Análisis de rendimiento de empresas brasileñas utilizando la teoría de juegos

Kroenke, Adriana (akroenke@furb.br)
Universidade Regional de Blumenau - FURB
Hein, Nelson (hein@furb.br)
Universidade Regional de Blumenau - FURB
Cecon, Bianca (bcecon@outlook.com)
Universidade Regional de Blumenau - FURB

RESUMEN

Este artículo tiene como objetivo establecer la posición de la contabilidad de las empresas metalúrgicas y de acero en la BM&FBovespa utilizando la teoría de juegos. Se utilizan cuatro lotes de indicadores económicos y financieros: liquidez, la deuda, la rentabilidad y la actividad. La lectura se realizó a través de empresas como las estrategias del jugador i y los indicadores económicos y financieros como las estrategias del jugador II. Para llegar a esta medida se utilizaron tres modelos auxiliares que pertenecen a la familia de los juegos multicriterio. Para el primer modelo se generaron las clasificaciones R1 y R2 para el segundo ranking modelo se generaron R3 y R4 y el tercer modelo, R5 clasificación de un total de cinco clasificaciones. En los dos primeros modelos se incluyen los pesos presentes en la información recogida por la entropía de la información. Se concluyó que las empresas mejor posicionadas mantienen sus posiciones, así como las empresas clasificadas en las últimas posiciones. Las empresas con posiciones intermedias de cambio de clasificación en el período y de un modelo a otro, pero el análisis final que se muestra justo.

ABSTRACT

This article aims to establish the accounting position of the metallurgy and steel companies listed on the BM&FBovespa using game theory. Four lots of economic and financial indicators are used: liquidity, debt, profitability and activity. Reading is performed using companies as strategies of player I and the economic and financial indicators as the strategies of player II. To get to this measure were used three auxiliary models which belong to the family of the multicriteria games. For the first model were generated rankings R1 and R2 for the second model rankings were generated R3 and R4 and the third model, R5 ranking totaling five rankings. In the first two models are included weights present in the information collected by the information entropy. It was concluded that the best positioned companies keep their positions, as well as the companies ranked in the last positions. Companies with intermediate classification change positions in the period and from model to model, but the final analysis shown fair.

RESUMO

Este artigo objetiva estabelecer a posição contábil das empresas de metalurgia e siderurgia listadas na BM&FBovespa, usando a teoria dos jogos. São utilizados quatro lotes de indicadores económicos e financeiros: liquidez, endividamento, rentabilidade e atividade. A leitura é realizada utilizando empresas como estratégias do jogador I e os indicadores económicos e financeiros como as estratégias do jogador II. Para chegar a esta medida foram utilizados três modelos auxiliares que pertencem à família dos jogos multicritério. Para o primeiro modelo obteve-se os *rankings* R1 e R2, para o segundo modelo foram gerados os *rankings* R3 e R4 e para o terceiro modelo, o *ranking* R5, totalizando cinco *rankings* gerados. Nos dois primeiros modelos foram incluídos pesos obtidos pela entropia. Concluiu-se que as empresas mais bem posicionadas mantêm suas posições, bem como as empresas classificadas nas últimas posições. Empresas com posições intermediárias alteram sua classificação no período e de modelo para modelo, mas a análise final se mostra justa.

***Palabras claves*:**

La teoría de juegos; Indicadores; Ordenación.

***Área temática*:** A3 - Aspectos Cuantitativos de Problemas Económicos y Empresariales con certeza.

1. INTRODUÇÃO

Os fundamentos da teoria dos jogos foram estabelecidos por John von Neumann em 1928 e expostos no livro *Theory of Games and Economic Behavior*, que publicou junto a Oskar Morgenstern em 1944. Esta teoria põe de manifesto que os acontecimentos das ciências sociais podem ser descritos mediante modelos de jogos de estratégia com uma maior riqueza de detalhes, pois os agentes atuam muitas vezes uns contra os outros para a consecução de seus objetivos.

A teoria dos jogos é utilizada para obter a solução de problemas decisórios ou sistemas competitivos. Exemplo dessa utilização encontra-se nos trabalhos de Neumann e Morgenstern (1944), Harsanyi (1977), Harsanyi e Selten (1988), Fudenberg e Tirole (1991) e Owen (1995).

