

**RUTE ALEXANDRA GOUVEIA WALTER DA
FONSECA VASCONCELOS**

**ASSIMETRIAS HEMISFÉRICAS NO
RECONHECIMENTO DE OBJETOS: UM
ESTUDO COM POTENCIAIS EVOCADOS**

Orientador: Jorge Oliveira

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Escola de Psicologia e Ciências da Vida**

**Lisboa
2015**

**RUTE ALEXANDRA GOUVEIA WALTER DA
FONSECA VASCONCELOS**

**ASSIMETRIAS HEMISFÉRICAS NO
RECONHECIMENTO DE OBJETOS: UM
ESTUDO COM POTENCIAIS EVOCADOS**

Dissertação defendida em provas públicas na Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias (ULHT) no dia 11 de Janeiro de 2016, perante o júri, nomeado pelo Despacho de Nomeação de Júri nº 458/2015, de 9 de Dezembro de 2015, com a seguinte composição:

Presidente: Professor Doutor Paulo Lopes,
Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Arguente: Professora Doutora Beatriz Rosa,
Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Orientador: Professor Doutor Jorge Oliveira,
Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Escola de Psicologia e Ciências da Vida

Lisboa

2015

Do que vale olhar sem ver?

Johann Wolfgang von Goethe

(1749 – 1832)

Agradecimentos

Em primeiro lugar aos meus pais, pois sem eles nada disto seria possível. Obrigada, Mãe, por estares sempre aí quando mais preciso.

Aos meus amigos pela força e compreensão que mostraram no decorrer do meu percurso.

Um “obrigada” especial àqueles que sempre me apoiaram e com quem partilhei alegrias e frustrações ao longo destes últimos anos, pelas horas a fio que me ouviram a desabafar e pelos litros de café que me serviram desde que tudo começou.

Ao meu orientador, Professor Doutor Jorge Oliveira, pela compreensão, ajuda e disponibilidade, pela máxima confiança que depositou em mim e por todo o conhecimento que me passou.

Aos colegas que me ajudaram na recolha da amostra, quando este estudo não passava ainda de um projeto.

E por fim, como não podia deixar de ser, às minhas “cobaias”, como lhes fui afetosamente chamando, os voluntários que disponibilizaram o bem mais precioso que têm para me poder ajudar: o seu tempo.

Obrigada!

Resumo

O objetivo deste estudo foi estudar o papel dos hemisférios cerebrais no reconhecimento visual de objetos. Participaram nesta investigação 19 sujeitos saudáveis que foram submetidos a uma tarefa de lateralização de objetos vs não-objetos com um paradigma de memória de reconhecimento. Os registos de potenciais evocados foram recolhidos através de 12 canais ligados a amplificadores BrainProducts. Foram analisados o P300 e o componente positivo tardio (LPC) na fase de teste. Os resultados mostram vantagens no processamento de não-objetos pelo hemisfério direito e de objetos pelo esquerdo, bem como uma maior amplitude P300 e LPC nas regiões parietais. Estes resultados sugerem que não-objetos são identificados mais eficazmente quando processados inicialmente pelo hemisfério direito, o que vai de acordo com as suas capacidades visuais. O mesmo resultado foi verificado para os objetos quando processados inicialmente pelo hemisfério esquerdo, o que é congruente com as suas capacidades semânticas.

Palavras-chave: Assimetrias Hemisféricas, Potenciais Evocados, Memória de Reconhecimento

Abstract

The aim of this investigation was to study the role of left and right hemispheres in visual object recognition. 19 healthy participants were exposed to a recognition memory paradigm with lateralized study phase of objects vs. non-objects. ERP data was collected using 12 channels connected to standard BrainProducts amplifiers. The P300 and the Late Positive Component (LPC) were analyzed at central test phase. The results showed advantages in stimuli processing for non-objects biased to the right hemisphere and for objects biased to the left hemisphere, along with larger P300 and LPC amplitudes over parietal sites. These data suggest that non-objects are encoded more effectively when processed initially by the right hemisphere, which concur with right hemisphere visual abilities semantic abilities. The same is true for objects processed initially by the left hemisphere, which supports the previous findings about the left hemisphere semantic abilities.

