

CASI e Taxonomia do Setor Aeroespacial

Adriana P. Mattedi*, Fernando M. Ramos

Reinaldo R. Rosa

NUSASC - Núcleo para Simulação e Análise de
Sistemas Complexos LAC/INPE – Labor. Associado
de Computação e Matemática Aplicada
Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

*adriana@lac.inpe.br

Rosario N. Mantegna

Istituto Nazionale per la Fisica
della Materia, Unità di Palermo
e Dipartimento di Fisica e
Tecnologie Relative,
Università di Palermo

Palavras chaves: CASI, índice, aeroespacial, taxonomia .

Resumo

O projeto Econofísica no Núcleo de Simulação e Análise de Sistemas Complexos do Laboratório de Matemática e Computação Aplicada (NUSASC/LAC) do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) enfoca principalmente o estudo da análise de risco para o setor aeroespacial. Com este objetivo, o grupo criou um novo índice financeiro específico para o setor aeroespacial - CASI - Comprehensive Aerospace Index -, cujo comportamento está sendo estudado e os resultados estão sendo explorados buscando criar um modelo de gerenciamento de risco que melhor se adapte a este setor. Neste trabalho apresentaremos o índice CASI, a metodologia utilizada, uma comparação com outros índices financeiros e algumas das características estatísticas do índice estudadas.

1. Introdução

O setor aeroespacial, além de sua importância estratégica, tem um grande peso na economia da sociedade a qual pertence. Este setor desenvolve e utiliza tecnologia complexa e avançada, emprega mão de obra qualificada e os produtos gerados possuem alto valor agregado. As Tabelas 1 e 2 a seguir apresentam um panorama das receitas e empregos gerados pelo setor aeroespacial nos últimos anos em alguns países e na União Européia (UE)¹. A expectativa das receitas da indústria brasileira para os próximos anos é: US\$ 6,3 bi e US\$ 7,8 bi, em 2005 e 2010, respectivamente, e um aumento de empregos para 24 mil, em 2005, e para 27 mil em 2010.

¹ Neste trabalho, o termo União Européia refere-se aos 15 países que aderiram à União Européia até 1995, como definido nas estatísticas apresentadas pela AECMA (European Association of Aerospace Industry). São eles: Alemanha, Áustria, Bélgica, Dinamarca, Espanha, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Irlanda, Itália, Luxemburgo, Portugal, Reino Unido e Suécia.

Tabela 1. Participação da receita gerada pelo setor aeroespacial no PIB* (%)

ano	Brasil	Canadá	EUA	UE	Japão
1999	0,44	1,80	1,66	0,74	0,26
2000	0,54	1,89	1,47	0,99	0,26
2001	0,67	2,09	1,52	1,16	0,27
2002	0,67	1,93	1,41	0,91	0,28

FONTE: AIAB (Associação das Indústrias Aeroespaciais do Brasil); AIAC (Aerospace Industries Association of Canada); AIA (Aerospace Industries Association); AECMA (European Association of Aerospace Industry) e SJAC (Society of Japanese Aerospace Companies). Dados de junho de 2004.

* Produto Interno Bruto a preços correntes. Os dados foram obtidos no site: <http://www.worldbank.org>, do Banco Mundial, visitado em 13 junho 2004.

Tabela 2. Emprego no setor aeroespacial (mil)

ano	Brasil	Canadá	EUA	UE	Japão
1999	12,0	83,6	850,0	426,7	32,7
2000	14,0	91,5	800,0	429,1	31,7
2001	15,1	83,6	790,0	380,1	31,7
2002	16,8	79,0	714,0	407,8	30,5

FONTE: AIAB; AIAC; AIA; AECMA; e SJAC.

Deve-se ressaltar que são igualmente importantes os desdobramentos, ou *spin-offs*, da tecnologia aeroespacial em outras áreas de atividades, tais como eletrônica, novos materiais, metalurgia, informática etc, os quais não estão contabilizados nestes números.

Ainda, esta indústria possui programas cujos investimentos atingem bilhões de dólares anuais e cujo retorno está associado a incertezas. Esta vulnerabilidade é mostrada em artigo publicado na revista *Via Satellite* [1] com relação ao segmento de satélites: “a recessão econômica e o *crash* das empresas ponto.com, que marcou a virada do milênio, finalmente alcançou a indústria

global de satélites (...) e o ano 2001 apresentou um dos menores números de satélites lançados em uma década e (...) o número de contratos de lançamento sendo assinados reflete o desaquecimento no ciclo de procura devido a consolidação de operadoras e o clima negativo para financiamento de satélites”. Estes fatos mostram a importância de se analisar a exposição deste setor ao risco sistêmico, cuja finalidade é identificar os riscos assim que possível e ajustar a estratégia de tomada de decisões para controlar e minimizar as possíveis perdas. Com este intuito, nós desenvolvemos o índice que representasse o setor aeroespacial de forma a estudar suas características e desenvolver uma ferramenta de análise mais precisa para esta atividade.

