

COPPEAD/UF RJ

RELATÓRIO COPPEAD Nº 43

O EFEITO DA AGREGAÇÃO DE DADOS NAS
DECISÕES GERENCIAIS: UMA TEORIA
TENTATIVA E ALGUNS RESULTADOS
PRELIMINARES*

Francisco José Becker Dias*

Agosto 1980

A relação entre informação e desempenho na tomada de decisões tem sido objeto de pesquisa em uma variedade de ramos das ciências do comportamento, entre as quais se encontra a contabilidade comportamental. O objetivo principal deste estudo é explorar a possível existência de uma relação entre a informação econômico-financeira e o desempenho de administradores na tomada de decisões, relação essa pouco explorada no contexto da contabilidade. Entre as inúmeras variáveis que caracterizam um sistema de informação — conteúdo, formato, e frequência — e que são passíveis de investigação, foi selecionada para este estudo a variável grau de agregação de dados financeiros. Embora a escolha tenha sido arbitrária, ela se justifica não apenas pela importância da agregação de dados em sistemas de informação, mas também pela falta de conhecimento dos efeitos desta variável no comportamento dos usuários desses sistemas.

A função de agregação de dados tem sido estudada por alguns pesquisadores no campo da contabilidade gerencial e financeira (e.g. Lev [1968 e 1970]; Feltham [1977]; Abdel-Khalik [1973]). Embora a maioria dos autores tenha concluído que a agregação de dados provavelmente afeta o conteúdo da informação, não existe um consenso acerca de seu efeito no desempenho de gerentes na tomada de decisão. Alguns defendem a tese de que a agregação de dados causa uma perda de informação e, em consequência, afeta negativamente o desempenho do gerente (e.g. Feltham [1977]). Outros, porém, argumentam que a agregação de dados pode melhorar a qualidade da decisão em certas circunstâncias (e.g. Ronen [1971]). As controvérsias e divergências que envolvem esta questão vão além da disputa sobre o provável efeito da agregação de dados na qualidade da decisão. Na verdade, mesmo entre aqueles que advogam que a agregação de dados

pode apenas causar uma perda de informação, não existe nenhum consenso quanto à forma da função que expressa e quantifica essa perda.

Em contabilidade, estudiosos da questão da agregação de dados têm seguido duas abordagens teóricas distintas. Estas são conhecidas como a Teoria Informacional (ou Modelo da Entropia) e a Teoria Econômica da Informação. Nenhuma destas teorias, porém, estabelece diretrizes práticas satisfatórias para que analistas possam aumentar a eficiência de sistemas de informação. Além disso, como fator agravante, estas teorias não têm logrado êxito na explicação de alguns resultados empíricos que são conflitantes com suas previsões. Este estudo revê estas duas abordagens teóricas e aponta as principais razões que levam a rejeitar o uso das mesmas na formulação de modelos e critérios que visem a auxiliar as decisões sobre a agregação de dados financeiros. Como alternativa, este estudo propõe uma teoria tentativa baseada no modelo da complexidade cognitiva do processamento humano de informação. Embora esta teoria alternativa ainda não tenha sido verificada no domínio da contabilidade, ela demonstra certa potencialidade, uma vez que a maioria dos resultados empíricos existentes sobre agregação de dados pode ser reconciliada, quando se admite a tese proposta como verdadeira. Com o intuito de reforçar a validade desta teoria e preencher o vazio deixado pelas pesquisas empíricas desenvolvidas nesta área até o presente, foi elaborado um experimento que se vale de um cenário gerencial fictício e que utiliza alunos de pós-graduação em administração de empresas como veículo para testar a teoria proposta. Os resultados desse teste preliminar revelaram uma grande possibilidade de validação da teoria tentativa.

I. A ABORDAGEM INFORMACIONAL

A teoria da informação, também conhecida como "teoria estatística da comunicação", utiliza o conceito de entropia para medir o conteúdo da informação. De acordo com esta teoria, a quantidade de informação contida em uma mensagem, que diz que um particular evento E_i ocorreu, é medida pelo logaritmo do inverso da

probabilidade de ocorrência de tal evento antes da mensagem. Este conceito de entropia foi estendido por Lev [1968] a situações em contabilidade financeira. Este autor argumenta que toda decomposição de dados financeiros pode ser interpretada como probabilidades, desde que elas sejam positivas e que a soma destas seja igual a um. Lev define a perda de informação causada pela agregação como a diferença de entropias antes (H) e depois (H') da agregação. Isto é,

$$H - H' = P_s \cdot H_s \quad (1)$$

onde: $P_s = P_1 + P_2$ corresponde à soma das frações dos itens agregados;

$$H_s = -\left\{ \frac{P_1}{(P_1 + P_2)} \cdot \log \frac{P_1}{(P_1 + P_2)} + \frac{P_2}{(P_1 + P_2)} \cdot \log \frac{P_2}{(P_1 + P_2)} \right\}$$

corresponde à entropia dos itens agregados (Lev [1968], p.265).

Essa medida da perda de informação aumenta com o tamanho dos itens agregados (em comparação a um dado total) e com a respectiva entropia dos mesmos.

Tal abordagem tem sofrido severas críticas tanto de cunho teórico como prático. Uma séria limitação prática do modelo de Lev é que a seleção dos itens considerados para agregação é feita externamente ao modelo (Bernhardt & Copland [1970]). Além disso, a escolha do ponto onde a agregação deve parar é inteiramente arbitrária (Abdel-Khalik [1974]). Do lado teórico, a validade do modelo é questionável, uma vez que o mesmo interpreta frações como probabilidades, o que é inadequado e insustentável do ponto de vista da teoria estatística da comunicação (AAA [1971]). Porém, a limitação mais crítica do modelo reside em que ele ignora por completo as necessidades de informação dos usuários e de seus modelos de decisão e, conseqüentemente, gera uma medida de perda de informação que não é relevante para as decisões sobre o grau de agregação, como foi demonstrado empiricamente por Ronen

e Falk [1973] e Abdel-Khalik [1974]. Portanto, a teoria da informação proposta por Lev não fornece critérios relevantes para julgar que grau de agregação de dados seria mais adequado a relatórios financeiros e gerenciais.

II. A ABORDAGEM DA TEORIA ECONÔMICA DA INFORMAÇÃO

Contrastando com a abordagem informacional, a teoria econômica da informação considera as preferências e os modelos de decisão dos usuários. Esta abordagem é, na verdade, uma extensão da teoria da decisão e avalia a informação através de seus efeitos sobre os resultados das decisões envolvidas. Esta teoria tem sido empregada na avaliação de sistemas alternativos de informação financeira e gerencial por uma série de autores, entre eles Mock [1971], Demski [1972] e Feltham [1977].

A perda de valor esperado no uso de um sistema de informação n' em substituição ao sistema de informação n'' é dada pela diferença de valores esperados entre os dois sistemas (Demski [1972]). Isto é,

$$L (n', n'') = E \left(\frac{w}{n'} \right) - E \left(\frac{w}{n''} \right) \quad (2)$$

onde: w = resultado da decisão;

E = valor esperado;

L = perda de valor esperado.

Feltham empregou este modelo para examinar as consequências da agregação de dados de custo sobre os resultados associados a várias decisões. O referido autor concluiu que, embora em determinadas circunstâncias o processo de agregação não cause perda de informação, isto é, não reduza o valor esperado dos resultados, não é possível aumentar a contribuição esperada através da omissão ou redução de dados. Dessa forma, este modelo não admite a sobrecarga de informação como uma possível razão para o declínio de desempenho. Além disso, a teoria econômica da informação assume que o impacto da informação é limitado à revisão de probabilidades e que o usuário revisa suas estimativas de probabilidade segundo o teorema de Bayes. Por outro lado, existem evidências empíricas que sugerem não só outros usos para a informação (ex.: aprendizagem, sinalização, *feedback* (Mock [1971])) e que indivíduos fazem revisões de probabilidades subjetivas tipicamente conservadoras (Slovic &

Lichtenstein [1971]. Além dessas limitações severas, o modelo econômico da informação só é eficiente na identificação do curso de ação preferido, quando suas premissas básicas são perfeitamente satisfeitas, o que é raramente encontrado em situações reais. Essas características da teoria econômica da informação impõem restrições de ordem prática à sua utilização e provêem os argumentos para se rejeitar o emprego do modelo como critério de decisão em problemas relacionados à agregação de dados financeiros em relatórios gerenciais.