Tradicionalmente as ferramentas de tomada de decisão, assim como jogos contra a natureza ou jogos entre duas pessoas são baseados no conceito de um único pagamento (ganho, perdas, utilidade, etc.). Os resultados da análise e resolução de problemas de tomada de decisão nem sempre são apropriadas e adequadas aos problemas da vida real caso os parâmetros dos modelos matemáticos para a tomada de decisão são determinados sem considerar a incerteza e a imprecisão presentes em sistemas competitivos.

Quando dois oponentes elegem suas estratégias (alternativas), não só os resultados apresentam uma soma não-nula, mas ela também possui uma forma de um vetor ao invés de um escalar. Jogos reais entre dois personagens, devem ser entendidos como sequências de ganhos e perdas, em que não necessariamente o ganho de um é a perda do outro em cada movimento. Os jogadores não são imediatamente ganhadores ou perdedores. O uso de estratégias mistas ou randômicas nem sempre são adequadas e a cooperação muitas vezes substitui a concorrência.

O investidor, ao construir uma carteira de investimentos, ou seja, projetos de investimento dentre os quais se pretende eleger aqueles que levará a cabo pode ser tomado como exemplo. Entre os critérios de decisão seguramente estarão indicadores de liquidez, endividamento, rentabilidade e atividade. Além de determinar a magnitude do investimento, o investidor analisará seu interesse em termos estratégicos e imagem, vendo-se obrigado a considerar o impacto social e o impacto ambiental dos projetos em estudo. O projeto melhor concebido em termos ambientais não é forçosamente o mais rentável, mas politicamente bem aceito na conjuntura atual na avaliação de empresas.

A leitura de cada empresa segundo seus vetores formados por indicadores econômico-financeiros serão o escopo desta pesquisa. Estes vetores serão obtidos dos indicadores contábeis extraídos das demonstrações contábeis. Serão utilizados indicadores de liquidez, endividamento, rentabilidade e atividade de empresas de metalurgia e siderurgia listadas na BM&FBovespa. Desta forma, definiu-se a questão de pesquisa: Qual o posicionamento contábil de empresas de metalurgia e siderurgia listadas na BM&FBovespa?

Para responder a esta questão e atender o objetivo desta pesquisa serão aplicados três modelos. O primeiro *ranking* foi definido por meio dos métodos sugeridos por Fernández, Monroy e Puerto (1998). O segundo é uma adaptação do primeiro, com a inclusão de metas. O terceiro *ranking* foi inspirado nos trabalhos de Nishizaki e Sakawa (2001), usando metas difusas.

Por meio da avaliação do posicionamento econômico-financeiro das empresas de metalurgia e siderurgia usando jogos vetoriais, a pesquisa irá comparar os três modelos formados: um pela aplicação de jogos vetoriais comuns, que utilizam múltiplos pagamentos; um segundo com a inclusão de metas (*goals*) na elaboração do *ranking*; e um terceiro que mescla por meio dos conjuntos difusos os dois primeiros, tratando os pagamentos por metas nebulosas.

A teoria dos jogos proporciona um marco unificado para a análise econômico-financeira em muitos campos, o que contribui na estruturação de modelagem do comportamento econômico envolvido. A denominação de jogos vetoriais é defendida por Bilbao e Fernandez (2002), jogos com pagamentos múltiplos (*multiple payoffs games*) é a nomeclatura adotada por Zeleny (1982) e os jogos multicritério são classificados por Marmol, Puerto e Fernandez (1998). Reconhece-se como equivalentes.

2. JOGOS MATRICIAIS VETORIAIS

Os jogos nos quais os pagamentos que os jogadores recebem vem representados por vetores em lugar de números reais são denominados jogos vetoriais, jogos multicritério ou jogos com pagamentos múltiplos (ZELENY, 1982). Jogadores, ao avaliarem alternativas, optam por aquelas que lhe tragam maiores ou melhores resultados. Maiores no caso do jogo ser não-cooperativo e melhor no caso cooperativo. Em ambos os casos é feito um *ranking* das alternativas, ordenando as mesmas frente aos objetivos naturais, ou seja, maximizar ganhos e minimizar perdas. Contabilmente seria, por exemplo, objetivar a melhor liquidez e um menor endividamento. Contudo, os resultados podem ser múltiplos e podem ser medidos de várias formas: unidades monetárias, índices, graus, números, etc., caracterizando múltiplos pagamentos.

