

A Construção de um Modelo Contabilométrico Aplicado à Gestão Empresarial através da Mensuração do Capital Intangível

Autores:

JOSENILDO DOS SANTOS

(UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO)

SILVIO DE BARROS MELO

(UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO)

SÉRGIO DE IUDÍCIBUS

(UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO)

Resumo: Fomentado pela crescente necessidade nos dias atuais de se contabilizarem os ativos intangíveis nos balanços das empresas, o desenvolvimento de modelos que possibilitam tal quantificação está cada vez mais onipresente. Mas a grande quantidade de tais sistemas de mensuração aponta também para a ausência de uma universalidade na articulação das soluções para todos os problemas intrínsecos à medição dos ativos intangíveis. Dentre tais modelos o método do *mapeamento IC* introduzido por Edvisson et al.(2001) se destaca pelo seu tratamento puramente objetivo e abrangente dos dados numéricos relacionados aos intangíveis. Este método sofre, no entanto, de problemas estruturais devido a projeções embutidas na função interpolante. Neste trabalho, apresentamos de forma breve os modelos mais comuns e propomos um novo sistema contabilométrico, baseado na Geometria Computacional, que é mais simples e evita os problemas causados pelas projeções do mapeamento IC. O G-mapeamento-CI interpreta o desempenho de uma empresa via interpolação de modelos otimizados encontrados na literatura sobre intangíveis que utilizam técnicas de mensuração do CI em alta dimensão, evidenciando visualmente através da Computação Gráfica, a superfície interpoladora. Ademais este sistema evidencia a superfície de desempenho da corporação através de uma visualização volumétrica com o uso da colorimetria. Pioneiramente, este trabalho desenvolve um modelo contabilométrico para gestão empresarial através da identificação e da mensuração do Capital Intangível, estabelecendo um padrão básico de referência no contexto do estudo sobre Capital Intelectual.

Introdução.

À luz desse milênio é incontestável que se vive, hoje, a Era dos Intangíveis, e que tem como pedra angular a Contabilidade dos Intangíveis que se fundamenta nos conceitos de informações contábeis dos negócios nas entidades e que irá engolfar todas as instituições da sociedade e mudará o significado da informação tanto para a organização como para o indivíduo. Pois o sucesso da corporação (entidade) ou do indivíduo baseia-se, na dimensão material, em saber gerenciar esses intangíveis que implicam em tomadas de decisões que levam à criação de valor e riqueza patrimonial. Segundo Drucker (1998, 85), a atual revolução da informação é a quarta na história da humanidade (após a invenção da escrita, do livro escrito e da prensa tipográfica). O mercado para informação, no entanto, está perdido (desorganizado, isto é, ainda não achou o seu ponto norteador), bem como o mercado de suprimentos. Porém, tomado como princípio que a abordagem interdisciplinar é o que vai prevalecer nas próximas décadas – os dois mercados irão convergir para um só mercado integrado (informação e suprimento). E aí se consolidará a nova revolução da informação-conduzidas não por pessoas de TI, mas por contadores e editores (DRUCKER, 1998, p.92). Portanto, organizações e indivíduos terão de aprender de que informações necessitam, como

obtê-las e tratá-las como seu recurso-chave. Ademais, já se visualiza na prática dos mercados de capitais e dos financeiros nesse início de milênio, que o conhecimento abre então a perspectiva de uma evolução da economia em direção à economia da abundância; o que quer dizer, igualmente, em direção a uma economia em que a produção, requerendo cada vez mais trabalho imediato, distribui cada vez menos os meios de pagamento. O valor (de troca) dos produtos tende a diminuir e causar, cedo ou tarde, a diminuição do valor monetário da riqueza total produzida, assim como a diminuição do volume dos lucros. Assim esta economia, a economia dos intangíveis, no futuro tende por si só a uma economia da gratuidade; tende a forma de produção de corporação, de trocas e de consumo fundado na reciprocidade e na partilha, assim como em novas moedas. Este é o ambiente que os atuais gestores de corporações, principalmente os das grandes estão vivendo e muitos deles já tomaram decisão de focalizar suas estratégias de gestão para a identificação, mensuração e administração dos intangíveis das suas companhias (empresas). Então é neste contexto que surge o desenvolvimento analítico – que pode ser considerado como uma aplicação das técnicas de resolução de modelos matemáticos para obter junto à Geometria Computacional um modelo contabilométrico com a finalidade de avaliar e medir o impacto do desenvolvimento de uma corporação através da mensuração de seus ativos intangíveis. Além disso, o modelo contabilométrico desenvolvido neste artigo é um modelo otimizado em relação aos modelos encontrados na literatura sobre os intangíveis e se baseia no modelo do mapeamento IC de Edvinsson et al.(2001) generalizando-o e evitando suas deficiências encontradas. Então o objetivo deste trabalho de pesquisa se justifica.

1.Considerações Iniciais: Fundamentação e Referencial Teórico.

