecação	0,168
2. SEMEADURA	Origem material genético	100	Grão comercial produzido na propriedade ou semente produzida por terceiro sem fiscalização ou sem origem (bolsa branca)	0,181
			Parte da área com uso de semente certificada e parte com grão comercial ou bolsa branca	0,216
			Utiliza somente sementes certificadas	0,338
			Semente produzida sob condições controladas em campo específico pelo próprio proprietário, seguindo normas de produção de sementes	0,266
	Tratamento / Inoculação de sementes	12,5	Não realiza tratamento de sementes	0,071
			Tratamento com fungicida	0,202
			Tratamento com inseticida	0,175
			Tratamento com fungicida + inseticida	0,204
			Tratamento com inoculante	0,229
			Tratamento com micronutrientes	0,119
	Sementes	não avaliado	Ciclo precoce	0,228
			Ciclo semiprecoce	0,248
			Ciclo médio	0,261
			Ciclo longo	0,263
3. ADUBAÇÃO	Níveis de adubação do solo	100	Utiliza quantidades e fórmulas fixas de adubação	0,194
			Realiza adubação segundo recomendação mediante análise de solo	0,392
			Realiza adubação de precisão	0,414
	Produtos adubação do solo	não avaliado	Não utiliza adubação	0,173
			Utiliza adubo químico	0,406
			Utiliza adubo orgânico	0,421
	Adubação foliar	não avaliado	Utiliza quantidade e fórmulas fixas de adubação foliar	0,202

			Realiza adubação foliar segundo recomendação mediante análise	0,434
			Não utiliza adubação foliar	0,364
4. CONTROLE FITOSSANITÁRIO	Método para controle de doenças	37,5	Aplicação sistemática de fungicidas sem realização de monitoramento de danos	0,179
			Aplicação de controle através de critérios de danos	0,418
			Realização de acompanhamento climático e uso de ferramentas computacionais	0,402
	Produtos para controle de doenças	não avaliado	Uso de fungicidas químicos	0,498
			Uso de fungicidas biológicos	0,502
	Perfil de uso de produtos químicos fúngicos	12,5	Uso de produtos isolados (triazóis ou estrobirulinas)	0,317
			Uso alternado de princípios ativos (triazóis/estrobirulinas)	0,365
			Uso sistemático de misturas prontas (triazóis/estrobirulinas)	0,318
	Método para controle de pragas	37,5	Aplicação sistemática de inseticidas sem realização de monitoramento de danos	0,080
			Aplicações emergenciais com uso de princípios ativos mais baratos ou não registrados	0,042
			Aplicação de controle através de critérios de danos	0,285
			Uso de critérios de danos, mas não há alternância de princípios, e para barateamento de custos efetua mistura de produtos (fungicida e inseticida) no tanque de aplicação	0,215
			Uso de critérios de danos, de seletividade e periculosidade para decisão de aplicação com produtos específicos de controle da praga e com alternância de princípios ativos	0,378
	Produtos para controle de pragas	não avaliado	Uso de inseticidas / acaricidas químicos	0,251
			Uso de inseticidas / acaricidas fisiológicos	0,356
			Uso de inseticidas / acaricidas biológicos	0,393
5. CONTROLE DO MATO	Produtos para controle do mato	não avaliado	Herbicidas pré-emergente folhas largas	0,122
			Herbicidas pré-emergente folhas estreitas	0,122
			Herbicidas pré-emergente folhas largas e estreitas	0,166
			Herbicidas pós-emergente folhas largas	0,137
			Herbicidas pós-emergente folhas estreitas	0,137