Nestes jogos, se não há cooperação entre os jogadores como ocorre no caso de jogos de soma nula, se acrescenta a dificuldade da não existência de uma ordem total entre os elementos da matriz de pagamentos, no que a valoração das estratégias e a comparação entre as mesmas é um problema adicional na teoria dos jogos, sendo o conceito de solução clássica difícil de ser desenvolvido. Por esta razão tem aparecido novos conceitos de solução (MONROY e FERNÁNDEZ, 2009). Neste sentido o conceito de estratégia de segurança Pareto-Ótima é importante à solução de jogos com múltiplos pagamentos, utilizando conceitos de solução baseados nos níveis de segurança dos jogadores.

Ghose e Prassad (1989) definem pontos de equilíbrio com níveis de segurança Pareto-Ótimas e pontos de sela de Pareto. Para determinar o conjunto de estratégias de Pareto-Ótimas estabelecem dois jogos escalares, um para cada jogador e provam que as estratégias maximin e minimax destes jogos são estratégias de segurança Pareto-Ótimas para o jogador correspondente.

Ghose (1991) obteve as estratégias de segurança Pareto-Ótimas de um jogo vetorial de soma zero transformando o jogo original em um jogo escalar. Ghose demonstrou, por meio de um longo processo que uma extensão do conjunto formado pelos vetores de nível de segurança é um conjunto poliédrico. A partir deste resultado estabelece uma "escalarização" estritamente positiva em uma condição necessária e suficiente para obter uma estratégia de segurança Pareto-Ótima, para tais jogos.

3. MODELOS APLICADOS

Com efeito, para esta pesquisa pretende-se como resultado a formulação de estratégias para o jogador I (empresas) frente as estratégias do jogador II (indicadores), o que se traduz na forma de um problema de programação linear denominado de problema linear do jogo multicritério (PLJM). **(Modelo 1).**

$$\max v_1, \dots, v_k$$
$$s.a\colon x^t A(s) \geq (v_k, \dots, v_k)\ s = 1, \dots, k; k = 1, \dots, 4\ (grupo\ de\ indicadores)$$
$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$$
$$x \geq 0$$

O **Modelo-2** é formulado como um problema de programação linear multiobjetivo, denominado problema linear do jogo multicritério por objetivos $(JMO)_P$:

$$\max v_1, \dots, v_k$$
$$Sujeito\ a\colon x^t A_p(s) \geq (v_s, \dots, v_s); s = 1, \dots, k$$
$$\sum_{i=1}^{n} x_i = 1$$
$$x \geq 0$$

A aplicação deste modelo necessita a determinação de um nível de segurança *P* dentre os quais o jogador terá que escolher em qual irá jogar. Nesta pesquisa foi definido *P* como: $P = (0{,}5, \dots, 0{,}5)$.

O **Modelo-3** formulado para jogos multiobjetivos bipessoais de soma-zero com funções de pertinência de metas difusas dadas em sua forma linear, agregadas pela regra de decisão difusa (Bellman-Zadeh), cuja solução maximin para o jogador I, com respeito ao grau de atendimento a meta difusa agregada é dada pelo problema de programação linear:

$$Max\ \lambda$$
$$Sujeito\ a: \hat{a}^1_{1j}x_1 + \cdots + \hat{a}_{mj}x_m + c^1 \geq \lambda;\ \mathrm{j} = 1, \dots, \mathrm{n}$$
$$\cdots$$
$$\hat{a}^r_{1j}x_1 + \cdots + \hat{a}^r{}_{mj}x_m + c^1 \geq \lambda;\ \mathrm{j} = 1, \dots, \mathrm{n}$$
$$x_1 + \cdots + x_m = 1$$
$$x_i \geq 0, i = 1, \dots, m$$

Este modelo de programação linear inclui metas difusas e por não se encontrar descrito na forma padrão, passou por modificações antes de ser resolvido. Ao resolver um jogo vetorial por meio de programação linear multiobjetivo o jogador depara-se com um conjunto de estratégias de segurança P dentre os quais terá que escolher em qual irá jogar. Considerando o problema linear ponderado $P(\lambda)$ associado ao problema linear do jogo multicritério por objetivos o jogador I pode estabelecer valores para os pesos deste problema de diferentes formas. Pode considerar as metas que estabeleceu em cada jogo escalar ou ainda a probabilidade em alcançá-las, ou inclusive os desvios em relação às metas. No caso em que os objetivos não estejam mensurados nas mesmas unidades podem ser modificados multiplicando-se por um fator de equiparação de escalas.