1.1 Fundamentação.

A interdisciplinaridade cada vez mais fica evidenciada por meio da gestão dos intangíveis nas mega-corporações à luz do nascer deste milênio. De fato considere as questões: Como calcular o valor ótimo de uma empresa? Ou como identificar e mensurar os ativos ou os passivos intangíveis de uma empresa? Ou ainda, se VC é o valor contábil e VM o valor de mercado de uma empresa para um dado mercado de capitais, e suponha que VM é maior que VC, pergunta-se o que significa, no contexto contábil, o valor oculto (da diferença) $d=VM-VC$? Assim, estas questões desafiam a contabilidade contemporânea. De fato, o problema consiste em determinar (ou criar) novas metodologias interdisciplinares, pelo menos, que integrem os campos do saber das Ciências Contábeis, Econômico-Administrativas e Matemáticas. Isto acarreta em pensar o ente, empresa, como um todo indivisível, e tendo o fator humano como sendo o centro de gravidade da referida empresa. Pois, há evidências de que na economia contemporânea os intangíveis se acumulam e deixam os economistas sem saber exatamente o que está acontecendo, em virtude de que as medidas em que eles se baseiam capturam apenas uma parte da atividade econômica; Assim, os contadores, podendo fornecer apenas um quadro parcial da saúde financeira de uma empresa, os gestores e executores administrando na penumbra e os matemáticos à busca de desenvolver modelos fundamentados em metodologias interdisciplinares concebidas a partir das análises, nesta ordem, qualitativo, quantitativo e qualitativo do fenômeno contábil em questão. Portanto, tudo isto é um importante desafio que o novo milênio nos impõe.

Neste caso, observa-se que, num contexto ainda muito primitivo, a prática empresarial contemporânea mostra que as corporações mais desenvolvidas, no sentido de gestão econômica, já optaram por avaliar o valor de suas empresas em termos do *conhecimento*.

Consideram-se as atividades intangíveis e os recursos intangíveis como geradores de uma fonte “inesgotável” de criação de riquezas. Deste modo, a capacidade de medir e administrar esse *capital intangível* tem se convertido em um tratamento indispensável à saúde da empresa, e na avaliação de sua expectativa de vida e sobrevida. Portanto, pode-se conjecturar, de acordo com a complexidade dos fenômenos que movem as empresas contemporâneas no início desse milênio, duas factíveis hipóteses: 1-não deve existir apenas um modelo contabilométrico para medir o valor otimizado de uma empresa, e sim um de modelos contabilométricos complementares e voltados às metas estratégicas e à missão da empresa alvo de análise; e 2- há evidência de uma contabilidade oculta em função da era dos intangíveis: a contabilidade dos intangíveis.

Ademais, apesar de vir sendo cada vez mais mencionado, o capital intangível ainda não está tão presente na ótica dos gestores e executivos de política empresarial. A sua importância ainda não é tão nítida entre os economistas e administradores, porém entre os contadores a sua presença já é conhecida há centenas de anos por meio do ativo denominado de *Goodwill*. Desta forma, pode-se entender, por exemplo, o *capital social intangível* como sendo um atributo da comunidade ou da sociedade que representa a organização desses indivíduos de forma coletiva e integrada (de modo interdisciplinar contendo principalmente a sinergia). Nestas condições, o todo representa mais do que a soma dos capitais individuais de cada componente. Conseqüentemente, o capital intangível está forçando os pesquisadores e praticantes a rever os Princípios Fundamentais da Contabilidade Financeira Tradicional de uma forma que nunca foi vista antes, ou seja, um momento impulsionador à evolução das Ciências Contábeis no contexto nacional e internacional. De fato, o custo de produção do conhecimento é bastante incerto e, sobretudo, é radicalmente diferente do custo de sua reprodução. Uma vez que uma primeira unidade seja produzida, o custo necessário para reproduzir as outras unidades tende a zero. Em nenhum caso o custo tem algo a ver com o custo inicial”. Ademais, observa-se que o conhecimento não é produzido em função do seu valor de troca, mas como fonte do valor da mercadoria. Segundo Gorz (2003,p.35): o valor de uso dos medicamentos era certo; seu valor –custo, em compensação, era imprevisível em razão dos acasos da pesquisa-desenvolvimento, bem como pela impossibilidade de mensurar os conhecimentos - produtos em unidades de produtos. Assim, Gorz (2003) conclui que o conhecimento é, por certo, fonte de valor, mas ele destrói muito mais “valor” do que cria. Dito de outro modo, ele economiza quantidades imensas de trabalho social remunerado e, conseqüentemente, diminui, ou mesmo anula, o valor de troca monetário de um número crescente de produtos e de serviços. Sendo assim, o conhecimento abre então uma perspectiva de uma evolução da economia em direção à economia da abundância.