III. O CONCEITO DA FUNÇÃO COM FORMA DE SINO

O conceito da função com a forma de U invertido, utilizado para descrever o processo de mediação entre estímulo e resposta, já é bem conhecido na área de estudo sobre motivação intrínseca (Berlyne [1960]). Tem sido comprovado empiricamente, com certa frequência, que organismos respondem mais eficientemente a estímulos moderados do que a estímulos muito fracos ou muito fortes. Baseados nestas observações, Schrodén, Driver e Streufert [1967] entenderam o conceito da função em forma de sino ao estudo do processamento humano de informação (PHI). O modelo desenvolvido por estes autores é conhecido como "complexidade cognitiva". Segundo esta abordagem, variáveis de personalidade e variáveis ambientais são articuladas na tentativa de descrever o comportamento do ser humano em tarefas de processamento de informação. Dessa forma, o desempenho de uma pessoa no processamento da informação é uma função da complexidade conceitual do indivíduo e de características do ambiente, em particular de sua complexidade informacional. Esta função, que está representada graficamente na Figura 1, atinge seu valor máximo para níveis intermediários de complexidade informacional; neste processo, indivíduos abstratos (isto é, de complexidade conceitual mais elevada) atingem índices de desempenho mais altos do que indivíduos concretos (isto é, de complexidade conceitual mais baixa).

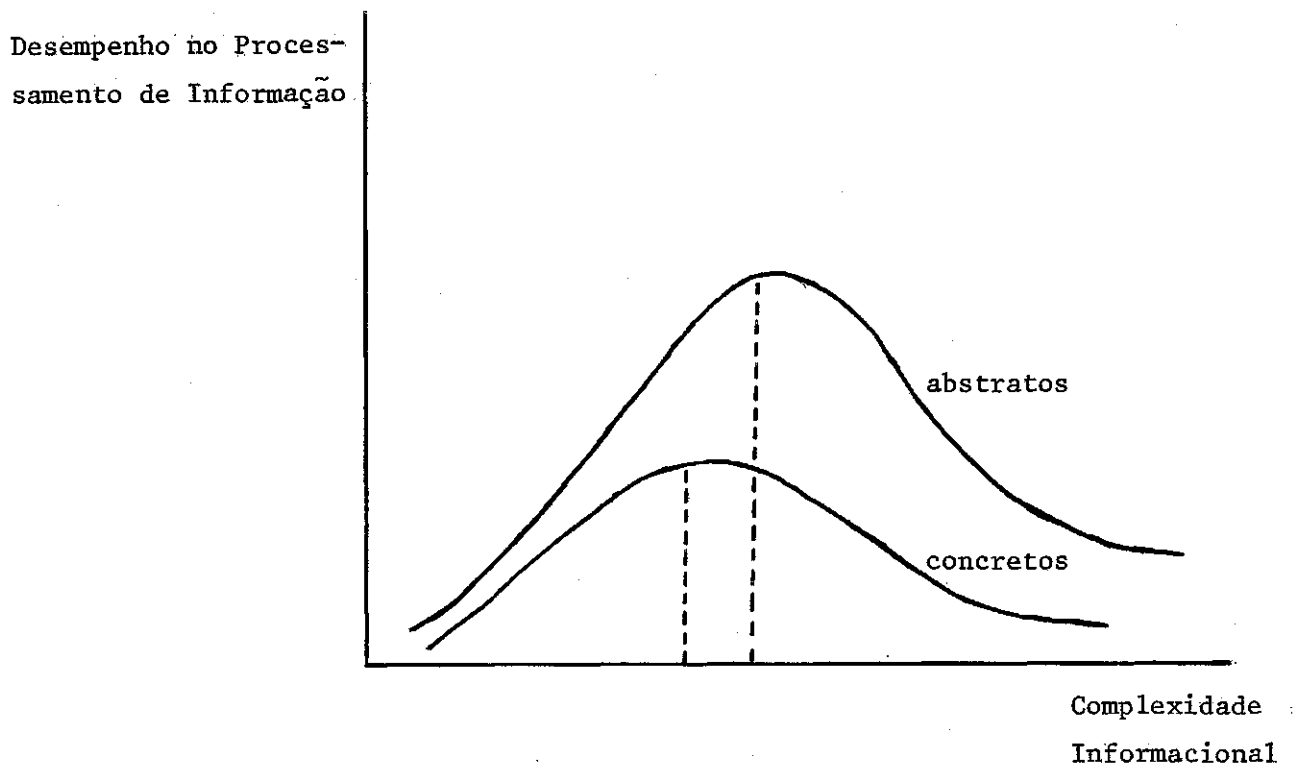


Figura 1

Relação Entre Desempenho no Processamento de Informação e Complexidade Cognitiva e Ambiental.

O modelo da complexidade cognitiva contribui para a disciplina de sistemas de informação de duas maneiras. Primeiro, a importância de diferenças individuais fica claramente identificada, ou seja, indivíduos abstratos estão mais capacitados do que indivíduos concretos para enfrentar situações de grande complexidade informacional.¹ Segundo, o modelo mostra que o ambiente é também responsável pelo nível de realização e que os mais altos níveis de desempenho ocorrem para graus intermediários de complexidade informacional.² Neste estudo, em particular, o volume de dados financeiros em relatórios gerenciais, que pode ser manipulado através do processo de agregação de dados, é considerado como uma dimensão da complexidade informacional.

A hipótese que este estudo se propõe a testar derivou-se a partir do conceito da função em forma de U invertido, que descreve o processamento humano de informação. Funções com esta característica têm sido observadas em experimentos no campo da psicologia (Streufert e Schroeder [1965]; Suedfeld e Streufert [1966]) e no campo de sistemas de informação (Schroeder e Benbasat [1975]; San Miguel [1976]), o que revela uma certa potencialidade para esta emergente teoria. Este estudo em particular prediz que, outros fatores sendo mantidos constantes, uma pessoa, de modo geral, atinge seu melhor desempenho em uma tarefa de tomada de decisão quando exposta a um volume moderado de dados e que tanto uma expansão quanto uma redução neste volume ótimo ocasionariam uma perda de eficiência no processamento de informação. O elo entre esta hipótese e o modelo de Schroeder, Driver e Streufert pode ser estabelecido, caso sejam aceitas duas premissas básicas. Primeira, que haja uma correspondência direta entre nível de processamento de informação e desempenho em uma tarefa de tomada de decisão. Em outras palavras, quanto mais elevado o grau de processamento de informação, melhor o desempenho de quem toma a decisão. Segunda, que a carga de informação seja diretamente relacionada com o volume de dados relatados. Isto é, quanto maior o volume de dados contidos em um relatório, maior a carga de informação a ser processada. Aceitando-se estas duas premissas, torna-se bastante simplificada a tarefa de transferir o conceito de função em forma de U invertido do domínio do processamento humano de informação para o domínio do desempenho do administrador na tomada de decisão e do volume de dados contidos em relatórios gerenciais. Estas premissas, porém, ainda não foram verificadas experimentalmente e, consequentemente, o elo de ligação entre o modelo da complexidade cognitiva e a hipótese formulada neste trabalho permanece frágil.

A afirmação de que pessoas são mais eficientes na tomada de decisão quando expostas a um volume moderado de dados tem um apelo intuitivo bastante forte e tende a se transformar num dogma da disciplina de sistemas de informação. A justificativa lógica desta afirmação está em que, num extremo do espectro, o volume de dados é muito restrito e insuficiente para a tomada de decisões

efetivas e eficientes, o que ocasiona um baixo padrão de desempenho. No extremo oposto, o usuário da informação enfrenta uma enorme quantidade de dados que, embora pertinentes e relevantes, não são inteiramente processados devido à limitação intelectual inerente ao ser humano, o que gera também um baixo desempenho. Esta crença nos efeitos negativos da sobrecarga de informação é sustentada por uma série de observações não sistemáticas sobre o comportamento de gerentes que, ocupando as mais variadas posições hierárquicas dentro de organizações, se deparam com pilhas de listagens de computador contendo um volume fabuloso de dados que caracteriza a condição de sobrecarga de informação. A generalização desta crença tem levado certos autores a fazer declarações exclamativas para chamar a atenção sobre uma situação que está se tornando alarmante. Por exemplo, Davidson e Trueblood [1961] advertem que: "Volumosas quantidades de informação detalhada estão disponíveis com os correntes sistemas de processamento eletrônico de dados. Se esses dados não forem adequadamente escrutinados e resumidos, o gerente será facilmente afogado com informação desnecessária. O gerente poderá despende a maior parte de seu dia buscando ou resumindo fatos que são necessários à tomada de decisão". Aceitando-se esta linha de raciocínio, é possível generalizar para o campo da agregação de dados financeiros, ou seja:

Deve existir um nível intermediário de agregação de dados que não prive o usuário de informações cruciais, tampouco o sobrecarregue com informação; para este nível ótimo, o usuário é capaz de atingir seu melhor desempenho.

