

## **NEUROACCOUNTING: UM ESTUDO EXPERIMENTAL SOBRE TOMADA DE DECISÃO EM AMBIENTES CONTÁBEIS**

### **Ana Maria Roux Valentini Coelho Cesar**

Professora Doutora da Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Mestrado Profissional em Controladoria Empresarial  
Rua da Consolação, 930, CEP: 01302-907 - São Paulo, SP, Brasil  
rouxcesar@uol.com.br - (55)11-2114-8273

### **Paulo Sergio Boggio**

Professor Doutor da Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Laboratório de Neurociência Cognitiva  
Rua da Consolação, 930, CEP: 01302-907 - São Paulo, SP, Brasil  
boggio@mackenzie.br - (55)11-2114-8878

### **Felipe Fregni**

Professor Doutor Harvard University  
Laboratory of Neuromodulation  
Boston, MA, USA  
ffregni@partners.org

### **Camila Campanhã**

Mestre pela Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Laboratório de Neurociência Cognitiva  
Rua da Consolação, 930, CEP: 01302-907 - São Paulo, SP, Brasil  
mila\_dellart@yahoo.com.br - (55)11-2114-8878

Trabalho desenvolvido com apoio do CNPq e MackPesquisa

### **RESUMO**

O artigo apresenta estudo experimental sobre tomada de decisão tendo como *objetivo geral*: Identificar mecanismos de aprendizagem implícita e sua relação com congruência da informação e influência social em decisões sobre metas de investimento. *Procedimentos metodológicos*: Estudo experimental junto a 22 sujeitos (alunos de graduação da área de negócios) tendo como tarefa um jogo de decisão especialmente desenvolvido para o estudo, durante o qual os sujeitos estavam conectados a um EEG (Eletroencefalograma) que captava as ondas elétricas do cérebro no momento da decisão. A decisão envolvia escolher o nível de investimento para 200 filiais de uma mesma empresa baseando-se em informações contábeis apresentadas em formato de gráficos. Havia três condições experimentais: congruência das informações fornecidas, influência de propositores que davam dicas sobre o nível de investimento e correção/incorreção dessas dicas tendo em vista as informações contábeis. *Principais resultados*: Nas 4200 decisões analisadas, todos os 21 sujeitos identificaram que havia uma regra para ganho/perda de pontos associada à decisão tomada, embora não acertassem qual era a regra; não levavam em consideração a incongruência semântica das informações; decidiam conforme a regra aprendida, mesmo quando esta os levava a uma decisão tecnicamente errônea, contra a empresa. A análise do EEG mostrou que a incongruência era captada (amplitude do componente N400, associado a violações de informações semânticas). Os resultados (comportamental e do EEG) comprovam em tempo real a presença do conflito de interesses (auto-benefício) e a violação sistemática da análise da informação para decisão.

**Palavras-chave**: decisão; neuroaccounting; aprendizagem; memória.

**Área temática**: Fast Track

## 1 INTRODUÇÃO

Na área de economia, os modelos clássicos de decisão baseiam-se na racionalidade, compreendida como a busca da utilidade máxima para os resultados das decisões; determinam o tipo de variável que entra no sistema (variáveis que podem ser controladas, fixadas e otimizadas), consideram que o ambiente que influi sobre a decisão é externo ao organismo que decide e não assumem a limitação da capacidade computacional do organismo que decide (WALD, 1947, p. 47-52; SIMON, 1955, p.100-101). Nesta visão, ao tomar decisões as pessoas deveriam ser capazes de identificar todos os resultados possíveis, calcular todos os *pay-offs* para todos os resultados, ordená-los em uma ordem precisa de preferência e deveriam ser capazes de prever todas as probabilidades de ocorrência de cada *pay-off* em decorrência de cada alternativa analisada para decisão (SIMON, 1955, p. 101). Estudos mais recentes contradizem essa visão racional do processo de decisão (CAMERER, 2007, p. 27; PLOUS, 1993, p. 80; KAHNEMAN e TVERSKY, 1979, p. 263-273), especialmente quando as decisões são tomadas em condições de risco. Um campo promissor para estudos em decisão veio com os estudos interdisciplinares; com o avanço na tecnologia para investigação de áreas do cérebro ou de circuitos neurais pode-se aproximar interesses: o dos economistas, que tentavam compreender os processos “obscuros” da decisão, e o dos neurocientistas, que precisavam de um problema de decisão que fosse suficientemente complexo para permitir a análise dos aspectos envolvidos (CAMERER, 2007, p. 29; BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008, p. 27; COHEN, 2005, p. 3). Dentro dessa perspectiva interdisciplinar este estudo tem como objetivo geral: Identificar mecanismos de aprendizagem implícita e sua relação com congruência da informação e influência social em decisões sobre metas de investimento. Utiliza para coleta de dados uma ferramenta clássica de investigação em neurociência (o Eletroencefalograma – EEG) e um jogo de decisão especialmente desenvolvido para o estudo, no qual cada sujeito toma duzentas decisões sobre níveis de metas de investimento. Optou-se por procedimento experimental porque no mesmo o sujeito “age” e é assim observado, diferente de “declarar que age”, quando responde questionários. Com base na literatura sobre decisão, o estudo parte dos seguintes pressupostos: as decisões são aprendidas ao longo do tempo, baseiam-se em identificação de padrões de informação e são mantidas por condicionamento (perdas ou ganhos decorrentes das escolhas feitas). Considera-se que se as informações sejam analisadas detalhadamente, que o decisor seja capaz de perceber incongruências quando essas se apresentam (análise semântica da informação) e que esta percepção se reflte em sua decisão sobre investimentos; todavia, suas respostas também podem ser condicionadas por suas consequências e não guiadas pela análise das informações.

O uso do EEG para a captação de circuitos elétricos cerebrais foi proposto para que se pudesse identificar em tempo real se os decisores analisam semanticamente as informações disponibilizadas para decisões de investimento. Na área de neurociência sabe-se que quando há situações de incoerência semântica, identifica-se no traçado do EEG o que se denomina componente N400 (um tipo de *Event Related Potential* – ERP; MISULIS, 2003, p. 5); trata-se de um tipo especial de onda cerebral que ocorre cerca de 400 milisegundos após a apresentação de um estímulo (uma informação) e que é decorrente da captação da incongruência semântica nas informações disponibilizadas. O componente N400 vem sendo tipicamente descrito em estudos de integração semântica de informações verbais, de informação audio-visual assíncronica, de execução de ações sem significado a partir de uma ordem semanticamente incongruente, dentre outros aspectos (HATA, FUMITAKA e HAGIWARA, 2011; KIELAR e JOANISSE, 2010; LIU, WU, WANG e JI, 2010; HIRSCHFELD, ZWITSERLOOD, DOBEL, 2010; Van ELK, Van SCHIE e BEKKERING, 2009). Em recente revisão da literatura relacionada ao componente N400 na área de Neurociência não foram encontrados estudos nos quais os estímulos incongruentes estivessem associados a informações contábeis, caso do presente estudo.

Em termos de delineamento experimental, buscou-se reproduzir a situação de decisão de um gestor em seu dia a dia de trabalho. A decisão analisada neste estudo é mais complexa do que a descrita em estudos baseados na Teoria do Prospecto (KAHNEMAN e TVERSKY, 1979, p. 263-273) pois o sujeito não decide entre alternativas, mas sim faz a proposta de uma alternativa.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### O Processo de Tomada de Decisão na Perspectiva Econômica

Um dos estudos seminais sobre tomada de decisão na área de Economia foi proposto por Von Neumann e Morgenstern em 1944 (apud WALD, 1947, p. 47-52); os autores mostravam que o problema do comportamento racional ia além da maximização de resultados e que se alinhava aos problemas relacionados à teoria dos jogos. Os modelos subjacentes a esse estudo usavam modelos matemáticos para fazer previsões de tomada de decisão e se baseavam em pressupostos relacionados à ordenação de alternativas, dominância, cancelamento, transitividade, continuidade e invariância. Apesar da enorme relevância desses estudos, sabe-se que em ambientes complexos as decisões não seguem estritamente os modelos matemáticos prescritos nessa linha, conforme já afirmava Simon em 1955 (p. 104) e outros estudos subsequentes aos seus. Os novos modelos, denominados descritivos ao invés de prescritivos, eram construídos a partir da descrição do comportamento do decisor. Contrariavam o “homem econômico”, que frente a um conjunto organizado de preferências teria a capacidade computacional de calcular os cursos de ação que o levassem ao ponto mais alto de sua escala de preferências (SIMON, 1955, p. 99).