1.2 A Busca do Estado da Arte dos Modelos de Mensuração de Ativos Intangíveis

De acordo com Luthy (1998), William (2000) e, principalmente, Sveiby (2001,2004) os modelos de mensuração dos ativos intangíveis podem ser classificados em quatro grandes classes:

1-Modelo do tipo Scorecard(SC)- as várias componentes que formam os ativos intangíveis os quais geram o capital intelectual de uma dada empresa são identificadas e a partir delas são criados indicadores ou índices que são postos à luz da metodologia *scorecard* (relatos por meio de tabelas-quadros ou como gráficos, ver tabela 1 abaixo);

2-Modelos Diretos de Capital Intangível(DIC)- estima o valor dos recursos intangíveis identificando suas diversas componentes. Uma vez que estes fatores sejam identificados, assim eles podem ser diretamente avaliados, individualmente ou como coeficiente agregado.

Os modelos mais citados na literatura são: ValueExplorer™, Andressen & Tiessen (2000); Intellectual Asset Valuation, Sullivan (2000); Total Value Creation TVC™, Anderson & McLean (2000); Accounting for the Future (AFTF), Nash H.(1998); Technology Broker, Brooking (1996); Citation - Weighted Patents, Bontis (1996); HR Statement, Ahonen(1990); e Human Resource Costing Accounting (HRCA), Flamhotz (1985);

3- *Modelo de Capitalização de Retornos sobre os Ativos (ROA)*-os resultados antes de impostos médios de uma empresa durante um certo período de tempo são divididos pelos valores dos ativos tangíveis médios da empresa durante o mesmo período. O resultado é o conhecido indicador ROA, o qual é então comparado com os valores médios do setor. A diferença é multiplicada pelos ativos tangíveis médios da empresa para calcular os benefícios médios atribuíveis aos ativos intangíveis. Dividindo os ganhos acima da média pelo custo médio do capital da empresa, ou por uma taxa de juros, pode-se assim derivar uma estimativa dos seus ativos intangíveis. Os modelos ROA mais destacados na literatura são: Knowledge Capital Earnings, Lev (1999); Economic Value Added (EVA™), Stewart(1997); Calculated Intangible Value, Stewart(1997); Value Added Intellectual Coefficient(VAIC™), Pulic(1997));

4-*Modelos de Capitalização do Mercado(MCM)*-calculam a diferença entre a capitalização de mercado de uma empresa e o conjunto dos valores de balanço dos seus acionistas considerando esta diferença ao valor dos ativos intangíveis da empresa (os Modelos MCM mais encontrados na literatura são: Investor Assigned Market Value(IAMV™), Standfield(1998); Marke-to-Book, Stewart(1997); The Invisible Balance Sheet, Sveiby(1989); e Tobins q,Tobin J.(1950's).

Neste contexto, os Modelos dos Quadros de Classificação (o modelo Scorecard-SC) são semelhantes aos Modelos DIC, com a exceção do fato de não ser feita, no primeiro caso, uma estimativa do valor financeiro dos ativos intangíveis, e sendo assim, pode ou não ser desenvolvido um índice composto. Segue abaixo:

Tabela 1: Modelos do Scorecard –Modelos de Mensuração para o Capital Intangível de 2001 a 2004.

Nome	Principal Proponente	Descrição
Topplinjen/Business IQ	Sandvik (2004)	Uma combinação de 4 índices; Identity Index, Human Capital Index, Knowledge Capital Index, Reputation Index. Desenvolvidos na Noruega pela empresa de consultoria Humankapitalgruppen.
Danish Guidelines	Mouritzen, Bukh & al. (2003)	Uma recomendação do governo holandês por meio do órgão oficial de pesquisa de como as empresas devem divulgar publicamente os seus intangíveis: o CI de uma empresa consiste de: 1) uma descrição sobre o conhecimento, 2) um conjunto de desafios para a gestão empresarial, 3) uma quantidade de iniciativas e 4) os indicadores relevantes.
IC Rating™	Edvinsson (2002)	Uma extensão do modelo Skandia Navigator, incorporando as idéias a partir Modelo Monitor dos Ativos Intangíveis; razão de eficiência, renovação e risco.
Value Chain Scoreboard™	Lev B. (2002)	Uma matriz de indicadores não-financeiros organizados em 3 categorias de acordo com o ciclo de desenvolvimento: Descobrimdo/Aprendendo, Implementando e Comercialização.
Meritum Guidelines	Meritum Guidelines (2002)	É um projeto de pesquisa de responsabilidade do governo americano, o qual se baseia numa estrutura de gerenciamento e recomendações para ativos intangíveis. 1-define objetivos estratégicos; 2-identifica os recursos intangíveis; e 3-ações para o desenvolvimento de recursos intangíveis. Existem apenas três classes de intangíveis: Capital Humano, Capital Estrutural e o Capital Relacional.
Knowledge Audit Cycle	Marr & Schiuma (2001)	É um modelo para avaliar a sexta dimensão do conhecimento da capacidade de uma organização em quatro etapas: 1. define o objetivo central dos ativos de conhecimento; 2. identifica o objetivo central do processo do conhecimento; e 3. implementa e melhora o monitoramento, então retorna a etapa 1.

Tabela 2: Modelos do Scorecard – Modelos de Mensuração para o Capital Intangível de 1992 a 1997.

