

**Área Temática: Finanças**

**ENTROPIA DA INFORMAÇÃO EM INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS  
DAS EMPRESAS PERTENCENTES AO SETOR BENS INDUSTRIAIS**

**AUTORES**

**IRANI ROCHA**

Universidade Regional de Blumenau  
irocha@al.furb.br

**NELSON HEIN**

Fundação Universidade Regional de Blumenau - FURB  
hein@furb.br

**TAMILY ROEDEL**

Centro Universitário de Brusque - Unifebe  
tamily.roedel@unifebe.edu.br

**RESUMO**

Com apoio dos indicadores econômico-financeiros os gestores poderão ter uma visão abrangente do desempenho da empresa. Este trabalho objetivou avaliar o grau da entropia da informação em indicadores econômico-financeiros das empresas pertencentes ao setor econômico bens industriais que participam dos níveis de governança corporativa da BM&FBovespa. A pesquisa classifica-se como descritiva, documental com abordagem quantitativa, utilizando o método da entropia. A pesquisa foi realizado com as empresas pertencentes aos diferenciados níveis de governança corporativa do setor econômico bens industriais. Dessa forma, calculou-se os indicadores de liquidez, endividamento, atividade e rentabilidade, a partir das demonstrações contábeis de 2005 a 2009. Nos resultados alcançados, aplicou-se então o método da entropia da informação e observou-se que a maior e a menor entropia  $e(d_i)$  dos indicadores das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais estão no grupo de indicadores de rentabilidade em anos diversificados. Nesse sentido, o indicador que apresenta maior peso ( $\lambda$ ) dentre o grupo, é o indicador margem líquida (ML) no ano de 2005, considera-se que esse indicador transmite mais informações dentre os indicadores do setor econômico de bens industriais, ou seja, é o indicador que apresenta maior “efeito surpresa”.

**Palavras-chave:** Entropia da Informação, Indicadores Econômico-Financeiros, Setor Econômico Bens Industriais.

**ABSTRACT**

With the support of economic-financial managers may have a comprehensive view of company performance. This study evaluated the degree of entropy of information in economic and financial indicators of firms within the economic sector industrial goods that participate in corporate governance levels of Bovespa. The survey classified as descriptive, documentary with a quantitative approach, using the method of entropy. The research was conducted with the companies belonging to different levels of corporate governance in the economic sector industrial goods. Thus, we calculated the indicators of liquidity, leverage, activity and profitability, the financial statements from 2005 to 2009. In the results, then we applied the method of entropy of information and it was observed that the highest and lowest entropy and ( $d_i$ ) of the indicators of firms within the economic sector of industrial goods are in the group

of performance indicators in years diversified. Thus, the indicator showing the highest weight ( $\lambda$ ) from the group, is the net margin indicator (ML) in 2005, it is considered that this indicator conveys information from the indicators of the economic sector of industrial goods, ie is the indicator that is more "surprise effect".

**Keyword:** Information entropy, economic-financial indicators, economic industrial goods industry.

## 1 INTRODUÇÃO

Por meio das demonstrações financeiras, balanço patrimonial e relatórios de administração é possível observar a situação econômico-financeira das empresas. Nesse sentido, considera-se essencial a qualidade nas divulgações contábeis aos seus diversos usuários. Silva (2004) considera as demonstrações contábeis como meio de comunicação entre empresa e seus diversos usuários, sendo dessa forma a contabilidade a linguagem dos negócios de cada empresa.

As informações contábeis são analisadas desde os primórdios da contabilidade, modernizando-se ao longo dos tempos, buscando atender cada vez mais as necessidades dos usuários internos e externos da organização (IUDÍCIBUS, 2009). A situação financeira e de desempenho da empresa são apresentadas por meio de duas demonstrações financeiras básicas: balanço patrimonial e a demonstração do resultado do exercício (BLATT, 2001).

Observa-se na literatura, diferente meios de se fazer a análise das demonstrações financeiras, além das tradicionais os decisores buscam recursos para auxiliá-los nessa análise e dentre os recursos, encontra-se o cálculo da entropia da informação, ou seja, um método multicritério. Conforme Oliveira (2008, p. 39), “os métodos multicritérios são técnicas de apoio a decisão, que ajudam a solucionar problemas que possuem vários objetivos frequentemente conflitantes, com múltiplas ações possíveis, incertezas, várias etapas, e diversos indivíduos afetados pela decisão”. Dessa forma, será aplicado o método da entropia nos principais índices econômico-financeiros.

Esta pesquisa terá como foco a aplicação de um novo modelo na Contabilidade por meio de um grupo de indicadores que evidenciam aspectos da situação econômico-financeira da empresa, ou seja, índices de atividade, liquidez, endividamento e rentabilidade. “Os índices de liquidez, atividade e endividamento medem o risco; os de rentabilidade medem retorno” (GITMAN, 2004, p. 45). No que tange ao método da entropia, muitas pesquisas demonstram sua aplicação em diversas áreas do conhecimento, tais como Física, Química, Biologia, Matemática, Sistema de Informação, Engenharias, Economia, entre outras (Silva, Campos e Neves (2002), Silva et al. (2003), Crochik (2005), Sturzbecher (2006), Oliveira (2007), Trigo Jr. (2007), Rennó (2007), Oliveira (2008), Simoni (2008)) apresentando dessa forma, a eficiência desse método nos mais diversos campos de aplicação.

Nesse sentido, cria-se a seguinte questão: *Considerando os indicadores econômico-financeiros de Liquidez, Endividamento, Rentabilidade e Atividades das empresas do setor econômico materiais básicos dos diversos níveis de governança corporativa da BM&FBovespa, qual o grau de Entropia nos indicadores contábeis?* O estudo tem como objetivo avaliar o grau da entropia da informação em indicadores econômico-financeiros das empresas pertencentes ao setor econômico bens industriais que participam dos níveis de governança corporativa da BM&FBovespa. Para tanto, alguns objetivos específicos foram elaborados: a) Mensurar a entropia da informação Contábil presente nos índices Econômico-Financeiros de Liquidez, Endividamento, Rentabilidade e Atividades; b) enumerar as entropias parciais entre um conjunto de indicadores; c) identificar as entropias das entropias nos indicadores econômico-financeiros. Este estudo tem como justificativa, proporcionar aos tomadores de decisões nas organizações o conhecimento dos indicadores econômico-financeiro que apresentam maior consistência de informação, ou seja, o indicador mais relevante para sua análise. Este conhecimento será proporcionado por meio do cálculo da entropia.

## 2 ENTROPIA DA INFORMAÇÃO

A lei da entropia é uma afirmação de que toda a energia em um sistema isolado move-se do estado ordenado para o estado desordenado. O autor destaca que o estado mais ordenado, ou seja, onde a concentração é maior, é considerado o estado da entropia mínima.

Em contrapartida, o estado mais desordenado é considerado o estado da entropia máxima (RIFKIN, 1980). De Acordo com Cassettari (2003, p. 274), a entropia máxima “reflete a tendência natural das coisas de se aproximar do estado caótico, a menos que algo atue sobre elas para evitar isso”.

