

Evidenciação Gráfica de Ativos Intangíveis em Superfície de Desempenho: Aprimorando o Modelo de Kitts, Edvinsson e Beding - Mapeamento IC - .

JOSENILDO DOS SANTOS
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

JOSÉ FRANCISCO RIBEIRO FILHO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

SILVIO DE BARROS MELO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO

RESUMO

A literatura especializada apresenta abordagens relevantes para a compreensão das várias dimensões envolvidas na mensuração dos ativos intangíveis. Edvinsson et al (2001) introduz uma ferramenta de gerenciamento de conhecimento intitulada *sistema de mapeamento de CI*, que extrai o conhecimento dos dados históricos de uma companhia e os converte em um gráfico tridimensional interativo. Seu objetivo é apresentar de forma visual e desprovida de uma vestimenta técnica, informações que dizem respeito ao estado de uma companhia no passado e no presente, além de permitir projeções do desempenho no futuro. No caso dos dados homogeneamente configurados na forma de um simplexo, como exposto no modelo, pode-se ter a distância entre dois pontos mais que triplicada após a projeção (simplexos do espaço de 12 dimensões).

A partir de uma abordagem metodológica que compara o modelo analisado com as contribuições do algoritmo de Torgeson, este estudo desenvolve um aprimoramento que visa a evitar os problemas mencionados no modelo de Edvinsson, estabelecendo a interpolação ainda no espaço de alta dimensão. O resultado produziu o modelo G-Mapa IC, que permite obter aproximações da realidade, através de simplexos em alta dimensão. Em outras palavras, propõe-se um sistema de visualização da *variedade de desempenho*, que dá suporte à interpretação da interpolação dos dados de alta dimensão. Assim, haverá um conjunto de gráficos, cada um sendo seções transversais da superfície de desempenho. Cada um destes gráficos ganha o nome de curva isoparamétrica.

1 – Considerações Iniciais: Fundamentação e Referenciais Teóricos

O brotar do “novo milênio” tem como ponto basilar um comportamento inexplicável das diretrizes econômicas face ao passado recente. Todas as teorias econômicas estão em questão, diante a sua incapacidade de explicar as tendências verificadas nos últimos anos, parece que realmente surge um novo paradigma econômico com a globalização. De fato os anos em que vivemos repetem a mesma realidade tal como nas primeiras décadas do século XX, são as empresas tecnológicas que empurram os índices bolsistas para o topo, ao ritmo vertiginoso, que lançam a euforia entre investidores e os fazem crescer. Nos anos vinte e mesmo depois as empresas tecnológicas eram as grandes companhias aéreas, as petrolíferas, que eram as impulsionadoras do mercado. Atualmente são novamente as empresas tecnológicas as impulsionadoras do mercado: Internet, Telecomunicações, Mídia, etc. (Góes, 2001). Nesta ótica por todos os fatos apresentados somos levados a concordar que “o novo surge” isto é a existência

de uma “nova economia” que se fundamenta em novos conceitos ou que pelo menos atribui valores a fatores que até bem pouco tempo eram conceitos marginais. Por exemplo, o conceito de Capital Intelectual, que constitui um fator central para o sucesso de qualquer empresa contemporânea, mas principalmente para as pertencentes ao âmbito das novas tecnologias, que assentam o seu valor no conhecimento. Assim surge no campo das ciências contábeis um desafio que é tornar a relação dos ativos intangíveis com a área contábil mais explícita. As atuais demonstrações contábeis, por serem elaboradas segundo os princípios e convenções que norteiam a ciência contábil têm dificuldades para expressar os componentes intangíveis das entidades. Assim vários pesquisadores apresentam métodos que se propõem a contribuir com a mensuração desse tipo de ativos - Roos (1997), Sveiby (1997), Edvinson & Malone (1998), Stewart (1998), Brooking (2000), Jóia (2001), Edvinson et al (2002) e outros -, tentando minimizar os efeitos nocivos de seu não conhecimento por parte dos investidores. É neste contexto que este trabalho se enquadra. De fato o presente artigo tem por objetivo apresentar e analisar as idéias de Edvinson et al (2002) que constrói um modelo contabilométrico de gerenciamento do conhecimento instituído numa empresa (ou entidade), por meio de uma função chamada mapeamento IC que tenta sintetizar centenas de variáveis e extrair o conhecimento destas medidas por meio de uma superfície de desempenho usando uma técnica matemática chamada computação gráfica. Partindo das principais limitações do Edvinson’s paper desenvolve-se um novo modelo contabilométrico fundamentado no modelo de mapeamento IC e Edvinson para tornar o sistema de mapeamento IC mais preciso e confiável usando técnicas de computação gráfica mais avançada e tornado a construção da superfície mais simples. De fato pelo sistemático acréscimo de importância dos ativos intangíveis no ambiente empresarial da atualidade resta a necessidade de sua identificação. As dificuldades de ordem prática, encontradas ao identificar e avaliar os fatores intangíveis, principalmente pela subjetividade inerente, constituem-se pontos que podem desestimular ou tolher iniciativas neste sentido, porém conforme evidenciado neste trabalho é possível encontrarem-se alternativas que subsidiem a gestão dos ativos intangíveis nas entidades

2- Uma Visão Geral dos Modelos e Possibilidade de Mensuração do Capital Intelectual

Têm-se hoje uma unanimidade no meio dos pesquisadores das ciências contábeis que o ativo intangível é o núcleo da economia contemporânea (a Economia do Conhecimento) e o balanço de uma empresa pode representar um raio X como ela está hoje, mas pode não ser ferramenta confiável para perceber seu desenvolvimento em um futuro próximo. O tesouro oculto, o capital intelectual, é atualmente o que realmente importa em uma sociedade em constante ebulição. Porém a mensuração do valor do capital intelectual não conta ainda com metodologia consolidada. Contudo o atual momento empresarial deixa claro a necessidade de apurar-se o valor dos recursos intelectuais mantidos pela empresa, pois eles têm um valor e, portanto devem ser objeto de estudo da ciência contábil. Aos profissionais contábeis cabe buscar alternativas para suprir a deficiência das peças contábeis tradicionais no sentido de evidenciar o capital intelectual (Wernke, 2002).

Este é o objeto deste trabalho: partindo de um modelo de mensuração do capital intelectual de Edvinson e melhorando o mesmo no contexto de sua mensuração por métodos de computação gráfica. Pode-se, em parte, resumir segundo Wernke as seguintes possibilidades de mensuração do capital intelectual encontradas na literatura.