Nome	Principal Proponente	Descrição
Intangible Asset Monitor	Sveiby (1997)	Os gestores da organização selecionam os indicadores para utilizar, a partir dos objetivos estratégicos, para mensurar quatro componentes principais dos ativos intangíveis: crescimento, renovação, eficiência e estabilidade.
Balanced Score Card	Kaplan and Norton (1992)	O desempenho da empresa é medido por meio de indicadores que tem quatro componentes principais: financeira, clientes, processos internos e aprendizagem. Os indicadores são fundamentados nos objetivos estratégicos da empresa.
Human Capital Intelligence	Fitz-Enz (1997)	Formado por conjuntos de indicadores do Capital Humano, classificados em três categorias e de acordo com o ciclo do desenvolvimento: descoberta, aprendizagem, implementação, e comercialização.
Magic	Wanghat, Walgnner and Hauss (1999)	Construção de um “road map” a partir da identificação dos fatores críticos associados à estratégia para o capital intelectual, focando quatro componentes essenciais: Capital Humano, Capital Organizacional, Capital de Mercado e Capital de Inovação.
Skandia Navigator™	Edvinsson e Malone (1997)	O capital intelectual é medido através da análise de no máximo de 164 indicadores -91 de base intelectual e 73 tradicionais-, tendo cinco componentes: financeira, clientes, processos, renovação & desenvolvimento e humano.
IC-Index™	Roos, Roos, Dragonetti & Edvinsson (1997)	Consolida todos os indicadores representativos de propriedade e componentes intelectuais num único índice. As variações do índice são então relacionadas com as variações do valor de mercado da empresa.

Finalmente, Sveiby(2004) sintetiza o estudo do estado das artes destes modelos fazendo uma análise comparativa dos modelos em tela, da seguinte forma: os modelos que permitem uma avaliação financeira, como ROA ou MCM, são particularmente úteis para operações de fusões e aquisições e para avaliações referentes ao mercado de capitais. Podem ainda ser utilizados para realizar operações entre empresas do mesmo setor e para ilustrar o valor financeiro dos ativos intangíveis, o que tende a prender as atenções dos diretores executivos. Uma outra vantagem referida por Sveiby é o fato de estas formas de medição se sustentarem numa linguagem familiar para os contadores.

Por outro lado, este tipo de modelos apresenta limitações resultantes precisamente da estrita tradução financeira dos intangíveis, podendo ser, portanto, superficiais. Os modelos ROA são muito sensíveis aos pressupostos sobre taxas de juros, e os métodos que apenas analisam aspectos organizacionais são úteis particularmente aos níveis das administrações das empresas. Alguns não têm qualquer interesse para organizações sem fins lucrativos ou para departamentos cujo desempenho não possa ser adequadamente traduzido de uma forma estritamente financeira, o que ocorre em particular com os modelos MCM.

Ademais, os modelos DIC e SC são, segundo Sveiby, os que permitem desenhar um quadro mais abrangente da saúde de uma organização, podendo ser aplicados a qualquer tipo ou nível de organização. As mensurações são realizadas mais proximamente aos fatos concretos e o respectivo reporte pode ser mais rápido e eficaz. Pela sua natureza, são igualmente eficazes no caso das organizações sem fins lucrativos, bem como em departamentos internos ou mesmo em organização de setor público. Porém, as desvantagens desde tipo de modelos prendem-se ao seu carácter contextual e à necessidade de adaptação em

concreto a cada organização, o que torna as comparações muito difíceis. A sua aceitação pelos gestores e profissionais habituados a expressar tudo em termos financeiros é menor, não só pela natureza não financeira como pela sua relativa novidade. Um outro possível problema poderá surgir da grande quantidade de dados que podem envolver, tornando o tratamento e principalmente a comunicação mais difíceis.

2. Procedimento Metodológico.

Neste trabalho, um método científico dedutivo é evocado para construir um modelo contabilométrico baseado no trabalho de Kitts, Edvinsson e Bending(2001) cujo modelo, que é do tipo SC, introduz ineditamente uma técnica de gerenciamento do “conhecimento” de uma empresa, que pode sintetizar um conjunto de dados em uma superfície tridimensional de desempenho de uma amostra de empresas, chamada de *mapeamento IC*. Neste sentido, esta pesquisa propõe um *G-mapeamento IC*, que é uma extensão e evita certas deficiências encontradas no mapeamento IC (*IC mapping*) de Edvinsson et al(2001), pois o *G-mapeamento IC* propõe que se interprete o desempenho de uma empresa via uma interpolação otimizada usando técnica de geometria computacional e assim obter uma aproximação dos desempenhos da mesma observados em diversas situações, e apresentar visualmente esta estrutura por meio da técnicas de computação gráfica. Desta forma, a mensuração destes fatores – mais condizentes com a realidade empresarial - leva a identificar quais deles devem ser modificados para alcançar novas posições de desempenho. Portanto, o modelo aqui desenvolvido pode evitar, também, o fenômeno que Jóia (2001) denomina de “Armadilha da Defasagem do Tempo”, ou seja, o fato dos efeitos pesados de investimentos em Capital Humano e de Inovação levarem algum tempo para serem plenamente percebidos pela empresa, conseqüentemente, retardando o emprego total e imediato dos benefícios derivados deles.