Key Words: Hemispheric Asymmetries, Event-Related Potentials, Recognition Memory

Abreviaturas e Siglas

AVC: Acidente Vascular Cerebral

CV: Campo Visual

CVD/HE: Campo Visual Direito/Hemisfério Esquerdo

CVD: Campo Visual Direito

CVE/HD: Campo Visual Esquerdo/Hemisfério Direito

CVE: Campo Visual Esquerdo

EEG: Eletroencefalografia

ERP: Potenciais Evocados (Event-Related Potentials)

HD: Hemisfério Direito

HE: Hemisfério Esquerdo

LPC: Componente Positivo Tardio (Late Positive Component)

Índice

Introdução.....	12
Capítulo 1 – Referencial Teórico.....	13
1.1. Enquadramento histórico	13
1.2. Especificações hemisféricas: Hemisfério Esquerdo vs. Hemisfério Direito	14
1.2.1. Diferenças a nível funcional.....	14
1.2.2. Especialização e cooperação inter-hemisférica	15
1.3. Enquadramento teórico	16
1.3.1. Perceção.....	16
1.3.1.1. Processamento visual e reconhecimento de objetos.....	19
1.3.2. Campos visuais	21
1.3.3. Mecanismos atencionais	22
1.3.4. Memória	22
1.3.4.1. Memória de reconhecimento	23
1.4. Pertinência do estudo	24
Capítulo 2 – Objetivos e Hipóteses	25
2.1. Objetivo geral	25
2.2. Objetivos específicos	26
2.3. Hipóteses.....	26
Capítulo 3 - Método.....	26
3.1. Amostra.....	26
3.2. Materiais	27
3.3. Medidas de avaliação.....	28
3.4. Procedimento	28
3.5. Processamento de dados	29

Capítulo 4 – Resultados.....	30
4.1. Análise estatística	30
4.2. Resultados.....	30
Capítulo 5 – Discussão de Resultados.....	36
Limitações e Sugestões Futuras.....	38
Conclusão	40
Referências Bibliográficas.....	41
APÊNDICES	47
ANEXOS	65

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Tendência para efeito de interação ($F(1, 18)=4,074$; $p=0,059$) entre categorias e campos visuais em LPC no eletrodo P3.	31
Gráfico 2 - Efeito de interação ($F(1, 18) = 6,373$; $p = 0,021$) entre categorias e campos visuais em LPC no eletrodo Fz.	32
Gráfico 3 - Efeito de interação ($F(1, 18) = 6,929$; $p = 0,017$) entre categorias e campos visuais em LPC no eletrodo Pz.	33
Gráfico 4 - Efeito de interação ($F(1, 18) = 4,856$; $p = 0,041$) entre categorias e campos visuais em P300 no eletrodo C3.	34
Gráfico 5 - Efeito de interação $F(1, 18) = 4,218$; $p = 0,055$ entre categorias e campos visuais em P300 no eletrodo P3.	35
Gráfico 6 - Efeito principal de categoria ($F(1, 18) = 13,807$; $p = 0,002$) para respostas comportamentais de Acertos	36

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Tabela de distribuição dos participantes em função do sexo.	48
Tabela 2 - Tabela de média, desvio padrão, máximo e mínimo das idades dos participantes.	48
Tabela 3 - Tabela de distribuição dos participantes em função da escolaridade.	49
Tabela 4 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18)=4,074$; $p=0,059$) entre campo visual e categoria no elétrodo P3 em LPC	51
Tabela 5 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 6,373$; $p = 0,021$) entre campo visual e categoria no elétrodo Fz em LPC	52
Tabela 6 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 6,929$; $p = 0,017$) entre campo visual e categoria no elétrodo Pz em LPC.	52
Tabela 7 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 4,856$; $p = 0,041$) entre campo visual e categoria no elétrodo C3 em P300.....	53
Tabela 8 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 4,218$; $p = 0,055$) entre campo visual e categoria no elétrodo P3 em P300	54
Tabela 9 - Efeito principal de categoria ($F(1, 18) = 13,807$; $p = 0,002$) para acertos.	55