4. METODOLOGIA

O delineamento utilizado na pesquisa foi determinado pelo objetivo do estudo. Nesta pesquisa trata-se de um estudo descritivo que apresenta o *ranking* das empresas do setor de metalurgia e siderurgia listadas na BM&FBovespa.

A pesquisa descritiva é realizada sem que o pesquisador interfira, ou seja, ele apenas descreve o objeto de pesquisa buscando descobrir a frequência com que um fenômeno ocorre, sua natureza, características, causas, relações e conexões com outros fenômenos (BARROS; LEHFELD, 2000).

Para atender o objetivo desta investigação faz-se necessário verificar indicadores contábeis apresentados na literatura, o que caracteriza uma pesquisa bibliográfica e o fato de utilizar demonstrações contábeis como fonte de coleta de dados torna esta pesquisa documental, pois, os dados ainda não receberam nenhuma forma de tratamento.

Quanto à abordagem do problema este estudo classifica-se como quantitativo. "O método quantitativo representa, em princípio, a intenção de garantir a precisão dos resultados, evitar distorções de análise e interpretação, possibilitando, consequentemente, uma margem de segurança quanto as inferências" (RICHARDSON, 1989, p. 29).

A população é definida como o conjunto de elementos que apresentam os atributos necessários para o desenvolvimento do estudo (SILVEIRA, 2004). No caso desta pesquisa, foram selecionadas as empresas que apresentaram os dados dos indicadores de liquidez, endividamento, rentabilidade e atividade. A população foi definida intencionalmente, consistindo nas 12 empresas de siderurgia e metalurgia listadas na BM&FBovespa. Todas as empresas apresentaram os dados necessários, logo, nenhuma empresa foi excluída da análise.

Destaca-se o fácil acesso às informações contábeis e seu alto grau de confiabilidade por se tratarem de empresas de capital aberto. As empresas do ramo de siderurgia e metalurgia utilizadas nesta investigação são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Empresas do setor de siderurgia e metalurgia listadas na BM&FBovespa

Empresa	Nome do Pregão	Atuação
Paranapanema	PARANAPANEMA	Artefatos de cobre
Fibam Companhia Industrial	FIBAM	Artefatos de Ferro e Aço
Mangels Industrial S.A.	MANGELS INDL	Artefatos de Ferro e Aço
Metalúrgica Duque S.A.	MET DUQUE	Artefatos de Ferro e Aço
Panatlantica S.A.	PANATLANTICA	Artefatos de Ferro e Aço
Siderurgica J. L. Aliperti S.A.	ALIPERTI	Artefatos de Ferro e Aço
Tekno S.A. – Indústria e Comércio	TEKNO	Artefatos de Ferro e Aço
CIA Ferro Ligas da Bahia - FERBASA	FERBASA	Siderurgia
CIA Siderurgia Nacional	SID NACIONAL	Siderurgia
GERDAU S.A.	GERDAU	Siderurgia
Metalurgica Gerdau S.A	GERDAU MET	Siderurgia
Usinas SID de Minas Gerais S.A. – USIMINAS	USIMINAS	Siderurgia

Fonte: Dados da pesquisa.

Os dados foram coletados por meio do ECONOMÁTICA©, obtidos das demonstrações contábeis consolidadas, Balanço Patrimonial e Demonstração do Resultado do Exercício. Foram extraídos indicadores econômico-financeiros de liquidez, endividamento, rentabilidade e atividade. De cada grupo foram extraídos três, formando um grupo de 12 indicadores analisados: (a) liquidez: liquidez seca (LS), liquidez corrente

(LC), liquidez geral (LG), (b) endividamento: imobilização do patrimônio líquido (IPL), participação de capital de terceiros (PCT), composição do endividamento (CE), (c) rentabilidade: margem líquida (ML), retorno sobre o ativo (ROA), retorno sobre o patrimônio líquido (ROE), (d) atividade: prazo médio de estoques (PME), prazo médio de fornecedores (PMF) e prazo médio de recebimento (PMR).