2. Índices Financeiros

Índices de ações são números que representam o comportamento de um conjunto de ações e refletem as variações dos preços destas ações componentes. Estes índices são, normalmente, barômetros do mercado, pois refletem um certo tipo ou tamanho de um segmento, de um mercado ou de todo o mercado e, através deles, da economia. No Brasil, o índice Ibovespa (Índice da Bolsa de Valores de São Paulo) retrata os principais papéis brasileiros, por isso é considerado como referência do mercado nacional em geral. Nos Estados Unidos, os índices mais conhecidos e considerados como referências para a economia são: o índice *Dow Jones Industrial Average* (DJIA), que representa as 30 maiores empresas americanas; e o índice *S&P500*, da empresa Standard&Poor's, que engloba as 500 maiores empresas americanas. O índice setorial mais conhecido é o índice *Nasdaq Composite* (*National Association of Securities Dealers Automated Quotation System*), mantido pela *National Association of Securities Dealers* (NASD). Este índice, por ter um maior número de empresas de tecnologia, é considerado como referência para o setor de tecnologia em geral e também para a chamada “nova economia”.

Com relação ao setor aeroespacial, foram criados alguns índices relacionados. Entre eles, o índice *Satellite* composto por empresas apenas do segmento de satélite cujos títulos são comercializados publicamente e gerenciado pela *Solomon Smith Barney* [2]; o índice YHOH204 elaborado pelo Yahoo/finance, o qual contém empresas do setor aeroespacial e defesa; e os índices DJUSAE (*Dow Jones Aerospace Index*) e DJMSAE (*Dow Jones Aerospace Microsector Index*), administrados pela *Dow Jones Company*, compostos por empresas americanas que produzem aeronaves e equipamentos, satélites (excluindo os satélites de comunicação) e equipamentos de defesa (incluindo navios militares) (*Dow Jones Company*, 2004). O DJMSAE faz parte de um conjunto de índices de micro-setores desenvolvido por esta Companhia e é composto por apenas cinco empresas. No projeto Econofísica, pensou-se, inicialmente, em utilizar os dados do índice *Satellite*. Entretanto, além de

não ter sido possível descobrir quais são as empresas que o compõem, não foi possível encontrar a metodologia utilizada para o cálculo deste índice. Além disso, este índice é restrito a empresas de satélites, portanto, não representativo do setor aeroespacial. O índice apresentado no site *Yahoo/Finance* (YHOH204) não tem seus dados históricos disponíveis e nem a sua metodologia. Quanto aos demais índices mantidos pela *Dow Jones Company*, são índices compostos apenas por empresas americanas, não incluem empresas operadoras de satélite e, no início deste estudo, não havia divulgação nem acesso a suas cotações.

Desta forma, decidiu-se criar o índice CASI. Este é um índice mais abrangente, composto por empresas fabricantes de aeronaves, satélites (incluindo satélites de comunicação), equipamentos utilizados no setor aeroespacial (bateria, ótica, radar, sistemas, acessórios, etc.) e serviços (teste, manutenção, serviços de transmissão via satélite, incluindo comunicação (subitens *Satellite Communications: Direct Broadcast Satellite (DBS) Communications* e *Satellite Communications: Satellite Communications System Operators*, da empresa *Business.com, Inc.*). Não foram incluídas empresas aéreas, pois estas empresas são melhores classificadas na indústria de transportes.

3. Metodologia

Segundo Weiss, as metodologias aplicáveis à criação de índices para o mercado financeiro podem variar de acordo com os critérios de abrangência e de ponderação [3]. Com relação à abrangência, os índices podem conter apenas amostras do conjunto considerado das ações ou ser mais amplo, contendo todo o conjunto de ações. Já com respeito à ponderação, os índices podem ser construídos considerando apenas os preços, ou podem ser ponderados pelo valor de mercado.

Seguindo estes critérios, ainda de acordo com Weiss, existem quatro gerações de metodologia de índices: na primeira, os índices são criados considerando uma amostra e ponderados apenas pelo preço, por exemplo, o índice DJIA; na segunda geração, os índices são compostos por amostra do conjunto, mas cada componente é ponderado pelo valor de mercado, isto é, o preço da ação multiplicado pelo número de ações emitidas pela empresa (*outstanding shares*), como exemplo tem-se o índice S&P500; a terceira geração é caracterizada por procurar englobar todas as possíveis ações do conjunto, ponderadas pelo valor de mercado, como o índice *Nasdaq Composite*; e na quarta geração, o universo de ações é mantido, porém a ponderação é feita pelo produto do preço pelo número de papéis em poder do público. Este sistema é conhecido como *float*.