Embora afirmações de cunho semelhante ao das de Davidson e Trueblood tenham se tornado muito populares em meios acadêmicos e profissionais, pouco esforço vem sendo despendido para a validação empírica das premissas básicas que estão por trás desse pensamento generalizado. A preocupação deste estudo é exatamente a de fornecer uma sustentação empírica ao modelo da função em forma de sino que descreve o comportamento do indivíduo em uma tarefa de processamento de informação. Os resultados preliminares

expostos neste ensaio são compatíveis com o modelo teórico e fornecem suporte empírico à hipótese da resposta curvilínea. Estes resultados, entretanto, não constituem uma prova positiva definitiva e devem ser entendidos como um convite a pesquisadores para investigar a questão com maior profundidade e extensão.

IV. METODOLOGIA

Para a verificação preliminar da função em forma de sino, este estudo utilizou como ferramenta de pesquisa um experimento de laboratório. A escolha desta técnica foi guiada pela natureza exploratória da investigação e pelo tipo de relação causa — efeito prevista na hipótese. Embora se reconheça a existência de métodos alternativos de possível utilização em investigações similares, como por exemplo, o estudo de campo e o estudo de caso, e que oferecem vantagens no tocante à validade externa dos resultados, preferiu-se o experimento de laboratório. Esta preferência se deve ao fato de que as técnicas alternativas impõem uma maior demanda de recursos (tempo e custo, por exemplo) e ao mesmo tempo restringem o controle que o pesquisador exerce sobre as variáveis experimentais. Portanto, parece mais racional primeiro buscar, dentro do domínio restrito de um experimento em laboratório, os subsídios que permitam comprovar a existência de uma curva em forma de sino. Isto deveria ser feito antes de se intentar uma pesquisa de profundidade e extensão que se utilize de técnicas de maior validade externa, permitindo então generalizações menos restritas a partir de seus resultados.³

V. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

V.1. A Situação Experimental

O ambiente no qual foram levantados os dados experimentais para a verificação da relação curvilínea é basicamente o de decisão sobre o nível da produção de uma fábrica. Esta situação experimental é descrita através de um material impresso que contém informações sobre o ambiente gerencial, o papel do participante, os relatórios gerenciais e os procedimentos experimentais.⁴

V.2. A Tarefa Experimental

Os participantes do experimento foram instruídos para assumirem a posição de um gerente de divisão e a tomarem decisões quanto ao nível de produção de uma fábrica fictícia que produz um único produto, caracterizado por uma curva de custo marginal ascendente e uma curva de demanda descendente. Esta tarefa em particular apresenta duas características desejáveis do ponto de vista do controle experimental. Primeiro, a tarefa é simples e os participantes estão familiarizados com esse tipo de decisão. Em outras palavras, os sujeitos possuem conhecimento e capacidade para desempenharem a tarefa e, por conseguinte, fica minimizado o efeito devido às diferenças de modelos de decisão sobre o desempenho na tomada de decisão. Segundo, existe, pelo menos, um modelo normativo de decisão, que provê de soluções ótimas para a situação experimental, e essas soluções podem ser utilizadas como padrões para a avaliação do desempenho dos participantes.

V.3. Suporte à Decisão

Com o intuito de auxiliar os sujeitos na execução da tarefa experimental, foram elaborados relatórios gerenciais com informações sobre custos de produção e função de demanda. Os relatórios gerenciais postos à disposição dos participantes cobrem o orçamento de custo de fabricação e a curva de demanda.

V.4. Programação

No início de cada sessão experimental foi feita uma apresentação oral sobre o procedimento a ser seguido e, logo após, solicitou-se aos participantes que lessem as instruções escritas. Finda a leitura, as eventuais dúvidas foram esclarecidas e o experimento iniciado.

Os participantes dispunham de vinte (20) minutos para analisar os dados disponíveis e decidir sobre o nível de produção por período de decisão. O tempo de decisão foi estimado tentativamente e as entrevistas com os participantes após o término do experimento revelaram que o tempo era escasso, mas não o bastante para causar o efeito piso.⁵

V.5. Variável Independente

O nível de agregação de dados é a variável independente e sua operacionalização no experimento é feita através de um processo de agregação que regula o volume de dados nos relatórios. Quatro diferentes conjuntos de relatórios constituem os tratamentos do experimento. Cada um desses conjuntos contém um orçamento flexível de custos de fabricação e uma tabela da função de demanda. Embora os níveis de agregação dos dados empregados tenham sido arbitrariamente escolhidos, houve uma preocupação em torná-los bastante abrangentes, no sentido de cobrir situações extremas, isto é, da sobrecarga de informação à falta de informação.

Esses conjuntos de relatórios são denominados AG_1 , AG_2 , AG_3 e AG_4 , onde AG_1 é o que apresenta o maior grau de desagregação de dados e AG_4 o que reporta dados altamente agregados. Enquanto os três primeiros conjuntos de relatórios apresentam o mesmo conteúdo de informação, no que diz respeito a decisão sobre o nível de produção, o quarto conjunto (AG_4) possui um conteúdo menor. As relações de conteúdo de informação entre os quatro conjuntos de relatório estão representadas esquematicamente em (3).

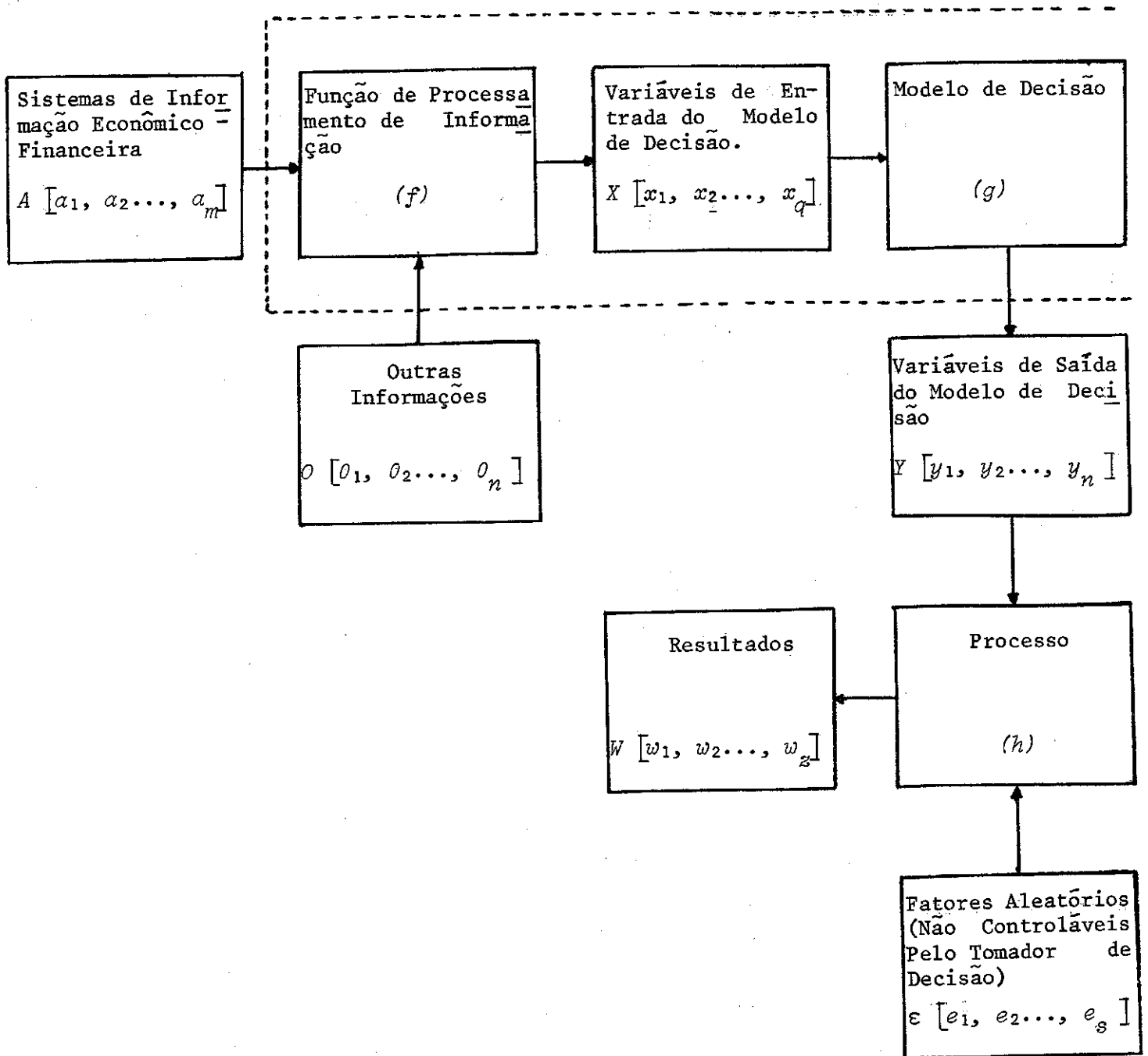
$$V(AG_1) = V(AG_2) = V(AG_3) > V(AG_4) \quad (3)$$

onde $V(AG_i)$ é uma medida do conteúdo de informação do conjunto de relatórios AG_i .