MÉTODO	VANTAGENS	LIMITAÇÕES	FORMA USADA	ENFASE FINANCEIRA	PERSPECTIVAS ADOTADAS
CI = VM – VC	Simplicidade de utilização	Frágil perante influência do mercado	Equação matemática	total	Única (financeira)
CI = VM / VC	Cálculo simples e comparável no tempo	Influenciável por oscilação de fatores externos	Equação matemática	total	Única (financeira)
“Q” de Tobin	Considera o custo de reposição dos ativos. Fácil de interpretação	Afetados pelos efeitos do mercado	Equação matemática	parcial	Única (financeira)
Stewart	Fácil de visualização. Acompanhamento no desempenho de vários indicadores no mesmo tempo	Dificuldade na determinação dos indicadores de desempenho	Gráfico radar	parcial	Diversas, a serem estipuladas pelos usuários
Edvinsonn & Maloni	Fornecer uma perspectiva geral do passado e do futuro da empresa	Elaboração complexa e subjetiva	Matriz e equação matemática	parcial	Diversas (cliente, processos humana, financeira e de renovação).
Sveiby	Apresentação simples. Fácil interpretação	Escolha de indicadores complexa	Matriz de indicadores	nenhuma	Diversas (estrutura externa, estrutura interna e competência das pessoas)
Heurístico Joia	Considerações do fator tempo à estratégia empresarial	Cálculo muito complexo e alta subjetividade na definição das propriedades	Equação matemática e matriz de incidência	nenhuma	Diversas (a serem determinadas) vinculadas a estratégia empresarial adotada.

Wernke (2002) propõe o “O Mapa Para Identificação de Potenciais Geradores Intangíveis”. Este modelo não segue os procedimentos contábeis regulamentados legalmente, sendo uma ferramenta de cunho exclusivamente gerencial para o uso interno e externo, conforme a convergência da divulgação a ser determinada pela empresa que o adotar. Com isso se exige de seguir critérios contábeis, priorizando aspectos notadamente de cunho gerencial que talvez não estejam totalmente de acordo com a prática contábil vigente na atualidade afirma Wernke e Bornia (2003). De fato este modelo fundamenta-se basicamente nas três fases que compõem a ferramenta The Value Chain Score board[®], proposta por Lev (2001) e nas quatro perspectivas do Balanced Scorecard (BSC) de Kaplan & Norton (2000). Observa-se que as perspectivas “Clientes”, “Aprendizado e Crescimento” e “Processos Internos” do BSC podem ser equivalentes as fases “Comercialização”, “Descobertas e Aprendizagem” e “Implementação” do Scoreboard respectivamente, o modelo do mapa de identificação de Wernke adotou a estrutura básica do modelo de Lev – considerando mais adequado que o BSC para a avaliação de intangíveis – com algumas alterações, adicionando a perspectiva “Financeira” num enfoque distinto daquele originalmente que tem sido imputado a esse grupo de indicadores no Balanced Scorecard.

3-O Uso da Computação Gráfica na Contabilometria para obter a passagem dos ativos intangíveis à superfície de desempenho de uma empresa ou entidade

3.1 – Computação Gráfica

Define-se, usualmente, como sendo o conjunto de métodos e técnicas para transformar dados em imagens através de um dispositivo gráfico.



Figura 3 Computação Gráfica conversão de dados em imagens

Segundo Gomes et al (1999) nas ciências matemáticas o melhor modo de se compreender uma determinada área de pesquisa, é através do conhecimento profundo de seus principais problemas, bem como das possíveis soluções. Os diversos problemas centrais de uma determinada área constituem a essência da definição da área.

De um modo particular, a computação gráfica é uma área das ciências matemáticas, que estuda os modelos que permitem a visualização de informações contábeis armazenadas na memória do computador. Como praticamente não existem limitações nas origens ou entrada desses dados, a computação gráfica pode ser utilizada por pesquisadores em ciências contábeis e usuários das diversas áreas de conhecimento das ciências aplicadas.

Neste contexto os pesquisadores B. Kitte, L. Edivinson e T.Beding, se utilizam da computação gráfica para obter uma prova técnica para qualificar os ativos intangíveis de uma empresa. De fato, eles introduziram um modelo de gerenciamento do conhecimento chamado de *Mapeamento IC*, que pode sintetizar uma quantidade muito grande de dados, em um campo gerador de uma superfície que avalia o desempenho de empresas.

Em termos dos elementos basilares “dados” e “imagens” obtidos pela computação gráfica, toma-se quatro pontos norteadores que são: modelagem geométrica, visualização, processamento de imagens e visão computacional

Modelagem geométrica – trata do problema de descrever e estruturar dados geométricos no computador.

Visualização – os dados gerados pelo sistema de modelagem geométrica são processados e o produto final é uma imagem que pode ser vista através de dispositivos de saída gráfica.

Processamento de imagens – o sistema admite como entrada uma imagem que, depois de processada, produz outra imagem como saída. Essa imagem pode ser observada em dispositivo gráfico. Um exemplo clássico, é o processamento de imagens enviadas por um satélite com o objetivo de colorir ou realçar detalhes.

Visão computacional – tem por finalidade obter, a partir de uma imagem (entrada), informações geométricas, topológicas ou físicas sobre os dados que deram origem às imagens.

Este estudo, portanto, discute a construção de modelo contabilométrico com objetivo de generalizar o modelo de *mapeamento IC* de Edivinson.

3.2 - Terreno

Neste artigo utiliza-se o conceito de “Terreno”, no contexto da computação gráfica. Considere o problema de representar no computador um terreno. Em cartografia, um terreno pode ser descrito através de um mapa de altura: se estabelece um determinado nível de referência (por

exemplo o nível do mar), e toma-se para cada ponto a elevação do terreno sobre este ponto. No campo das ciências matemáticas, o mapa altura corresponde a uma função:

$f: U \subset \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$, $z = f(x, y)$, onde (x, y) são coordenadas de um ponto de um plano e z é a altura correspondente. Geometricamente, o terreno é descrito pelo gráfico (Gr) da função f :

$$\text{Gr}(f) = \{ (x, y, f(x, y)); (x, y) \in U \}$$

3.3 – Imagem

Gomes et al (1999) consideram o problema de representar no computador uma imagem, da seguinte forma: tome como modelo de uma imagem no universo físico, uma fotografia. Nesse modelo tem-se:

- 1) um conjunto suporte (um retângulo de papel);
- 2) uma cor associada a cada ponto desse suporte.

Supõe-se que a imagem é cinza, ou seja, ela possui apenas as cores preta e branca, e tonalidades de cinza. Nesse caso, associa-se a cada tonalidade de cinza um número do intervalo $[0, 1]$, onde 0 representa o preto e 1 representa o branco.