Apesar da existência dos critérios acima mencionados, não existe uma metodologia única para a criação e manutenção de um índice, e a metodologia de cálculo pode apresentar variações dos critérios descritos, de acordo com o interesse da empresa ao desenvolver o

índice. Conforme os manuais das principais empresas produtoras de índices [4-6], um índice deve possuir algumas características para ser considerado metodologicamente bem elaborado. Entre elas, os ativos componentes devem refletir o mercado de interesse e, para tal, deve-se procurar incluir no índice, pelo menos, as empresas representativas do mercado em questão. Segundo, as regras de composição do índice – regras de inclusão e exclusão, assim como as de manutenção – devem ser claras e bem definidas. Desta forma, as variações ocorridas no índice devem refletir as variações do mercado ou do segmento que ele representa. A confiabilidade no índice está relacionada a este processo. Por fim, o índice deve estar disponível para referência e uso.

A metodologia utilizada na criação do CASI é o sistema de ponderação pelo valor de mercado das empresas pertencentes ao setor aeroespacial. Este foi o método escolhido considerando a disponibilidade de dados. Desta forma, ele reflete as variações no valor de mercado das ações componentes ajustadas de forma a eliminar os efeitos das variações na capitalização (valor de mercado da empresa obtido multiplicando a quantidade de ações emitidas pelo valor da cotação da ação negociada em Bolsa de Valores), entradas e/ou saída de empresas. Fazem parte deste índice as empresas do setor aeroespacial que são negociadas na bolsa de Nova York (NYSE), Nasdaq-AMEX e OTC com capitalização acima de US\$50 milhões². Múltiplas classes de uma mesma ação não estão incluídas no índice. Neste caso, foi escolhida a classe com maior valor de mercado.

O CASI foi elaborado primeiramente para o período entre jan./1987 a abr./1999 e, em etapa posterior, foi ampliado até jun./2004. As empresas foram selecionadas utilizando a classificação do SIC (*Standard Industry Code*), identificador numérico do tipo de negócios da empresa, criado pelo governo americano, sob os itens: 372 (*Transportation Equipment/Aircraft and parts*), 376 (*Guided missiles, space vehicles, and parts*); e 381 (*Measuring, analysing and controlling instruments, etc / Search, detection, navigation, guidance, aeronautical, etc.*); e pesquisa nos sites de finanças [7-11]: *Yahoo/finance*; *MarketWatch .com, Inc.*, (o qual lista as 88 empresas pertencentes ao índice DJUSAE), *Business.com, Inc.*³, *StockSelector.com*, *Satellite Directories e Buyside*

Magazine, estas duas últimas contêm listas de empresas que operam no segmento satélite. Estas listas apresentam as empresas e suas atividades produtivas independentemente se são listadas em bolsas de valores. Ao todo, foram pesquisadas mais de 700 empresas. Após a lista completa, para cada uma, buscou-se informações nas suas páginas e nos sites de finanças [7; 13; 14] *Yahoo/Finance*, *Forbes.com Inc.*TM, e *QuantumOnline.com*, as quais contêm o perfil de empresas que são listadas em bolsas de valores, de forma a confirmar que a empresa possua atividades no setor aeroespacial.

Os preços foram obtidos dos bancos de dados da *Momentum* (preços diários de ações negociadas na Bolsa de Valores de Nova Iorque (*New York Stock Exchange - NYSE*), no Nasdaq e na AMEX) da Universidade de Palermo); *Yahoo/Finance e Silicon Investor* [7; 15], sites que disponibilizam cotações diárias de empresas. Como resultado, 190 empresas foram selecionadas. Entretanto, destas 190 empresas, algumas não possuem valor de mercado acima de US\$ 50 milhões de dólares ou então não foi possível achar informações sobre as mesmas. Assim, ao todo 140 empresas puderam ser incluídas no índice. Este número não foi constante ao longo do período estudado. O número de empresas pertencentes ao índice variou de 42 ações, em jan./1987, até 92, em jun./2004. A Figura 1 mostra a evolução do número médio anual de empresas componentes do CASI durante este período e a variação anual. O aumento no número de empresas entre 1996 e 1998 deve-se ao crescimento ocorrido no segmento satélites neste período, antes da crise das empresas “ponto.com”, a qual provocou, posteriormente, a redução do número de empresas [1].