Considera-se urgente a inclusão da problemática da entropia no pensamento econômico, devido à atual crise ambiental e a busca do desenvolvimento sustentável. A base material que serve de suporte, bem como, a capacidade do meio de absorver a alta entropia resultante do processo econômico é o que ameaça a sustentabilidade (GEORGESCU-ROEGEN, 1971).

Para Covoln (2003), a entropia física mede o grau de desordem de um sistema. Dessa forma, a noção de entropia está ligada ao grau de desorganização existente na fonte. Quanto maior a desorganização (entropia, incerteza), maior o potencial de informação dessa fonte (SHANNON, 1949). Com base no total da informação, é possível prever a quantidade de informações intrínsecas em uma medida inicial, assim, a métrica da entropia permite calcular a velocidade a que esta informação diminui (BENTES; MENEZES; MENDES, 2009). Para Pineda (2010, p. 22), “a entropia é um estado dinâmico que varia em função do estado inicial de organização da matéria e do tempo, caracterizando um processo irreversível”

Assim, Bentes, Menezes e Mendes (2009), destacam que evidências empíricas têm demonstrado que muitas vezes uma sequência de valores financeiros não apresenta um comportamento linear, relacionando-se a um movimento caótico. Nesse sentido os autores buscaram estudar o papel da entropia como meio de quantificar a previsibilidade e relatar a situação não linear nos mercados financeiros. Muitas vezes, os valores inicialmente se aproximam, mas, posteriormente podem ficar distantes um do outro e por fim, podem voltar a se aproximar, caracterizando dessa forma uma mistura. Para os autores, quanto menos eventos prováveis, ou seja, os eventos apresentam-se mais distintos, o resultado da entropia é considerado mais surpreendente, o efeito surpresa é maior, enquanto mais eventos prováveis, no sentido de eventos menos distintos, o resultado da entropia é considerado menos surpreendente, o efeito surpresa é menor. Corroborando com os autores, Castro e Castro (2001) destacam que a informação é fornecida pela observação da ocorrência de um evento do espaço amostral de uma variável aleatória, eventos comuns contêm menos informação do que eventos raros. Pode-se citar como exemplo de entropia em que se aprende muito pouco ao dizer “o sol nasceu pela manhã” e aprende-se muito mais se ouvir dizer “São Paulo foi atingido por um furacão hoje pela manhã” (CASTRO; CASTRO, 2001).

Assim para Bertalanffy (2002) a entropia é uma medida de desordem. O autor também define entropia como logaritmo da probabilidade, ou seja, matematicamente uma maneira de medir a informação na tomada de decisão. Para o autor, “a quantidade de informação transmitida em uma resposta representa uma decisão entre duas possibilidades” (BERTALANFFY, 2002 p. 42). Corroborando com o autor, Zeleny (1982) considera a entropia da informação como uma boa medida a ser utilizada pelo decisivo no momento da sua escolha entre várias opções que tenham a mesma probabilidade. Assim, Soares (2001, p. 93) destaca que a “Entropia é uma medida da escolha disponível em sequências controladas pela probabilidade”.

Zeleny (1982) trabalha cada item a ser utilizado para o cálculo da entropia, como atributos. Nesse sentido, os atributos ( $\lambda_i$ ), deverão ser classificados por grau de importância pelo decisivo, ou seja, de baixa para alta importância, em uma dada situação de decisão. O grau de importância, é diretamente relacionada à quantidade de informações intrínseca gerada por um conjunto de possíveis alternativas de cada  $i$ -ésimo atributo e em paralelo, a subjetividade associada a importância, reflete a cultura, psicologia e meio em que vive o tomador de decisão. Há duas componentes na formação do peso  $\lambda_i$ : a) Conceito de relatividade estável a priori atribuindo importância  $w_i$ , refletindo a cultura individual, cultural, genética,

psicológica, social e ambiental (meio); b) Relatividade instável, conceito contexto-dependente da importância informacional  $\lambda_i$ , baseado em um conjunto particular de possíveis alternativas, de uma dada situação decisória. Esses pesos são sensíveis a qualquer mudança em ambos os conjuntos X (valores da matriz de decisão) e D (valores normalizados da matriz de decisão), e as flutuações nas quantidades de informação intrínseca gerada por ambos. O autor considera a entropia como uma medida simples, mas poderosa, por causa da quantidade de informações fornecida por uma fonte de informação dada.

### **3 INDICADORES ECONÔMICO-FINANCEIROS**

Indicadores Econômico-Financeiros agrupam informações das demonstrações contábeis proporcionando aos gestores informações da situação da empresa. Sendo esses indicadores, divididos em grupos para melhor avaliação dos aspectos econômicos e financeiros (ASSAF NETO, 2003). Buscou-se observar dentre os clássicos no assunto, os indicadores por eles abordados para a análise da situação econômico-financeira das empresas. Apresentam-se no Quadro 1 os diversos autores e indicadores por eles apontados como os mais importantes para análise.

<b>ÍNDICES</b>		<b>AUTORES</b>
<b>LIQUIDEZ</b>	<b>Liquidez Corrente</b>	Iudícibus (1998); Brigham e Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto e Silva (2002); Assaf Neto (2003); Gitman (2004); Silva (2004); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Iudícibus (2009); Marion (2009)
	<b>Liquidez Seca</b>	Iudícibus (1998); Brigham e Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto e Silva (2002); Assaf Neto (2003); Gitman (2004); Silva (2004); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Iudícibus (2009); Marion (2009)
	<b>Liquidez Imediata</b>	Iudícibus (1998); Blatt (2001); Assaf Neto e Silva (2002); Assaf Neto (2003); Assaf Neto (2009); Marion (2009)
	<b>Liquidez Geral</b>	Iudícibus (1998); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Silva (2004); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Iudícibus (2009); Marion (2009)
<b>RENTABILIDADE</b>	<b>Giro do Ativo</b>	Iudícibus (1998); Brigham e Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Silva (2004); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008)
	<b>Margem Líquida</b>	Iudícibus (1998); Brigham e Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Silva (2004); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009)
	<b>Retorno sobre o Ativo</b>	Brigham e Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Silva (2004); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Iudícibus (2009); Marion (2009)
	<b>Rentabilidade do Patrimônio Líquido</b>	Brigham e Houston (1999); Brigham e Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Silva (2004); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Iudícibus (2009); Marion (2009)
<b>ENDIVIDAMENTO</b>	<b>Imobilização do Patrimônio Líquido</b>	Blatt (2001); Silva (2004); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009)
	<b>Participação de Capital de Terceiros</b>	Iudícibus (1998); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Silva (2004); Matarazzo (2008)
	<b>Composição do Endividamento</b>	Iudícibus (1998); Blatt (2001); Silva (2004); Matarazzo (2008); Marion (2009)
<b>ATIVIDADE</b>	<b>Prazo médio de Retorno de Estoque</b>	Iudícibus (1998); Brigham e Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Silva (2004); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Iudícibus (2009); Marion (2009)
	<b>Prazo Médio de Pagamento de Compras</b>	Iudícibus (1998); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Gitman (2004); Silva (2004); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Marion (2009)
	<b>Prazo Médio de Recebimento de Vendas</b>	Iudícibus (1998); Brigham; Houston (1999); Blatt (2001); Assaf Neto (2003); Gitman (2004); Silva (2004); Brigham e Ehrhardt (2006); Matarazzo (2008); Assaf Neto (2009); Iudícibus (2009); Marion (2009)