Quadro 2 – Indicadores, referências e suas respectivas fórmulas utilizadas para o cálculo

Indicadores Econômico-Financeiros		Descrição	Autores
Liquidez	Liquidez Seca (LS)	$LS = \frac{Ativo\ Circulante - Estoques}{Passivo\ Circulante}$	Iudícibus (2009); Brigham e Houston (1999); Assaf Neto e Siva (2002); Assaf Neto (2000); Gitman (2006); Silva (2004); Marion (2005); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008).
	Liquidez Corrente (LC)	$LC = \frac{Ativo\ Circulante}{Passivo\ Circulante}$	Iudícibus (2009); Brigham e Houston (1999); Assaf Neto e Siva (2002); Assaf Neto (2000); Gitman (2006); Silva (2004); Marion (2005);

			Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008).
	Liquidez Geral (LG)	$LG = \frac{Ativo\ Circulante + Realizável\ a\ Longo\ Prazo}{Passivo\ Circulante + Exigível\ a\ Longo\ Prazo}$	Iudícibus (2009); Assaf Neto (2000); Silva (2004); Marion (2005); Matarazzo (2008).
Endividamento	Imobilização do Patrimônio (IPL)	$IPL = \frac{Ativo\ Permanente}{Patrimônio\ Líquido} \times 100$	Líquido: Silva (2004); Matarazzo (2008).
	Participação de Capital de Terceiros (PCT)	$PCT = \frac{Passivo\ Circulante + Passivo\ Não\ Circulante}{Patrimônio\ Líquido} \times 100$	Iudícibus (2009); Brigham e Houston (1999); Assaf Neto (2000); Silva (2004); Matarazzo (2008).
	Composição do Endividamento (CE)	$CE = \frac{Passivo\ Circulante}{Passivo\ Circulante + Passivo\ Não\ Circulante} \times 100$	Iudícibus (2009); Silva (2004); Marion (2005); Matarazzo (2008).
Rentabilidade	Margem Líquida (ML)	$ML = \frac{Lucro\ Líquido}{Vendas\ Líquidas} \times 100$	Iudícibus (2009); Brigham e Houston (1999); Assaf Neto (2000); Silva (2004); Marion (2005); Brigham e Ehrhardt (2006);

			Matarazzo (2008).
	Retorno sobre o Ativo (ROA)	$ROA = \frac{Lucro\ Líquido}{Ativo\ Total} \times 100$	Brigham e Houston (1999); Assaf Neto (2000); Silva (2004); Marion (2005); Matarazzo (2008).
	Retorno sobre o Patrimônio Líquido (ROE)	$ROE = \frac{Lucro\ Líquido}{Patrimônio\ Líquido} \times 100$	Iudícibus (2009); Brigham e Houston (1999); Assaf Neto (2000); Silva (2004); Marion (2005); Matarazzo (2008).
Atividade	Prazo Médio de Estoques (PME)	$PME = \frac{Estoques}{Custo\ das\ mercadorias\ vendidas} \times 360$	Iudícibus (2009); Assaf Neto (2000); Silva (2004); Marion (2005); Matarazzo (2008).
	Prazo Médio de Fornecedores (PMF)	$PMF = \frac{Fornecedores}{Compras} \times 360$	Iudícibus (2009); Assaf Neto (2000); Gitman (2004); Silva (2004); Marion (2005); Matarazzo (2008).
	Prazo Médio de Recebimento (PMR)	$PMR = \frac{Duplicatas\ à\ receber}{Vendas} \times 360$	Iudícibus (2009); Brigham e

			Houston (1999); Assaf Neto (2000); Gitman (2006); Silva (2004); Marion (2005); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008).

Fonte: Dados da pesquisa.

Os três modelos foram aplicados e obteve-se como resultado 5 *rankings*, pois, os modelos 1 e 2 foram aplicados sem e com valor da informação, gerando dois *rankings* para cada modelo. O modelo 3 gerou apenas um *ranking*. Para determinar o valor da informação necessário para os modelos 1 e 2 calculou-se a entropia da informação.