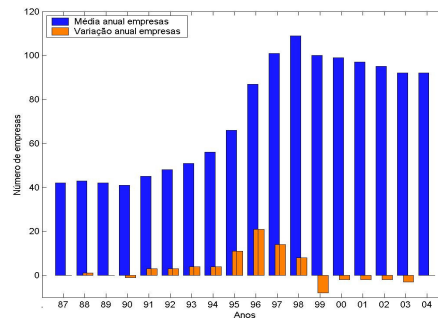


Figura 1. Número médio e variação anual de empresas que compuseram o índice CASI entre 1987 até jun./2004.

3. Cálculo

O primeiro passo para se calcular o índice é achar o valor de mercado, VT , do conjunto das ações componentes do índice:

$$VT_{M,t} = \sum_{i=1}^n Y_{i,t} * \frac{SO_i}{\sum_{i=1}^n SO_i} \quad (1)$$

² A classificação do tamanho das empresas pela capitalização segue os seguintes critérios: valor de mercado acima de US\$ 5 bilhões – empresa de grande capitalização; valor de mercado entre US\$ 500 milhões e US\$ 5 bilhões – empresa de média capitalização; e valor de mercado abaixo de US\$ 500 milhões – empresa de baixa capitalização (www.marketvolume.com).

³ A lista *Aerospace And Defense* da *Business.com Inc.* é uma das mais completas e está subdividida nas seguintes categorias: *Aircraft, Associations, Aviation/Aerospace Medicine, B2B Markets, Consulting & Engineering Services, Education & Training, Electronics, Employment, Equipment & Supplies, Events, Military, Navigation, Guidance & Detection, Reference, Research & Development, Software, Space*. Cada uma destas categorias, está por sua vez, também dividida em outras subcategorias.

onde:

$Y_{i,t}$ é o preço de fechamento da ação i , no tempo t , ajustado a distribuição de lucros ou *splits*; SO_i (*share outstanding*) é o número de ações no mercado da empresa i ; e n é o número de empresas que compõem o índice.

O cálculo diário do índice CASI é feito dividindo-se o valor de mercado das empresas do setor aeroespacial que compõem o índice por um número chamado divisor. Este é um número arbitrário que, entretanto, permite que o índice possa ser comparável ao longo do tempo. Inicialmente, um valor de base arbitrário para o índice é estabelecido, por exemplo $ind = 100$. A partir do valor total de mercado do conjunto das empresas componentes do índice e do valor de base, calcula-se o valor inicial do divisor:

$$div = \frac{VT_{M,t}}{ind} \quad (2)$$

O cálculo dos próximos valores do índice utilizará a equação acima, cujo divisor se manterá igual até a próxima revisão do número, mas sempre atualizando diariamente o $VT_{M,t}$.

As revisões do divisor são realizadas de acordo com três critérios: a cada final de trimestre (final de março, junho, setembro e dezembro); sempre que for verificada uma alteração de 5% no número de ações emitidas por uma empresa; e, por fim, quando ocorrer inclusão ou exclusão de alguma empresa no índice. A inclusão/exclusão de empresas segue o critério de a empresa possuir capitalização acima de US\$ 50 milhões, ser negociada na NYSE, Nasdaq-AMEX ou OTC e ter alguma atividade produtiva relacionada com o setor aeroespacial.

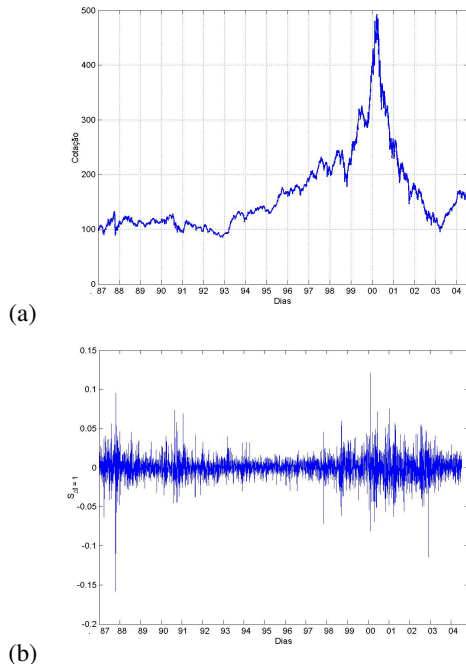


Figura 2. (a) Evolução e (b) variação logarítmica diária do índice CASI, de jan./1987 a jun./2004.

Nos três casos, no dia da revisão (D0), o índice é calculado como nos dias anteriores: utilizando o último divisor e o $VT_{M,t}$ (equação 1) utiliza o peso de cada empresa do dia anterior ao da revisão (D-1). Para o cálculo do novo divisor (equação 2), o valor total de mercado é recalculado utilizando o peso atualizado (número de *share outstanding* em D0) das empresas e o índice calculado em D0. A Figura 2 mostra a evolução do índice CASI e a variação diária logarítmica de cotação do índice, $S_{\Delta t} = \ln(Y_t / Y_{t-1})$, para o período estudado.