Índice de Figuras

Figura 1 - Fotografia tirada a um dos participantes, ilustrativa do processo de recolha dos ERP, por EEG, com recurso a equipamento BrainAmp Standard, de BrainProducts, com 12 canais segundo o sistema internacional 10-20.....	50
Figura 2 - C3, não-objeto, CVE.....	56
Figura 3 - C3, não-objeto, CVD	57
Figura 4 - C3, objeto, CVE.....	57
Figura 5 - C3, objeto, CVD	58
Figura 6 - P3, não-objeto, CVE	58
Figura 7 - P3, não-objeto, CVD.....	59
Figura 8 - P3, objeto, CVE	59
Figura 9 - P3, objeto, CVD.....	60
Figura 10 - Pz, não-objeto, CVE	60
Figura 11 - Pz, não-objeto, CVD.....	61
Figura 12 - Pz, objeto, CVE	61
Figura 13 - Pz, objeto, CVD	62
Figura 14 - Fz, não-objeto, CVE	62
Figura 15 - Fz, não-objeto, CVD.....	63
Figura 16 - Fz, objeto, CVE	63
Figura 17 - Fz, objeto, CVD	64

Introdução

Embora muito se tenha estudado nos últimos anos sobre a lateralização cerebral, existem ainda muitas questões que precisam de ser clarificadas. Tem sido amplamente discutido o papel dominante do hemisfério esquerdo nas questões semânticas e da linguagem, ao passo que se atribui um papel de dominância do hemisfério direito para as que são mais relacionadas com a capacidade visuoespacial.

Alguns estudos (e.g. Kassuba et al., 2011; Larson & Brown, 1997; McAuliffe & Knowlton, 2001; Verma & Brysbaert, 2011) têm concluído que existe uma clara vantagem, relativa aos tempos de reação, do CVD/HE para a identificação de objetos, letras ou palavras. Têm sido também encontradas vantagens do CVE/HD em tarefas de reconhecimento de objetos e de correspondência de padrões visuais (Larson & Brown, 1997).

A capacidade de reconhecimento de um estímulo por um sujeito depende tanto a informação semântica como da perceptual. É a informação semântica que atua no processamento do estímulo e a perceptual que permite o seu reconhecimento (Nyhus & Curran 2009).

As sequelas resultantes de uma lesão cerebral, como é o caso de um acidente vascular cerebral (AVC) de etiologia isquémica, resultam frequentemente em agnosias visuais, principalmente quando a região afetada se encontra nas imediações da artéria cerebral média, esquerda ou direita. Contudo, a informação existente atualmente acerca dos mecanismos inerentes à identificação e reconhecimento de objetos é ainda insuficiente, pelo que o estudo desta temática é de particular importância no sentido de se adquirir um conhecimento mais aprofundado sobre estes mecanismos com o intuito de alcançar uma maior compreensão acerca dos défices resultantes deste tipo de lesão, bem como a sua progressão e prognóstico.

O presente estudo procurou dar resposta a algumas destas questões inerentes aos mecanismos cognitivos e neurofisiológicos empregados por cada hemisfério no reconhecimento de objetos, utilizando-se para esse efeito uma tarefa que utiliza um paradigma de memória de reconhecimento e de campos visuais divididos.

Neste sentido, a presente dissertação encontra-se estruturada por capítulos com o intuito de explorar e contextualizar esta temática, iniciando-se, deste modo, com um referencial teórico, onde serão abordadas definições de conceitos e estudos referentes a processos cognitivos envolvidos no reconhecimento de objetos, como é o caso da percepção,

campos visuais e memória. Procede-se então a uma descrição detalhada do estudo, dos seus objetivos, dos resultados esperados em forma de hipóteses, e dos materiais e procedimentos utilizados, seguindo-se posteriormente para a análise, discussão e conclusões dos resultados obtidos. São ainda referidas algumas limitações encontradas no decorrer desta investigação, bem como sugestões para estudos futuros que se realizem nesta temática.

Capítulo 1 – Referencial Teórico

1.1. Enquadramento histórico

A ideia de que o cérebro humano podia estar dividido em várias áreas com funções distintas surge por volta do séc. XVIII aquando a observação de um certo padrão de sulcos e circunvoluções comum a todos os indivíduos, uma vez que foi nessa base que se procedeu à divisão do cérebro em lobos. Esse padrão e consequente divisão sugeria a ideia de que diferentes funções cerebrais estariam distribuídas por diferentes regiões, dando assim origem à teoria do localizacionismo cerebral. Pelo final do séc. XVIII é plenamente aceite que as lesões cerebrais podem causar perturbações do pensamento, movimento, sensações e até mesmo a morte; que o cérebro comunica com o resto do corpo através de nervos; que o cérebro possui várias regiões distintas que deverão ser responsáveis por diferentes funções; e que o cérebro funciona à semelhança de uma máquina seguindo as leis da natureza (Bear, Connors & Paradiso, 2001).