Uma das principais críticas aos modelos normativos é a Teoria do Prospecto (*Prospect Theory*), desenvolvida por Kahneman e Tversky (1979, p. 263-291). Esta difere das teorias anteriores em vários aspectos: substitui a noção de utilidade por valor (definido como ganho ou perda); postula que a função de valor para ganho é diferente da função de valor para perda; prediz o efeito da certeza, no qual as pessoas atribuem maior peso a resultados certos do que a resultados que são apenas prováveis; apresenta o efeito reflexivo que postula que o reverso dos prospectos reverte a ordem de preferência, com a certeza aumentando a aversão à perda e o desejo de ganhos; discute o efeito de isolamento, no qual as pessoas deixam de lado os aspectos que são compartilhados por diferentes resultados, focando nos componentes que os distinguem (KAHNEMAN & TVERSKY, 1979, p. 263-273). Nas primeiras tentativas de modificação da Teoria da Utilidade Esperada, Kahneman e Tversky (1979, p. 273-276) diziam que a decisão acontecia em duas fases: a fase de edição, na qual as opções são organizadas e reformuladas para simplificar a avaliação e a escolha subsequente; e a fase de avaliação dos resultados possíveis, na qual o tomador de decisão escolhe o resultado que tem maior valor, sendo este expresso em termos do impacto da probabilidade do resultado possível sobre a avaliação deste resultado ou como o valor subjetivo das alternativas propostas para decisão. Em momento posterior os autores definem a função de valor em termos de desvios em relação a um ponto de referência (KAHNEMAN & TVERSKY, 1979, p. 278). Muitos outros estudos foram desenvolvidos com base na Teoria do Prospecto, como por exemplo, os que propõem a Teoria do Arrependimento, que postula que as pessoas se arrependem e em decisão sob incerteza, as pessoas antecipam os possíveis arrependimentos, de uma forma semelhante à aversão a risco na Teoria do Prospecto (PLOUS, 1995, p. 101). Outros estudos mostram que nem sempre as alternativas disponíveis podem ser mensuradas em escala métrica, havendo dificuldade para se estabelecer uma solução ótima; assim, é gerada uma função de valor que representa as dimensões em julgamento (HOGARTH e KARELAIA, 2005).

Analisando-se essas concepções dos modelos econômicos vê-se que: as pessoas

escolhem uma solução dentre um conjunto de alternativas possíveis; essas alternativas envolvem um resultado esperado - ganho ou perda para o decisor; a definição do valor de cada alternativa depende de preferências pessoais baseadas na história de vida do sujeito. Decidir depende portanto, de aprendizagem prévia de quais são os resultados esperados para cada alternativa disponível para decisão. Além disso, a decisão sempre é posterior ao reconhecimento da existência de um problema a ser resolvido. A partir desses aspectos foi delineada a base deste estudo: 1. A criação de um problema a ser resolvido (um caso de empresa); 2. A apresentação de informações a serem analisadas para resolvê-lo (informações contábeis em formato de gráficos); 3. A apresentação de alternativas de ação que dêem resposta ao problema inicial (níveis possíveis para uma decisão sobre investimentos); 4. A análise do valor de cada alternativa (feedback de pontos obtidos ou perdidos pelas escolhas feitas).

### **Estudos Sobre Decisão na Área de Neurociência**

O processo de Tomada de Decisão, do ponto de vista biológico, é entendido como parte das chamadas funções executivas, tendo relação estreita com a atividade das estruturas frontais do cérebro, em particular do córtex pré-frontal que recebe, integra, formula, executa, monitora, modifica e julga todas as atividades do sistema nervoso; distúrbios nessa região ocasionam falhas na realização de tarefas cognitivas (LEZAK, 1995, p. 15). As decisões envolvem análise cuidadosa sobre os riscos e benefícios envolvidos; consideração de múltiplas alternativas e suas possibilidades e probabilidades; dedução das possíveis conseqüências futuras das escolhas feitas; influência de aspectos de personalidade, como a impulsividade, e do envelhecimento (CRONE, SOMSEN, VAN BEEK, VAN DER MOLEN., 2004, p. 531; FRANKEN, STRIEN e MURIS, 2008, p.155; CHAMBERS, TAYLOR JR, POTENZA M., 2003, p. 1041).

Dentre as técnicas recentemente usadas na investigação do processo de tomada de tem-se: 1. As técnicas de modulação da atividade cerebral, como a Estimulação Magnética Transcraniana – EMT (KNOCH, PASCUAL-LEONE, MEYER, TREYER E FEHR, 2006, p. 829) e a Estimulação Transcraniana por Corrente Contínua - ETCC (FECTEAU, KNOCH, FREGNI, SULTANI, BOGGIO e PASCUAL-LEONE, 2007, p. 12500); 2. As técnicas para análise de componentes afetivos, como a análise da condutância da pele (BECHARA, TRANEL e DAMASIO, 2000, p. 189); 3. As técnicas de captação de circuitos elétricos, como o Eletroencefalograma – EEG (OTTEN e RUGG, 2005, P. 5); 4. As técnicas de imageamento, como a Ressonância Magnética Funcional –fMRI (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006, p. 38), sendo essa última a mais frequente em estudos na área de Neuroeconomia, tendo em vista a possibilidade de localização espacial dos processos envolvidos durante a tarefa de decisão (embora com atraso temporal).

O EEG, usado neste estudo, gera uma medida que permite captar a atividade generalizada do córtex cerebral; capta as flutuações de voltagem entre diferentes áreas do cérebro gerando um registro que se caracteriza por muitos traçados irregulares simultâneos (visualmente semelhante aos registros de um eletrocardiograma). A análise do traçado considera as amplitudes de onda, o ritmo, e a relação das ondas com estímulos ambientais ou com outras situações (como mover o corpo). Essa análise não informa “o que” uma pessoa está pensando mas ajuda a reconhecer “se” uma pessoa está pensando (BEAR, CONNORS e PARADISO, 2008, p. 589). Tem uma precisão temporal muito maior do que as ferramentas de neuroimagem (como fMRI) possibilitando que se saiba com precisão de milisegundos “quando” ocorreu um determinado fenômeno; isto foi determinante para a escolha do EEG como ferramenta para coleta de dados neurofisiológicos no presente estudo pois se pretendia encontrar uma associação temporal entre a apresentação de um conjunto de informações e a análise das informações para a decisão.

### ***Neuroeconomics e Neuroaccounting – estudos experimentais sobre decisão***

A interdisciplinaridade nos estudos de tomada de decisão em ambientes de negócios propicia a compreensão de variáveis que não eram analisadas nos modelos econômicos clássicos por serem de difícil mensuração direta. São exemplos: compreensão das heurísticas aplicadas na resolução de problemas relacionados à decisão (BAZERMAN, 2004, p. 35); influência de perfis psicológicos (NAUDÉ, LOCKETT, ISLEI e DRINKWATER, 2000, p. 174) e da motivação do tomador de decisão sobre a decisão (LORD, HANGES e GODFREY, 2003, p. 32); interação entre cognição e emoção no processo de decisão (COHEN, 2005, p. 17); influência da pressão de grupo sobre a decisão individual (LEE, 2008, p. 5), do processo perceptivo sobre o tipo de alternativa proposta para decisão (HEEKEREN, MARRETT, RUFF, BANDETTINI e UNGERLEIDER, 2006, p. 10023) e dos afetos e de estados de espírito sobre as decisões financeiras (PETERSON, 2007, p. 70); a influência dos modelos de persuasão sobre o livre arbítrio do decisor (WILSON, GAINES e HILL, 2008, p. 389).