Os gráficos da Figura 3 apresentam uma comparação entre o CASI e os demais índices comentados neste trabalho. A Figura 3.a compara o CASI com outros índices relacionados ao setor aeroespacial. As Figuras 3.b, 3.c e 3.d apresentam com mais detalhe a comparação entre o CASI e os referidos índices: *Satellite*, entre jan./95 (início do cálculo deste índice) e dez./02 (Figura 3.b); índice DJUSAE, a partir de ago./99 (Figura 3.c); e o índice DJMSAE, a partir de jan./2003 (Figura 3.d). Os valores iniciais dos índices de referência estão ajustados para estarem iguais ao do CASI na data inicial do gráfico.

Pode-se notar que os índices CASI e *Satellite* possuem um comportamento próximo. Entretanto, no período de grande alta do setor de tecnologia, final de 1998 e início de 2000, o CASI não acompanhou a intensidade da alta ocorrida com as empresas de satélite, possivelmente, refreado pela queda de algumas empresas do setor aeronáutico, como por exemplo Aerosonic Corp., AAR Corp., Aviall, Inc., BE Aerospace, Inc., Fairchild Corp., Heico Corp., LMI Aerospace, Lockheed Martin, entre outras, e também evidenciada pela queda apresentada no índice DJUSAE, Figuras 3.a e 3.c. A alta foi impulsionada, principalmente, pelas empresas que atuam predominantemente no segmento de satélites, tais como: Alcatel Space, Amplidyne, Harmonic Lightwaves, Inc., Norsat International, RF Micro Devices, Inc., Globecom Systems Inc., entre outras. Já no início de 2000, houve uma reversão dos movimentos de ambos os segmentos. Após este período, os índices têm apresentado um comportamento muito semelhante, incluindo a reação ao atentado de set./2001, quando os preços das ações das empresas caíram e se recuperaram rapidamente, em função das atividades ligadas à defesa. A queda em consequência dos atentados ocorridos em set./2001 está assinalada nas figuras 3.a, 3.b e 3.c.

Em comparação com índices mais tradicionais como o Nasdaq, o S&P500 e o DJIA, o CASI acompanha a tendência destes mercados, mas apresenta um retorno mais modesto, uma vez que estes são índices mais diversificados (Figura 4). Os valores dos índices foram ajustados de forma a todos iniciarem, em jan.1987, próximos do valor de base do CASI.

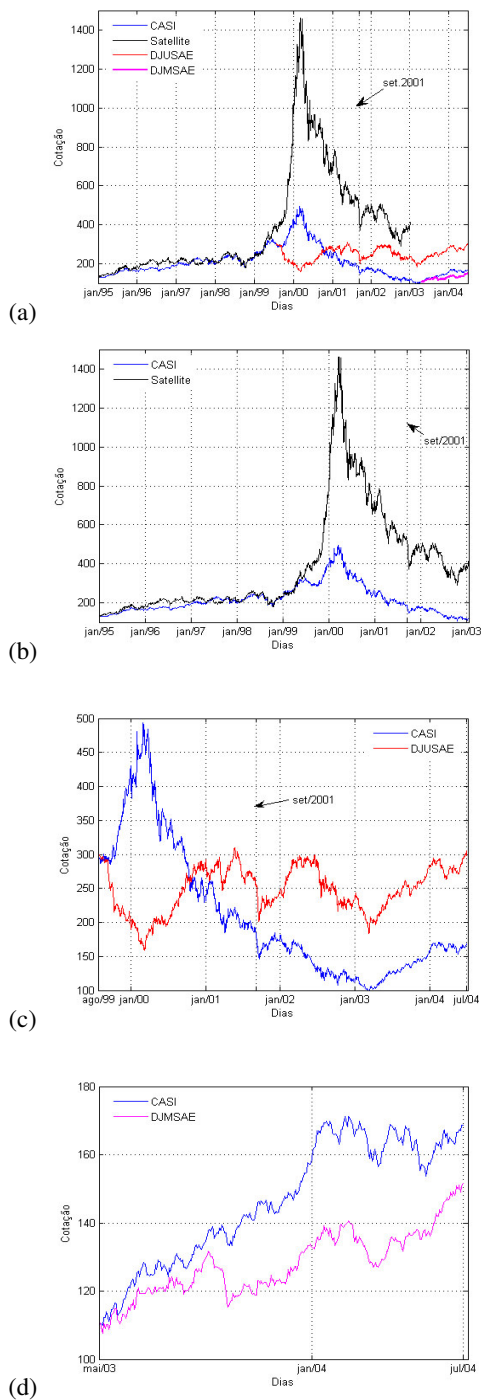


Figura 3 – Comparação do índice CASI (azul) com os demais índices do setor aeroespacial: (a) com os três índices: Satellite (preto); DJUSAE (vermelho); e DJMSAE (rosa); (b) a (d) comparação com cada índice separadamente.