Regendo-se pela doutrina do localizacionismo cerebral, no início do séc. XIX Franz Josef Gall surge com o conceito de Frenologia, aludindo a que as várias funções cerebrais podiam ser mapeadas pelas circunvoluções do córtex cerebral através da forma do crânio, visto que as irregularidades da superfície do crânio deviam corresponder às circunvoluções que estariam mais ou menos desenvolvidas (Almeida, 2010; Bear et al., 2001). Estas funções correspondiam a vários traços comportamentais, como a esperança, espiritualidade, amabilidade, autoestima (Bear et al., 2001), e estariam tão mais presentes na natureza do sujeito, quanto mais desenvolvida estivesse a área cortical – ou a região craniana – por ela responsável (Almeida, 2010; Bear et al., 2001).

Estando a base do localizacionismo criada por Gall, a meio do séc. XIX Paul Broca vem consolidar essa teoria introduzindo o conceito de lateralização cerebral. Broca defende

então que as funções cerebrais estão divididas pelos hemisférios cerebrais quando estuda minuciosamente o cérebro de um paciente que perdeu a capacidade para a expressão da linguagem oral e descobre uma lesão na região frontal esquerda, assumindo que esta seria a área responsável pela produção da fala (Almeida, 2010; Bear et al., 2001) e que, portanto, o hemisfério esquerdo (HE) seria o hemisfério dominante (Almeida, 2010), responsável pelas funções cerebrais superiores, sendo o hemisfério direito (HD) apenas subordinado do esquerdo (Afifi & Bergman, 2005). A dar força e credibilidade a esta ideia de dominância hemisférica, uns anos mais tarde Carl Wernicke estuda outros casos de pacientes com perturbações da linguagem, desta vez relacionadas com a compreensão, e encontra lesões também no HE mas numa região diferente – enquanto aquela que ficou denominada como área de Broca, responsável pela produção da linguagem oral, ficava situada na região posterior da terceira circunvolução frontal, aquela que ficou conhecida como área de Wernicke, responsável pela compreensão da linguagem oral, situava-se na região posterior da primeira circunvolução temporal. (Almeida, 2010).

Nos últimos anos a noção de dominância cerebral tem vindo a cair, muito devido aos estudos feitos com pacientes com lesões cerebrais unilaterais, tendo vindo a ser substituída por outra de especialização hemisférica, ou seja, cada hemisfério acaba por ser dominante nas funções em que é mais especializado (Afifi & Bergman, 2005).

1.2. Especificações hemisféricas: Hemisfério Esquerdo vs. Hemisfério Direito

1.2.1. Diferenças a nível funcional

As diferenças hemisféricas manifestam-se mais a nível funcional do que estrutural. Ainda que estruturalmente essas diferenças sejam pouco significativas, funcionalmente tornam-se muito mais evidentes. De um modo geral, pode-se dizer que o HE é especializado em funções de processamento verbal (Gazzaniga, 2000), compreensão e expressão da linguagem, cálculo e funções analíticas. Por seu lado, o HD especializa-se nas tarefas perceptuais não-verbais, alguns aspetos da perceção visuo-espacial (Afifi & Bergman, 2005; Gazzaniga, 2000) e emoções, através de um mapeamento de sentimentos e sensações corporais relacionadas com algumas emoções como é o caso de felicidade, raiva e medo. A

especialização hemisférica parece estar, até certo ponto, relacionada com a preferência manual, visto que mais de 90% dos indivíduos destros possuem o centro da linguagem no HE. Contudo, não se pode assumir que o centro da linguagem esteja maioritariamente localizado no hemisfério contrário à mão que é preferencialmente utilizada, uma vez que no caso dos indivíduos esquerdinos apenas cerca de 33% o possui no HD (Afifi & Bergman, 2005).