V.6. Variável Dependente

O objetivo dos participantes neste exercício experimental é determinar o nível de produção que maximize a contribuição da fábrica fictícia ao lucro da companhia. Portanto, o desempenho de indivíduos no experimento deve basear-se em critérios que considerem a efetividade e a eficiência dos participantes na realização desse objetivo. É claro que há inúmeras maneiras de medir desempenho, mas, certamente, a mais óbvia é a contribuição ao lucro. No entanto, existem outras menos óbvias que podem resultar em medidas mais relevantes e significativas no que se refere à verificação da hipótese curvilínea.

A contribuição ao lucro é consequência ou resultado da decisão do sujeito e esta pode ser representada por uma função de um conjunto de variáveis entre as quais está a informação econômico-financeira. A Figura 2 mostrava uma representação esquemática do modelo que descreve as relações funcionais entre variáveis ambientais e individuais e a contribuição ao lucro. A hipótese curvilínea relaciona agregação de dados (variável independente) com a eficiência do usuário da informação no processamento da informação (variável dependente). É, portanto, mais lógico e apropriado usar como medida de desempenho a acuracidade das estimativas das variáveis ou entrada do modelo de decisão do que o resultado da decisão.⁶ Por outro lado, as variáveis de entrada do modelo de decisão (isto é, custo marginal e receita marginal) não são explicitamente definidas pelo sujeito, embora o resultado da decisão o seja. Neste caso, a variável "acuracidade do resultado da decisão" é utilizada como substituto da variável "acuracidade das variáveis de entrada do modelo de decisão" que é a variável de interesse.



$$W = h \{ y = g [x = f(A, O)], \epsilon \}$$

Figura 2

Relação Funcional Entre Resultados e Variáveis Individuais e Ambientais.

A racionalidade do uso da "acuracidade do resultado da decisão" (volume de produção) como variável substituta para a "acuracidade das variáveis de entrada do modelo de decisão" está baseada na premissa de que os participantes estejam familiarizados com o modelo ótimo de decisão e que estes façam uso do mesmo ao determinarem o nível de produção. Em outras palavras, é assumido que as variáveis de entrada do modelo de decisão e os resultados da decisão estejam interligados por relações que constituem a regra de decisão ótima. O modelo de decisão ótimo, no caso deste experimento, pode ser representado pela equação (4).

$$\begin{aligned} \text{onde :} \quad & F(Y^*) = 0 && (4) \\ & F(Y) = f'_2(Y) - f'_1(Y) \\ & f'_1(Y) \text{ e } f'_2(Y) \text{ funções de custo e receita marginal,} \\ & \text{respectivamente} \\ & Y = \text{volume de produção} \end{aligned}$$

$$\text{Então,} \quad f'_1(Y^*) = f'_2(Y^*) \quad (5)$$

$$\text{ou} \quad X^* = f'_2(Y^*) \quad (5')$$

Onde X^* é o custo marginal (variável de entrada do modelo de decisão) para o volume de produção Y^* .

Como neste exercício em particular a receita marginal $f'_2(Y)$ é uma função linear do volume de produção, conhecida por todos os participantes, é possível mostrar que a variável de entrada do modelo de decisão (X) e o resultado da decisão (Y) estão relacionados linearmente como mostra a Figura 3. Portanto, a "acuracidade do resultado da decisão" pode ser utilizada com uma variável substituta para a "acuracidade das variáveis de entrada do modelo de decisão", sem nenhuma perda de significado.

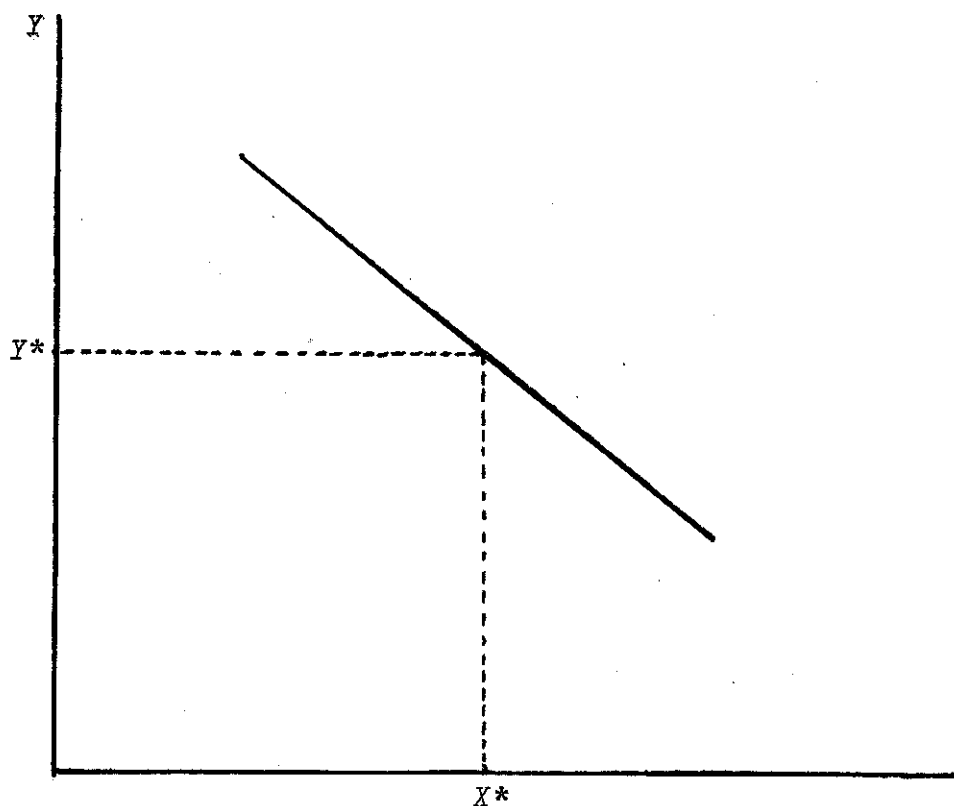


Figura 3

Relação Funcional Entre as Variáveis de Entrada e Saída do Modelo de Decisão Quando Este Modelo é o Modelo Ótimo.

A relação entre o benefício W e o resultado da decisão Y é representada pela função (6).

$$W(Y) = \int_0^Y [f'_2(y) - f'_1(y)] dy \quad (6)$$

que representa a contribuição ao lucro para o nível de produção Y . Por construção, a receita marginal $f'_2(y)$ é uma função linear do volume de produção e, portanto, sua integral é uma função quadrática. Por conseguinte, $W(Y)$ não é uma função linear do volume de produção, como se pode verificar na Figura 4. Não sendo uma função linear nem de Y nem de X , tal variável não é uma boa medida de desempenho, apesar de a maximização da contribuição ao lucro ser o

objetivo procurado pelos participantes. O desempenho dos participantes é melhor avaliado em termos de grau de aproximação entre o resultado da decisão e o nível de produção ótimo. Este grau de aproximação ou acuracidade é medido pelo deslocamento do nível de produção recomendado pelo participante em relação ao nível ótimo de produção. Isto é,

$$A = [y^* - y] \quad (7)$$

onde A é a acuracidade do resultado da decisão.

Uma segunda alternativa para avaliar o desempenho dos sujeitos deste experimento é baseada na dicotomia entre bom e mau desempenho. Embora esta medida seja mais rudimentar, ela avalia a contribuição do sistema de informação como será visto mais adiante. Esta medida dicotômica é definida como

$$Q = \begin{cases} 1 & \text{para } A \leq \delta \\ 0 & \text{para } A > \delta \end{cases} \quad (8)$$

onde Q é a qualidade da decisão (1 = bom e 0 = mau) e δ é uma pequena tolerância.