**Quadro 1 - Principais indicadores para análise econômico-financeira das empresas**

Fonte: adaptado de Fassina (2006, p 44) e Kroenke (2009, p. 29)

Observa-se no Quadro 1 algumas divergências entre os autores em relação aos indicadores abordados para análise econômico-financeira das empresas, como por exemplo o autores Assaf Neto (2009) e Silva (2004), em sua obra, abordam apenas os indicadores de liquidez; Já Assaf Neto em suas obras de 2003 e 2009, considera os indicadores de liquidez, rentabilidade, endividamento e atividade como sendo importante para análise da situação econômico-financeira da empresa. Destaca-se também dentre eles o autor Gitman (2004), pois, a abordagem em sua obra está apenas em alguns indicadores de liquidez e de atividade. Infere-se que dentre os indicadores citados pelos diversos autores, o objetivo de todos é o mesmo, proporcionar aos analistas uma visão econômico-financeira da empresa, dessa forma, contribuir para tomada de decisão.

#### **4 METODOLOGIA**

Esta pesquisa tem como característica descritiva. Assim, para Cervo e Bervian (2002, p. 66), “a pesquisa descritiva observa, registra, analisa e correlaciona fatos ou fenômenos

(variáveis) sem manipulá-los". Nesse contexto, descrever significa identificar, relatar, comparar, entre outros.

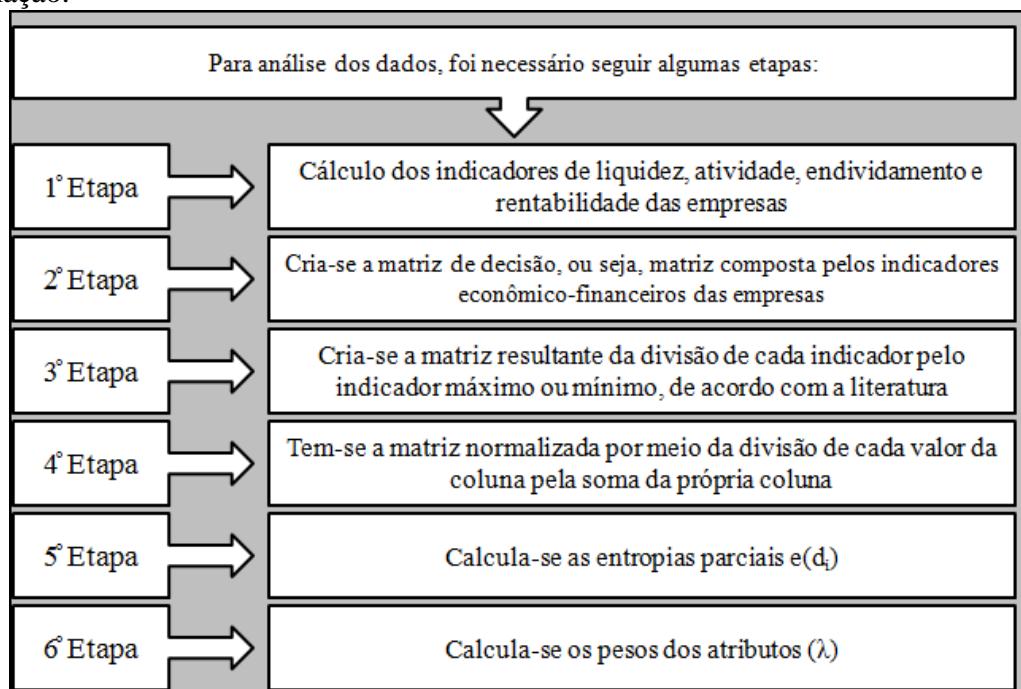
No que tange a abordagem do problema o estudo pode ser definido como quantitativo. De acordo com Silveira et al. (2004, p. 107) "de maneira geral as pesquisas quantitativas baseiam seus estudos em análise de características diferenciadas e numéricas, geralmente ao longo de alguma dimensão, entre dois ou mais grupos, procurando provar a existência de relações entre variáveis". Nesse sentido, para comparação da entropia entre os indicadores, utiliza-se de instrumentos estatísticos.

Utilizou-se procedimento documental, ou seja, de acordo com Godoy (1995), a pesquisa documental, "consiste no exame de materiais de natureza diversa que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reexaminados, buscando-se interpretações novas e/ou complementares". Para tanto, serão utilizados informações divulgadas pelas empresas em suas Demonstrações Contábeis no sítio da BM&FBovespa.

A população da pesquisa consiste em empresas do setor bens industriais, que fazem parte da Governança Corporativa, isso é, empresas classificadas nos Níveis 1, 2, Novo Mercado e Bovespa Mais, listadas na BM&FBovespa. Dessa maneira, a amostra consiste em 9 empresas que disponibilizaram suas demonstrações contábeis no período de 2005 a 2009.

A entropia é calculada pela seguinte fórmula:  $e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln \left( \frac{d_i^k}{D_i} \right)$ .

Na Figura 1, apresentam-se algumas etapas necessárias para alcançar a entropia da informação.



**Figura 1 – Etapas para o cálculo da entropia**

Fonte: elaboração própria

## 5 DESCRIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 5.1 Presença da Entropia da Informação nos Indicadores Econômico-Financeiros

Apresentam-se na Tabela 1, o cálculo da entropia entre os indicadores econômico-financeiros das empresas pertencentes a setor econômico de bens industriais.

**Tabela 1 - Entropia entre os indicadores das empresas do setor de bens industriais**

INDICADORES		2005		2006		2007		2008		2009	
		e(di)	PESO ( $\lambda$ )								
Liquidez	LI	0,884	0,097	0,918	0,076	0,962	0,056	0,967	0,087	0,966	0,059
	LS	0,988	0,01	0,985	0,014	0,976	0,035	0,986	0,036	0,979	0,035
	LC	0,993	0,006	0,99	0,009	0,981	0,028	0,989	0,029	0,983	0,029
	LG	0,989	0,009	0,982	0,017	0,979	0,032	0,993	0,019	0,994	0,01
Endividamento	PCT	0,939	0,051	0,926	0,069	0,916	0,124	0,963	0,098	0,955	0,077
	IPL	0,962	0,031	0,973	0,025	0,96	0,06	0,976	0,062	0,971	0,05
	CE	0,984	0,013	0,988	0,012	0,984	0,024	0,984	0,041	0,985	0,026
Rentabilidade	GA	0,92	0,067	0,935	0,061	0,974	0,039	0,97	0,079	0,981	0,033
	ML	0,638	0,303	0,669	0,309	0,911	0,132	0,998	0,004	0,932	0,116
	RSA	0,982	0,015	0,94	0,056	0,911	0,131	0,998	0,004	0,918	0,14
	RSPL	0,974	0,022	0,962	0,036	0,909	0,135	0,985	0,04	0,899	0,171
Atividade	PMRE	0,691	0,259	0,795	0,191	0,935	0,096	0,916	0,221	0,913	0,148
	PMPC	0,905	0,079	0,906	0,088	0,959	0,06	0,915	0,223	0,969	0,052
	PMRV	0,957	0,036	0,961	0,036	0,968	0,048	0,978	0,057	0,969	0,053

Fonte: dados da pesquisa.