Do exposto acima, metodologicamente se quer obter um “modelo contabilométrico ótimo” não por virtude de excesso de rigor científico que se aplica a si mesmo, medido pelo número de variáveis levadas em consideração (por exemplo), mas sim pelo fato do resultado otimizar a realidade empresarial que se apresenta.

3. O Sistema de Mapeamento IC

3.1 Uma Visão Geral do Mapeamento IC

O trabalho de Edvinsson et al.(2001) introduz uma ferramenta de gerenciamento de conhecimento intitulada *sistema de mapeamento IC*, que extrai o conhecimento dos dados históricos de uma empresa e os converte em um gráfico tridimensional interativo. Seu objetivo é apresentar de forma visual e desprovidas de uma vestimenta técnica, informações que dizem respeito ao estado de uma empresa 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 empresa, através de uma interação com o sistema de mapeamento de IC, o que possibilita ao usuário fazer simulações sobre o estado da organização ao se manipularem valores hipotéticos em determinadas variáveis, identificar problemas em seus negócios e entender o desempenho da empresa quando confrontado ao de outras. O aspecto pioneiro deste trabalho é incorporar ao sistema de medição de desempenho, um conjunto de

informações numéricas associadas aos intangíveis, porém fundamentais para o correto entendimento do estado global da empresa 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 mapeamento IC, incluindo suas principais limitações, e propor novas idéias para torná-lo mais preciso e confiável. Este sistema começa normalizando os diversos parâmetros, para evitar que as distorções presentes nos seus valores mascarem a importância relativa que cada parâmetro 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 nos parâmetros no âmbito de suas séries temporais, os valores numéricos ficam compatíveis para comparação. Cada parâmetro representa um eixo geométrico num espaço de alta dimensão. No caso do experimento feito para o artigo de Edvinsson et al.(2001), havia 59 parâmetros, e se adicionássemos os valores de desempenho da empresa associados aos parâmetros, precisaríamos de um espaço de dimensão 60 para representar o desempenho da organização em função de todas as variáveis. Para que se possa tornar visual o desempenho da empresa, o mapeamento IC projeta os dados de alta dimensão 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 empresa tanto para valores medidos do mundo real, como também para valores hipotéticos, normalmente intermediários. Por exemplo, se o desempenho da empresa 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.

3.2 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 empresa, representados como dois pontos no espaço de alta dimensão, possuem uma certa distância, então suas projeções em duas dimensões possuirão idealmente 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(2001), 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. A figura 1 apresenta o resultado das projeções de vários tipos em *simplexos* de diversas dimensões:

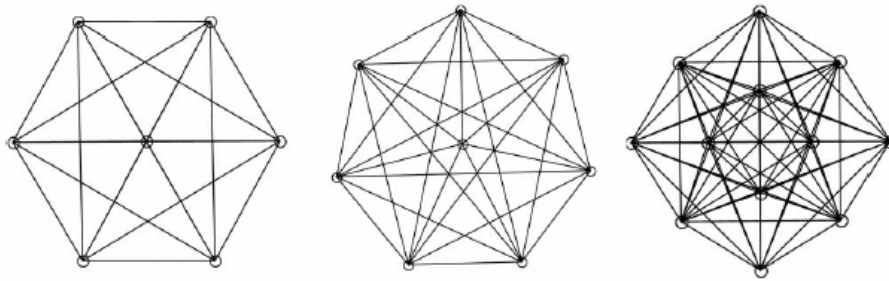


Fig. 1. Um simplexo 7D, um simplexo 8D e um simplexo 12D gerados usando-se otimizações Nelder-Mead com 10.000 itens

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.

3.3 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 um reticulado, já foram abundantemente estudadas, e tratadas inclusive do ponto de vista de complexidade do modelo computacional. No entanto, o artigo de Edvinsson et al(2001) 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.

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 (figura 2).

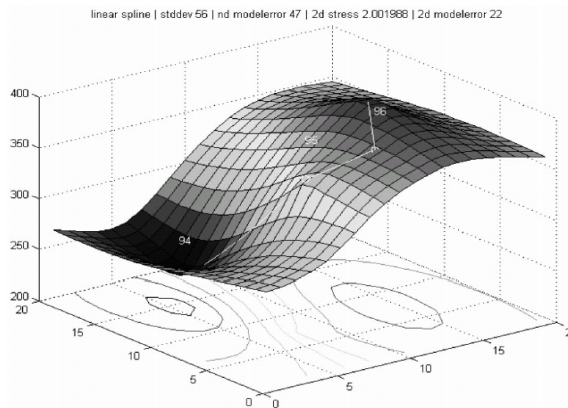


Fig. 2. Aproximação por spline linear da superfície da Skandiabanken.

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 IC 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.

3.4 – Limitações do Mapeamento IC

O sistema de mapeamento de Capital Intelectual opera com dados multidimensionais e começa 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 IC sofre um problema de aproximação que depende do formato dos dados. No caso dos dados homoganeamente 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 um 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.