Um tema pouco estudado em *neuroeconomics* diz respeito aos mecanismos de aprendizagem implícita baseada em classificação probabilística (KINCSES, ANTAL, NITSCHKE, BÁRTFAI e PAULUS, 2003, p. 116), foco deste trabalho. Tal tipo de aprendizagem se refere à identificação que um sujeito faz das chances de um conjunto específico de informações ser pista de um evento futuro. Kincses et al. (2003, p. 118), em estudo para captar esse tipo de aprendizagem, usam uma tarefa na qual o sujeito deve fazer a previsão de clima (sol ou chuva) a partir de um conjunto de formas geométricas (triângulo, círculo, quadrado e losango) que são combinadas entre si, sendo cada combinação associada às probabilidades de ocorrência de chuva ou sol. Essas probabilidades são calculadas pelos pesquisadores e não têm qualquer evidência empírica com a situação climática. O sujeito participa de 50 tentativas (*trials*) sendo que dessas, 25 são programadas para preverem chuva, 25 para sol. Há 14 tipos diferentes de telas geradas pela combinação das quatro figuras, e elas estão programadas para aparecerem associadas com chuva ou com sol nas proporções: 75%-25%, 57%-43%, 43%-57% ou 25%-75% das vezes (KINCSES, ANTAL, NITSCHKE, BÁRTFAI e PAULUS, 2003, p. 114). A ferramenta de neurociência utilizada é a estimulação por corrente contínua (tDCS – *transcranial direct current stimulation*), feita enquanto o sujeito está executando a tarefa, com o objetivo de analisar o efeito da estimulação de áreas específicas do cérebro sobre a aprendizagem implícita. Este estudo se baseou nesse trabalho de Kincses et al. (2003, p. 113-117) para a construção da tarefa cognitiva do experimento de modo que a mesma pudesse captar o mecanismo de aprendizagem implícita em situação de decisão. Todavia, usou-se outra ferramenta (o EEG) pois o objetivo era de associação entre eventos cognitivos e respostas neurofisiológicas, e não a interferência em circuitos neurais.

A escolha da tarefa cognitiva é ponto crucial de um experimento em neurociência cognitiva porque: 1. É preciso ter certeza de que a tarefa elicie ou capte o fenômeno cognitivo que se pretende estudar; 2. A tarefa precisa atender aos requisitos da ferramenta visto que há muitas limitações dessa natureza; no caso do EEG exige-se baixa complexidade dos estímulos, apresentação dos mesmos numa distância visual específica, garantia de que a visualização dos estímulos e a resposta subsequente não exijam movimentos além do toque de um teclado (o sujeito não pode mover a cabeça, por exemplo), controle de ruídos no ambiente de coleta de dados, dentre outros. A tarefa do estudo de Kincses et al. (2003, p. 113-117) possibilita que o decisor (sujeito do experimento) receba um conjunto de informações (figuras geométricas), identifique padrões (uma certa combinação das figuras) e perceba a associação desses padrões com um resultado esperado (qual a chance do padrão se associar a chuva ou sol).

Este estudo propõe uma nova discussão para a área de Controladoria; o principal papel da área é desenvolver Sistemas de Controle Gerencial (SCG) para apoio à decisão de modo

que as estratégias definidas pela organização sejam implementadas (ANTHONY e GOVINDARAJAN, 2008, p.56), o que depende da estimativa e do alinhamento de metas organizacionais. Todavia, esse alinhamento nem sempre é factível porque os interesses pessoais dos sujeitos podem se sobrepor aos da organização (BARON e KREPS, 1999, P. 247). Tem-se como pressuposto que ao estimar as metas as pessoas aprendem a reconhecer padrões nas informações disponibilizadas para suporte à decisão e identificam que há pistas associadas ao tipo de decisão que se deve tomar (certas informações que são indispensáveis para que as decisões que se mostrem acertadas, gerando ganhos). O problema ocorre quando há mudança nos cenários que não são relacionadas às pistas que são comumente analisadas; se isto for verdadeiro, as pessoas não captam essas mudanças, o que compromete a acurácia de suas decisões. Feitas essas considerações, este estudo levanta as seguintes hipóteses:

*H1: A decisão está baseada em aprendizagem implícita, ou seja, na identificação da associação entre padrões de informação e resultados auferidos pela decisão;*

*H2: A congruência das informações disponibilizadas como apoio à decisão afetam a decisão;*

*H3: Metas propostas para decisão (influência de dicas) afetam a decisão.*

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

O estudo experimental foi realizado num Laboratório de Neurociência Cognitiva, vinculado a uma universidade e localizado na cidade de São Paulo. O estudo foi submetido ao Comitê de Ética com Humanos, tendo sido aprovado. Os dados foram colhidos no período de abril a junho/2011.

#### **Sujeitos:**

O tamanho da amostra foi calculado utilizando o *software* G-Power 3.1.3, considerando-se para o cálculo a ANOVA para medidas repetidas com 3 fatores: congruência das telas (dois níveis: congruente e incongruente), a meta proposta (dois níveis: correta e incorreta) e os eletrodos (3 níveis: frontal esquerdo, linha média e frontal direito). Adotou-se  $\beta=95\%$ ,  $\alpha=5\%$  e tamanho de efeito de 0,25 (baseado na literatura prévia com relação ao componente eletrofisiológico N400). O tamanho de amostra estimado foi de 18 sujeitos, Foram colhidos dados de 25 sujeitos com idades entre 19 e 24 anos (média  $20,2 \pm 1,4$ ); desses, quatro foram eliminados por problemas técnicos durante a coleta de dados com o EEG, permanecendo na amostra 21 sujeitos. Todos são alunos de graduação em cursos da área de negócios, entre terceiro e sexto semestre, e todos leram e assinaram a Carta de Informação ao Sujeito, declarando assim sua anuência e voluntariedade na participação do estudo.

#### **Instrumentos para coleta de dados:**

Para o estudo foi especialmente desenvolvido um jogo de decisão, descrito a seguir. O jogo foi programado no E-Prime, um *software* específico para delineamento de experimentos. Os circuitos elétricos envolvidos na decisão foram captados com o uso de Aparelho de Eletroencefalografia de 128 canais da marca Electrical Geodesics, Inc (EUA) modelo EEG System 300. Para controle de aspectos subjetivos que poderiam interferir no padrão de decisão, foram aplicados testes de impulsividade (escala de Barrat) e testes de depressão (*Beck Depression Inventory* - BDI) e de ansiedade (*Beck Anxiety Inventory* - BAI), todos sob supervisão de psicólogos participantes do projeto. A tarefa cognitiva – o Jogo de Metas®: o Jogo de Metas®, inspirado no estudo de Kincses et al. (2003, p. 113-117), refere-se a uma situação na qual os sujeitos devem fazer a previsão do nível de investimento para 200 filiais de uma mesma empresa, baseando-se num conjunto de informações gráficas sobre projeções de lucro, dinheiro em caixa, receita e custos/despesas para o ano em curso. Antes de decidir