O suporte retangular da imagem é representado por um subconjunto retangular $U \subset \mathbb{R}^2$ do plano. Portanto, o modelo matemático de uma imagem cinza é uma função $U \subset \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}$, $z = f(x, y)$, desde que cada ponto (x, y) é associado ao valor z da tonalidade de cinza correspondente. Esta função é chamada função imagem. Pode-se descrever a imagem utilizando-se o gráfico da função imagem.

Como o modelo matemático de uma imagem é análogo ao modelo de um terreno, pode-se utilizar a representação por amostragem pontual, opção utilizada por Edivinson na construção de seu modelo *mapeamento IC*.

3.4 – Foco do estudo desenvolvido neste trabalho

Em resumo pode-se definir a computação gráfica como sendo a área da matemática que trata de descrição, análise e processamento de objetos gráficos. Desde que se entende, do ponto de vista matemático, um objeto gráfico como sendo um subconjunto: $S \subset \mathbb{R}^a$, e uma função

$$f: S \subset \mathbb{R}^a \rightarrow \mathbb{R}.$$

O conjunto S é chamado de suporte geométrico, e f é chamada de função de atributos do objeto gráfico. A dimensão do suporte geométrico S , de um objeto gráfico, é chamada de dimensão do objeto gráfico. Este conceito de objeto gráfico foi introduzido na literatura por Gomes et al (1996). Todavia o trabalho de Edivinson se baseia neste conceito de objeto gráfico, onde a dimensão do suporte geométrico é 59, que é gerado pelas 59 variáveis advindas das informações relevantes que formam os fatores que identificam os intangíveis da empresa em questão, e ademais o *mapeamento IC* desenvolvido por Edivinson e a função Terreno onde a variável altura é o desempenho da empresa em tela. Portanto, o gráfico desse mapa IC, no espaço de 60 dimensões é o objeto deste trabalho.

4 – Proceder metodológico

No desenvolvimento desta pesquisa foi utilizado como método de abordagem (Lakatos e Marconi, 1992), o método dedutivo para a investigação científica; e as abordagens ética e

sistêmica, no que se refere ao enfoque ou ênfase na construção de um modelo contabilométrico para obter um mapeamento do capital intelectual de uma empresa, baseado no trabalho de Edvinson et al (2001), que desenvolve o *mapeamento IC* para extrair o conhecimento a partir dos dados históricos da empresa e os convertem em uma superfície tridimensional interativa.

Todavia o método dedutivo será utilizado na construção de um novo mapa IC que denomina-se G – MAPA IC, através da computação gráfica evitando projeções no plano, pois isto nos leva, em certos casos, a grandes distorções fragilizando assim o modelo obtido por Edvinson et al, ibdem.

Em relação aos métodos de procedimentos foram utilizados o histórico e o comparativo. O histórico foi utilizado quando o estudo do surgimento do conceito do capital intelectual e suas possibilidades de mensuração. O comparativo foi posto em prática quando se confronta o modelo do mapa IC criado por Edvinson com o modelo do G-Mapa IC, desenvolvido neste artigo através de métodos da computação gráficos mais avançados (gerais) dos usados por Edvinson.

Por fim no que diz respeito as técnicas foram utilizadas a documentação indireta representada por pesquisa em setores de computação gráfica, bem como uma vasta revisão bibliográfica por meio de livros, revistas científicas e artigos científicos nacionais e internacionais, tal que culminou na construção do modelo contabilométrico, através da computação gráfica, utilizado no processo decisório quando da análise de desempenho empresarial, traduzido numa superfície de desempenho n-dimensional.

5 – Descrição do trabalho sobre Capital Intelectual de Kitts, Edvinsson e Beding

O trabalho de Edvinsson et al[] introduz uma ferramenta de gerenciamento de conhecimento intitulada *sistema de mapeamento de CI*, que extrai o conhecimento dos dados históricos de uma companhia e os converte em uma gráfico tridimensional interativo. Seu objetivo é apresentar de forma visual e desprovida de uma vestimenta técnica, informações que dizem respeito ao estado de uma companhia no passado e no presente, além de permitir que se façam previsões confiáveis sobre o estado no futuro próximo. As informações são agregadas de forma que um leigo possa facilmente compreender aspectos qualitativos da trajetória da companhia, através de uma interação com o sistema de mapeamento de CI, o que possibilita ao usuário fazer simulações sobre o estado da companhia ao se manipularem valores hipotéticos em determinadas variáveis, identificar problemas em seus negócios e entender o desempenho da companhia quando confrontado ao de outras. O aspecto pioneiro deste trabalho é incorporar ao sistema de medição de desempenho, um conjunto de informações consideradas intangíveis, porém fundamentais para o correto entendimento do estado global da companhia e para a tomada de decisões. Tal abordagem visa a explicitar indicadores que permaneceriam escondidos em planilhas comuns de balanço de lucros e perdas. Algumas das variáveis incorporadas incluem o número de contratos por empregado, percentagem de gerentes entre os empregados, percentagem de gerentes do sexo feminino, etc.

O presente trabalho tem por objetivo apresentar e discutir as idéias do Edvinsson et al[], incluindo suas principais limitações, e propor novas idéias para tornar o sistema de mapeamento de CI mais preciso e confiável.

O sistema de mapeamento de CI começa por normalizando as diversas variáveis, para evitar que as distorções presentes nos valores das variáveis mascarem a importância que cada variável possui no cálculo do desempenho da companhia. Por exemplo: número de contratos possui valores que são, em termos absolutos, bem superiores ao número de contratos por empregado; estes valores também podem não ter a mesma ordem de grandeza que o custo com a

folha de pagamento por despesas administrativas. Assim, ao se aplicarem testes Z nas variáveis no âmbito de suas séries temporais, os valores numéricos ficam compatíveis para comparação. Cada variável representa um eixo geométrico num espaço de alta dimensão. No caso do experimento feito para o artigo de Edvinsson et al[], havia 59 variáveis, e se adicionássemos os valores de desempenho da companhia associados às variáveis, precisaríamos de um espaço de dimensão 60 para representar o desempenho da companhia em função de todas as variáveis. Para que se possa tornar visual o desempenho da companhia, Edvinsson et al[] projetou os dados de alta dimensão de uma companhia para apenas duas dimensões. Em seguida, adicionou a variável de desempenho como a terceira dimensão e então fez uma interpolação entre estes pontos para prever a forma da superfície de desempenho conectando estas regiões. A interpolação consiste em se encontrar uma superfície que represente o desempenho da companhia tanto para valores medidos do mundo real, como também para valores hipotéticos, normalmente intermediários. Por exemplo, se o desempenho da companhia é medido mensalmente, a superfície pode fazer uma estimativa diária, através de um cálculo que envolve toda uma seqüência de valores mensais anteriores. É claro que algumas condições são assumidas a respeito da superfície antes de se fazer a interpolação, como uma aparência sem variações bruscas.