Na Tabela 1, apresenta-se a entropia  $e(d_i)$  e os pesos dos atributos ( $\lambda$ ) dos indicadores econômico-financeiros das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais. Destaca-se neste setor que as empresas Lupatech e CSU Cardsyst não fazem parte da amostra por não disponibilizarem balanço patrimonial consolidado no período pesquisado. Nesse sentido, a entropia da informação foi calculada entre os indicadores das nove empresas desse setor. Observa-se no ano de 2005, o indicador que apresentou maior entropia  $e(d_i)$  foi o indicador de liquidez corrente (LC) com 99% enquanto seu peso ( $\lambda$ ) dentre o grupo foi “zero”, ou seja, esse indicador não apresenta relevância de informação no grupo de indicadores no ano de 2005. Ainda no ano de 2005, o indicador margem líquida (ML) é o indicador que apresenta menor entropia  $e(d_i)$  63,80% e maior peso ( $\lambda$ ), 30% , ou seja, o indicador de margem líquida (ML) é o indicador que transmite mais informações dentre o grupo de indicadores no ano de 2005.

No ano de 2006, observa-se que a situação permaneceu a mesma que 2005, ou seja, o indicador que apresentou maior entropia  $e(d_i)$  e menor peso ( $\lambda$ ), foi o indicador de liquidez corrente (LC), enquanto o indicador que transmite mais informações no período de 2006 foi também, o indicador margem líquida (ML). Destaca-se nesse contexto, que os indicadores que apresentaram maior e menor quantidade de informação permaneceram no grupo de liquidez e rentabilidade, conforme o ano de 2005.

De acordo com exposto na Tabela 1, observa-se no ano de 2007 que o indicador que apresentou maior entropia  $e(d_i)$  foi o indicador composição do endividamento (CE) com 98%

enquanto o indicador retorno sobre o patrimônio líquido (RSPL) apresenta a menor entropia  $e(d_i)$ , 91%. Dessa maneira, o menor peso ( $\lambda$ ) dos atributos está no indicador endividamento (CE) com 2%, enquanto o maior peso ( $\lambda$ ) dos atributos está no indicador retorno sobre o patrimônio líquido (RSPL) com 13% no grupo dos indicadores correspondentes ao ano de 2007.

Dessa maneira, têm-se a entropia  $e(d_i)$  e peso ( $\lambda$ ) dos atributos, nos indicadores no ano de 2008, conforme Tabela 1. Nesse sentido, observa-se que a maior entropia  $e(d_i)$  e o menor peso ( $\lambda$ ) estão nos indicador de margem líquida (ML) e retorno sobre o ativo (RSA) com  $e(d_i)$  de 99% e “zero” de peso ( $\lambda$ ), ou seja, dentre o grupo esses indicadores não apresentam informação. Enquanto a menor entropia  $e(d_i)$ , consequentemente o maior peso ( $\lambda$ ), podem ser observados no indicador prazo médio de pagamento de compras (PMPC), com  $e(d_i)$  de 91% e ( $\lambda$ ) 2%. Dessa maneira, o indicador que apresenta maior “efeito surpresa”, maior quantidade de informação dentre esse setor está no grupo dos indicadores de atividade.

Por fim, no que tange ao ano de 2009, a maior entropia  $e(d_i)$  e o menor peso ( $\lambda$ ) podem ser observados no indicador de liquidez geral (LG) com  $e(d_i)$  99% e o peso correspondente ( $\lambda$ ) 1%, ou seja, esse indicador transmite pouca informação. Em contrapartida, no indicador retorno sobre o patrimônio líquido (RSPL) pode-se observar, a menor entropia  $e(d_i)$  e maior peso ( $\lambda$ ), ou seja, no grupo dos indicadores no período de 2009, a menor entropia  $e(d_i)$  é 90% e o maior peso é ( $\lambda$ ) 2%.

Nesse contexto, infere-se que a maior e a menor entropia  $e(d_i)$  dos indicadores das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais estão no grupo de indicadores de rentabilidade, diretamente nos indicadores de margem líquida (ML) e retorno sobre o ativo (RSA) com a maior entropia, no período de 2008, e a menor entropia  $e(d_i)$  está no indicador margem líquida (ML) no ano de 2005. Nesse sentido, o indicador que apresenta maior peso ( $\lambda$ ) dentre o grupo, é o indicador margem líquida (ML) no ano de 2005, considera-se assim, que esse indicador transmite mais informações dentre os indicadores do setor econômico de bens industriais, ou seja, é o indicador que apresenta maior “efeito surpresa”, isso é, seus valores nesse grupo, são os que mais variações apresentam. Shannon (1949), destaca que o potencial de informação é maior na fonte que apresentar maior desorganização (entropia ou incerteza). Para tanto, Cassettari (2003) em seu estudo concluiu que a metodologia do cálculo da entropia é útil quando é possível inferir as distribuições de probabilidades, individuais e conjuntas. Os indicadores econômico-financeiros nada mais são do que uma distribuição de probabilidades. Considera-se nesse contexto, que a entropia seja uma medida válida para proporcionar mais segurança aos tomadores de decisões em escolherem qual indicador analisar, conhecer qual indicador apresenta mais relevância no todo.

### **5.3 Entropias Parciais entre o Conjunto de Indicadores**

Para a obtenção da entropia total de um grupo de indicadores, têm-se as entropias parciais, ou seja, a entropia de cada indicador em cada ano. Nesse sentido, para alcançar as

entropias parciais, calculou-se o  $e(d_i) = -\alpha \sum_{k=1}^m \frac{d_i^k}{D_i} \ln \left( \frac{d_i^k}{D_i} \right)$ . Assim, a Tabela 2 apresenta as

entropias parciais dos indicadores econômicos das empresas pertencentes ao setor de bens industriais nos anos de 2005 a 2009.