			Herbicidas pós-emergente folhas largas e estreitas	0,166
			Herbicidas pré-plantio incorporado folhas largas	0,050
			Herbicidas pré-plantio incorporado folhas estreitas	0,050
			Herbicidas pré-plantio incorporado folhas largas e estreitas	0,050
6. MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS	Plantadoras / Semeadoras – tamanho plataforma	2,5	Plataforma pequena – menor 2,90 metros	0,192
			Plataforma média – entre 3 e 4 metros	0,368
			Plataforma grande – 5 metros ou mais	0,440
	Plantadoras / Semeadoras - tamanho de disco	6	Disco de 16 polegadas	0,333
			Disco de 18 polegadas	0,333
			Disco de 20 polegadas	0,333
	Plantadoras / Semeadoras – mecanismo regulagem	31	Mecanismo de regulagem convencional (por engrenagem)	0,231
			Mecanismo de taxa variável	0,769
	Mecanização: Pulverização	22	Pulverização da lavoura - Pulverizador rebocado	0,427
			Pulverização da lavoura - Pulverizador autopropelido	0,573
	Mecanização: Colheita	20,5	Colheita mecânica - Graneliro pequeno	0,105
			Colheita mecânica - Graneliro médio	0,183
			Colheita mecânica - Graneliro grande	0,242
			Trilha / Debulha mecânica - trilhagem radial	0,226
			Trilha / Debulha mecânica - trilhagem axial	0,243
	Colhedoras: Sistema de precisão	18	Colheita sem captura de dados	0,466
			Realização de colheita com captura de dados, GPS, mapas de produtividade, etc.	0,534
7. MANEJO AMBIENTAL	Práticas ambientais	90	Não adoção de práticas de conservação de solo (terraços em nível, preparo de solo em nível e plantio direto. Ausência de mata ciliar, proteção de nascente e reserva legal	0,020
			Adoção de práticas de conservação de solo (terraços em nível, preparo de solo em nível e plantio direto	0,209
			Adoção de práticas de conservação de solo e presença de mata ciliar	0,237
			Adoção de práticas de conservação de solo, presença de mata ciliar e de proteção de	0,259

			nascentes	
			Adoção de práticas de conservação de solo e mata ciliar, de proteção de nascentes e de reserva legal	0,275
			Descarte de embalagens, frascos, seringas, etc. sem critérios	0,094
			Descarte de embalagens, frascos, seringas, etc. de acordo com legislação	0,906
8. ARMAZENAGEM E PÓS- COLHEITA	Estrutura	19	Estrutura convencional	0,251
			Armazenagem a granel em graneleiro	0,290
			Armazenagem a granel em silos de metal ou concreto	0,459
	Termometria / aeração	18	Não possui	0,078
			Termometria/ aeração operadas manualmente	0,400
			Termometria / aeração operadas automatizadas	0,522
	Segregação	18	Não executa segregação	0,213
			Executam segregação em, no máximo, dois níveis	0,328
			Executam segregação em diversos níveis	0,213
	Manejo/controle de qualidade	19	Não existe	0,121
			Aplicação de manejo de pragas	0,754
			Aplicação de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)	0,125
	Certificação	5	Não possui	0,193
			Possui certificação de armazém	0,404
			Possui certificação do produto	0,404
	Produto/mecanismo de proteção	21	Uso de produto protetor	0,252
			Uso de gás	0,248
			Uso de produto sintético	0,248
			Emprego de refrigeração e conjunto de tecnologias físicas	0,252

Fonte: o autor

Quadro 2 – Resultado consolidado da ponderação AHP versus FSAW.

Nota-se que, com a utilização do método FSAW é possível calcular o peso no nível de descritores, ou seja, das tecnologias utilizadas, enquanto no método AHP, a classificação do peso é realizada no nível do indicador, possibilitando dessa forma um avanço no cálculo do índice de Capacidade Tecnológica. No modelo original, para o mesoíndice “Manejo do Solo e Implantação da Cultura” foram considerados dois indicadores: “Correção do Solo” e “Preparação e Sistematização do Solo”.

Dentre as tecnologias utilizadas para Correção do Solo, no modelo são dadas 3 opções: 1) Realiza correção de solo com frequência regular com quantidades fixas, 2) Realiza correção de solo de acordo com análise e especificada por talhões e, 3) Não realiza correção de solo.