As diferenças funcionais entre os hemisféricos cerebrais comprovam as teorias de especialização hemisférica e estendem-se ao ponto em que após uma lesão no HE que leve à perda do processamento sintático, este não consegue ser reorganizado no HD, apesar de haver um contributo indireto do HD na capacidade que ainda se mantenha preservada (Tyler, Wright, Randall, Marslen-Wilson & Stamataksi, 2010).

1.2.2. Especialização e cooperação inter-hemisférica

Apesar das diferenças funcionais entre os hemisférios e das teorias de dominância hemisférica que têm sido desenvolvidas, outras teorias têm mostrado que existe aquilo a que se chama cooperação inter-hemisférica, ou seja, ambos os hemisférios colaboram para a execução de determinadas tarefas.

Banich e Belger (1990) defendem que esta relação de cooperação entre o HD e o HE é particularmente vantajosa quando as tarefas a desempenhar são mais difíceis e exigem maiores níveis de cognição, no entanto para tarefas simples a repartição do processamento cognitivo entre os hemisférios pode afetar negativamente a performance. Este tipo de cooperação, ou ativação bilateral, vai sendo mais evidente à medida que um indivíduo envelhece, mesmo com tarefas mais simples, o que significa que as alterações estruturais ao nível das matérias branca e cinzenta durante o envelhecimento, pode levar a um processamento cognitivo mais empobrecido, sendo necessária a utilização de mais recursos para a execução de tarefas que adultos mais jovens executam com menor ativação (Cherry et al., 2010).

Um exemplo de uma função de elevada complexidade que exige a cooperação de ambos os hemisférios é a linguagem, caracterizando-se a linguagem oral como uma função cognitiva que integra diversos processos tais como a fala, referente à produção de um código oral; a compreensão, desse mesmo código pelas vias auditivas; a escrita, que está relacionada com a reprodução de um código gráfico; e à leitura, que trata da interpretação desse código (Almeida, 2010). Devido à sua enorme complexidade, a linguagem, parece estar mais

dependente da cooperação intra e inter-hemisférica do que propriamente de uma especialização hemisférica, no sentido em que ambos os hemisférios acabam por ser dominantes consoante a estratégia que usam para esta função: pode encontrar-se uma certa dominância do HE no que respeita aos aspetos estruturais, como é o caso da semântica literal, sintática e fonológica; bem como uma dominância do HD para aspetos de cariz mais funcional ou relacionados com o contexto, como no caso da semântica não-literal, prosódica ou pragmática (Fonseca, Scherer, Oliveira & Parente, 2009). Contudo, para um correto desempenho da globalidade desta função, todos estes aspetos necessitam de atuar em conjunto, tornando-se incorreto considerar o HE como o hemisfério exclusivamente dominante para a linguagem, uma vez que as regiões mediais temporais do HD são responsáveis por mecanismos essenciais à manutenção de uma coerência global de um processamento eficaz do discurso (St. George, Kutas, Martinez & Sereno, 1999).

1.3. Enquadramento teórico

1.3.1. Perceção

Entende-se por perceção a integração de informação visual, tátil e auditiva do estímulo percecionado. Esta integração da informação permite retirar características complementares ou confirmadoras acerca dos estímulos que podem contribuir para uma maior precisão e velocidade de reconhecimento (Amedi, Kriegstein, Atteveldt, Beauchamp & Naumer, 2005).

Uma agnosia caracteriza-se pela incapacidade para reconhecer ou perceber estímulos sensoriais familiares em consequência de lesões em estruturas cerebrais específicas, estando preservadas as funcionalidades dos órgãos sensoriais (Bauer, 2006; Gainotti, 2012), capacidades cognitivas tais como atenção e linguagem, e a saúde mental (Bauer, 2006).

Todas as agnosias podem ser divididas em aperceptivas e associativas, ainda que esta distinção seja mais evidente e, portanto, mais comumente utilizada para agnosias visuais. As agnosias aperceptivas caracterizam-se como o defeito do paciente em processar a informação de uma modalidade sensorial, i.e. visão, audição ou tato, enquanto as agnosias associativas estão relacionadas com a incapacidade para integrar a perceção da informação da modalidade sensorial que está comprometida com a informação proveniente das outras modalidades sensoriais (Gainotti, 2012).