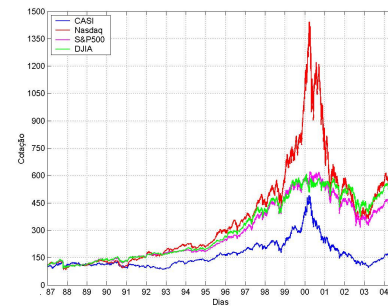


Figura 4 – Índice CASI (azul) e demais índices de mercado: Nasdaq (vermelho), S&P500 (rosa) e DJIA (verde).

4. Estrutura organizacional do setor Aeroespacial

Uma das questões que se procura responder ao estudar o comportamento de um conjunto de ações é se os fatores econômicos presentes no mercado direcionam o comportamento das ações ao mesmo tempo, isto é, se as informações presentes nos preços das ações possibilitam o agrupamento de ações sob o ponto de vista de informações econômicas. Os estudos apresentados por Mantegna [16] e Bonanno et al [17] mostram que, em uma carteira diversificada, é perceptível a influência dos fatores econômicos predominantes em diferentes setores e, portanto, possível a taxonomia de um conjunto de ações usando as informações contidas nas séries temporais dos preços diários. Ainda, mostram que a estrutura complexa de um grupo de ações possui características difíceis de serem reproduzidas por alguns modelos, como por ex. o modelo CAPM [17].

A questão que surge, então, é se é possível detectar estas mesmas influências em uma carteira composta por empresas do mesmo setor, ou seja, se é possível sub classificar um segmento utilizando as informações contidas nos preços diários. O objetivo desta seção é, portanto, apresentar a análise da correlação entre as ações que compõem o CASI com o intuito de detectar uma possível hierarquia organizacional neste setor.

Primeiramente, foram criadas matrizes, $m \times n$, com as diferenças logarítmicas de preços diários das ações e matrizes, também $m \times n$, dos preços diários das ações para cada ano estudado (2 x 18 ao todo), onde m é o número de dias e n o número de empresas. Foram incluídas em cada ano, as ações que tiveram negociações em pelo menos 10 meses no respectivo ano. A idéia em dividir o período total por ano é que as empresas começaram a negociar as suas ações em diferentes épocas e, portanto, não possuem cotações para o mesmo período que possam ser correlacionadas. Ao agrupar por ano, é possível acrescentar e/ou retirar as empresas que entraram e/ou saíram do índice a cada ano.

A partir destas matrizes, foram criadas as matrizes de coeficiente de correlação ($n \times n$) entre cada par de ações, utilizando a equação:

$$\rho_{i,j} = \frac{\langle X_i X_j \rangle - \langle X_i \rangle \langle X_j \rangle}{\sqrt{(\langle X_i^2 \rangle - \langle X_i \rangle^2)(\langle X_j^2 \rangle - \langle X_j \rangle^2)}} \quad (4)$$

onde X_i pode assumir o valor dos preços das ações, Y_i , como também o valor das diferenças logarítmicas de preços das ações, S_i ; i e j são duas ações quaisquer.

A matriz de coeficientes de correlação é simétrica, onde $n*(n-1)/2$ elementos caracterizam a matriz e o elemento $a_{ij} = 1$ quando $i = j$ (diagonal principal). O próximo passo foi quantificar a distância entre todos os possíveis pares de ações selecionadas. Para isso, utilizou-se a métrica proposta em Mantegna [16], onde a distância entre duas ações pode ser calculada por:

$$D(i, j) = \sqrt{2*(1 - \rho_{i,j})} \quad (5)$$

Esta métrica atende aos três axiomas de uma distância métrica:

- 1) $D(i, j) = 0$, se e somente se $i = j$;
- 2) $D(i, j) = D(j, i)$;
- 3) $D(i, j) \leq D(i, k) + D(k, j)$.