No modelo base utilizado, como o peso é atribuído ao indicador, se a propriedade não realizar correção do solo, receberia valor zero, o que não contribuiria em nada para o indicador da Capacidade Tecnológica. Como no modelo novo o peso é atribuído ao descritor, mesmo que tenha um valor menor, como neste exemplo, 0,120, vai ser considerado na Capacidade Tecnológico visto que é importante para algum dos critérios.

O peso calculado através deste método é utilizado no cálculo do indicador de Capacidade Tecnológica, segundo o modelo definido por Mori (2014), que calcula um somatório ponderado, e o valor do índice é dado através de uma escala entre 0 e 1, que quanto maior, melhor é o índice de Capacidade Tecnológica. É importante ressaltar que esse processo de ponderação é realizado para cada conjunto de descritores, e que o modelo que está sendo trabalhado no momento possui 8 mesoíndices, 30 indicadores e 106 descritores.

4. Conclusão

A utilização do método FSAW para definição da importância de cada tecnologia no processo de produção agrícola, considerando não somente a comparação entre duas ou mais tecnologias, como também, o grau de importância desta tecnologia com relação à critérios pré-estabelecidos, torna o processo de ponderação de pesos mais eficiente, visto que o uso das tecnologias utilizadas para o ciclo de produção agrícola visam principalmente melhorias na qualidade, produtividade e menor impacto para o meio ambiente.

5. Agradecimentos

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pelo apoio financeiro para a realização do trabalho. Ao IAPAR pela disponibilidade dos técnicos agrícolas em responder o questionário para levantamento dos dados.

Referências

- ABDULLAH, L.** "Developing decision on suitable wastewater treatment technology using fuzzy simple additive weighting" *International Journal of Engineering and Technology*, v. 7, n. 2, 2015.
- CAMPOS, V. R., CASTILLO, L. A. M., CAZARINI E. W.** "Modelagem do apoio à decisão multicritério utilizando a metodologia EKD." *XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção*. São Carlos: Abepro (2010).
- CHANG, T., TIEN-CHIN W.** "Using the fuzzy multi-criteria decision making approach for measuring the possibility of successful knowledge management." *Information Sciences*, v. 179, n. 4, p. 355-370, 2009.
- CHANG, S. et al.** "Applying fuzzy linguistic quantifier to select supply chain partners at different phases of product life cycle." *International Journal of Production Economics*, v. 100, n. 2, p. 348-359, 2006.
- ESKANDARI, M. et al.** "An integrated multi criteria approach for landfill siting in a conflicting environmental, economical and socio-cultural area". *Waste Management*, v. 32, n. 8, p. 1528-1538, 2012.
- FIGUEIREDO, P. N.** "Acumulação tecnológica e inovação industrial – conceitos, mensuração e evidências no Brasil". *São Paulo em Perspectiva*, v. 19, n.1, p. 54-69, 2005.
- MOKHTARI, S.** "Developing a Group Decision Support System (GDSS) For Decision Making Under Uncertainty". Diss. University of Central Florida Orlando, Florida, 2007.
- MORI, C.** "Capacidade tecnológica: proposição de índice e aplicação a empresas do complexo agroindustrial do trigo". *Production*, v. 24, n. 4, p. 787-808, 2014.
- PAGANI, R. N., KOVALESKI, J. L., RESENDE, L. M.** "Methodi Ordinatio: a proposed methodology to select and rank relevant scientific papers encompassing the impact factor, number of citation, and year of publication". *Scientometrics*. v. 105, n. 3, p. 2109-2135, 2015.

SAGAR, M. K. et al. “Exploring fuzzy SAW method for maintenance strategy selection problem of material handling equipment”. International Journal of Current Engineering and Technology, v. 3, n. 2, 2013.

VELASQUEZ, M., PATRICK T. H. “An analysis of multi-criteria decision making methods”. International Journal of Operations Research, v. 10, n. 2, p. 56-66, 2013.