**Tabela 2 - Entropias parciais – setor econômico de Bens Industriais**

ANO	ENTROPIA PARCIAIS (e) - BENS INDUSTRIAIS														ENTROPIA TOTAL	
	Liquidez				Endividamento			Rentabilidade				Atividade				
	LI	LS	LC	LG	PCT	IPL	CE	GA	ML	RSA	RSPL	PMRE	PMPC	PMRV		
2005	0,884	0,988	0,993	0,989	0,939	0,962	0,984	0,92	0,638	0,982	0,974	0,691	0,905	0,957	12,81	
2006	0,918	0,985	0,99	0,982	0,926	0,973	0,988	0,935	0,669	0,94	0,962	0,795	0,906	0,961	12,93	
2007	0,962	0,976	0,981	0,979	0,916	0,96	0,984	0,974	0,911	0,911	0,909	0,935	0,959	0,968	13,32	
2008	0,967	0,986	0,989	0,993	0,963	0,976	0,984	0,97	0,998	0,998	0,985	0,916	0,915	0,978	13,62	
2009	0,966	0,979	0,983	0,994	0,955	0,971	0,985	0,981	0,932	0,918	0,899	0,913	0,969	0,969	13,41	

Fonte: dados da pesquisa

Observam-se na Tabela 2 a entropia de cada indicador econômico-financeiro referente às empresas do setor econômico de bens industriais. Nos índices de liquidez, a maior entropia é apresentada no indicador de LG no período de 2009, com 99%. Enquanto, o indicador que apresenta a menor entropia é o indicador de LI com 88% em 2005, ou seja, nesse grupo, esse é o indicador que apresenta maior “efeito surpresa”.

Com relação aos índices de endividamento, o indicador que apresenta maior entropia é o CE em 2006, com 98%. Enquanto, percebe-se menor entropia no indicador PCT em 2007 com 92%.

No que tange aos índices de rentabilidade os indicadores que apresentam maior entropia são os indicador RSA e ML em 2008, com 98%. Assim, o indicador ML apresenta a menor entropia, 64% em 2005 dentre os indicadores de rentabilidade.

Nesse contexto, dentre os indicadores de atividade, o indicador PMRV em 2008, apresenta maior entropia, 98%. Já a menor entropia nesse grupo de indicadores é observada no indicador PMRE em 2005 com 69%, nesse sentido, é o que transmite maior quantidade de informação dentre o grupo dos índices de rentabilidade.

Nesse contexto, demonstra-se na Tabela 3, o peso dos atributos com relação ao grupo de empresas do setor econômico de bens industriais.

**Tabela 3 – Pesos dos atributos – setor econômico de bens industriais**

ANO	PESO DOS ATRIBUTOS ( $\lambda$ ) – BENS INDUSTRIAIS														ENTROPIA TOTAL	
	Liquidez				Endividamento			Rentabilidade				Atividade				
	LI	LS	LC	LG	PCT	IPL	CE	GA	ML	RSA	RSPL	PMRE	PMPC	PMRV		
2005	0,097	0,01	0,006	0,009	0,051	0,031	0,013	0,067	0,303	0,015	0,022	0,259	0,079	0,036	1	
2006	0,076	0,014	0,009	0,017	0,069	0,025	0,012	0,061	0,309	0,056	0,036	0,191	0,088	0,036	1	
2007	0,056	0,035	0,028	0,032	0,124	0,06	0,024	0,039	0,132	0,131	0,135	0,096	0,06	0,048	1	
2008	0,087	0,036	0,029	0,019	0,098	0,062	0,041	0,079	0,004	0,004	0,04	0,221	0,223	0,057	1	
2009	0,059	0,035	0,029	0,01	0,077	0,05	0,026	0,033	0,116	0,14	0,171	0,148	0,052	0,053	1	

Fonte: dados da pesquisa

A Tabela 3 é composta pelo peso dos atributos entre os indicadores econômico-financeiros das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais. No índice de liquidez, observa-se o maior peso dos atributos no indicador LI em 2005 com 10% aproximadamente, enquanto, o menor peso dos atributos pode ser observado no indicador LC no mesmo ano 0,6%. Considera-se então que, o indicador LI demonstra maior “efeito surpresa” dentre o índice de liquidez.

Dessa forma, observa-se no índice de endividamento o indicador que demonstra maior peso é o indicador PCT com 12% em 2007 e o menor peso está no indicador CE com 1% em 2006. Assim, no grupo de indicadores de endividamento, o indicador PCT transmite a maior quantidade de informação dentre eles.

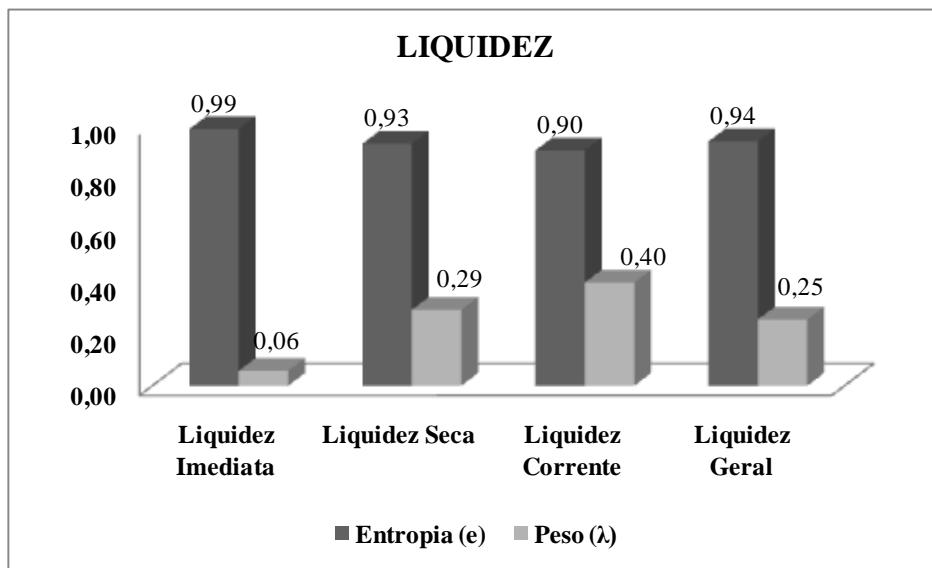
No grupo dos índices de rentabilidade, observa-se o maior peso dos atributos no indicador ML com 31% em 2006, enquanto, o menor peso está nos indicadores ML e RSA em 2008 com “zero”, ou seja, esses indicadores não apresentam informação nesse grupo.

Por fim, nos índices de atividade o maior valor é apresentado no indicador PMRE em 2005 com 26%, assim como, observam-se o menor valor, no indicador PMRV em 2005 e 2006 com 4%.

Dessa forma, observa-se na Tabela 3, o indicador que apresenta maior peso dos atributos, é o indicador ML em 2006, ou seja, esse é o indicador que transmite maior quantidade de informação. De acordo com Zeleny (1982) a entropia da informação pode ser considerada uma boa medida a ser utilizada pelo decisor no momento da sua escolha. Assim, considera-se o indicador de ML como o indicador importante para ser observado pelo decisor devido à quantidade de informações transmitida por ele.

#### 5.4 Entropia das Entropias nos Indicadores Econômico-Financeiros.

Demonstra-se no Gráfico 1 a entropias da informação das entropias nos indicadores de liquidez das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais.