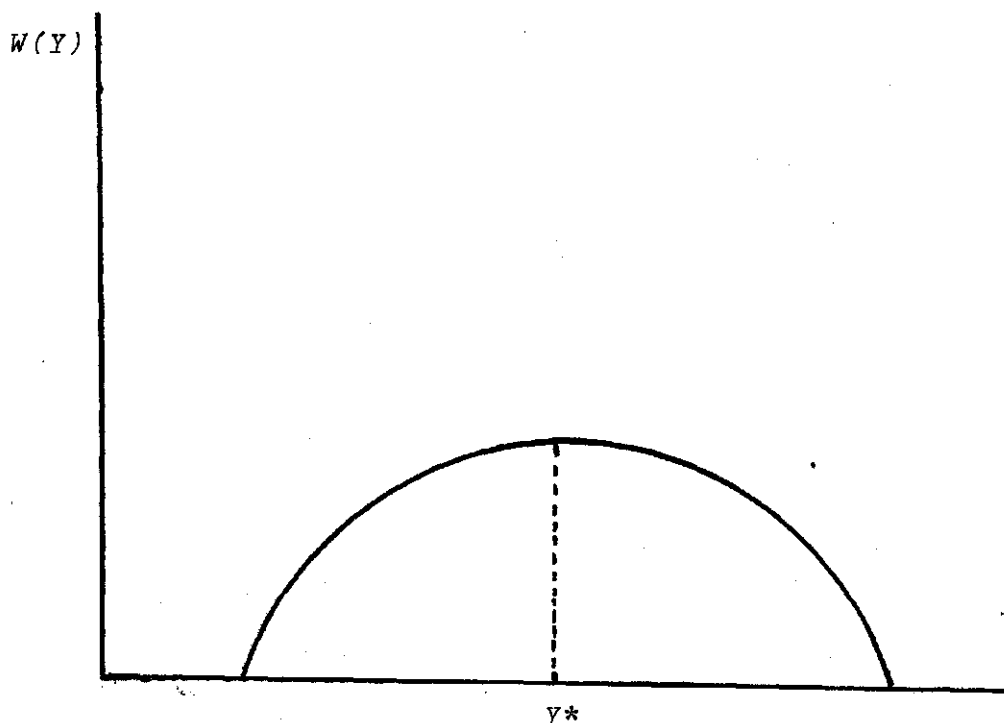


Figura 4.
Relação Funcional Entre Resultados e Variáveis de Saída do Modelo de Decisão.

V.7. Projeto do Experimento

Um experimento ideal para uma investigação como esta seria um experimento com um único fator tendo medidas repetidas em um mesmo elemento. A principal vantagem deste tipo de experimento é que cada indivíduo serve como seu próprio controle e, portanto, serve de controle para as diferenças individuais. De um modo geral, as diferenças de experiência e formação anteriores ao experimento são causas de variações dentro de um mesmo tratamento experimental. Esta fonte de variações pode ser separada do efeito do tratamento e do erro experimental pela observação de cada um dos sujeitos ao longo de todas as condições experimentais. Uma representação de experimento com um único fator tendo medidas repetidas em um mesmo elemento é mostrada na Tabela 1.

Tabela 1

Sujeitos	Tratamentos					
	1	2	...	j	...	k
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1k}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2k}
.
i	X_{i1}	X_{i2}	...	X_{ij}	...	X_{ik}
.
n	X_{n1}	X_{n2}	...	X_{nj}	...	X_{nk}

O método de medidas repetidas para controle de diferenças individuais tem limitações sempre que a seqüência de tratamentos produza efeito sobre os resultados. Por exemplo, o desempenho de um sujeito na fase final de uma seqüência de tratamento tanto pode ser beneficiada pela prática adquirida na fase inicial como pode ser prejudicada pela fadiga. A maneira mais simples de minimizar o efeito da seqüência é através da distribuição aleatória da ordem dos tratamentos para cada sujeito. Este processo de eliminação de uma tendência sistemática funciona somente nos casos onde o efeito da seqüência é simétrico. Em outras situações, é necessário incluir no projeto do experimento o fator seqüência, o que permite um controle mais completo. Esta técnica, porém, requer um grande esforço experimental. Em um experimento com quatro tratamentos, como este aqui descrito, são necessárias $4! = 24$ seqüências distintas, o que significa um experimento fatorial com 4×24 combinações, ou seja, um mínimo de 96 sujeitos.

Embora este experimento fatorial completo com medidas repetidas seja o ideal, este não foi utilizado por limitações de ordem prática. A disponibilidade de recursos humanos (número de sujeitos/hora) restringiu o tamanho da amostra e o número de observações por sujeito. O experimento final constitui em duas observações no lugar de quatro, onde cada sujeito foi observado somente para dois tratamentos diferentes. Este projeto experimental não ortodoxo não se enquadra nos padrões formais de análise existentes e, portanto, métodos não convencionais tiveram de ser utilizados na análise estatística. Por outro lado, este projeto experimental possibilitou, através de uma análise cuidadosa, a coleta de informações que permitiram a verificação da validade da função em forma de sino com apenas uns poucos sujeitos, durante um espaço de tempo razoável.

H. Sessão Experimental

Os dados experimentais foram coletados em três sessões consecutivas. Cada sessão durou cerca de uma hora, com dez, oito e

seis sujeitos participando, respectivamente, de cada uma das três sessões. No início de uma sessão, foram distribuídos aos participantes envelopes contendo o material experimental. Antes de instruir os participantes a retirarem o material do envelope, o experimentador fez uma breve descrição oral do experimento e de seus procedimentos, após o que os participantes foram recomendados a ler cuidadosamente o material. Passados dez minutos de leitura, foram esclarecidas as eventuais dúvidas e iniciada a resolução do primeiro exercício. Vinte minutos depois, os participantes foram instruídos para completar o formulário de decisão e iniciar a resolução do segundo exercício. Passados outros vinte minutos, foi pedido aos sujeitos que completassem o segundo formulário de decisão, após o que o experimento foi encerrado. Este procedimento foi rigorosamente seguido nas três sessões.

VI. ANÁLISE DOS RESULTADOS EXPERIMENTAIS

Os dados coletados no experimento foram analisados de duas maneiras distintas, uma para cada variável dependente definida. Em outras palavras, a primeira análise é baseada na medida de acuracidade do resultado da decisão (A), conforme definido em (7), e a segunda análise é baseada na medida da qualidade da decisão (Q), conforme definido em (8). Enquanto a primeira medida é esca lar a segunda é dicotômica e, portanto, estatísticas paramétricas e não paramétricas são utilizadas na primeira e segunda análise, res pectivamente.

VI.1. Acuracidade do Resultado da Decisão

A. Efeito da seqüência: Existe alguma diferença de desempenho entre a primeira e a segunda obser vação?

Uma análise de variâncias foi feita visando a responder a essa questão. Os resultados dessa análise de variâncias estão re sumidos na Tabela 2.

Tabela 2

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média Quadrada	F	α
Ordem	0,000	1	0,000	0,000	0,99
Resíduo	8149,667	46	177,167		
Total	8149,667	47	173,397		

Média Geral	$\bar{A} = 16,087$
	$\bar{A}(t=1) = 16,08$
	$\bar{A}(t=2) = 16,08$

A acuracidade média do resultado da decisão é 16,08, que é também a média para a primeira e a segunda observação. Este resultado sugere que, neste experimento, tanto o efeito de aprendizagem quanto o de fadiga são negligenciáveis. Este resultado não chega a constituir uma surpresa, uma vez que dois exercícios com a duração de 20 minutos cada não podem produzir cansaço que afete significativamente o desempenho. Além disso, é pouco provável que exista aprendizagem, uma vez que os participantes não dispõem de informação para se auto avaliarem. Em outras palavras, o participante não sabe se está indo bem ou mal, não tendo, portanto, bases para reavaliar sua estratégia de ação. Pode-se então concluir que qualquer mudança no desempenho de um para outro exercício deve ter sido causada por algo que não seja fadiga nem aprendizado.

B. Efeito da agregação: O nível de agregação dos dados nos relatórios afeta o desempenho na decisão?

Uma análise de variância foi realizada com as medidas de acuracidade do resultado da decisão para o fator nível de agregação. Os resultados desta análise encontram-se resumidos na Tabela 3.