Para analisar o possível agrupamento das ações do setor, a partir das matrizes de distância, D , gerou-se a *Minimal Spanning Tree* (MST). A MST é definida, na teoria dos gráficos, como um conjunto de arcos que unem todos os pontos de um conjunto, com a menor soma possível dos valores dos arcos. Os arcos das árvores são traçados de forma a conectarem sempre as distâncias mais curtas entre cada par de ações, estas representadas em cada vértice pelos símbolos (*ticks*) com os quais suas ações são negociadas na bolsa. Assim, com o ordenamento crescente destas distâncias traça-se a árvore. Por exemplo, para o ano de 2002 e tendo como base de cálculo a evolução dos preços das ações, o primeiro arco mostrará a $D_{REMC-ALA} = 0,18446$ (distância entre as empresas REMC e ALA); o segundo, a $D_{ANDW-ALA} = 0,25018$, conecta a empresa ANDW ao par anterior. O próximo par será $D_{SYMM-REMC} = 0,26126$, também conectado ao primeiro grupo, através da empresa REMC. E assim por diante. A figura 5 apresenta as árvores geradas para o ano de 2002, utilizando como base de cálculo (a) a evolução de preços e (b) a diferença logarítmica diária de preços das ações. O programa utilizado para gerar os gráfico foi o Pajek⁴.

Os resultados mostram que o setor aeroespacial é suficientemente coeso nas atividades produtivas, com empresas atuando tanto no segmento de satélites quanto no de aeronáutica. Mesmo assim foi possível, nos anos mais recentes, como o exemplo do ano 2002 mostrado na

Figura 5, perceber um agrupamento das empresas segundo suas atividades produtivas, analisando a partir da evolução

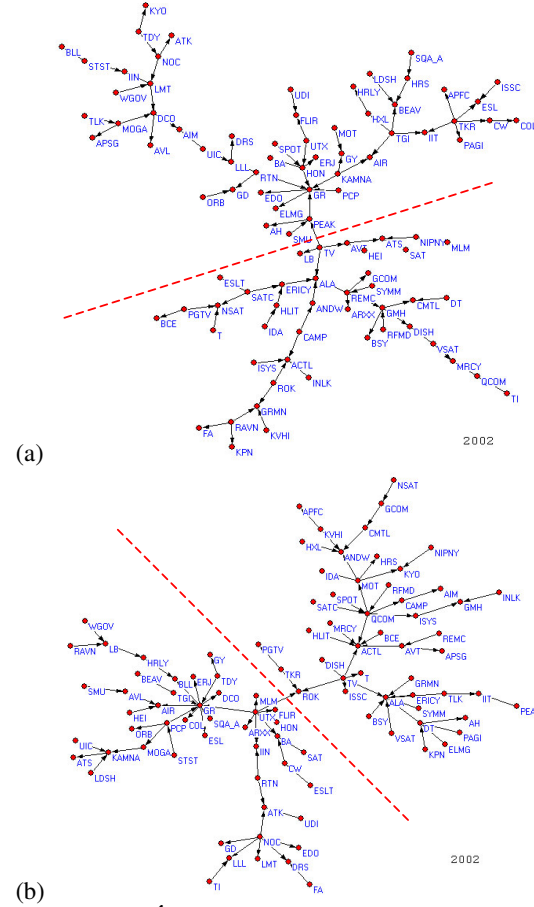


Figura 5. Árvore gerada para o ano de 2002, calculadas com base (a) na evolução dos preços das ações; e (b) nas diferenças diárias de preços (S) das ações.

dos preços ou pelas diferenças logarítmicas de preços. Por exemplo, na parte inferior da Figura 5.a, e no canto superior direito da Figura 5.b estão aglutinadas predominantemente as empresas ligadas ao segmento de satélite, tais como: ALA, ATS, BCE, BSY, CAMP, CMTL, DISH, DT, ERICY, GCOM, GMH, HLT, IDA, INLK, ISYS, KPN, KVHI, NSAT, NIPNY, PGT, TV, VSAT etc, e algumas poucas empresas do segmento aeronáutico. No outro lado de ambas as figuras predominam as empresas do setor aeronáutico, tais como: AIR, AVL, BEAV, ERJ, GD, GY, KAMNA, PCP, SMU, SQA_A, TGI, UDI, UTX, WGOV. As demais empresas têm atividade produtiva ligada a ambos os segmentos ou não foi possível a classificação. O ano de 2002 é o que possui o agrupamento mais visível entre os anos estudados, possivelmente devido à consolidação do segmento de satélites após o *crash* das empresas ponto.com, já citada anteriormente, e à reestruturação do setor ocorrida após o

⁴ Software livre para Windows, escrito por Batagelj, V. e Mrvar, A., disponível no site: vlado.fmf.uni-lj.si/pub/networks/pajek/.

atentado de setembro/2001. Nos demais anos, verificou-se que esta divisão só é mais evidente de 1996 em diante. Quanto mais recente o ano, mais clara a individualização dos grupos. Isso ocorre porque a classificação das atividades produtivas das empresas foi realizada com base em dados recentes, posterior a 2003, e não refletem necessariamente as atividades das empresas nos primeiros anos estudados, pois é comum as empresas diversificarem suas atividades produtivas ou então definir um nicho de atuação. Além disso, a partir de 1996, ocorre um aumento do número de empresas que operam no segmento satélite (vide Figura 1).