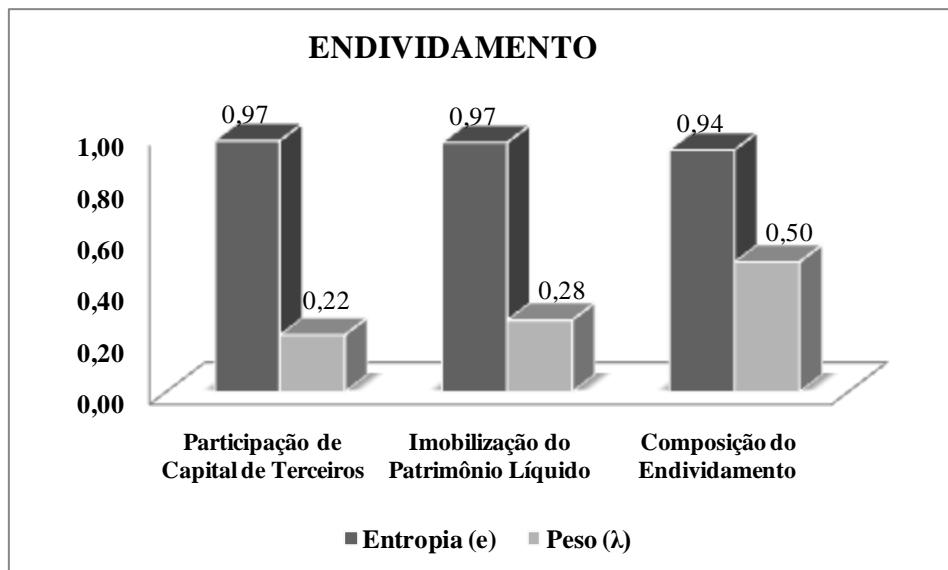
**Gráfico 1 - Entropias da informação das entropias do índice de liquidez**

Fonte: dados da pesquisa

No Gráfico 1 é possível observar, as entropias da informação e o peso dos atributos, provenientes das entropias entre os indicadores de liquidez. Dessa forma, observa-se a maior entropia no indicador liquidez imediata com 99% e consequentemente o menor peso também nesse indicador 6%. Assim, essa situação demonstra pouca variação nos valores do indicador

de liquidez imediata, como consequência, esse indicador, transmite pouca informação dentro do grupo de liquidez. Nesse sentido, o indicador de liquidez corrente foi o indicador que apresentou maior peso no grupo, 40%, consequentemente apresentou menor entropia, ou seja, 90%. Dessa forma, o indicador liquidez corrente é o indicador que transmite mais informações no grupo de liquidez, ou seja, seus valores apresentam maiores variações nesse grupo, necessitando dessa forma, mais atenção por parte dos analistas.

Na sequência, observa-se o Gráfico 2 com a situação dos indicadores de endividamento no grupo de empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais.

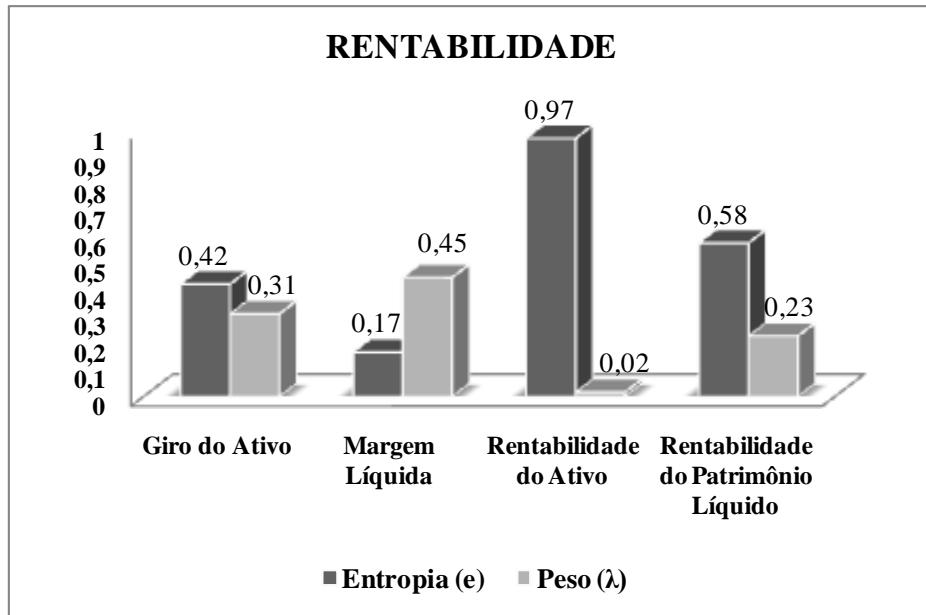


**Gráfico 2 – Entropias da informação das entropias do índice de endividamento**

Fonte: dados da pesquisa

Apresenta-se no Gráfico 2 as entropias da informação e os pesos dos atributos da entropias alcançadas entre os indicadores de endividamento das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais. Diante do Gráfico 2, percebe-se que os indicadores de participação de capital de terceiros e imobilização do patrimônio líquido apresentam o mesmo percentual de entropia 97%, enquanto, estes indicadores apresentam menor peso da informação dentre o grupo. Entende-se dessa forma, que a quantidade maior de informações está no indicador composição do endividamento, sendo que, apresenta a menor entropia 94%, consequentemente, o maior peso 50%.

Nesse contexto, apresenta-se no Gráfico 3, as entropias e os pesos da informação calculada nas entropias da informação entre os indicadores de rentabilidade das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais no período compreendido de 2005 a 2009.

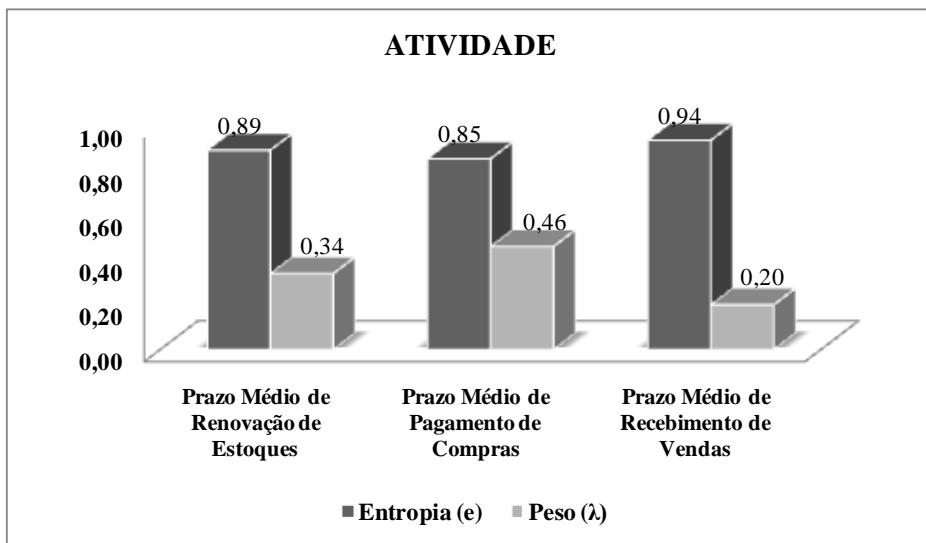


**Gráfico 3 - Entropia da informação da entropia do índice de rentabilidade**

Fonte: dados da pesquisa

Observa-se no Gráfico 3 que a maior entropia da informação das entropias entre os índices de rentabilidade está no indicador rentabilidade do ativo com 97% enquanto a menor entropia está no indicador margem líquida com 17%. Nesse sentido, percebe-se que o maior peso apresenta-se neste indicador, ou seja, apresenta maior variação nos seus valores no período analisado. Considera-se então, o indicador margem líquida como o indicador que transmite mais informações aos tomadores de decisões. Oliveira (2008) procurou estudar, métodos multicritérios de auxílio à decisão e análise envoltória de dados para o setor imobiliário. Finalizando seus estudos, concluiu que o método da entropia é supervalorizado em relação aos demais métodos. Nesse sentido, considera-se relevante essa análise nos indicadores econômico-financeiros.