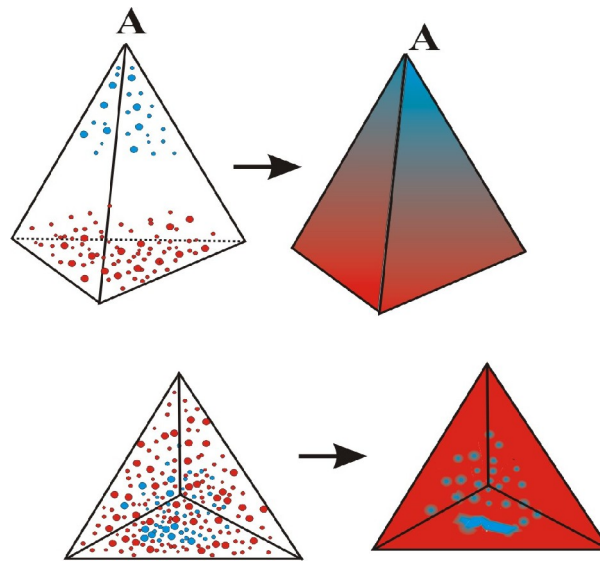


Fig. 3: Tetraedro com informações de desempenho representado por cores. Na parte superior, a interpolação é feita no espaço de alta dimensão. Na parte de baixo, a interpolação é feita após a projeção sobre a face oposta ao vértice A.

Suponha que iremos projetar o tetraedro num plano paralelo à face oposta a A (figura 3). 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 IC. Logo, não se pode saber se outras empresas estão em um estado muito distante ou muito próximo da empresa em estudo. Uma comparação pode ser difícil de ser feita, ou não confiável, ou pode até ser totalmente falsa. 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.

4. A Construção do Modelo Contabilométrico: uma Extensão do Mapeamento IC

A modelagem contabilométrica do problema consiste em reconstruir a função de desempenho obtida no trabalho de Edvinsson et al(2001) através do desenvolvimento de um interpolante, cuja natureza está vinculada à suposta lei de formação dos dados funcionais, e dependente da estrutura de distribuição dos dados no domínio. No caso do presente trabalho, os dados no domínio não estão distribuídos num reticulado regular, e por isso são chamados de não estruturados ou desestruturados. A modelagem através de interpolação para dados não estruturados, também conhecida como *modelagem de dados espalhados, randômicos, não uniformes, irregulares* ou *de localização arbitrária*, é uma área à parte das demais, pois ela requer estratégias específicas e apresenta desafios novos. O fato dos dados não estarem distribuídos sobre um reticulado não permitem que haja garantia de solução única para todas as configurações possíveis. A modelagem pode ser vista como o processo de encontrar parâmetros necessários para inferir valores de função em certas localizações a partir da relação que se pode encontrar pelo que os dados apresentam. Conseqüentemente, um modelo pode ser efetivo e eficiente numa variedade maior de malhas de dados, ao invés de se prender ao fenômeno implícito de um sistema físico específico que produziu os dados. Os métodos de interpolação variam muito em função da modelagem que se aplica. Em geral não há um método único que consiga o melhor desempenho em todas as situações. O desempenho de cada um depende mesmo da configuração dos dados. A aplicação principal do modelo é prover um meio de visualizar os dados. Em muitos sistemas de visualização científica, é desejável ter a entrada de dados definida sobre uma grade regular, mas normalmente este não é o caso. No entanto, o modelo contabilométrico obtido a partir dos dados não estruturados pode gerar amostras sobre uma grade uniforme, e esta amostragem regular pode ser usada por uma ferramenta de visualização. Isto significa que sistemas de visualização podem ter embutidos alguns métodos de interpolação de dados não estruturados que podem ser usados para o caso em que este tipo de configuração de dados se apresenta para ser visualizado, através da geração de uma grade regular. Muitos métodos de interpolação têm sido propostos, como os métodos de Shepard, Shepard Quadrático Modificado, Splines Através de Distância, Multiquádrico, Rede de Norma Mínima, Mínima Curvatura, Funções de Bases Radiais, Vizinhança Natural, Kriging, Linear Por Partes, e Splines Localizada Franke et al.(1990).

A meta de uma interpolação é reconstruir uma função a partir de dados espalhados, e que possa gerar amostras em qualquer conjunto de pontos desejados. Mas o problema central é encontrar uma tal função que seja contínua, suave e muitas vezes não negativa. Este assunto por si só já é extenso e a vasta literatura que trata do assunto documenta um grande número de abordagens, muitas das quais sofrem de alguns problemas na suavidade, complexidade computacional, ou no tipo de configuração de dados. Uma comparação de vários deles, submetidos a testes diferentes é feita em Nielson (1993).