5. RESULTADOS

A análise de dados referentes aos indicadores de liquidez, endividamento, rentabilidade e atividade acabam por formar a matriz de pagamentos do jogo multicriterial que pode ser observada abaixo. Em linha, observa-se dados de cada uma das empresas, Paranapanema até Usiminas. Na coluna, os dados dos indicadores de cada grupo LG, LC, até PMR.

$$
P = \begin{bmatrix}
(1.02, 1.10, 0.53) & (94.95, 186.42, 84.79) & (-5.12, -4.93, 14.13) & (124.64, 158.73, 40.23) \\
(1.02, 1.12, 0.54) & (94.64, 227.86, 57.28) & (-3.95, -5.64, 18.48) & (69.52, 17.59, 48.40) \\
(0.74, 1.16, 0.97) & (657.10, 2388.88, 46.66) & (31.39, 21.99, 547.40) & (52.77, 70.64, 41.02) \\
(0.41, 0.64, 0.58) & (143.29, 158.06, 61.41) & (0.17, 0.09, 0.24) & (18.29, 51.66, 20.10) \\
(1.55, 2.20, 1.68) & (44.96, 98.41, 68.79) & (4.13, 4.48, 8.89) & (66.68, 39.33, 69.19) \\
(0.76, 1.35, 0.93) & (114.15, 64.45, 46.20) & (16.58, 3.26, 5.36) & (240.57, 23.17, 29.85) \\
(5.84, 7.91, 6.66) & (36.19, 13.13, 70.24) & (14.51, 8.45, 9.56) & (86.38, 21.37, 65.95) \\
(5.59, 6.90, 4.39) & (42.98, 12.39, 63.28) & (12.09, 6.55, 7.36) & (149.13, 19.35, 60.31) \\
(0.63, 3.30, 2.74) & (226.57, 447.27, 15.91) & (-2.84, -0.97, -5.33) & (106.76, 58.38, 38.24) \\
(0.85, 2.10, 0.94) & (68.37, 84.36, 32.20) & (3.94, 2.82, 5.20) & (97.72, 33.14, 35.03) \\
(0.78, 1.80, 0.81) & (73.42, 99.01, 34.38) & (3.51, 2.50, 4.97) & (97.72, 33.14, 35.03) \\
(0.93, 1.99, 1.30) & (89.95, 77.03, 37.88) & (-4.18, -1.62, -2.87) & (112.95, 68.23, 44.42)
\end{bmatrix}
$$

Os valores são adimensionais, ou seja, não possuem uma unidade em especial. Contudo, cada indicador será transformado por meio de uma contração de Lipschitz $d(f(x), f(y)) \leq kd(x, y)$. Basicamente a contração é feita usando o teorema de Tales, ou seja, em cada um dos 12 indicadores há um máximo $i_j^+; j = 1, \dots, 12$ e um mínimo $i_j^-; j = 1, \dots, 12$. Fazendo $f(i_j^-) = 0$ e $f(i_j^+) = 1$, assim $f(i_j) = \frac{i_j - i_j^-}{i_j^+ - i_j^-}$. No caso dos indicadores de endividamento pretende-se quanto menor melhor, logo a formulação passa a ser $f(i_j) = 1 - \frac{i_j - i_j^-}{i_j^+ - i_j^-}$. Isto também é aplicado ao indicador PME (prazo médio de estoques) e PMR (prazo médio de recebimento).

Para obter o peso da informação, utilizada nos dois primeiros modelos, aplicou-se a entropia da informação e obteve-se a entropia associada a cada lote de indicadores dado por:

e(liquidez)=0,8681069
e(endividamento)=0,960037
e(rentabilidade)=0,969933
e(atividade)=0,916057

A soma da entropias é dada por E=3,656717. Aplicando a fórmula $\lambda_i = \frac{[1 - e(d_i)]}{n - E}$, tem-se o valor dos pesos da informação:

$$\lambda_1 = 0{,}55147 \; \lambda_2 = 0{,}116415 \; \lambda_3 = 0{,}087587 \; \lambda_4 = 0{,}244529$$

A partir destes dados os três modelos foram aplicados e obteve-se os posicionamentos para cada um. Cada modelo foi rodado 11 vezes, pois, a cada rodada retirava-se a melhor empresa até classificar todas. Na ocorrência de empates, ou seja, estratégias iguais foi definido como critério de desempate que a empresa que atendia ao maior número de níveis de segurança P seria a empresa classificada naquela posição.

A disposição final dos *rankings* é apresentada no Quadro 2.