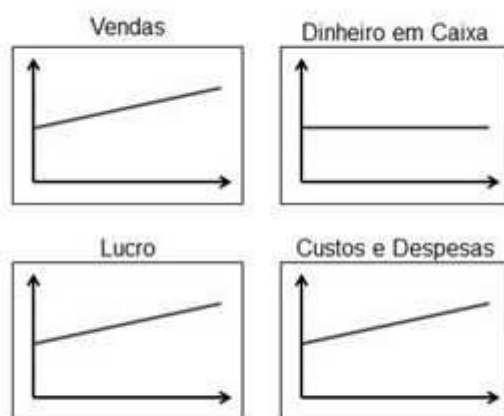
sobre o nível de investimento ele vê um conselho dado por um propositor (gestor da empresa ou um consultor especialista). As informações apresentadas podem ser congruentes ou incongruentes, e as metas propostas podem ser corretas ou falsas, sendo informado, antes do experimento, apenas sobre a possibilidade das dicas serem erradas (era-lhe dito que já se tinha, no momento do experimento, a concretização das previsões e com base nisso já se sabia que alguns propositores teriam errado suas dicas). Para validar a congruência/incongruência das informações, os conjuntos de gráficos (cada conjunto era uma tela do experimento) foram analisados por cinco profissionais da área de controladoria de uma empresa de grande porte, que fizeram acertos nas inclinações dos gráficos de modo que dentre os 14 conjuntos, sete deles foram considerados congruentes (cenários possíveis) e sete incongruentes (cenários impossíveis). A correção da escolha do nível da meta é anunciada ao sujeito pelo resultado dos pontos obtidos em cada jogada: se a estimativa está “correta” o sujeito pode ganhar 3 pontos (quando acerta exatamente o nível da meta) ou 1 ponto (quando acerta a tendência: aumentar ou diminuir o nível de investimento, embora erre o nível da meta). As metas podem ser estimadas em quatro níveis: 2 ou 4, que representam diminuir o investimento em relação ao ano anterior, e 8 e 10, que representam aumentar o investimento em relação ao ano anterior. O nível 6 não pode ser escolhido porque é dito que representa a manutenção do nível de investimento do ano anterior, o que é contra a regra do jogo. No conjunto de informações disposto em cada tela o que comanda o nível considerado correto é a inclinação de dois dos gráficos: lucro e dinheiro em caixa. A escolha dessas medidas foi absolutamente aleatória, baseada apenas na posição dos gráficos das mesmas na tela (canto superior direito e canto inferior esquerdo, respectivamente). Quando a inclinação dos gráficos é: 1. Ambas ascendentes, deve-se investir no nível máximo (10); 2. Uma é horizontal e a outra ascendente, deve-se investir no nível intermediário (8); 3. Ambas descendentes, deve-se investir no nível mínimo (2); 4. Uma é horizontal e a outra descendente, deve-se investir no nível intermediário de decréscimo (4). Não há telas em que todos os gráficos tenham inclinações horizontais. Os demais gráficos apresentados na tela também têm mudanças de inclinações de retas de um conjunto para outro, mas não interferem na escolha das metas. O sujeito não tem instruções de que o que comanda o nível de acerto são apenas dois gráficos; essa é a regra do Jogo que ele deve captar ao longo das 200 jogadas. Quanto às metas propostas, essas são distribuídas ao longo do jogo de modo que haja 50% de propostas corretas e 50% incorretas, mantendo-se essa proporcionalidade dentre as telas congruentes e incongruentes. As 14 telas são repetidas ao longo do experimento de modo que representem as 200 filiais da empresa. Para atender especificações do uso do EEG, as 200 telas são apresentadas em oito blocos com 25 telas apresentadas em sequência em cada bloco. Entre um bloco e outro há um intervalo para análise da impedância (conectividade) dos eletrodos e correção da mesma. O tempo de jogo, se não forem considerados os intervalos, é de cerca de 40 minutos. Com os intervalos a coleta de dados leva em média 90 minutos. A programação de associação entre telas e metas propostas (corretas versus incorretas) seguiu a programação do estudo de Kincses et al. (2003, p. 113-117), sendo a programação das situações de sol adotada para meta proposta correta, e de chuva, para incorreta. Assim, há os seguintes tratamentos experimentais: proposição da meta (correta ou incorreta), congruência das telas (informações congruentes ou incongruentes); nível de acerto (preciso ou de tendência). A sequência de apresentação da lista de telas e da lista de metas propostas para cada tela dentro de cada bloco foi randomizada de acordo com programação do *software* E-Prime, de modo que todos os sujeitos foram expostos à mesma programação mas em diferente sequência (os resultados obtidos no jogo não podem ser atribuídos a uma sequência específica de apresentação de telas que possa interferir na aprendizagem da “regra do jogo”). A Figura 1 apresenta uma tela típica do experimento. A Figura 2 apresenta a tela na qual é apresentada a meta proposta e a dica do propositor (um retângulo azul sobre uma meta). A Figura 3 mostra a sequência do

experimento com os tempos de exposição programados para cada tela. O Quadro 1 mostra a distribuição dos tratamentos experimentais ao longo do jogo. Pré-teste: Antes do experimento os sujeitos participaram de um pré-teste para que pudessem se familiarizar com o tipo de informação, com a tela na qual eles deveriam dar suas respostas e com o uso dos comandos para escolher as metas (uma caixa com quatro botões, cada um correspondendo a um tipo de meta). Este pré-teste tem apenas 7 telas (congruentes e incongruentes), com metas corretas ou incorretas, sem tela de *feedback* das respostas dadas pelos sujeitos para impedir que a pontuação obtida no pré-teste possa influenciar a aprendizagem das “regras do jogo”. Procedimentos de aplicação do experimento: O experimento seguiu uma sequência pré-determinada de procedimentos: informação ao sujeito sobre o tipo de estudo, apresentação ao mesmo do laboratório e da sala do experimento, solicitação ao sujeito de leitura e assinatura do termo de consentimento e da lista de presença, solicitação de leitura e resposta às escalas Beck e de Barrat, mensurações da capota craniana para escolha do tamanho de touca e para localização do vertex . A seguir, início do experimento propriamente dito: conexão do sujeito com o EEG (touca com eletrodos), leitura do caso que o introduzia, e início do Jogo. Durante os passos preliminares o equipamento do EEG era preparado pela equipe do laboratório.

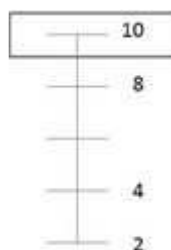
### **Análise de dados:**

Os dados obtidos no Jogo de Metas® foram analisados em função das respostas de acerto ou erro e tempo de reação e sub-divididos em fatores relativos ao tipo de congruência das telas, e do conselho de meta proposta (correta ou errada). Esses fatores foram utilizados para gerar a segmentação do traçado de EEG coletado. Com relação a esse traçado foi inicialmente realizada uma fase de pré-processamento que contém: a) filtro de 0.1Hz (High Pass Filtering), b) filtro de 30Hz (*Low Pass Filtering*), c) segmentação do traçado considerando os 100 ms prévios à apresentação da tela que contém a proposta de decisão e os 1200ms posteriores, d) detecção de artefatos. Foram considerados artefatos a) os canais que apresentem variação Max-Min maior que 200 $\mu$ V (com média de movimentação de 80ms), b) piscar sendo o valor entre Max-Min de 140 $\mu$  em uma janela de tempo de 640 ms. Foram considerados como canais ruins e logo, removidos, aqueles com mais de 20% de artefatos. Além disso, foram considerados segmentos ruins aqueles com mais de 10 canais ruins ou piscagem. Após a fase de pré-processamento, seguiu-se a fase pós-processamento que incluiu: a) substituição dos canais ruins, b) média dos potenciais obtidos na segmentação considerando os fatores descritos anteriormente (foi criado arquivo de dados contendo todos os potenciais evocados incorporando os dados de todos os sujeitos), c) correção pela linha de base, sendo esta o traçado obtido nas porções de 100 ms prévios à apresentação dos estímulos. Em seguida, os dados do EEG passaram por processamento estatístico considerando variações em amplitude e latência para os potenciais N1, P1, N2, P2 e P300 para os fatores congruência das telas e tipo de meta proposta. Os dados comportamentais foram analisados usando-se estatística descritiva, teste *t* de diferença de médias e ANOVA. Para todos os testes, foi estabelecido um erro  $\alpha=5\%$ . Os dados do EEG foram analisados usando-se ANOVA fatorial e testes *post-hocs*. Toda a análise estatística foi feita com o uso do pacote SPSS Statistics 17.0. Apresentam-se a seguir os resultados encontrados.