O interpolante é uma função $F:U \rightarrow R$, onde os pontos dados $\{X_i\}$ são elementos do domínio U , associados aos valores de função $\{F_i\}$. O interpolante F tem que satisfazer: $F(X_i)=F_i$. Normalmente o interpolante é uma combinação linear de elementos de uma base de funções. Isto é devido a algumas suposições básicas, como a continuidade e suavidade das funções da base, a propriedade da mudança de escala, e a preservação das combinações lineares. Por exemplo, se os valores de F_i , $i = 1, 2, \dots, n$ são multiplicados por um fator k então é de se esperar que o interpolante produzido seja equivalente ao interpolante prévio multiplicado pelo mesmo k . Além disso, se os valores funcionais F_i são decompostos como $G_i + H_i$, então é de se esperar que o interpolante possa ser decomposto como a soma de G e H , os interpolantes de G_i e H_i , com $i = 1, 2, \dots, n$, respectivamente. Sendo assim, podemos dizer que o interpolante tem a seguinte formulação:

$$F(X) = \sum_{i=1}^n w_i B_i(X), \text{ onde } \{B_i(X)\}, \text{ com } i=1, \dots, n, \text{ é uma base para todas as possíveis funções}$$

que se desejam candidatar a função interpolante, e os w_i 's são constantes. Neste ponto de vista, pode-se dizer que o processo de modelagem é uma busca por uma família (linear) de funções e uma base adequada. Entre os critérios utilizados para avaliarmos a adequação do método escolhido, estão a complexidade computacional, o nível de suavidade do interpolante (continuidade das derivadas), a possibilidade de se lidar com grandes volumes de dados e o fator de localidade das funções da base. Neste trabalho, propomos uma base linear por partes, ou seja, o domínio útil, que normalmente compreende o invólucro convexo minimal dos dados, é particionado em simplexos, em relação aos quais, a função de desempenho é linear. Os vértices de cada simplexo são os dados de entrada, associados a valores de desempenho iniciais. O interesse da interpolação é fornecer os valores de desempenho no interior dos simplexos. Seja $S_j \subset U$ um simplexo cujos vértices são: $X_{1_j}, X_{2_j}, \dots, X_{(n+1)_j}$. Considere

$$X \in S, \text{ um ponto qualquer do simplexo; podemos afirmar que: } X = \sum_{i=1}^{n+1} u_i X_{i_j}, \text{ com } \sum_{i=1}^{n+1} u_i = 1,$$

ou seja, X é uma combinação baricêntrica de $X_{1_j}, X_{2_j}, \dots, X_{(n+1)_j}$, que será única se o simplexo for não degenerado, ou seja, de volume não nulo, ou ainda, se seus vértices não estão todos contidos num hiperplano de U . Assim o interpolante linear por partes será dado pela expressão:

$$F(X) = \sum_{j=1}^m G_j(X)$$

onde:

$$G_j(X) = \begin{cases} \sum_{i=1}^{n+1} u_i F_{i_j}, & \text{se } X = \sum_{i=1}^{n+1} u_i X_{i_j}, \text{ com } \sum_{i=1}^{n+1} u_i = 1, \text{ e } u_i \geq 0 \forall i \in \{1, \dots, n+1\} \\ 0, & \text{se } X = \sum_{i=1}^{n+1} u_i X_{i_j}, \text{ com } \sum_{i=1}^{n+1} u_i = 1, \text{ e } u_i < 0 \text{ para algum } i \in \{1, \dots, n+1\} \end{cases}$$

ou seja, G_j é nula se X não pertencer ao simplexo S_j . O sistema:

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^{n+1} u_i X_{i_j} = X \\ \sum_{i=1}^{n+1} u_i = 1 \end{cases}$$

possui $n+1$ incógnitas e $n+1$ equações. O interpolante proposto possui algumas vantagens em relação a outros métodos, como por exemplo, a sua simplicidade computacional e a sua natural não negatividade. Uma desvantagem é que suas derivadas não são necessariamente contínuas nas fronteiras dos simplexos. Mas geralmente tal tipo de interpolação produz resultados satisfatórios, principalmente em alta dimensão, e é utilizado para efeito de comparação e referência com novos métodos propostos. Assim, este inédito estudo com função de performance de empresas é importante para se estabelecer o padrão básico de referência. Porém se os dados forem muito ruidosos, então uma adaptação ao método tem que ser proposto, visto que a interpolação é muito sensível a ruídos.

5. Conclusões

Neste trabalho, um levantamento dos modelos contabilométricos para avaliação de capitais intangíveis, sobretudo o capital intelectual, foi apresentado. Ele ilustra os esforços empreendidos para quantificar intangíveis que têm se justificado nos últimos tempos. Cada vez mais a mensuração do patrimônio intangível tem sido demandada pela necessidade de se ter uma correta leitura da atividade econômica de uma empresa. Os modelos propostos, desde 1997, têm sido classificados como SC, DIC, ROA e MCM, todos com limitações e nichos de aplicações. Dos modelos SC (Score Card), o modelo Edvinsson et al.(2001), intitulado sistema de mapeamento IC, destaca-se e 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 empresa 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. No entanto, transformações que preservam distâncias não podem incluir uma projeção, inevitavelmente presente na abordagem de Edvinsson et al(2001). Dessa forma, o sistema de mapeamento IC sofre de diversos problemas de aproximação que dependem do formato dos dados.