A classificação do tipo de agnosia é feita com base na modalidade sensorial que é afetada: existem quadros de agnosia auditiva, caracterizados pela incapacidade de identificar estímulos sonoros previamente aprendidos, sem que haja comprometimento da audição; de agnosia tátil, em que o sujeito é incapaz de reconhecer objetos familiares através da palpação, desde que a sensibilidade das mãos e o reconhecimento visual não estejam comprometidos; e de agnosia visual, referentes à incapacidade para reconhecer estímulos visuais, sem haver comprometimento do sentido da visão (Gainotti, 2012).

Agnosia visual

A informação visual é tão vasta que estas agnosias podem ser definidas com base no tipo de informação em que o processamento está comprometido. Prosopagnosia define-se pela incapacidade de reconhecer rostos familiares, em casos mais graves o sujeito pode não ser capaz reconhecer qualquer tipo de rosto, incluindo o seu; cromotognosia entende-se pela incapacidade para nomear e discriminar cores; agnosia para objetos consiste na incapacidade de nomear objetos, seja através do objeto real ou através de imagens; alexia agnósica caracteriza-se pela incapacidade de processar palavras escritas. O comum a todos estes défices é a existência de lesões unilaterais, à esquerda ou à direita, ou bilaterais no córtex temporo-occipital (Gainotti, 2012).

Um tipo específico de agnosia visual, a prosopagnosia que consiste na incapacidade de reconhecer rostos, pode resultar de lesões unilaterais no HD (Tranel et al., 1997).

Tranel, Damasio e Damasio (1997) identificaram no seu estudo que lesões na região polar temporal do HD provocam comprometimentos no reconhecimento de pessoas conhecidas; lesões nas regiões mesiais occipitais no HD e HE em conjunto com lesões nas regiões ventrais temporais no HD comprometem o reconhecimento de animais; e lesões nas áreas de associação temporo-parieto-occipitais no HE comprometem o reconhecimento de ferramentas. Deste modo propuseram que estas áreas desempenham um papel intermediário ou mediador na recuperação de informação conceptual. Por sua vez, Stewart, Meyer, Frith e Rothwell (2001), concluíram que uma lesão na área de Brodmann 37 esquerda, correspondente à região occipitotemporal, compromete de forma crítica a nomeação de figuras em imagens, deixando sem alterações a leitura de palavras e pseudo-palavras, e a nomeação de cores.

Agnosia tátil

As lesões cerebrais que provocam este tipo de agnosia são geralmente unilaterais, acabando por afetar a mão do lado oposto ao da lesão (Gainotti, 2012), e encontram-se, por norma, no córtex sensorial (Bohlhalter, Fretz & Weder, 2002; Estañol, Baizabal-Carvalho, & Senties-Madrid, 2008). Alguns estudos (e.g. Estañol et al., 2008) concluíram que pacientes com lesões restritas ao córtex sensorial primário podem ser incapazes de reconhecer tanto as propriedades microgeométricas (textura) como as macrogeométricas (peso e forma) do objeto. Bohlhalter et al. (2002) defendem que o processamento da informação tátil passa por um conjunto de redes neuronais distribuídas pelo córtex parietal e que o processamento simultâneo e hierárquico de outras informações sensoriais depende da circunvolução parietal ascendente e do lobo parietal posterior (Bohlhalter et al., 2002; Băcilă & Păreanu, 2011), que é responsável por receber a informação proveniente das áreas corticais primária somatossensorial, visuais e motoras (Băcilă & Păreanu, 2011). O reconhecimento e a análise da forma do objeto estão mais dependentes do sulco intraparietal e da área visuo-tátil occipital lateral (LOtv), ao passo que a região insular é responsável pela transferência e integração da informação unimodal (como cor e consistência) referente ao mesmo. O córtex occipital lateral está envolvido no processo de reconhecimento tátil, fazendo o processamento de características que são comuns à percepção visual e tátil (Amedi, Kriegstein, et al., 2005).