**Figura 1** – Tela padrão com o conjunto de gráficos com informações para decisão



**Figura 2** – Escala de metas com os níveis possíveis e a meta proposta

**Análise de dados:**

Os dados obtidos no *Jogo de Metas®* foram analisados em função das respostas de acerto ou erro e tempo de reação, e sub-divididos em fatores relativos ao tipo de congruência das telas, e do conselho de meta proposta (correta ou errada). Esses fatores foram utilizados para gerar a segmentação do traçado de EEG coletado. Com relação ao traçado do EEG foi inicialmente realizada uma fase de pré-processamento que contém: a) filtro de 0.1Hz (High Pass Filtering), b) filtro de 30Hz (*Low Pass Filtering*), c) segmentação do traçado considerando os 100 ms prévios à apresentação da tela que contém a proposta de decisão e os 1200ms posteriores, d) detecção de artefatos. Foram considerados artefatos a) os canais que apresentem variação Max-Min maior que 200µV (com média de movimentação de 80ms), b) piscar sendo o valor entre Max-Min de 140µ em uma janela de tempo de 640 ms. Foram considerados como canais ruins e, logo, removidos, aqueles com mais de 20% de artefatos. Além disso, foram considerados segmentos ruins aqueles com mais de 10 canais ruins ou piscagem. Após a fase de pré-processamento, seguiu-se a fase pós-processamento que incluiu: a) substituição dos canais ruins, b) média dos potenciais obtidos na segmentação considerando os fatores descritos anteriormente (foi criado arquivo de dados contendo todos os potenciais evocados incorporando os dados de todos os sujeitos), c) correção pela linha de base, sendo esta o traçado obtido nas porções de 100 ms prévios à apresentação dos estímulos. Em seguida, os dados do EEG passaram por processamento estatístico considerando variações em amplitude e latência para os potenciais N400 para os fatores congruência das telas e tipo de meta proposta. Os dados comportamentais foram analisados usando-se estatística descritiva, teste *t* de diferença de médias e ANOVA. Para todos os testes, foi estabelecido um erro  $\alpha=5\%$ . Os dados do EEG foram analisados usando-se ANOVA fatorial e testes *post-hocs*. Toda a análise estatística foi feita com o uso do pacote SPSS Statistics 17.0. Apresentam-se a seguir

os resultados encontrados.

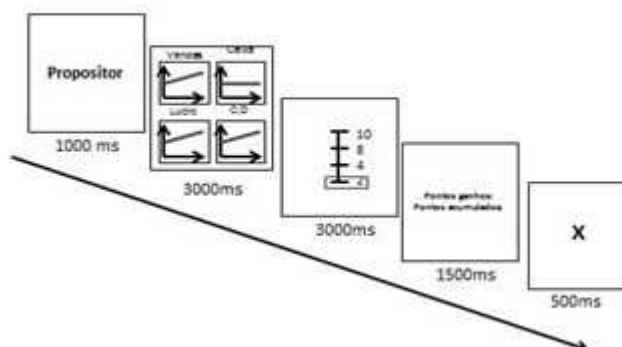


Figura 3 – Sequência das telas e tempos por *trial* (jogada)

Quadro 1 – Distribuição de congruência de telas e de correção de metas ao longo dos blocos

Propositor	Bloco	Telas congruentes		Telas incongruentes	
		Metas Corretas	Metas incorretas	Metas corretas	Metas incorretas
G	1	9	2	10	4
E	2	3	10	3	9
G	3	3	10	3	9
E	4	9	2	10	4
G	5	9	2	10	4
E	6	3	10	3	9
G	7	3	10	3	9
E	8	9	2	10	4
Totais		48	48	52	52
	200 trials	96 trials		104 trials	

#### 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

##### Análise dos perfis psicológicos dos sujeitos

Conforme proposto, para avaliação da classificação de estados psicológicos foram aplicadas as escalas de Barrat e de Beck. Em relação à escala de Barrat, encontrou-se: 4 sujeitos com alta impulsividade, 4 com baixa e 13 com média. Em relação à escala de ansiedade (BAI), doze têm ansiedade mínima, sete têm leve e três têm moderada; não foram encontrados, portanto, perfis de alta ansiedade. Em relação à escala de depressão (BDI) dezesseis têm intensidade mínima de depressão e cinco têm intensidade leve. Os perfis encontrados não são associados à interferência na decisão, mantendo-se todos os sujeitos.

##### Análise da aprendizagem implícita ao longo dos diferentes blocos do experimento

A Tabela 1 apresenta uma análise descritiva da média dos pontos obtidos pelos sujeitos bloco a bloco. A média de pontos cresce bloco a bloco mas os desvios padrão ficaram grandes por conta de três sujeitos que consistentemente perderam pontos, aumentando a amplitude das respostas em cada bloco (ver valores mínimos e máximo em cada bloco). Essas respostas não foram excluídas porque estavam dentro do limite de  $\pm 2,5$  desvios-padrão (não foram considerados *outliers*).

**Tabela 1** – Análise descritiva dos pontos obtidos bloco a bloco

	Mínimo	Máximo	Média	Desvio Padrão
<b>Bloco1</b>	-17,00	63,00	19,5714	22,45122
<b>Bloco2</b>	-39,00	67,00	34,8095	33,76480
<b>Bloco3</b>	-49,00	66,00	30,5238	38,90324
<b>Bloco4</b>	-51,00	73,00	46,6190	33,30237
<b>Bloco5</b>	-41,00	73,00	48,9048	32,44981
<b>Bloco6</b>	-53,00	69,00	36,6190	36,96820
<b>Bloco7</b>	-71,00	75,00	44,0000	47,01702
<b>Bloco8</b>	-75,00	75,00	52,6190	36,01455

Fez-se ANOVA por medidas repetitivas para analisar se as diferenças de pontos obtidos em cada bloco poderiam ser consideradas significativas. Os resultados indicam que há diferença de médias entre os pontos obtidos no primeiro e no último blocos (diferença de médias: 33,048; desvio padrão: 7,299; sig.: 0,006; intervalo de confiança: 6,766 a 59,329) mostrando que houve uma curva de aprendizagem da “regra do jogo” ao longo do experimento. Considerando-se que jogar conforme as regras era responder escolhendo as metas que fossem consideradas adequadas, independente da dica da meta proposta, do propositor ou da coerência das informações, pode-se dizer que houve aprendizagem por classificação probabilística (identificação da regra associada à chance de uma resposta ser ou não premiada). Todavia, se essa aprendizagem fosse implícita, os sujeitos não deveriam ser capazes de nomear a regra segundo a qual jogavam. Para identificar isto, ao final do experimento todos os sujeitos responderam à seguinte questão: “O que você levou em consideração para escolher o nível das metas?”. Dentre os 21 respondentes, 11 apontaram o lucro como determinante do nível de investimento e destes, apenas 3 fizeram a relação entre os gráficos de fluxo de caixa e lucro como sendo os determinantes para aumentar ou diminuir a meta; curiosamente esses não foram os sujeitos que obtiveram a maior pontuação no jogo. Seis sujeitos não declararam o uso de nenhum gráfico em especial; mencionaram o *feeling*, a probabilidade de acerto das respostas e a inclinação das curvas. Um dos sujeitos citou o custo de oportunidade, informação não disponível nas instruções do Jogo. O sujeito com a maior pontuação (548 pontos dentre os 600 possíveis no Jogo) associou o lucro aos custos; seu nível de acerto não seria possível se usasse a regra que declarou, inferindo-se que ele captou o padrão visual que levaria à resposta adequada mas não tinha consciência do mesmo. Os sujeitos com menor pontuação ou com pontos negativos foram mais vagos em suas respostas, sem precisar claramente o que os levou às escolhas de metas; talvez não lhes tenha ficado clara a regra implícita, tendo jogado aleatoriamente ou confiando nas metas propostas (sendo que 50% dessas propostas era errada).