Este estudo propõe um sistema de visualização da superfície de desempenho que dá suporte à interpretação do desempenho através dos fatores geram o CI da corporação em alta dimensão. Assim, haverá um conjunto de gráficos, cada um sendo a projeção da superfície de desempenho com respeito a um dado fator, 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 superfície de desempenho, 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, a taxa de variação instantânea múltipla do desempenho, a taxa de variação do desempenho da corporação e a taxa de variação instâneadas do desempenho das empresas escolhidas pelo usuário, entre outros.

O sistema poderá ,ainda, mostrar a superfície de desempenho da corporação em alta dimensão projetada com respeito a quaisquer duas variáveis, mostrando o desempenho como uma superfície tridimensional, ou com respeito a quaisquer três variáveis, mostrando o desempenho como um sólido colorido, dentro do qual se pode navegar. Portanto, conclui-se que este trabalho de pesquisa propõe um modelo contabilométrico para gestão empresarial por meio da identificação e da mensuração do capital intangível e estabelece um padrão básico de referência no contexto do estudo dos ativos intangíveis via geometria computacional.

Referências

AVELLAR ,J.V.,MILIONI,A.Z., RABELLO , T.N. Modelos DEA com Variáveis Limitadas ou suas Constantes. **Pesquisa Operacional**. Vol 25 no.1. Rio de Janeiro, 2005.

ANTUNES, M. T. P., **Capital Intelectual**. São Paulo, Atlas. 2000

BORNIA, A. C; WERNKE, R., Estudo de caso aplicando Modelo para Identificação de Potenciais Geradores de Intangíveis. **Revista Contabilidade & Finanças**, São Paulo, 2003

DRUCKER, P. **Desafios Gerenciais para o Século XXI**. São Paulo-SP. Pioneira Thomson Learning. 1998

EDVINSSON, L; MALONE, M. S. **Capital Intelectual**. São Paulo, Makron Books. 1988

EDVINSSON L., BEDING, T., KITTS, B.,. Intellectual Capital: from intangible assets to fitness landscape- **Expert Systems with Applications**. Orlando, 2001

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, n. 4, out/dez. 2000

FRANKE, R. NIELSON, G. Smooth Interpolation to Large Sets of Scattered Data. **International Journal of Numerical Methods in Engineering**, Nova Jersey, Vol. 15, pp. 1691. 1980

FRANKE, R. NIELSON, G. Scattered Data Interpolation And Applications: A Tutorial and Survey. In: **Geometric Modeling: Methods and Their Applications**, Nova York. H Hagen and D. Roller (eds), Springer. 1990

GÓIS, C. G.,. Capital Intelectual: O Intangível do Século XXI. In: **Congresso Brasileiro de Custos**, Recife. Anais: UFPE, agosto. 2000

GOMES, J.M. I.. Métodos de otimização em computação gráfica. In: **22º Colóquio brasileiro de Matemática**. Rio de Janeiro, IMPA, julho 1999.

GORZS ,A.,. O Imaterial Conhecimento, **Valor e Capital**. São Paulo, Annablume. 2003

IUDÍCIBUS, S. A contabilidade como sistema de informação empresarial. **Boletim do IBRACON**, Brasília, out/nov. 1988

JÓIA, L. Medindo o Capital Intelectual. **Revista de Administração de Empresas**. São Paulo, v.41,no. 12, abr/jun. 2001

LEV, B. Intangibles: Management, measurement and reporting. **Brooking Institution Press**. Washington, 2001

MARINS, E; ANTUNES, M. T. P. Capital Intelectual: Verdades e Mitos. In: **Congresso Brasileiro de Contabilidade**. 16, Goiânia, Anais., out. 2000

NIELSON, G. M. Comparing Methods of Interpolation for Scattered Volumetric Data, **IEEE Computer Graphics and Applications**, Los Alamitos-CA,13, 60 ,1993.

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. In: **Congresso Brasileiro de Contabilidade**. Goiânia, Anais, outubro. 2000

ROOS, J. **Intellectual Capital**. Londres, MacMillan Business.1997.

RULLANI.E.. “Le Capitalisme Cognitif: du déjà vu?” **Multitudes**, Paris n.2. 2000

STEWART, T. A. **A riqueza do conhecimento: O capital intelectual e a organização do século XXI**. Rio de Janeiro, Campus. 2001

SVEIBY. K. E. **The new organizational work: managing and measuring knowledge based assets**. São Francisco- Berpet-Koethler. 1997

SVEIBY. K. E. **A Nova Riqueza das Organizações**. Rio de Janeiro: Campus. 1998

TOBIN, J. A General equilibrium approach to monetary theory. **Journal of Money, Credit and Banking**. Nova York,1969

TORGESON, W. Multidimensional scaling. In: **P. Colgan, Quantitative Ethology** Nova York, Willy. 1958

WERNKE, R. **Identificação de potenciais geradores de intangíveis**. Florianópolis. 2002. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção- UFSC/ SC. 2002