Quadro 2 – Posicionamentos referentes aos *rankings* gerados pelos 3 modelos aplicados

Posição	R_1	R_2	R_3	R_4	R_5
1ª	Tekno	Tekno	Ferbasa	Ferbasa	Tekno
2ª	Sid. Nacional	Ferbasa	Tekno	Tekno	Ferbasa
3ª	Ferbasa	Sid. Nacional	Aliperti	Paranapanema	Panatlântica
4ª	Usiminas	Usiminas	Sid. Nacional	Sid. Nacional	Usiminas
5ª	Gerdau	Paranapanema	Gerdau	Gerdau	Fibam
6ª	Gerdau Met	Panatlântica	Gerdau Met	Gerdau Met	Paranapanema
7ª	Paranapanema	Gerdau	Paranapanema	Usiminas	Gerdau
8ª	Aliperti	Gerdau Met	Usiminas	Duque	Gerdau Met
9ª	Panatlântica	Aliperti	Duque	Aliperti	Aliperti
10ª	Duque	Mangels	Fibam	Mangels	Sid. Nacional
11ª	Fibam	Duque	Panatlântica	Fibam	Duque
12ª	Mangels	Fibam	Mangels	Panatlântica	Mangels

Fonte: Dados da pesquisa.

Observa-se, mediante aplicação dos três modelos que a Tekno se mantém nas primeiras posições e observou-se que possui melhores indicadores dentre os 12 possíveis. São eles: LG, LC, LS, IPL, ROA e ROE. Considerando os dados coletados ela apresenta os melhores indicadores. Isto atesta a aplicabilidade dos modelos propostos.

6. CONCLUSÃO

A classificação das empresas por meio de indicadores econômico-financeiros pode sem dúvida ser elaborada por estudiosos da contabilidade, que por meio de seus métodos e técnicas levam a *rankings* semelhantes aos obtidos pela presente pesquisa. Entretanto, o incremento da cesta de indicadores, da aplicação do horizonte temporal e inclusão de mais empresas no conjunto em investigação fará com que o nível de dificuldade aumente em forma diretamente proporcional, inviabilizando a análise frente as limitações do raciocínio humano dada a complexidade do cenário em estudo.

Executivos e investidores desejam fórmulas e recomendações rápidas e práticas. Para isso contratam consultorias para fazer diagnósticos e reduzir o complexo em simples. Na prática, as melhores estratégias são geralmente as mais simples de comunicar e que de preferência seja uma estratégia simples, a qual ninguém tenha pensado antes e que provavelmente é derivada de pensamentos complexos iniciais.

Os acadêmicos que estudaram tanto a teoria dos jogos criaram uma coisa tão complexa que agora resta ao mundo executivo e consultorias simplificar um pouco, como já o fizeram para outros conceitos econômicos. Há reclamações que "modelos" acadêmicos são muito simplistas e não capturam a realidade do dia a dia (BARRICHELO, 2014). Entretanto, a Teoria dos Jogos é bem mais complexa por natureza, devendo incorporar a interdependência das decisões e exigindo que se saiba algo do concorrente, porém nisto retorna-se ao problema da Natureza já destacado por Luce e Raiffa (1957). Isso é muito mais parecido com o mundo real do que outros conceitos em Engenharia, Economia e Administração, mas daí redunda em ser novamente muito complexa.

Com base no exposto observa-se a importância da elaboração de uma metodologia (conjunto de métodos) de auxílio à decisão. Usando os cinco *rankings*, foi possível atingir o objetivo geral: estabelecer o posicionamento contábil das empresas de metalurgia e siderurgia listadas na BM&FBovespa utilizando a teoria dos jogos.

Os *rankings* mostram-se justos, pois a empresa Tekno, possui melhores indicadores dentre os 12 possíveis. São eles: LG, LC, LS, IPL, ROA e ROE. De similar modo, a empresa Mangels ocupar as últimas posições, advém da constatação da mesma possuir 5 piores indicadores da cesta. São eles: IPL, PCT, ML, ROA e ROE.

Em exame sumário, a Teoria dos Jogos fornece sustentação matemática, instrumental e formal a várias e distintas escolhas estratégicas por parte de jogadores em situações de impasse ou conflitos. Esses agentes podem focar a convergência de interesses, na tentativa de melhorar seu *payoff*. Além disso, com essa atitude, esses jogadores também podem primar por uma cooperação mútua. Contudo, Fiani (2004) denota que a Teoria dos Jogos não deve ser utilizada diretamente como instrumento de previsão do comportamento de agentes em situação de interação estratégica de forma indiscriminada, tampouco como uma receita pronta de como se deve agir em situação específica. Isto não seria possível, tendo-se em vista que em cada situação de interação estratégica entre jogadores têm-se inúmeros fatores distintos e únicos; como já se percebeu, uma jogada nunca é igual a outra em um jogo.