O aspecto de uma superfície de desempenho se assemelha a uma paisagem com vales, montanhas, planícies e planaltos, de modo que depressões representam maus desempenhos, e montanhas representam bons desempenhos. O desempenho de uma companhia em particular ao longo do tempo é uma curva dentro desta superfície.

5.1-A projeção para duas dimensões

A projeção para duas dimensões é precedida de um método de escalonamento multidimensional, que procura dar um tratamento aos dados de forma a preservar tanto quanto possível as distâncias entre os dados no processo de projeção. Ou seja, se dois estados da companhia, representados como dois pontos no espaço de alta dimensão, possuem uma certa distância, então suas projeções em duas dimensões possuirão praticamente esta mesma distância. Preservar as distâncias após uma projeção é matematicamente impossível. Por isto a idéia é aproximar a preservação das distâncias. O método escolhe os dois eixos em relação aos quais a projeção ocorre, e estes eixos podem não corresponder a alguma variável original medida. Por exemplo, se o número de contratos é uma das variáveis, e o custo com a folha de pagamentos é outra, pode ser que o novo eixo represente uma combinação destas duas variáveis. Por isso os valores assumidos no novo eixo podem não ser facilmente interpretáveis. A escolha dos eixos é feita de forma a minimizar as diferenças das distâncias multidimensionais em relação às projetadas. Na literatura especializada, a medida destas diferenças é chamada de *tensão*, que é utilizada para se compararem os diversos métodos de escalonamento multidimensionais. No trabalho de Edvinsson et al[], o *Algoritmo EMD métrico clássico de Torgerson, a otimização de Nelder Mead e os mapas auto-organizadores de Kohonen* são estudados e comparados, utilizando *simplexos* equiláteros de altas dimensões, que são conjuntos de $n+1$ pontos que estão a uma mesma distância uns dos outros; aqui n é a dimensão. Pela comparação feita, ficou patente que a otimização de Nelder Mead resultou em projeções de melhor qualidade, com mais simetria e menor tensão. As figuras 2 e 3 apresentam o resultado das projeções de vários tipos em *simplexos* de diversas dimensões:

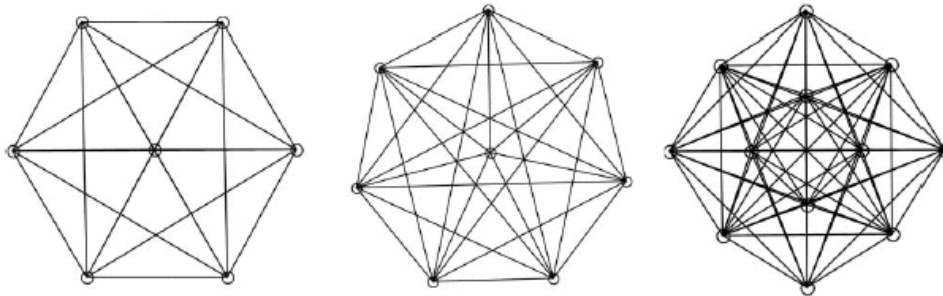


Fig. 2. Um simplexo 7D, um simplexo 8D e um simplexo 12D gerados usando-se otimizações Nelder-Mead com 10.000 iterações..

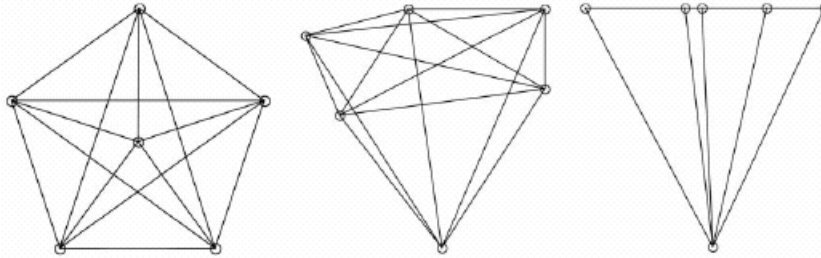


Fig. 3. Simplexos 6D representados em duas dimensões usando-se três algoritmos EMD diferentes. (esquerda) otimização Nelder-Mead, iterações = 10.000, tensão = 2,7864, (meio) SOM numa grade 10x10, tensão = 5,0788, (direita) Torgerson, tensão = 20, 9641.

Apresentar os simplexos para ilustrar as projeções é perfeito para se perceberem as distorções nas distâncias introduzidas pelas projeções. No simplexo 7D, por exemplo, é possível se notar que alguns vértices estão a uma distância exatamente igual ao dobro da distância dos mesmos ao vértice central. No caso do simplexo 12D, podemos observar distâncias entre vértices que chegam a superar o triplo das distâncias de outros vértices.

5.2-A interpolação dos dados

Após a escolha da melhor forma de projeção, passa-se à inclusão dos valores da função desempenho e à posterior construção da superfície interpoladora. Funções interpoladoras para dados desestruturados, como são chamados os dados que não são organizados na forma de uma grade, já foram abundantemente estudadas, e tratadas inclusive do ponto de vista de complexidade do modelo computacional. No entanto, o artigo de Edvinsson et al[] aborda esta questão num contexto ainda mais delicado: a sua base de dados não possui nem mesmo uma estrutura bidimensional, já que inclui apenas a trajetória de uma única companhia ao longo do tempo. A figura 4 ilustra estes dados, com um tratamento de aproximação de distâncias pelo método EMD Torgerson (que apresenta uma tensão de 42,18). Para se interpolar uma superfície é necessário que se tenha uma base de dados com estrutura bidimensional, sob pena de não se ter unicidade (mesmo assumindo-se propriedades de suavidade), ou mesmo de se resultar num modelo muito distante da realidade, em situações que estão fora da trajetória da companhia estudada.