Peltier et al. (2007) afirmam que a representação tátil do objeto ativa não só o córtex sensorial, mas também as áreas corticais visuais. Em estudos recentes (e.g. Amedi, Stern, et al., 2007; Amedi, Razb, Azulaya, Malachc & Zoharyb, 2010) foi possível verificar que o reconhecimento tátil de objetos implica a ativação de redes neuronais parieto-frontais, bem como da LOtv tanto em pessoas invisuais desde a nascença como em pessoas sem problemas de visão, o que mostra que não é necessário haver uma representação mental visual do objeto para evocar representações táteis nas áreas visuais (Amedi, Razb, et al., 2010). No seu estudo, Röder, Rösler e Spence (2004) concluíram que as pessoas invisuais que nasceram sem défices de visão têm menos capacidades de percepção tátil do que as pessoas que já nasceram invisuais. Os autores propõem que isto se deva ao facto de, ao longo do desenvolvimento, a capacidade de visão afetar de forma irreversível a percepção tátil.

As áreas cerebrais envolvidas na exploração tátil, quer se use as duas mãos quer se use apenas uma, são ativadas bilateralmente, nomeadamente o córtex occipital lateral (Amedi, Razb, et al., 2010; Peltier et al., 2007) e a parte posterior do rego de Rolando (Peltier et al., 2007).

Agnosia auditiva

A agnosia auditiva refere-se à incapacidade de reconhecer estímulos auditivos. No caso de essa incapacidade ser referente a estímulos linguísticos, trata-se de uma afasia de Wernicke. Entende-se por afasia a incapacidade de produção ou compreensão da linguagem oral em consequência de lesão cerebral (Manning, 2005), existindo três componentes essenciais para a sua especificação: a fluência verbal, a compreensão da linguagem oral e a repetição (Benson, 1993). O paradigma das afasias é o acidente vascular cerebral (AVC) na artéria cerebral média, por norma, no HE (Manning, 2005).

A agnosia auditiva, ou afasia de Wernicke, caracteriza-se por uma capacidade de fluência verbal mantida, dificuldades de repetição e capacidade de compreensão drasticamente comprometida (Benson, 1993).

As lesões cerebrais bilaterais podem conduzir a agnosias auditivas aperceptivas, em que o sujeito deixa de conseguir compreender não só linguagem oral mas também outros estímulos auditivos (Buchtel & Stewart, 1989).

1.3.1.1. Processamento visual e reconhecimento de objetos

O sentido da visão está dependente do funcionamento do globo ocular e do nervo ótico, que é o II par de nervos cranianos e é responsável por conduzir os estímulos visuais e pelos sinais aferentes dos reflexos da pupila à luz e à acomodação. A luz entra no globo ocular através da pupila e a quantidade de luz que é recebida é regulada pela íris, funcionando como o diafragma de uma máquina fotográfica. Passa posteriormente pelo cristalino, uma lente biconvexa que com a sua curvatura atua na acomodação/focagem a várias distâncias. Quando a curvatura do cristalino diminui, aumenta a distância focal, sendo um processo necessário para a acomodação para ver ao longe; por sua vez quando esta curvatura aumenta, a distância focal é diminuída, permitindo a acomodação para ver ao perto. O reflexo pupilar de acomodação é, como o nome indica, um reflexo da pupila consoante a curvatura do cristalino. Quando a imagem chega à retina, situada na parte posterior do globo ocular, é projetada num tamanho reduzido e invertida (Almeida, 2010).

A capacidade de ver e identificar objetos é uma capacidade essencial em diversos comportamentos do ser humano, o que faz com que o processamento visual da forma de um objeto seja um dos propósitos mais relevantes do sentido da visão (Garrigan, 2012).

Sabe-se que a percepção visual é grandemente influenciada por elementos do estímulo como a textura e cor, no entanto a forma como o cérebro processa essa informação é ainda incerta (Anderson, 2000). Gilchrist (2015) considera que, para se reconhecer objetos, o sistema visual não tem necessidade de obter informações acerca da quantidade de luminosidade existente em cada objeto, apenas que objetos partilham da mesma luminosidade para serem percebidos como semelhantes. Se se considerar o caso das imagens ambíguas, tem-se um exemplo claro de como a percepção é alterada entre diversas interpretações, apesar de a informação sensorial se manter constante (Kornmeier & Bach, 2014).