Pode-se concluir que a “regra do jogo” não foi identificada pela maior parte dos respondentes, o que é coerente com a aprendizagem por classificação probabilística, baseada na identificação de padrões de resposta que geram reforço positivo (ganho de pontos) ou punição (perda de pontos), sem que o sujeito saiba dizer a regra (memória implícita). Trata-se de uma situação de condicionamento de resposta com ausência de aprendizagem episódica e envolvendo um processamento perceptual, na qual a aprendizagem depende menos da consciência (BADDELEY, ANDERSON e EYSENCK, 2011, p.101). Resumindo-se, pode-se dizer que a H1 do estudo não pode ser rejeitada, concluindo-se que *houve aprendizagem por classificação probabilística, baseada em memória implícita (identificação em nível não consciente de uma regra de probabilidades associadas a resultados)*. Em termos de transposição de resultados para o ambiente de negócios, seria o mesmo que o sujeito tomar decisões baseadas em pistas, desconsiderando a incongruência do conjunto de informações se esta não estiver relacionada às pistas utilizadas. A questão é: será que os decisores captam

essa incongruência?

### **Análise do desempenho no jogo de acordo com a congruência da informação**

Esperava-se que a congruência semântica das informações contábeis fosse um ponto distrador no início dos *trials*; supunha-se que no início do jogo o sujeito analisaria as informações para decidir, mas a partir do momento em que identificasse que essa congruência não fazia parte da “regra do jogo”, não mais a consideraria. Fez-se o teste *t* para analisar se havia diferença de pontos obtidos quando as telas eram congruentes ou incongruentes, considerando-se os pontos obtidos em cada jogada (de -3 a + 3), desconsiderando-se a sequência de blocos. Os resultados mostraram que os sujeitos fizeram praticamente os mesmos pontos frente às telas congruentes ( $t(3398) = 2,24$ , desvio padrão = 1,40) e incongruentes ( $t(3398) = 2,04$ , desvio padrão = 1,70). A diferença das médias entre as condições foi de 0,20, que é um efeito muito pequeno ( $d = 0,08$ ; DANCEY e REIDY, 2006, p. 224) mostrando superposição das curvas maior do que 92% (curvas são quase idênticas). O intervalo de confiança de 95% para a diferença estimada das médias populacionais foi de -0,1026 a 0,3135, contendo o zero. Assim, embora o teste *t* independente ( $t(3398) = 3,868$ ,  $p = 0,000$ ) seja significativo, conclui-se que os pontos obtidos nas telas congruentes e incongruentes são iguais. Repetiu-se o teste *t* bloco a bloco para se analisar se em algum momento do teste a congruência/incongruência das informações afetou o desempenho. Observou-se que a diferença de pontos relacionada à congruência existe nos dois primeiros blocos e que a partir do terceiro bloco as médias de pontos são iguais. Conclui-se que a partir de um dado momento a congruência das informações não importa mais, o que vale é a dica que se relaciona à “regra do jogo”. Isto é sugestivo de que na vida prática as pessoas façam exatamente isto: olham algumas informações que são consideradas importantes, mas não analisam o conjunto que lhes foi apresentado, deixando assim de considerar as incongruências, reforçando o que já se havia identificado no teste da Hipótese 1. Logo, não se pode aceitar a H2 do estudo: *A congruência das informações disponibilizadas como apoio à decisão afetam a decisão*. Ela não afeta.

### **Análise do desempenho no jogo de acordo com as dicas de metas (meta proposta)**

No estudo havia dois tipos de propositores (Gerente ou Especialista). A cada jogada havia sempre uma dica, representada por um retângulo sobre um dado nível (ver Figura 2). As dicas mudavam mas o propositor era único em cada bloco; o sujeito jogava 25 vezes recebendo conselhos de um único propositor, mas a cada jogada recebendo diferentes metas propostas. Numa primeira análise fez-se o teste *t* considerando-se todos os blocos do jogo e os pontos obtidos em cada jogada. Os resultados do teste *t* mostraram que não havia diferença na média de pontos quando as metas propostas eram corretas ( $t(3398) = 2,12$ , desvio padrão = 1,57) ou incorretas ( $t(3398) = 2,15$ , desvio padrão = 1,56). A diferença das médias de pontos entre as condições foi de 0,02 (efeito muito pequeno;  $d = 0,012$ ) (DANCEY e REIDY, 2006, p. 224), evidenciando uma superposição das curvas maior do que 92%. O intervalo de confiança (95%) para a diferença estimada das médias populacionais é -0,0135 a 0,076, contendo o zero. O teste *t* independente ( $t(3398) = -0,546$ ,  $p = 0,585$ ) sinaliza que não há diferença nos pontos obtidos nos diferentes *trials* (jogadas) ao longo do jogo quando as metas propostas são corretas ou incorretas. Resolveu-se pela repetição do teste considerando-se apenas os pontos obtidos no Bloco 1 para ver se no início do jogo os sujeitos eram mais suscetíveis à meta proposta. Os resultados do teste *t* mostraram que havia diferença na média de pontos quando as metas eram corretas ( $t(423) = 1,16$ , desvio padrão = 2,00) ou incorretas ( $t(423) = 0,55$ , desvio padrão = 2,24). Apesar da diferença das médias de pontos ser de 0,61 ( $d = 0,13$ , efeito pequeno, superposição das curvas maior do que 92%) (DANCEY e REIDY, 2006, p. 224), o intervalo de confiança (95%; 0,15 a 0,107) não continha o zero e o teste *t*

independente foi significativo ( $t(423) = 2,63, p = 0,009$ ) sinalizando que os pontos obtidos eram diferentes quando as metas propostas eram corretas ou incorretas, sugerindo que no começo do Jogo as dicas confundiam os sujeitos. Refazendo-se a mesma análise para o bloco 8 observou-se que, conforme esperado, nesta etapa do jogo não havia diferença de médias de respostas quando as metas propostas eram corretas ou incorretas ( $t(423) = 1,727, p = 0,08$ ). Concluiu-se que quando o sujeito aprende a “regra do jogo” do experimento ele não considera a sugestão de meta que lhe é apresentada, seja qual for o propositor. Assim, não se pode aceitar a *H3: Metas propostas para decisão (influência de dicas) afetam a decisão*. Elas não afetam quando o sujeito aprende a “regra do jogo”. Em estudos futuros deve-se considerar a possibilidade de mudar o propositor dentro de cada bloco, diminuindo o efeito da justaposição do propositor com o número do bloco; da forma como o experimento foi desenhado não se pode afirmar, com certeza, que o propositor não afeta a decisão.

### **Análise do tempo de reação de resposta (VD)**

Foi analisado se os tempo de reação de resposta variavam ao longo dos blocos, considerando-se que à medida que o sujeito identificasse a “regra do jogo” gastaria menos tempo para escolher a meta, tornando sua resposta mais automática, situação típica de decisões rotineiras. Ao mesmo tempo, analisou-se se a congruência ou incongruência semântica das informações o levaria a gastar mais tempo para escolher as metas. Para essa análise fez-se ANOVA univariada tendo como variável dependente o tempo de reação na escolha da meta e como fatores meta proposta (correta ou incorreta) e a congruência das metas (que podiam ser congruentes ou incongruentes). Pode-se observar que o tempo de reação teve efeito significativo quando as telas eram congruentes ou incongruentes ( $F(1,4199): 10,008; sig.: 0,002$ ), conforme se supunha fosse acontecer, mas não dentre as metas propostas como corretas ou incorretas ( $F(1,4199): 1,450, sig.: 0,229$ ). O que se observou é que o tempo de latência de resposta diminuiu tanto na condição das telas congruentes quanto incongruentes ao longo dos blocos, mas sempre foi maior quando as telas eram incongruentes. Em outras palavras, a incongruência semântica afeta o tempo de resposta do sujeito, mas não interfere na escolha da meta; ela chama a atenção, mas não em um nível suficiente para que o sujeito mude a sua resposta, já condicionada ao padrão visual das informações (a “regra do jogo”).