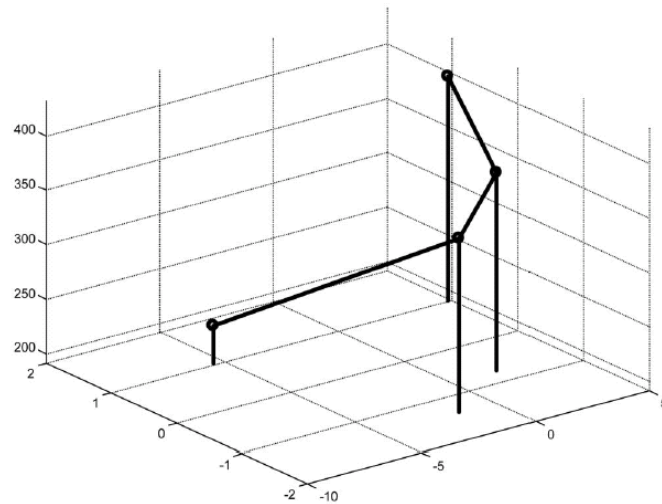


Fig. 4. Base para os dados da Skandiabanken, EMD Torgerson (tensão = 42,18).

Os autores recorrem a uma técnica de regressão, chamada de *splines funcionais*, a qual inclui um rearranjo nos pontos dados, escolhendo novos eixos de dados, e para o qual aplica um método dos mínimos quadrados para otimizar esta escolha. Os dados são aplicados a uma função, a qual pode ser escolhida de um conjunto de cinco tipos: linear, cúbico, de base radial, placa fina e multi-quadrático, o que acarreta numa variedade de formatos de superfícies suaves. A função-base, na verdade, opera nas distâncias dos dados em relação aos valores que determinam os novos eixos. Uma normalização nos dados resultantes é feita para evitar distorções e mau comportamento da superfície para valores muito distantes dos valores dados. O resultado das superfícies para os dados expostos agrada, pelo aspecto suave e sem muita ondulação.

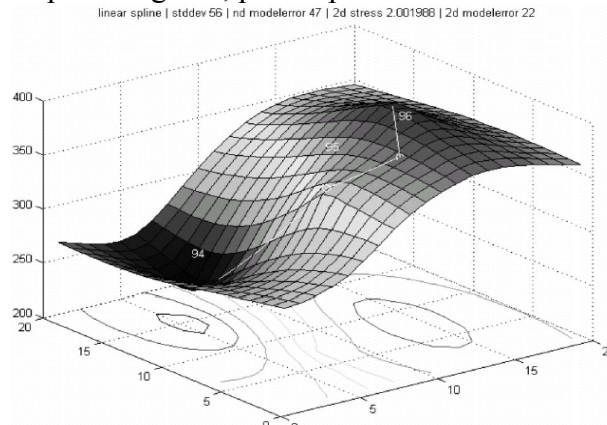


Fig. 5. Aproximação por spline linear da superfície da Skandiabanken.

O sistema permite ainda que marcadores sejam adicionados aos dados quando em alta dimensão, e preservados durante todo o processo de projeção, escalonamento multidimensional e interpolação da superfície. Por exemplo, podem-se adicionar marcadores como: “nova companhia concorrente entra no mercado”, ou “companhia se torna pública”, entre outros. Desta forma enriquece-se a superfície com informações que são relevantes na tomada de decisão.

Segundo os autores, o sistema de mapeamento de CI é uma ferramenta extremamente valiosa, por possibilitar as seguintes facilidades ao usuário: (i) mostrar a trajetória da companhia sobre a superfície; (ii) incorporar dados de múltiplas companhias; (iii) incorporar marcadores; (iv) prever localização futura e evitar regiões de desempenho pobre; (v) estimar o tempo

necessário para se atingir um estado (velocidade); (vi) fazer simulações com dados hipotéticos; (vii) dar indicações do que se deve fazer para se atingir um dado estado; e (viii) otimizar a escolha de trajetórias, minimizando o tempo para se alcançar um dado estado, e maximizando o desempenho ao longo da trajetória.

6 – Limitações do Sistema de Mapeamento de Capital Intelectual

O sistema de mapeamento de Capital Intelectual opera com dados multidimensionais e começa por aplicando aos dados uma projeção para duas dimensões, onde se tenta preservar as distâncias originais entre os dados. Sabe-se que qualquer transformação que preserve distâncias não pode incluir uma projeção, podendo-se por conseguinte afirmar que o sistema de mapeamento de CI sofre um problema de aproximação que depende do formato dos dados. No caso dos dados homogeneamente configurados na forma de um simplexo, como exposto no artigo, pode-se ter a distância entre dois pontos mais que triplicada após a projeção (simplexos do espaço de 12 dimensões). Tais distorções aumentam à medida que se aumenta a dimensão do espaço original. Além disso, uma projeção causa sobreposições nos dados que podem causar perturbações no formato da superfície. Para ilustrar este problema, considere um tetraedro no espaço tridimensional, com um número finito de pontos espalhados no volume do tetraedro, onde uma cor é associada ao ponto, e que representa o “desempenho” de uma dada companhia. Pontos de cor azul, por exemplo, representam desempenho bom, e pontos de cor vermelha representam mau desempenho, e cores que são misturas de azul e vermelho, representam diferentes níveis de desempenho intermediário. Suponha que a vizinhança de um dado vértice, que o chamaremos de A, tenha pontos majoritariamente pintados de azul, e ao longo da face oposta a A, haja pontos majoritariamente pintados de vermelho, ao passo que no interior do cubo, há um conjunto de pontos com cores misturadas, mas que tendem a ficar mais avermelhadas, quanto mais próximos os pontos estiverem da face oposta a A, e tendem a se tornar mais azuladas, se os pontos estiverem próximos de A. Veja a figura 6:

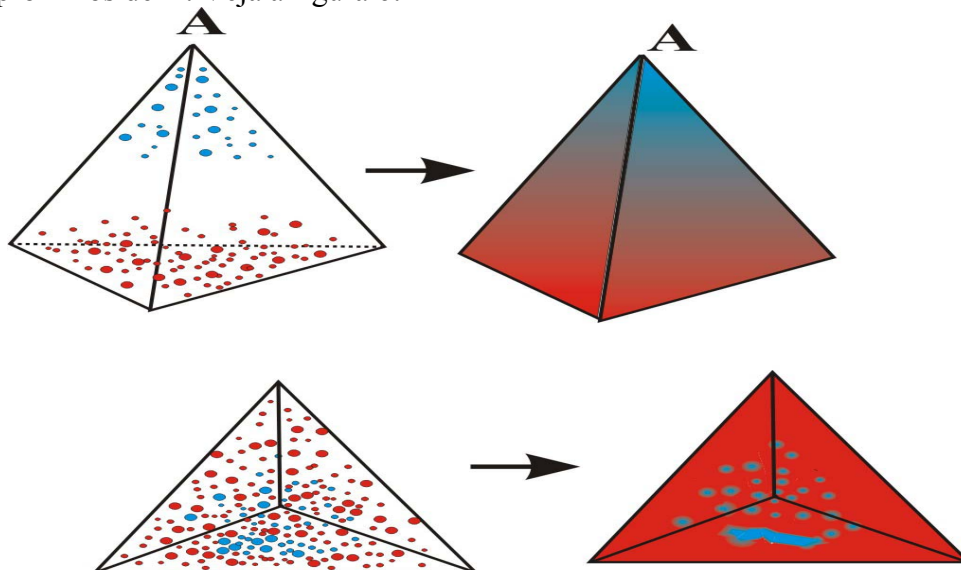


Fig. 6: Tetraedro com informações de desempenho representado por cores. Na parte superior, a interpolação é feita no espaço de alta dimensão. Na parte de baixo, a interpolação é feita após a projeção sobre a face oposta ao vértice A.