Por fim, apresenta-se o Gráfico 4 com as entropias e os pesos da informação calculada entre as entropias nos índices de atividade no grupo de empresas que compõem o setor econômico bens industriais.

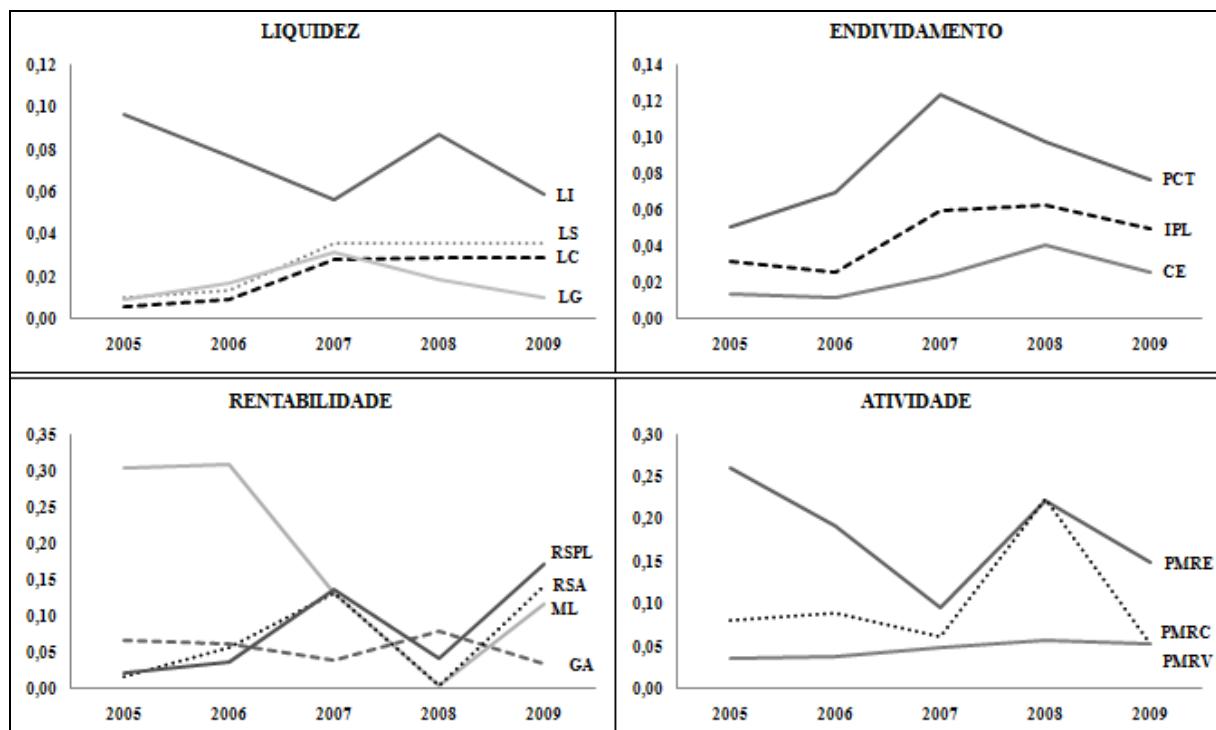


**Gráfico 4 - Entropias da informação das entropias do índice de atividade**

Fonte: dados da pesquisa

No Gráfico 4, é possível observar a maior entropia no indicador prazo médio de recebimento de vendas 94%, consequentemente, este indicador apresenta o menor peso 20%. Entende-se dessa maneira, que este indicador apresenta poucas informações em seus valores, ou seja, o indicador apresenta pouca variação dentro do grupo dos indicadores de atividade. Enquanto observa-se o indicador prazo médio de pagamento de compras que apresenta a menor entropia 85% e o maior peso 46% dentro do grupo. Nesse sentido, cabe a esse indicador, a maior importância no grupo dos indicadores de atividade. Infere-se nesse sentido, que este indicador é o indicador que transmite quantidade maior de informações no grupo.

Na sequência, apresenta-se o Quadro 2 com as oscilações das entropias durante o período de 2005 a 2009 dentro de cada grupo de indicadores.



Quadro 2– Oscilações da entropias entre os grupos de indicadores

Fonte: dados da pesquisa

Apresentam-se no Quadro 2 as oscilações das entropias da informação entre cada grupo dos indicadores de liquidez, endividamento, rentabilidade e atividade. Nesse contexto, observam-se variações mais expressivas da entropia nos quatro grupos de indicadores, ou seja, no indicador de LI dentro do grupo de liquidez, apresenta maior variação, enquanto no grupo de indicadores de endividamento, o indicador PCT apresenta queda na entropia e em seguida se eleva, ou seja, observa-se no ano de 2007 o maior peso da informação, entre 12% a 14% logo, em 2009 esse peso cai para 6%. Assim, dentro dos indicadores de rentabilidade, observa-se a maior oscilação da entropia no indicador ML no período de 2006 a 2008. A entropia nos demais indicadores desse grupo, apresentam-se alta, nesse sentido, conforme se demonstra no Quadro 2, baixo peso da informação. Por fim, no grupo do índices de atividade, observa-se a maior oscilação no indicador PMRE no período de 2005 a 2007.

## 5 CONCLUSÕES

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a presença da entropia da informação em indicadores econômico-financeiros das empresas que participam dos níveis de governança corporativa da BM&FBovespa. A população da pesquisa compreendeu as empresas do setor econômico bens industriais que fazem parte da Governança Corporativa, ou seja, as empresas

classificadas nos diferenciados níveis de governança, listadas na BM&FBovespa correspondendo a 9 empresas.

Para tanto, fez-se necessário o cálculo dos indicadores econômico-financeiros de liquidez, endividamento, atividade e rentabilidade das empresas que compõem a amostra no período de 2005 a 2009. Buscando atender o objetivo da pesquisa, aplicou-se o método da entropia por meio de cálculos em planilha eletrônica. Utilizou-se metodologia descritiva, por meio de análise documental e abordagem quantitativa.