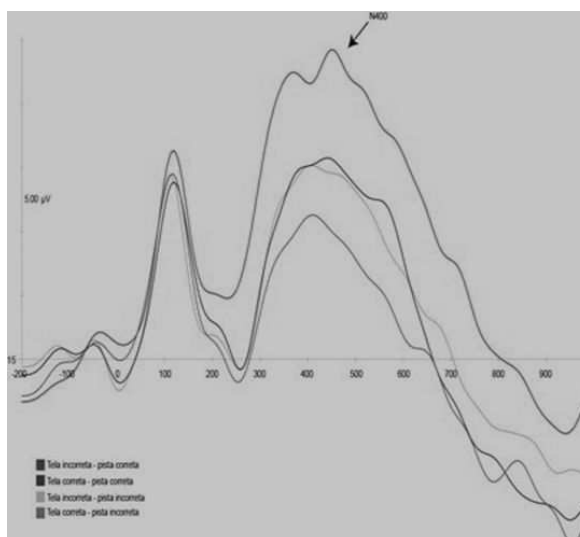
### **Análise dos resultados do EEG**

Buscava-se identificar se seria possível encontrar alguma padrão neurofisiológico específico entre o momento em que as telas eram apresentadas ao sujeito e o tempo decorrido até sua resposta de decisão (tempo de latência). Considerando-se os resultados da análise comportamental esperava-se que houvesse algum efeito quando as telas fossem congruentes ou incongruentes, uma vez que os tempos de reação às telas incongruentes foram maiores que os das telas congruentes durante todos os blocos do jogo. Considerou-se analisar o N400, componente tipicamente associado a violações de informações semânticas, caso das telas incongruentes. Para essa análise fez-se a ANOVA para medidas repetidas considerando como variável dependente a amplitude média do componente N400 na janela de tempo de 350 e 500 ms e como fatores a congruência das telas (dois níveis: congruente e incongruente), a meta proposta (dois níveis: correta e incorreta) e os eletrodos (3 níveis: frontal esquerdo, linha média e frontal direito). As maiores amplitudes de onda (componente nitidamente mais acentuado) estão nas categorias de telas congruentes com meta incorreta e de telas incongruentes com metas corretas (congruente correta:  $-1,7 \pm 0,5$ ; congruente incorreta:  $-2,2 \pm 0,4$ ; incongruente correta:  $-3,4 \pm 0,6$ ; incongruente incorreta:  $-1,4 \pm 0,5$ ). Pela ANOVA univariada pode-se verificar efeito significativo apenas para o fator congruência ( $F(18,1): 5,88, sig: 0,03$ ) e para a interação congruência-meta ( $F(18,1): 9,04; sig: 0,01$ ). Em função

desta interação, foi realizada análise *post hoc* com teste de Fischer LSD. Pode-se verificar que as situações de incongruência nas quais as metas eram corretas foram significativamente diferentes de todas as outras condições, com maior amplitude do componente N400 (ver Figura 5).

**Tabela 2**– POST HOC com Fisher LSD

	<b>congruente correta</b>	<b>congruente incorreta</b>	<b>incongruente correta</b>	<b>incongruente incorreta</b>
<b>congruente correta</b>		0.41	0.01	0.65
<b>congruente incorreta</b>	0.41		0.05	0.21
<b>incongruente correta</b>	0.01	0.05		0.003
<b>incongruente incorreta</b>	0.65	0.21	0.003	



**Figura 5**– Apresentação visual do componente N400

**Legenda:** a seta mostra o momento do aparecimento do componente N400 (entre 400 e 500ms). As curvas se referem: a de maior amplitude, às respostas às telas incongruentes com metas corretas; as média amplitude, às respostas às telas congruentes-meta incorreta ou telas incongruentes-metas corretas; a de menor amplitude às telas congruentes com metas incorretas.

Gráfico sumário extraído diretamente dos registros do EEG.

O componente N400, com pico ao redor de 400 msec, aparece mais pronunciado em eletrodos centro-parietais, sendo recentemente demonstrado em eletrodos frontais durante violações semânticas relativas a contextos e ações motoras (PROVERBIO, 2009, PROVERBIO, 2010). Neste estudo, observou-se a relação do N400 com violação de informação semântica do tipo contábil e em eletrodos frontais, especialmente para o caso em que a tela era incongruente, mas com meta proposta correta, em oposição a todas as outras combinações; ou seja, a incongruência foi mais marcante para a incongruência da informação associada a uma meta proposta correta. Seria uma dúvida do tipo: “como alguém pode dizer que essa meta é correta, eu ser recompensado por sua escolha, se a informação relacionada à sua escolha está errada?”. Essa questão é coerente com o aumento na amplitude do N400 porque esse aumento significa maior engajamento cognitivo para o processamento da informação.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo se propôs a analisar o processo de tomada de decisão dentro de uma abordagem interdisciplinar, buscando-se algum avanço na linha de *Neuroaccounting* no Brasil, partindo-se do conhecimento gerado por outros estudos feitos sobre tomada de decisão. O foco esteve na pessoa que toma a decisão; conseqüentemente, buscou-se compreender os comportamentos envolvidos nesse processo, os aspectos neurofisiológicos e a relação dos mesmos com os aspectos teóricos identificados na literatura sobre modelos econômicos e cognitivos relacionados à decisão.

Com os resultados obtidos nesse trabalho sinaliza-se que o N400 pode ser compreendido como um componente subjacente a diferentes tipos de violação semântica, extrapolando os domínios da linguagem, da música e das ações motoras em contextos, foco dos estudos a ele associados. O estudo mostra, pela primeira vez, que o N400 também é sensível à congruência de informações do tipo contábil, mostrando seu potencial como um index neurofisiológico em novos experimentos na área contábil e econômica. Resumindo-se, o “cérebro” capta a incongruência da informação mas isso não altera o comportamento de decisão quando este já está condicionado. A possibilidade de aplicação dos resultados do estudo se estende desde o desenvolvimento de sistemas de apoio à decisão, considerando-se a preparação de relatórios para se otimizar a análise semântica da informação, até a discussão sobre sistemas de remuneração baseados em metas, relacionados ao condicionamento entre alcance de metas e resultados pessoais.

O estudo traz algumas inovações na área de contabilidade: 1. A proposição de um experimento usando ferramenta de neurociência para estudo das respostas neurofisiológicas que podem ser captadas durante o processo de decisão, partindo-se da constatação da existência de uma lacuna teórica, pois a maior parte dos estudos sobre decisão trabalha com a auto-declaração do sujeito, não com a redundância de seu comportamento durante situações de decisão. Esses usando auto-declaração não captam a aprendizagem por classificação probabilística até porque a mesma envolve memória implícita à qual o sujeito não tem acesso introspectivo; 2. A construção do Jogo de Metas® para ser usado como tarefa cognitiva. A revisão da literatura apontou cerca de 30 tarefas cognitivas (jogos ou não) que se repetem em estudos sobre decisão em ambientes econômicos e que são muito diferentes das situações de decisão enfrentadas por gestores, seja pelos pequenos montantes envolvidos, seja pelos estímulos (cenas do dia a dia, faces, figuras geométricas, etc.) utilizados, permitindo que se conclua sobre muitos aspectos cognitivos mas não sobre situações reais de decisão baseadas em informações contábeis. O Jogo de Metas® usa como estímulo informações contábeis apresentadas em forma gráfica e que são combinações semânticas que funcionam como uma linguagem que precisa ser decifrada por aqueles que decidem sobre metas de investimento, objeto do estudo. Apesar dos riscos envolvidos no uso de uma tarefa nova, dentre eles a inexistência de literatura para se comparar os resultados que eventualmente pudessem ser obtidos, os resultados obtidos sinalizam que o caminho deste tipo de adaptação pode ser promissor, especialmente na direção de outros estudos que possam responder algumas questões práticas como: Como garantir que as informações sejam semanticamente analisadas, minimizando-se os vieses de decisão? Decisões padronizadas permitem rapidez e acurácia nas decisões na maior parte das vezes, mas impedem que o sujeito mude o padrão de resposta ao captar a incongruência semântica nas informações que lhe são disponibilizadas, conforme apontaram os resultados deste estudo.

## REFERÊNCIAS

ANTHONY, Robert N.; GOVINDARAJAN, Vijay. *Sistemas de controle gerencial*. São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

BADDELEY, Alan; ANDERSON, Michael C.; EYSENCK, Michael W. *Memória*. Porto Alegre: Artmed. 2011. 472 p.