Suponha que iremos projetar o tetraedro num plano paralelo à face oposta a A. Neste caso, na figura projetada, pontos vermelhos podem ficar vizinhos a pontos azuis, o que significa uma brusca mudança de estado, de bom para mau desempenho, enquanto que no objeto original a

mudança é paulatina, do azul para o vermelho, passando pelas diferentes combinações de azul e vermelho. Note que, nesta projeção teremos um triângulo equilátero com um vértice no baricentro (que é a projeção de A), conectado aos demais. Como é uma figura simétrica, ela possui uma tensão baixa, o que pode constituir um possível resultado do escalonamento multidimensional. Assim, após a interpolação, teremos uma superfície com vales e montanhas extras que não constituem um retrato confiável do objeto tridimensional original. Uma sugestão para minimizar este problema é incorporar os dados de desempenho no escalonamento multidimensional, de forma que se procurem os melhores eixos com base na projeção que causará menos sobreposições de dados de desempenhos muito díspares.

Outro problema que advém de se fazer a interpolação após uma projeção, é que isto pode distorcer ou invalidar a correspondência entre o caminho cronológico da superfície assim criada, e o caminho original do espaço de alta dimensão. Por exemplo, trechos que representam o mesmo intervalo de tempo podem aparecer com comprimentos bem distintos, com um sendo várias vezes maior que o outro, na superfície. Qualquer grandeza que meça comprimento ou área na superfície poderá se tornar uma aproximação pobre em relação à grandeza real, no espaço de alta dimensão.

A noção de proximidade entre dois estados de desempenho de uma companhia está perdida neste sistema de mapeamento de CI. Logo, não se pode saber se outras companhias estão em um estado muito distante ou muito próximo da companhia em questão. As comparações podem ser difíceis de serem feitas, ou não confiáveis, ou podem até ser totalmente falsas. Pela mesma razão, não se pode saber ao certo se uma dada companhia está se dirigindo para um determinado marco ou para longe do marco. Só se pode saber se a companhia está se dirigindo à falência se estiver tão próxima (para ser minimamente confiável) que esta informação poderá não ser mais útil. Como consequência do que foi exposto, a estimativa de velocidade também se torna pouco confiável, já que a velocidade depende da noção de distância. As otimizações de caminhos também ficam prejudicadas, com caminhos de comprimentos muito imprecisos.

Um problema que é independente da projeção, mas que é agravado por esta, é a extrapolação que é empreendida para se fazerem as predições. A extrapolação é justamente a obtenção do desempenho para pontos que estão fora do conjunto que contém os pontos dados, ou seja, não são pontos intermediários. O artigo sugere uma extrapolação feita através de uma reta, que é gerada a partir de pontos dados, mas que é obtida ponto após ponto, até que os pontos gerados estejam fora do conjunto. Não se pode, contudo, assumir que a extrapolação através de uma reta represente o futuro próximo da companhia, pois a projeção deforma os caminhos cronológicos. Além do mais, o tempo não é um eixo coordenado, e é na verdade um caminho no espaço de alta dimensão. A extrapolação por retas, portanto, introduz mais imprecisões, que são ainda maiores na proporção em que se aumenta o comprimento do segmento de reta. Sabe-se que extrapolações levam a resultados imprecisos, e com superfícies que já possuem imprecisões devido a projeções e normalizações, isto se torna ainda mais grave.

Por fim, uma limitação não menos importante é a questão da identificação das variáveis originais, após todas as etapas que o sistema de mapeamento de CI aplica aos dados. Quando se faz uma escolha de eixos arbitrários, que ocorre em duas etapas no sistema de mapeamento de CI, a noção de valor nos novos eixos deixa de ser interpretável, o que requer uma forma de se fazer o “caminho inverso” quando se deseja saber o que significa uma dada característica observada em trechos da superfície, com relação às variáveis originais. Uma interpolação feita sobre valores que vieram de uma projeção em que houve sobreposição, pode levar a resultados errôneos neste caminho inverso.

7 - Uso da Computação Gráfica na Construção de um Modelo Contabilométrico a partir do Modelo do Mapa CI de Edvinson

A idéia de se produzir um sistema de mapeamento de Capital Intelectual, que propõe a interpolação de uma superfície nos dados financeiros e não financeiros está fundamentada no fato de que estas variáveis estão todas relacionadas, não são variáveis independentes e que a função de desempenho nestas variáveis de uma dada companhia é contínua. A visualização através de ferramentas de computação gráfica permite que um empresário leigo na área de matemática aplicada consiga compreender a situação global de sua companhia, entender como as decisões do passado afetaram a companhia de forma geral, e tomar decisões importantes de ordens estratégica, tática e até operacional. Contudo, pelo que foi exposto na seção anterior, é impossível se obter tal superfície, após tantas etapas indutoras de imprecisão, com um grau de confiabilidade que justifique seu uso prático. Uma proposta que visa a evitar tais problemas é fazer a interpolação ainda no espaço de alta dimensão. Para permitir a visualização do resultado, propõe-se que se façam projeções ortogonais sobre cada plano formado por uma variável e o eixo que representa a função de desempenho. Em outras palavras, propõe-se um sistema de visualização da *variedade de desempenho* (como é chamado o equivalente à superfície interpoladora, mas em alta dimensão), que dá suporte à interpretação da interpolação dos dados de alta dimensão. Assim, haverá um conjunto de gráficos, cada um sendo a projeção da variedade com respeito a uma dada variável, e que se assemelha a um gráfico de uma função de uma variável. Cada um destes gráficos ganha o nome de curva isoparamétrica. O sistema funcionará de forma interativa, com o usuário podendo escolher um ponto na variedade, e então obter como resposta todas as curvas isoparamétricas que se intersectam naquele ponto. Um conjunto de elementos associados a uma função real de múltiplas variáveis (funcional), é utilizado para melhorar a capacidade interpretativa do sistema, como por exemplo, o gradiente, a derivada e a derivada direcional para curvas escolhidas pelo usuário, entre outros. O sistema poderá ainda mostrar a variedade projetada com respeito quaisquer duas variáveis, mostrando o desempenho como uma superfície, ou com respeito a quaisquer três variáveis, mostrando o desempenho como um sólido colorido, dentro do qual se pode navegar. Projeções em hiperplanos de orientações arbitrárias, e paralelos entre si também podem ser elucidativas. As figuras 7 e 8 trazem uma comparação das duas abordagens:

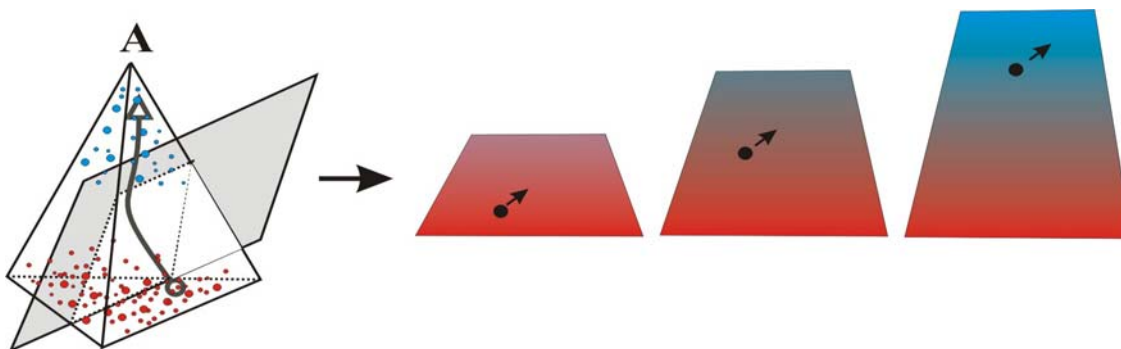


Fig.7: A trajetória de uma empresa dentro do tetraedro. Percebe-se que a empresa partiu de um desempenho baixo na direção de um alto desempenho de forma contínua, o que é evidenciado por algumas projeções devido ao modelo desenvolvido neste trabalho.

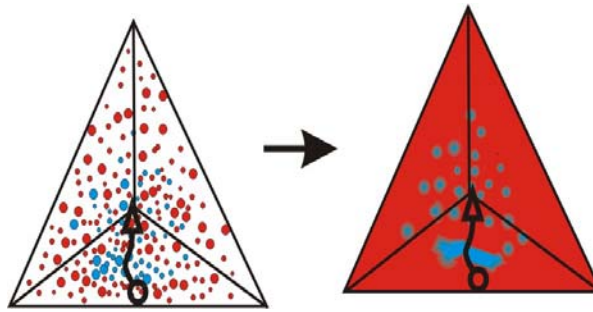


Fig.8: No modelo de Edvinsson, observa-se que a empresa atravessa períodos alternados de baixo e alto desempenho, confrontando com a dinâmica encontrada na realidade.

Uma vantagem desta proposta é que a noção de distância não sofre qualquer perturbação, portanto, todas as informações que usam distância permanecem confiáveis. Outra vantagem é que o modelo computacional é bem mais simples, não envolve otimização, nem requer o passo do caminho inverso no final, já que não há mudança de eixos. Uma desvantagem desta proposta é que não se tem uma visão global da variedade, apenas trechos locais projetados. É como se ter o modelo de um carro através de suas projeções, lateral e frontal, mas mostrando apenas os elementos que tocam o plano de corte. O desafio, portanto, é inferir informações globais a partir de um conjunto de gráficos com informações locais. A dinâmica interativa também ajuda neste processo de inferência, pois permite ao usuário caminhar sobre a variedade, observando os vales e montanhas multidimensionais. É necessário, portanto, a criação de ferramentas que ajudem a compor informações projetadas, ou que dêem suporte ao processo decisório, mesmo que o usuário não tenha uma clara visão do todo, mas que possa analisar sobre seu desempenho ao longo de um caminho cronológico, analisar o estado de um competidor, julgar a proximidade com marcadores, calcular distâncias entre pontos dados, calcular sua velocidade, e extrapolar de forma controlada, para se prever o futuro próximo. A seguir, propomos possíveis soluções para estes desafios.

1. *Trajectoria cronológica da companhia na variedade.* Através de uma representação das múltiplas curvas isoparamétricas na vizinhança de cada ponto do caminho, conjugada com uma representação das derivadas parciais em todas as direções (suas componentes ortogonais), bem como das componentes do vetor de derivada do caminho, pode-se ter uma noção local do desempenho da companhia, assim como se tem uma clara noção de quão eficiente o caminho tomado é.
2. *Proximidade de marcadores.* Podem-se escolher dois pontos no espaço das variáveis independentes (sem a função desempenho), que podem ser marcadores, ou dois estados diferentes de uma mesma companhia, ou mesmo duas companhias diferentes, e se considerar o segmento de reta que conecta os dois. Ao se incorporarem informações de desempenho aos pontos do segmento, produz-se um gráfico que permite ao usuário inferir a noção de proximidade, bem como do relevo do caminho que corresponde ao segmento de reta que liga a companhia ao marcador. Pode-se também apresentar a curva que se origina ao se conectarem quaisquer dois pontos escolhidos nos caminhos trilhados pelas companhias (por exemplo, dois pontos de mesma data). Através da representação com isoparamétricas, também se podem comparar companhias, pois no mesmo gráfico de curva isoparamétrica, podem-se colocar os pontos em que as companhias cruzaram a curva, mesmo que em tempos distintos. Com isto tem-se a noção de quão distante as companhias se encontram, e o que aconteceria se se decidisse fazer uma companhia se aproximar da outra.