Em relação ao primeiro objetivo, mensurar a entropia da informação Contábil presente nos índices Econômico-Financeiros de Liquidez, Endividamento, Rentabilidade e Atividades, fez-se necessário primeiramente, o cálculo dos indicadores, para então, calcular a entropia da informação entre os indicadores alcançados. Dessa forma, infere-se que a maior e a menor entropia  $e(d_i)$  dos indicadores das empresas pertencentes ao setor econômico de bens industriais estão no grupo de indicadores de rentabilidade, diretamente nos indicadores de margem líquida (ML) e retorno sobre o ativo (RSA) com a maior entropia, no período de 2008, e a menor entropia  $e(d_i)$  está no indicador margem líquida (ML) no ano de 2005. Nesse sentido, o indicador que apresenta maior peso ( $\lambda$ ) dentre o grupo, é o indicador margem líquida (ML) no ano de 2005, considera-se assim, que esse indicador transmite mais informações dentre os indicadores do setor econômico de bens industriais, ou seja, é o indicador que apresenta maior “efeito surpresa”, isso é, seus valores nesse grupo, são os que mais variações apresentam.

No que tange ao segundo objetivo, as entropias parciais entre os conjuntos de indicadores do setor econômico bens industriais, percebe-se a maior entropia nos índices de liquidez, especificamente, no indicador de LG no período de 2009. Enquanto o indicador que apresenta maior peso dos atributos, é o indicador ML em 2006, ou seja, esse é o indicador que transmite quantidade maior de informação.

Quanto ao terceiro objetivo e último objetivo, identificar as entropias das entropias nos indicadores econômico-financeiros observou-se variações mais expressivas da entropia no indicador de LI dentro do grupo de liquidez, apresenta maior variação, enquanto no grupo de indicadores de endividamento, o indicador PCT apresenta queda na entropia e em seguida se eleva, ou seja, observa-se no ano de 2007 o maior peso da informação, entre 12% a 14% logo, em 2009 esse peso cai para 6%. Assim, dentro dos indicadores de rentabilidade, observa-se a maior oscilação da entropia no indicador ML no período de 2006 a 2008. Por fim, no grupo do índices de atividade, observa-se a maior oscilação no indicador PMRE no período de 2005 a 2007.

Por fim, essa pesquisa apresenta algumas limitações, tais como a questão dos dados coletados, ou seja, as informações disponibilizadas pelas empresas podem conter algum tipo de manipulação para que as demonstrações financeiras pareçam mais fortes. Outra limitação é o período dessa pesquisa, trabalhou-se os indicadores econômico-financeiros do período de 2005 a 2009.

Como sugestão para esse trabalho, pode-se indicar a utilização do método da entropia com outros indicadores financeiros e outras empresas.

## **REFERÊNCIAS**

- ASSAF NETO, A. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2003.
- \_\_\_\_\_. **Finanças corporativas e valor**. São Paulo: Atlas, 2009.
- BENTES, S. R.; MENEZES, R.; MENDES, D. A. **Entropic measures in nonlinear dynamics**. In: SALGUEIRO, Maria de Fátima; MENDES, Diana A.; MARTINS, Luis F. (Editores). Temas em Métodos Quantitativos – 6. 1. ed. Lisboa: Edições Sílabo, LDA, 2009.
- BERTALANFFY, L. V. **Teoria General de los sistemas**. Fondo de Cultura Económica: México, 2002.

- BLATT, A. **Análise de Balanços**. São Paulo: Makron Books Ltda, 2001.
- BRIGHAM, E. F.; EHRHARDT, M. C.. **Administração financeira: teoria e prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2006.
- BOLSA DE VALORES DE SÃO PAULO – BM&FBOVESPA. Disponível em: <[www.bmfbovespa.com.br](http://www.bmfbovespa.com.br)>. Acesso em: 03 jun. 2010.
- CASTRO, F. C. C. de; CASTRO, M. C. F. de. Codificador de Sinais. Cap. II. 2001. Disponível em: <<http://www.ee.pucrs.br/~decastro/download.html>>. Acesso em: 20 de jan. 2010.
- CASSETTARI, A. O Princípio da Máxima Entropia e a Moderna Teoria das Carteiras. **Revista Brasileira de Finanças**. v. 1, n. 2, p. 271-300, 2003.
- CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. **Metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2002.
- COVOLAN, S. C. T. **O conceito de entropia num curso destinado ao ensino médio a partir de concepções prévias dos estudantes e da história da ciência**. 2003, 122 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação. São Paulo, 2003.
- CROCHIK, L. **Produção de Entropia em um Modelo Estocástico Irreversível**. 2005. 135 f.. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo Instituto de Física. São Paulo, 2005.
- GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy law and the economic process**. Cambridge, Harvard University Press. 1971.
- GITMAN, L. J. **Princípios da administração financeira**. 10. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2004.
- GODOY, A. S. Introdução à Pesquisa Qualitativa e Suas Possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n.2, p.26, 1995.
- IUDÍCIBUS, S. de. **Análise de Balanços**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- OLIVEIRA, L. S. M. e. **Comparação de Métodos de apoio à decisão na seleção de um imóvel**. 2008. 73 f.. Dissertação (Curso de mestrado em Engenharia de Produção) Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro, 2008.
- OLIVEIRA, M. M. de. **Sistemas de Informações à Luz da Semiótica Sistêmica**. 2007. 74 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Comunicação e Semiótica) Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2007.
- PINEDA, J. O. C. **A Entropia Segundo Claude Shannon: O Desenvolvimento do Conceito Fundamental da Teoria da Informação**. 2006, 126 f. Dissertação (Mestrado em História da Ciência) Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2006.
- PINEDA, J. O. C. **Entropia e Teoria da Informação**: Os fundamentos Científicos da Era Digital. 1. ed. – São Paulo: Annablume, 2010.
- RIFKIN, J. **Entropy: a new world view**. New York: The Viking Press, 1980.
- SHANNON, C.E. The mathematical theory of communication. **Bell System Tech. J.**, v.27, 1949.
- SILVA, V. de P. R. da; CAMPOS, J. H. B. da C.; NEVES, C. P. A Teoria da Entropia no estudo da variabilidade temporal da precipitação pluvial e da temperatura do ar. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 12., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu 2002.
- SILVA, V. de P. R. da; CAVALCANTI, E. P.; NASCIMENTO, M. G. do; CAMPOS, J. H. B. da C. Análises da precipitação pluvial no Estado da Paraíba com base na teoria da entropia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 7, n. 2, p. 269 – 274, 2003.
- SILVA, J. P. da. **Análise financeira das empresas**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2004.
- SILVEIRA, A. et al. **Roteiro básico para apresentação e editoração de teses, dissertações e monografias**. 2. ed. rev., atual e ampl. Blumenau: Edifurb, 2004.

- SOARES, P. F. **Projeto e Avaliação de desempenho de redes de monitoramento de qualidade da água utilizando o conceito de entropia.** 2001. 242 f. Tese (Doutor em Engenharia) Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.
- STURZBECHER, M. J. **Detecção e caracterização da resposta hemodinâmica pelo desenvolvimento de novos mét. De processamento de imagens funcionais por ressonância magnética.** 2006. 139 f.. Dissertação (Programa de Pós-graduação e Física aplicado à Medicina e Biologia) Universidade de São Paulo - Instituto de Física. São Paulo, 2006.
- ZELENY, M. **Multiple criteria decision making.** New York: McGraw-Hill, 1982.