Tabela 3

Fonte de Variação	Soma dos Quadrados	Graus de Liberdade	Média Quadrada	F	α
Agregação	981,203	3	327,068	2,008	0,13
Resíduo	7168,464	44	162,920		
Total	8149,667	47	173,397		

Média Geral $\bar{A} = 16,08$

$\bar{A} (AG_1) = 16,50$

$\bar{A} (AG_2) = 16,77$

$\bar{A} (AG_3) = 8,44$

$\bar{A} (AG_4) = 21,07$

Estes resultados fornecem suporte empírico à hipótese de que a agregação de dados afeta o desempenho na tomada de decisão. Embora os resultados não sejam muito significativos estatisticamente, eles evidenciam a forma curvilínea da relação. Como pode ser visto na Tabela 3, a média dos resultados das decisões para os quatro grupos apresenta um perfil compatível com as previsões teóricas.

C. Expansão de dados versus Redução de dados

Expansão de informação versus Redução de informação

O processo de agregação tanto pode reduzir a quantidade de dados como a quantidade de informações ou, ainda, reduzir ambos simultaneamente. Os relatórios que compõem os quatro conjuntos experimentais foram preparados de modo a satisfazer a relação (3). O Quadro 4 mostra os quatro tipos de transformação que relacionam os doze pares de conjuntos de relatórios.

Tabela 4

Tipo de transformação	De	Para
Redução de dados	AG ₁	AG ₂
	AG ₂	AG ₃
	AG ₁	AG ₃
Expansão de dados	AG ₃	AG ₁
	AG ₃	AG ₂
	AG ₂	AG ₁
Redução de informação	AG ₁	AG ₄
	AG ₂	AG ₄
	AG ₃	AG ₄
Expansão de informação	AG ₄	AG ₁
	AG ₄	AG ₂
	AG ₄	AG ₃

Teoricamente, a hipótese curvilínea pode ser representada graficamente como mostra a Figura 5, onde os quatro conjuntos de relatórios e os tipos de transformação estão representados esquematicamente. A Figura 5 permite visualizar os possíveis efeitos dos quatro tipos de transformação. Em particular, é provável que a redução de dados e a expansão de informação gerem acréscimo de desempenho, enquanto é provável que a expansão de dados e a redução de informação gerem decréscimo de desempenho. A Tabela 5 apresenta, em percentuais, os desempenhos que melhoraram, pioraram e os que não se alteraram para cada um dos quatro tipos de transformação.

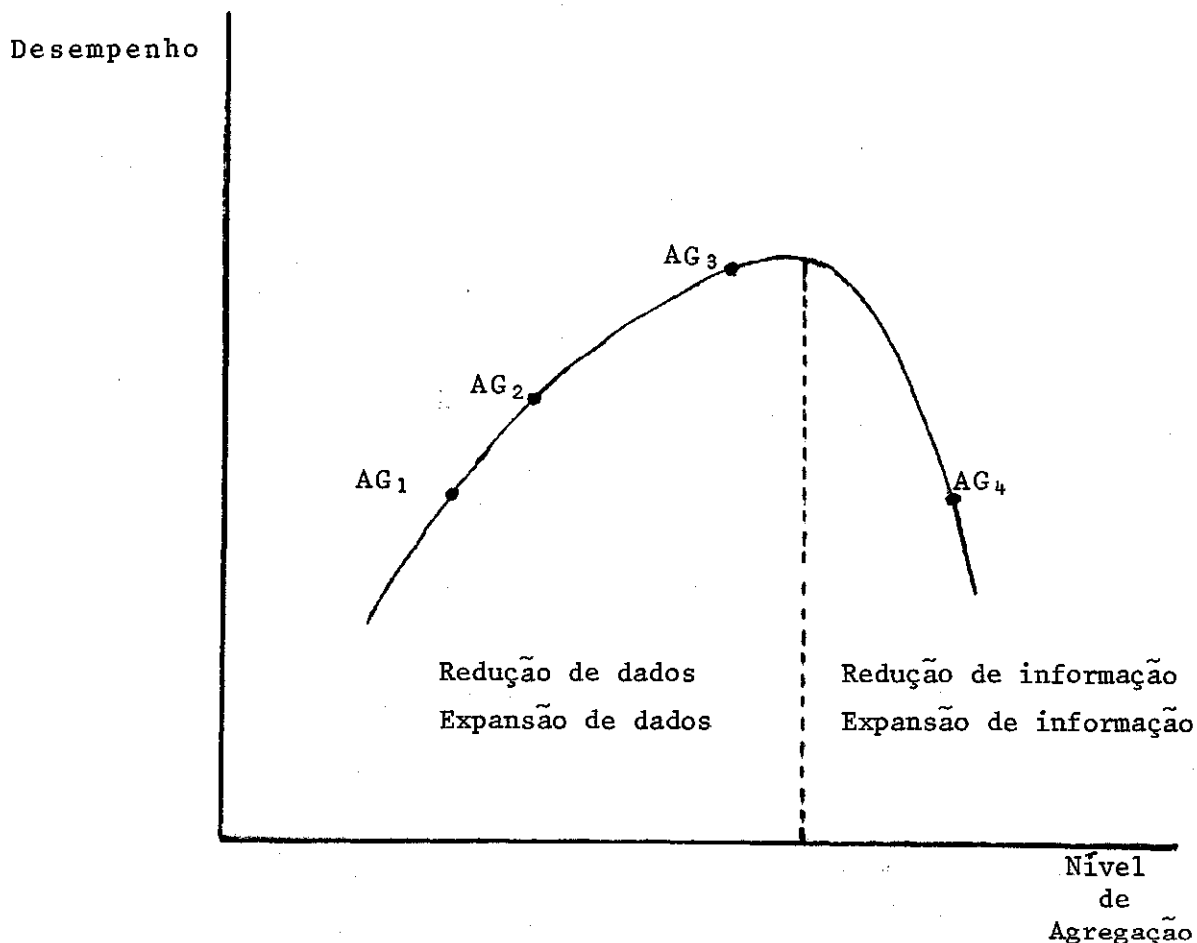


Figura 5

Tipos de Transformação e Efeitos Esperados Sobre o Desempenho

Tabela 5

Transformação	Mudança de Desempenho Observada (%)			Total (%)
	Acrêscimo	Estável	Decrêscimo	
Redução de dados	75	0	25	17
Expansão de dados	0	50	50	25
Redução de informação	14	14	72	29
Expansão de informação	72	14	14	29
T o t a l	37	21	42	100

A tabela 5 mostra algumas estatísticas consistentes com a previsão da curva em forma de sino. Note-se que a redução de dados e a expansão de informação contabilizam a quase totalidade dos acréscimos de desempenho, enquanto que a expansão de dados e a redução de informação foram responsáveis por grande parte dos decréscimos de desempenho.

VI. 2. Qualidade das Decisões

Com a finalidade de classificar o desempenho como bom ou mau, foi utilizada uma tolerância $\delta = .4$, o que significa aceitar como bom desempenho, além da resposta ótima, todas as outras contidas no intervalo de tolerância definido.⁸

A. O efeito do nível de agregação.

Tabela 6

Tabela de Contingência

Frequência Observada Frequência Esperada	Nível de Agregação				Total
	AG ₁	AG ₂	AG ₃	AG ₄	
Decisões ótimas	² 3,13	⁶ 4,06	⁶ 3,44	¹ 4,38	15
Decisões não ótimas.	⁸ 6,88	⁷ 8,94	⁵ 7,56	¹³ 9,63	33
Total	10	13	11	14	48

$$\chi^2 = 8,499 \therefore \alpha = 3,68\%$$

O teste χ^2 rejeita a hipótese nula de que a frequência de desempenho bom/mau é independente do nível de agregação dos dados com um nível de significância de 4%.⁹ O histograma apresentado na Figura 6 mostra os percentuais de planos de produção ótimos gerados para cada um dos grupos experimentais. Esse histograma revela um perfil de desempenho que evidencia a validade da hipótese, ou seja, a revelação entre o desempenho na tomada de decisão e o nível de agregação de dados financeiros tem a forma de U invertido.