3. *Estimativa de velocidade.* A estimativa do tempo que decorre para se atingir um destino pode ser feita, pois a velocidade pode ser aproximada pela derivada direcional, ou pela derivada da curva cronológica parametrizada pelo tempo.
4. *Simulação de dados hipotéticos.* Podem-se testar interativamente os resultados de modificações em uma ou mais variáveis, por exemplo, dobrar o orçamento administrativo. Depois que uma mudança é feita, a nova posição da companhia pode ser exibida nas diversas projeções ortogonais. Pode-se visualizar a curva de desempenho conectando o ponto correspondente ao estado anterior e ao estado hipotético.
5. *Procura por estados desejáveis.* Pode-se procurar por regiões desejáveis e descobrir qual combinação de variáveis que compõe aquele ponto e que são requeridas para atingi-lo. Através da visualização das projeções do gradiente, é possível se saber qual é a “descida mais íngreme” e qual é a “subida mais íngreme”, auxiliando o usuário na tomada de decisões. É possível se saber imediatamente o que deve mudar em cada variável para que a subida mais íngreme aconteça. O vetor gradiente também pode ser utilizado para possibilitar a busca otimizada por regiões com certas condições desejadas (mínimo ou máximo de alguma variável).
6. *Extrapolações para previsão futura.* O sistema proposto permite que se façam extrapolações controladas, através de retas no espaço de alta dimensão da mesma forma que no sistema de mapeamento de CI. As únicas imprecisões no processo de previsão de localização futura são devidas exclusivamente a aproximações decorrentes das extrapolações. Outra vantagem é que as extrapolações serão encontradas já nas variáveis originais, interpretáveis. No entanto, nenhum tipo de extrapolação é inteiramente confiável, e se torna menos confiável à medida que se afasta do conjunto de pontos originais.

O sistema pode permitir uma certa visão global através da superfície que se obtém ao se projetar a variedade num par de variáveis, e se observar o comportamento geral com a visualização nos diversos pares de variáveis ao mesmo tempo. Uma mudança na escolha das variáveis a serem emparelhadas também enriquece a inferência acerca do desempenho global das companhias. Algo semelhante pode ser dito da visualização com sólidos coloridos e triplas de variáveis.

A questão do banco de dados, com relação à estrutura geométrica dos pontos também é relevante aqui. Os dados precisam ter uma estrutura compatível com a dimensão da variedade que se pretende construir, ou seja, os pontos precisam estar espalhados pelo interior de um objeto de dimensão n , ou a variedade poderá não ser única. Além disso, alguns modelos computacionais de interpolação que tratam dados que não formam uma grade, não conseguem lidar com um número muito grande de dados. A escolha adequada é importante.

8-Conclusões

O modelo Edvinsson et al[], intitulado *sistema de mapeamento de CI*, considera o desempenho passado de uma dada empresa, para produzir um gráfico tridimensional interativo. A idéia é apresentar, de forma visual e desprovida de uma vestimenta técnica, informações que dizem respeito ao estado de uma companhia no passado e no presente, além de permitir que se façam previsões confiáveis sobre o estado no futuro próximo, tudo sob a perspectiva de atuação de seu ativo intangível.

Transformações que preservam distâncias não podem incluir uma projeção. Dessa forma, o sistema de mapeamento de CI sofre um problema de aproximação que depende do formato dos dados.

Este estudo propõe um sistema de visualização da *variedade de desempenho* (como é chamado o equivalente à superfície interpoladora, mas em alta dimensão), que dá suporte à interpretação da interpolação dos dados de alta dimensão. Assim, haverá um conjunto de gráficos, cada um sendo a projeção da variedade com respeito a uma dada variável, e que se assemelha a um gráfico de uma função de uma variável. Cada um destes gráficos ganha o nome de curva isoparamétrica. O sistema funcionará de forma interativa, com o usuário podendo escolher um ponto na variedade, e então obter como resposta todas as curvas isoparamétricas que se intersectam naquele ponto. Um conjunto de elementos associados a uma função real de múltiplas variáveis (funcional), é utilizado para melhorar a capacidade interpretativa do sistema, como por exemplo, o gradiente, a derivada e a derivada direcional para curvas escolhidas pelo usuário, entre outros.

O sistema poderá ainda mostrar a variedade projetada com respeito a quaisquer duas variáveis, mostrando o desempenho como uma superfície, ou com respeito a quaisquer três variáveis, mostrando o desempenho como um sólido colorido, dentro do qual se pode navegar.

9-Referências

- Wernke, R. identificação de potenciais geradores de intangíveis. Florianópolis. 2002. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção- UFSC/ SC.
- Bornia, Antonio C; Wernke, R. estudo de caso Aplicando Modelo para Identificação de Potenciais geradores de Intangíveis. Revista Contabilidade & Finanças, São Paulo, set/dez 2003.
- Lev, B. Intangibles: Management, measurement and reporting. Brooking Institution Press, 2001.
- Stewart, T. A. A riqueza do conhecimento: O capital intelectual e a organização do século XXI. Rio de Janeiro, Campus, 2001.
- Iudícibus, S. A contabilidade como sistema de informação empresarial. Boletim do IBRACON, Brasília, out/nov 1988.
- Edvinson, L; Malone, M. S. Capital Intelectual. São Paulo, Makron Books, 1988.
- Góis, C. G. Capital Intelectual: O Intangível do Século XXI. In: Congresso Brasileiro de Custos, 7, 2000. Recife. Anais: UFPE, agosto de 2000.
- Jóia, L. ^a medindo o Capital Intelectual. Revista de Administração de Empresas. São Paulo, v.41, no. 12, abr/jun 2001.
- Marins, E; Antunes, M. T. P. Capital Intelectual: Verdades e Mitos. In: Congresso Brasileiro de Contabilidade, 16, 2000, Goiânia, Anais., out de 2000.
- Fama, R; Barros, L. ^a B de C. Q de Tobin e seu uso em finanças. Aspectos metodológicos e conceituais. Caderno de Pesquisas em Administração. São Paulo, v. 7, no. 4, out/dez 2000.
- Antunes, M. T. P. Capital Intelectual. São Paulo, Atlas, 2000.
- Padoveze, C. L. Aspectos da Gestão Econômica do Capital Humano. Revista de Contabilidade do CRC/SP. São Paulo, dez/2000.
- Paiva, S. B. Capital Intelectual: Um novo paradigma para gestão de Negócios. Congresso Brasileiro de Contabilidade. Goiânia/Anais, outubro 2000.
- Sveiby, K. E. The new organizational work: managing and measuring knowledge based assets. San Francisco- Berpet-Koethler, 1997.
- Sveiby, K. E. A Nova Riqueza das Organizações. Rio de Janeiro: Campus, 1998.

- Gomes, et al. Métodos de otimização em computação gráfica. In, 22º Colóquio brasileiro de Matemática. IMPA, julho de 1999.
- Roos, J. et al. Intellectual Capital. London, MacMillan Business, 1997.
- Tobin, J. A General equilibrium approach to monetary theory. Journal of Money, Credit and Banking, 1969.
- Beding, T; Edvinson, L; Kitts, B. Intellectual Capital: from intangible assets to fitness landscape- Expert System with Application, 2001.
- Torgerson, W. Multidimensional scaling. In, P. Colgan, Quantitative ethology New York, Wiley, 1958.