5. Conclusões

Neste trabalho, apresentou-se um novo índice financeiro para o setor aeroespacial, denominado CASI - Comprehensive Aerospace Index, baseado em ações de empresas cuja atividade produtiva está relacionada com o setor aeroespacial, que tenha capitalização acima de US\$ 50 milhões, e que sejam negociadas nas bolsas de Nova York (NYSE), Nasdaq/AMEX ou OTC. Foram trabalhadas cotações diárias de um período de 17 anos e meio, de janeiro de 1987 a junho de 2004. A partir do conjunto de empresas que atenderam aos requisitos estabelecidos, utilizou-se a série temporal de preços de suas ações para descrever a estrutura hierárquica do setor aeroespacial.

Os resultados mostraram que o CASI é um índice que reflete tanto o comportamento do segmento aeronáutico quanto do segmento satélite podendo, portanto, ser considerado um índice representativo do setor aeroespacial. De forma geral, as ações são afetadas por fatos políticos e econômicos e por especificidades de cada segmento no qual a empresa encontra-se inserida. Estes fatos estão refletidos nos preços. Este trabalho, mostrou que, apesar das atividades produtivas dos setores aeronáutico e espacial estarem muito próximas é possível, utilizando as informações econômicas contidas na série temporal dos preços, determinar a árvore hierárquica do setor e ordenar a classificação das empresas que o compõem. Isto é interessante quando se busca criar um modelo de gerenciamento de risco para um determinado setor da economia.

6. Referências Bibliográficas

- [1] Boeke, C. Via Satellite's 2001 Satellite Survey. **Via Satellite**, v. , n. 24-28, p. , Jul. 2001.
- [2] Boeke, C. Satellite Survey/2002: trends & statistics. **Via Satellite**, v. , n. , p. 28-33, Jul. 2002.
- [3] Weiss, R. Mercado acionário brasileiro: proposta de novos índices para ampliar a abrangência e a capacidade de diagnóstico. **Revista do BNDS**, v. 7, n. 14, p. 29-54, Dez. 2000.
- [4] Dow Jones & Company, Dow Jones STOXXSM Index Guide. STOXX Limited [on line]. <www.stoxx.com/indexes/djsi_guidebook.pdf>. Visitado em 30 janeiro 2004.

- [5] Dow Jones & Company, Guide to the Dow Jones Microsector Indexes. [on line]. <www.onechicago.com/030000_products/images/GuidetotheMicroSectors 0603.pdf >. Visitado em 30 janeiro 2003.
- [6] New York Stock Exchange, NYSE Composite Index Methodology Guide. **New York Stock Exchange** [on line]. <www.nyse.com/pdfs/methodology_nya.pdf>. Visitado em 30 janeiro 2003.
- [7] *Yahoo/Finance*. <http://biz.yahoo.com/ic/airdef.html>. Visitado em janeiro a março 2003.
- [8] MarketWatch.com. Inc. www.cbs.marketwatch.com/tools/industry. Visitado em janeiro a março 2003.
- [9] Business.com, Inc. www.business.com/directory/aerospace_and_defense. Visitado em janeiro a março 2003.
- [10] *StockSelector.com*. www.stockselector.com/allinind.asp?indnumber=611.
- [11] *Satellite Directories*. www.satellitetelevision.com.au/main/directory-a-c.htm. Visitado em janeiro a março 2003.
- [12] Buyside Magazine. *Telecom Company Directory* Adams Business Media Publication. www.buyside.com/mag/summer/cs/asp/direct.asp. Visitado em janeiro a março 2003.
- [13] Forbes.com Inc.TM. <http://www.forbes.com>. Visitado em janeiro a março 2003.
- [14] QuantumOnline.com. www.quantumonline.com. Visitado em janeiro a março 2003.
- [15] Silicon Investor. www.siliconinvestor.com/research/search.jsp?domain=quote. Visitado em março 2003 e julho 2004.
- [16] Mantegna, R. N. Hierarchical structure in financial markets. **The European Physical Journal B**, v. , n. 11, p. 193-197, 1999
- [17] Bonanno, G. Caldarelli, G.; Lillo, F.; Mantegna, R. N. Topology of correlation base minimal spanning trees in real and model markets. [online]. p. 1-4, Nov. 2002. <<http://xxx.lanl.gov/abs/cond-mat/02111546>>. Visitado em 15 maio 2003.