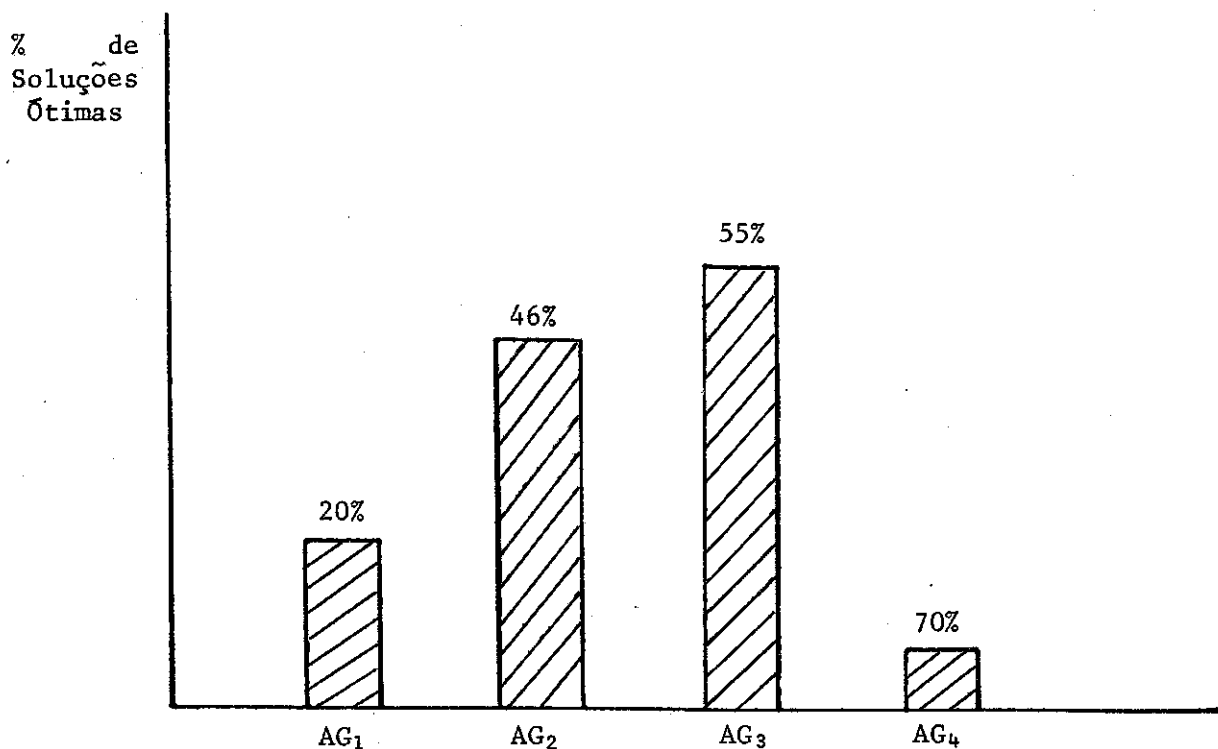


Figura 6

Histograma de Frequência Relativa de Planos Ótimos por Grande Agregação

Neste experimento em particular, onde o número de planos de produção alternativos são determinados e conhecidos, é possível avaliar a contribuição dos relatórios gerenciais com base no efeito que estes produzem sobre o desempenho na tomada de decisão. O efeito dos relatórios na tomada de decisão pode ser estimado pela razão entre o número de bons desempenhos observados para um grupo recebendo um determinado relatório e o número de bons desempenhos esperado caso o grupo não receba esse relatório. Isto é,

$$CR = \frac{N(Q=1/AG_i)}{n_i \cdot P(Q=1)} \quad (9)$$

onde CR é o índice de contribuição; $N(Q=1/AG_i)$ é o número de decisões de boa qualidade observadas para o grupo que recebeu o conjunto de relatórios AG_i ; n_i é o número de observações para esse grupo; e $P(Q=1)$ é a probabilidade de se obter uma boa decisão sem o auxílio de relatórios.¹⁰

Tabela 7

Agregação		AG ₁	AG ₂	AG ₃	AG ₄
$N(Q = 1/AG_i)$	(1)	2	6	6	1
n_i	(2)	10	13	11	14
$P(Q=1)$	(3)	0,08	0,08	0,08	0,08
$CR = \frac{(1)}{(2) \cdot (3)}$		2,5	5,77	6,82	0,89

A tabela 7 apresenta os índices de contribuição dos quatro tipos de relatórios utilizados como tratamentos experimentais. Tais índices revelam que a contribuição da informação econômico-financeira para a qualidade da decisão pode ser aumentada através da agregação de dados, desde que itens de informação relevantes e cruciais não sejam perdidos ao longo do processo.

B. Expansão de dados versus Redução de dados

Expansão de informação versus Redução de informação

Empregando a classificação de tipos de transformação de dados definidos na Tabela 4 e a medida dicotômica de desempenho, é possível avaliar o impacto dessas transformações no desempenho na tomada de decisão. A Tabela 8 apresenta as alterações de desempenho para cada tipo de transformação quando da utilização da medida dicotômica. Este quadro mostra que, em média, o participante deste

experimento melhora seu desempenho tanto quando há uma redução de dados (isto é, evitando a sobrecarga de informação) como quando há uma expansão de informação (isto é, fornecendo informação relevante). Por outro lado, nem a expansão de dados nem a redução de informação produziram melhoria no desempenho. Na verdade, muito pelo contrário, estes dois tipos de transformação causaram uma deterioração de desempenho em 30% dos casos e estes foram os únicos responsáveis pela totalidade das quedas de desempenho.

Tabela 8

Transformação	Mudança de Desempenho Observada (%)			Total (%)
	Acréscimo	Estável	Decréscimo	
Redução de dados	50	50	0	17
Expansão de dados	0	67	33	25
Redução de informação	0	71	29	29
Expansão de informação	43	57	0	29
Total	21	62	17	100

VII. CONCLUSÕES

Os resultados experimentais deste estudo evidenciam, preliminarmente, a validade da teoria da curva em forma de sino ora proposta. Esta teoria é mais geral e abrangente do que as duas outras comentadas neste trabalho, que são o modelo da entropia e a teoria econômica da informação. Além disso, a teoria aqui proposta é mais realista, uma vez que acomoda a quase totalidade de resultados empíricos conhecidos até o presente. Neste experimento, em particular, foi observado que os participantes que receberam relatórios com dados moderadamente agregados desempenharam a tarefa de tomada de decisão significativamente melhor do que os outros participantes que receberam relatórios ou com dados desagregados ou com dados altamente agregados. Em outras palavras, em média, os participantes mostraram melhor desempenho quando expostos a níveis de agregação intermediária de dados, que evitam as situações extremas de sobrecarga de informação e de falta de informação relevante. Estes resultados são consistentes com a hipótese sobre a curva em forma de sino que sugere a existência de um nível ótimo de agregação, no qual o indivíduo é capaz de atingir seu melhor desempenho.

Segundo o modelo da curva em forma de sino, existe um nível de agregação ótimo que propicia as condições ideais, em termos de informação, para o desempenho efetivo e eficiente de gerentes na tomada de decisões. Porém, a determinação deste ótimo desejável é ainda um problema sem solução. As abordagens propostas até o presente, como por exemplo, o modelo de entropia e da teoria econômica da informação, não provêm de regras e procedimentos satisfatórios que possam ser aplicados com razoável sucesso a situações reais. Ambos os modelos afirmam que é impossível aumentar o valor de um sistema de informação através da agregação de dados. É evidente que esta afirmação não é satisfatória nem realista, tendo em vista alguns resultados empíricos. Por outro lado, a teoria da curva em forma de sino sugere a existência de um nível de agregação de dados ótimos que evita as situações de sobrecarga de informação e de falta de informação. Esta teoria, porém, ainda não alcançou a maturidade e está longe de produzir regras e procedimentos

operacionais que permitam determinar o ponto ótimo no contínuo de possíveis níveis de agregação de dados.

Apesar de imatura, a teoria aqui proposta descreve as situações a serem evitadas, isto é, sobrecarga de informação e falta de informação e pode, portanto, servir como diretriz prática para projetistas de sistemas de informação. Por exemplo, os resultados deste experimento sugerem que dados financeiros sejam agregados tanto quanto possível, desde que nenhum item de informação relevante se perca no processo. Pela simples consideração da recomendação acima, pode o projetista desenvolver sistemas de informação que mais se aproximem do ótimo, pelo menos na dimensão que se refere à agregação de dados.