Têm-se particularidades, caminhos a escolher, fatores emocionais e racionais envolvidos, entre outros elementos que determinam resultados diferentes. Fochezatto (1995) acrescenta que, atualmente, identifica-se uma elevação no número de variáveis que cada jogador deve dirigir, o que dificulta a expressão da racionalidade, tendo em vista a maior dificuldade de serem definidas, reveladas e interpretadas as preferências e escolhas. Souza (2003) é enfático quando afirma que não cabe a esse método matemático deliberar de qual opção um jogador precisa lançar mão em conjunturas de conflito na vida real. Isso porque, como explica o autor, a Teoria dos Jogos não se propôs a determinar os valores que estão envolvidos na mentalidade dos indivíduos.

Agradecimento

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio nesta pesquisa.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRICHELO, F. (Acesso em: 12 de outubro de 2014). “Porque é difícil usar a teoria dos jogos nas empresas”. Disponível em: <www.teoriadosjogos.net/teoriadosjogos/list-trechosimprima.asp?id=925>.
- BARROS, A, J, S. y LEHFELD, N. A. S. (2000). “Fundamentos da metodologia científica: um guia para iniciação cintífica”. 2. ed. São Paulo: Makron Books.
- BILBAO, J. M. y FERNÁNDEZ, F. R. (2002). “Abstracts of the fifth spanish meeting on game theory and applications”. Universidad de Sevilla.
- FIANI, R. (2006). “Teoria dos Jogos: para cursos de administração e economía”. 2.ed. Rio de Janeiro: Elsevier.
- FERNÁNDEZ, F. R. y MONROY, L. (2009). “Multi-criteria simple games”. In: V. Barichard et. al. Multiobjective programming and goal programming: theoretical results and practical applications. Berlin Heidelberg: Spring-Verlag.
- FOCHEZATTO, A. (1995). “Teoria dos Jogos: evolução e desdobramentos recentes”. *Est. Cepe*, Santa Cruz do Sul, n.2. p. 7-20, set.
- FUNDENBERG, D. y TIROLE, J. (1991). “Game theory”. Massachusetts: The MIT Press.
- GHOSE, D. B. (1991). “A necessary and sufficient condition for Pareto-optimal security strategies in multicriteria matrix games”. *Journal of Optimization Theory and Applications,* n. 68, p. 463-480.

- GHOSE, D. B. y PRASAD, U. R. (1989). “Solution concepts in two-person multicriteria games”. *Journal of Optimization Theory and Applications*, n. 63, p. 167-189.
- HARSANY, J. C. (1997). “Rational behavior and bargaining equilibrium in games and social situations”. New York: Cambridge University Press.
- HARSANY, J. C. y SELTEN, R. (1988). “A general theory of equilibrium selection in games”. Massachusetts: The MIT Press.
- LUCE, D. y RAIFFA, H. (1957). “Games and decisions”. New York: John Wiley and Sons.
- MÁRMOL, A. M., PUERTO, J. y FERNÁNDEZ, F. R. (1998). “The use of partial information on weights in multicriteria decision problems”. *Journal of multi-criteria decision analysis*, n.7. p. 322-329.
- NEUMANN, J. y MORGENSTERN, O. (1994). “Theory of games and economic behavior”. New York: Wiley.
- NISHIZAKI, I. y SAKAWA, M. (2001). “Fuzzy and multiobjective games for conflict resolution”. New York: Physica-Verlag.
- OWEN, G. (1995). “Game theory”. San Diego: Academic Press, Third Edition, 1995.
- RICHARDSON, R. J. (1989). “Pesquisa social: métodos e técnicas”. 2. ed. São Paulo: Atlas.
- SILVEIRA, A. (Coord.). (2004). “Roteiro básico para apresentação e editoração de teses, dissertações e monografías”. 2. ed. rev., atual e ampl. Blumenau: Edifurb.
- SOUZA, Á. A. (2003). “A teoria dos jogos e as ciências sociais”. Marília: Unesp.
- ZELENY, M. (1982). “Multiple criteria decision making”. New Yor: McGraw-Hill.