BAZERMAN, Max H. *Processo decisório*. 5.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

BARON, James N.; KREPS, David M. *Strategic Human resources – frameworks for general managers*, New York: John Wiley & Sons, Inc., 1999.

BEAR, M.F., CONNORS, B.W., Paradiso, M.A. *Neuroscience: exploring the brain*. 3. Ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

BECHARA, A.; TRANEL, D.; DAMASIO, A. Poor judgment in spite of high intellect. In Bar-On, R.; Parker, J. (Eds.), *The handbook of emotional intelligence*. San Francisco: Jossey-Bass. 2000.

CAMERER, Colin F. Neuroeconomics: using neuroscience to make economic predictions. *The Economic Journal*. v.1, n.7, p. 26-42, March 2007.

CHAMBERS, R.A.; TAYLOR, J.R.; POTENZA, M.N. Developmental neurocircuitry of motivation in adolescence: a critical period of addiction vulnerability. *Am J Psychiatry*. v. 160, n. 6. pp 1041-1052. 2003.

COHEN, Jonathan D. The vulcanization of the human brain: a neural perspective on interactions between cognition e emotion. *Journal of Economic Perspectives*, v. 19, n. 4, p. 3-24, 2005.

CRONE, E. A.; SOMSEN, R. J. M.; VAN BEEK, B.; VAN DER MOLEN, M. W. Heart rate and skin conductance analysis of antecedents and consequences of decision-making. *Psychophysiology*, v. 41, 531-540. 2004.

CUNHA, Jurema Alcides. *Manual da Versão em português das Escalas Beck*. São Paulo: Casa do Psicólogo. 2001.

DANCEY, Christine P.; REIDY, John. *Estatística sem matemática para psicologia – usando SPSS para Windows*. Porto Alegre: Artmed. 2006. 608 p.

FECTEAU, Shirley; KNOCH, Daria, FREGNI, Felipe; SULTANI, Natasha; BOGGIO, Paulo; PASCUAL-LEONE, Alvaro. Diminishing Risk-Taking Behavior by Modulating Activity in the Prefrontal Cortex: A Direct Current Stimulation Study. *The Journal of Neuroscience*, November 14, 2007. V.27, n.46. p. 12500 –12505.

FRANKEN, I.H.; VAN STRIEN, J.W.; NIJIS, I.; MURIS, P. Impulsivity is associated with behavioral decision-making deficits. *Psychiatry Research*. V. 158, n. 2. p. 155-163. 2008.

GAZZANIGA, Michael S.; IVRY, Richard B.; MANGUN, George R. *Neurociência cognitiva – a biologia da mente*. Porto Alegre: Artmed, 2006.

HATA, Masahiro; HOMAE, Fumitaka; HAGIWARA, Hiroko. Semantic relatedness between words in each individual brain: An event-related potential study. *Neuroscience Letters*. v. 501. pp 72– 77. 2011



HEEKEREN, H.R.; MARRETT, S.; RUFF, D.A.; BEETTINI, P.A.; UNGERLEIDER, L.G. Involvement of human left dorsolateral prefrontal cortex in perceptual decision making is independent of response modality. *Proceedings of the National Academy of Sciences – PNAS*, v. 103. n. 26. p. 10023-10028. Jun. 2006.

HIRSCHFELD, Gerrit; ZWITSERLOOD, Pienie; DOBEL, Christian. Effects of language comprehension on visual processing – MEG dissociates early perceptual and late N400 effects. *Brain & Language*. v. 116, pp 91–96, 2011.

HOGARTH, R.N. KARELAIA, N. Simple models for multiattribute choice with many alternatives: when it does e does not pay to face trade-offs with binary attributes. *Management Science*, v. 51, n. 12, p. 1860–1872, December 2005.

KAHNEMAN, Daniel; TVERSKY, Amos. Prospect theory: an analysis of decision under risk. *Econometrica*, v. 47, n. 2, p. 263-291, March 1979.

KIELAR, Aneta; JOANISSE, Marc F. The role of semantic and phonological factors in word recognition: An ERP cross-modal priming study of derivational morphology. *Neuropsychologia*. v.49. pp 161–177. 2011.

KINCSES, Tamás Z.; ANTAL, Andrea; NITSCHKE, Michael A.; BÁRTFAI, Orsolya; PAULUS, Walter. Facilitation of probabilistic classification learning by transcranial direct current stimulation of the prefrontal cortex in the human. *Neuropsychologia*. v.42.113–117. . 2003.

KNOCH, Daria; PASCUAL-LEONE, Alvaro; MEYER, Kaspar; TREYER, Valerie; FEHR, Ernst. Diminishing Reciprocal Fairness by Disrupting the Right Prefrontal Cortex. *Science* 3. v. 314, n.5800, pp 829 – 832. nov/2006.

LEE, Daeyeol. Game theory and neural basis of social decision making. *Neuroscience*. v. 11, n. 4, p. 404-409, April 2008.

LEZAK, Muriel D. *Neuropsychological Assessment*. Oxford University Press. EUA. 1995.

LIU, Baolin; WU, Guangning; WANG, Zhongning; JI, Xiang. Semantic integration of differently asynchronous audio–visual information in videos of real-world events in cognitive processing: An ERP study. *Neuroscience Letters*. v. 498. pp 84– 88 . 2011.

LORD, Robert. G.; HANGES, Paul J.; GODFREY, Ellen G. Integrating neural networks into decision-making and motivational theory: Rethinking VIE theory. *Psychologie Canadienne*. Ottawa, v. 44, n.1, p. 21-45, Feb. 2003.

MISULIS, Karl E. *Potencial evocado de Spehlmann – potenciais visuais, auditivo e somatossensitivo evocados no diagnóstico clínico*. 2 Ed. Rio de Janeiro: Revinter. 2003.

NAQVI, Nasir H.; BECHARA, Antoine · Skin conductance responses are elicited by the airway sensory effects of puffs from cigarettes. *International journal of psychophysiology : official journal of the International Organization of Psychophysiology*. v.61, n. 1, p.77-86. 2006.

NAUDE, P.; LOCKETT, G.; ISLEI, G.; DRINKWATER, P.; An exploration into the influence of psychological profiles upon group decision making. *The Journal of the Operational Research Society*, v. 51, n. 2, p. 168-175, Feb.2000.

PETERSON, Richard L. Affect and financial decision-making: how neuroscience can inform market participants. *The Journal of Behavior Finance*, v. 8. n. 2. p. 70-78. 2007.

PLOUS, Scott. *The Psychology of Judgment e Decision Making*. New York: McGraw-Hill. 1993.

PROVERBIO, Alice Mado; RIVA, Federica. RP and N400 ERP components reflect semantic violations in visual processing of human actions. *Neuroscience Letters*. v. 459. p. 142–146. 2009.

PROVERBIO, Alice Mado; RIVA, Federica Rivaa; ZANIB, Alberto. When neurons do not mirror the agent's intentions: Sex differences in neural coding of goal-directed actions. *Neuropsychologia*. v. 48 .p. 1454–1463.2010.

SIMON, Herbert A. A behavioral model of rational choice. *The Quarterly Journal of Economics*, v. 69, n. 1, p 99-118, Feb.1955.

Van ELK, M.; Van SCHIE, H.T.; BEKKERING, H. The N400-concreteness effect reflects the retrieval of semantic information during the preparation of meaningful actions. *Biological Psychology*. v.85. pp 134–142. 2010.

WALD, A. (Reviewer). Reviewed Work: NEUMANN, John V.; MORGENSTERN, Oskar. Theory of games and economic behavior. *The Review of Economics and Statistics*, v. 29, n. 1, p. 47-52. Feb. 1947.

WILSON, R. Mark; GAINES, Jeannie; HILL, Ronald Paul. Neuromarketing and consumer free will. *The Journal of Consumer Affairs*, v.42 . n. 3. p. 389-410. Fall 2008.