Embora a recomendação acima não seja categórica por não ser fortemente fundamentada teórica e empiricamente, ela está pelo menos parcialmente apoiada pelos resultados desta pesquisa. Além disso, a recomendação nada tem de revolucionária e é compatível com a crença geral de que ambas as situações, sobrecarga de informação e falta de informação, afetam de forma adversa o desempenho de indivíduos no processamento de informações e na tomada de decisões. Portanto, a teoria da curva em forma de sino reforça o dogma que afirma que tanto a sobrecarga de informação como a falta de informação são condições a serem evitadas sempre que possível. Esta característica da teoria aqui proposta não deve ser entendida como uma indicação de que a teoria afirma o óbvio e, portanto, não contribui para o conhecimento. Ao contrário, a compatibilidade entre teoria e prática observada neste estudo deve ser vista como agente motivador para pesquisas futuras no assunto visando a ampliar e aprofundar o conhecimento no campo do processamento humano de informação. Estudos futuros deverão investigar a relação em forma de U invertido em outras situações e ambientes, com a finalidade de obter resultados mais gerais e abrangentes.

Embora os resultados experimentais relatados neste trabalho não sejam estatisticamente muito significantes e as conclusões,

pouco generalizáveis, eles propiciam uma série de contribuições relevantes. Primeiro, os resultados experimentais sustentam a hipótese da curva com forma de sino. Segundo, o estudo mostra que a metodologia experimental é útil para pesquisas exploratórias sobre relações de causa e efeito. Terceiro, o estudo estabelece uma ponte entre processamento humano de informação, no campo da pesquisa psicológica, e pesquisa em contabilidade comportamental. Quarto, questões e desafios são ventilados na esperança de motivar outros pesquisadores a trabalharem nesta área promissora. Por último, a pesquisa transmite uma mensagem que ajuda a desenvolver uma atitude mais comportamental e menos técnica. Em outras palavras, analistas e usuários de sistemas de informação financeiros e contábeis podem ser beneficiados pela consideração cuidadosa dos aspectos comportamentais e contingenciais, que contribuem tanto quanto — ou talvez até mais do que — desenvolvimentos técnicos para a efetividade de qualquer sistema de informação gerencial.

./sspm.

NOTAS DE RODAPÉ

- (¹) Esse aspecto da teoria da complexidade cognitiva levou pesquisadores a explorarem os efeitos de variáveis de personalidade sobre o comportamento de indivíduos em tarefas de processamento de informação. Até o presente, porém, esta nova área de pesquisa tem sido pouco explorada e, conseqüentemente, os resultados empíricos conhecidos não são tão positivos e categóricos quanto resultados produzidos em áreas de pesquisa mais amadurecidas (Libby e Lewis [1977]; e McGhee, Schields e Birnberg [1978]).
- (²) A função em forma de sino, que representa a relação entre o desempenho no processamento de informação e a complexidade ambiental, motivou estudiosos a preverem relações similares para descrever as relações entre o desempenho no processamento de informação e o volume de informação (Revsine [1970]) e entre o desempenho no processamento de informação o grau de incerteza (San Miguel [1976]; Schroeder e Benbasat [1975]).
- (³) Uma discussão sobre a utilização de experimentos de laboratório em pesquisas similares pode ser encontrada no trabalho de Dias [1979].
- (⁴) A descrição completa do material experimental se encontra no trabalho de Dias [1979].
- (⁵) Um tempo excessivamente curto poderia nivelar a qualidade das decisões por baixo, isto é, todos os participantes mostrariam desempenhos fracos independentemente do tratamento recebido.
- (⁶) É assumido implicitamente que um bom entendimento dos dados econômico-financeiros gera boas estimativas das variáveis de entrada para o modelo de decisão, e, portanto, um alto benefício esperado. Por outro lado, um entendimento primário dos dados gera estimativas pobres, mas não necessariamente pouco benefício esperado.

- (⁷) O tamanho do afastamento é medido pelo número de unidades de produção padronizadas.
- (⁸) A distribuição de frequências não é muito sensível à tolerância δ . Uma tolerância um pouco maior ($\delta,6$), que classifica os dois inteiros mais próximos da decisão ótimo como decisões de boa qualidade, produz apenas pequenas variações na tabela 6 de contingência (número de decisões ótimas 2, 6, 7 e 2 para AG_1 , AG_2 , AG_3 e AG_4 , respectivamente), e a hipótese nula continua sendo rejeitada ao nível da significância de 5%.
- (⁹) Existem quatro células da tabela de contingência que mostram uma frequência esperada inferior a 5; neste caso, as premissas do teste χ^2 não são inteiramente satisfeitas, o que limita a validade do uso desta estatística.
- (¹⁰) $p(Q=1) = \frac{\text{número de opções de plano ótimos}}{\text{número de planos alternativos}} = \frac{2}{25} = 0,08$

BIBLIOGRAFIA

1. ABDEL - KHALIK, A. R. The Effect of aggregation accounting reports on the quality of the leading decision: a empirical investigation. Journal of Accounting Research. Empirical Research in Accounting. Chicago, Ill. University of Chicago, 11: 104-35, 1973. Supplement.
2. _____. The Entropy law, accounting data, and relevance to decision-making. The Accounting Review, Sarasota, American Accounting Association, 49 (2) : 271-83, Apr. 1974.
3. AMERICAN Accounting Association; Committee on accounting and information systems. Accounting Review, 46: 289-350, 1971. Supplement.
4. BERLYNE, D.E. Conflict, arousal and curiosity. New York, McGraw-Hill, 1960.
5. BERNHARDT, I. & COPELAND, R. M. Some problems in applying an information theory approach to accounting aggregation. Journal of Accounting Research, Chicago Ill., University of Chicago, 8 (1) : 95-8, Spring 1970.
6. DAVIDSON, H. J. & TRUEBLOOD, R. M. Accounting for decision-making. The Accounting Review: 577-82, Oct. 1961.
7. DEMSKI, J. S. Information Analysis. New York, Addison-Wesley, 1972.
8. DIAS, F. B. J. The Effect of accounting data aggregation on management decisions: an experimental investigation. Lancaster, University of Lancaster. 1979. Tese (Doutorado).
9. FELTHAM, G. A. Cost aggregation: an information economics analysis. Journal of Accounting Research. Chicago Ill., University of Chicago, 15 (1) : 42-70, Spring 1977.

10. LEV, B. The Aggregation problem in financial statements: an informational approach. Journal of Accounting Research, Chicago, Ill. University of Chicago, 6 (2) : 247-61, Autumn 1968.
11. LIBBY, R. & LEWIS, B. L. Human information processing research in accounting: the state of the art. Accounting, Organizations and Society, Elmsford, NY, Pergamon Press, 2 (3): 245-68, 1977.
12. MCGHEE, W.; SHIELDS, M. D.; BIRNBERG, J. G. The Effects of personality on a subject's information processing. The Accounting Review, Sarasota, American Accounting Association, 53 (3) : 681-97, Jul. 1978.
13. MOCK, T. J. Concepts of information value and accounting. The Accounting Review, Sarasota, American Accounting Association 46 (4) : 765-78, Oct. 1971.
14. REVSINE, L. Data expansion and conceptual structures. The Accounting Review, Sarasota, American Accounting Association, 45 (4) : 704-11, Oct. 1970.
15. RONEN, J. Some effects of sequential aggregation in accounting on decision-making. Journal of Accounting Research, Chicago, Ill, University of Chicago, 9 (2) : 307-32, Autumn 1971.
16. _____ & FALK, G. Accounting aggregation and entropy measure: an experimental approach, The Accounting Review, Sarasota, American Accounting Association, 48 (4) : 696-717, Oct. 1973.
17. SAN MIGUEL, J. G. Human information processing and its relevance to accounting: a laboratory study. Accounting, Organizations and Society, Elmsford, Pergamon Press, 1 (4): 375-87. Nov. 1976.

18. SCHROEDER, H. M.; DRIVER, M.; STREUFERT, S. Human information processing. New York, Holt, Rinehart and Winston, 1967.
19. SCHROEDER, R.G. & BENBASAT, I. An Experimental evaluation of the relationship of uncertainty in the environment to information used by decision makers. Decision Sciences, Atlanta, American Institute for Decision Sciences, 6 : 556-67, 1975.
20. SLOVIC, P. & LICHTENSTEIN, S. Comparison of bayesian and regression approaches to the study of information processing in judgement. Organizational Behavior and Human Performance, New York, Academic Press, 6 : 649-744, 1971.
21. STREUFERT, S. & SCHROEDER, H. M. Conceptual structures, environmental complexity and task performance. Journal of Experimental Research in Personality: 132-7, 1965.
22. SUEDFELD, P. & STREUFERT, S. Information search as a function of conceptual and environmental complexity. Psychonomic Science: 351-3, 1966.