Um dos modelos mais aceites hoje em dia para descrever o processamento visual é o modelo da Gestalt que assenta em quatro princípios fundamentais de organização perceptiva, que são válidos mesmo para estímulos nunca encontrados anteriormente: 1) proximidade, em que elementos que estão mais próximos uns dos outros tendem a ser percebidos como unidades; 2) semelhança, em que existe uma tendência natural para agrupar os elementos semelhantes; 3) continuidade, em que se considera que um elemento, quando intercetado por outro, continua, em vez de ser percebido como um elemento novo; e 4) fechamento, em que face a dois elementos aparentemente sobrepostos ou um elemento sem linhas contínuas, um indivíduo tem tendência a completar mentalmente o elemento (Anderson, 2000). Apesar desta capacidade aparentemente inata do ser humano em perceber um elemento fragmentado como completo, no caso do princípio do fechamento, estudos recentes (e.g. Garrigan, 2012), concluíram que existem vantagens no reconhecimento de estímulos cujos contornos estejam completos, i.e. contínuos e fechados, o que se supõe ser resultado de uma facilidade no processamento visual de estímulos nessas condições.

O ambiente visual é composto por estruturas globais, como é o caso de uma floresta, que resulta de um conjunto de partes singulares, como as árvores que constituem essa floresta (Beaucousin et al., 2011). A identificação visual de um objeto permite o ato de categorização e está dependente de um processamento perceptual e das suas respetivas representações mnésicas, que armazenam informação acerca da estrutura perceptual das classes de objetos conhecidas, ou familiares, e determinam a categoria a que esse objeto pertence (Schendan & Kutas, 2002).

1.3.2. Campos visuais

Os nervos óticos do olho direito e do olho esquerdo cruzam-se em frente à haste hipofisária, formando aí o quiasma ótico, e seguem pela fita ótica até ao lobo occipital, onde terminam na área 17 de Brodmann, situada nas margens do rego calcarino, e que corresponde ao córtex visual primário, ou V1 (Almeida, 2010).

Alguns autores (eg. Carlei & Kerzel, 2014) consideram que a direção do olhar influencia os processos cognitivos, propondo que o ser humano, inconscientemente, produz movimentos oculares sacádicos, não visuais, em determinadas direções e com determinadas frequências, de modo a aceder a certas áreas cerebrais com o intuito de facilitar alguns processos cognitivos, nomeadamente a memória.

O paradigma de campos visuais divididos, quando usado de forma adequada, tem demonstrado uma elevada eficácia no estudo da lateralização das funções cognitivas visuais (Hunter & Brysbaert, 2008).

Verma e Brysbaert (2011) realizaram um estudo em que apresentavam objetos de diferentes categorias semânticas no campo visual esquerdo e direito dos participantes. Deste modo puderam concluir que parece existir uma vantagem do CVD para o reconhecimento de objetos da categoria ferramentas, em indivíduos dextros, mas não encontraram diferenças significativas em relação ao reconhecimento dos restantes objetos. As ferramentas apresentadas correspondiam todas a tipos de objetos que são manipuláveis, o que pode levar a que sejam processadas não apenas em termos de identificação, mas também em termos de como podem ser usadas, levando à ativação de várias áreas corticais no HE e consequente vantagem do CVD para a identificação destas imagens. McAuliffe e Knowlton (2001) chegaram a uma conclusão semelhante ao identificar uma vantagem do CVE/HD na identificação de objetos e do CVD/HE na identificação de estímulos ortográficos, pelo que se evidencia que o HE apresenta vantagens no reconhecimento de palavras (Federmeier & Benjamin, 2005). No entanto, quando os tempos de latência entre a codificação e o reconhecimento aumentam, o HD demonstra uma maior vantagem ao produzir uma imagem mental da palavra. Estes resultados não se verificam, contudo, quando as palavras são mais abstratas, inviabilizando assim a criação de uma imagem mental correspondente (Oliveira, Perea, Ladera & Gamito, 2013).

Larson e Brown (1997) encontraram, no seu estudo, uma clara vantagem em termos de tempo de reação do CVD/HE em tarefas de correspondência de letras mais complicadas, e

apenas nas tarefas de correspondência de padrões mais simples se encontrava uma vantagem do CVE/HD.

1.3.3. Mecanismos atencionais

Os mecanismos atencionais são fundamentais para o funcionamento adequado das funções cognitivas, para a interação do indivíduo com o meio que o rodeia (Lima, 2005), para o processamento da informação recebida pelas várias vias sensoriais e para a memória (Caldas, 2000).

A atenção pode ser considerada com base em dois aspetos fundamentais: a seletividade e a intensidade. A seletividade é o aspeto que permite ao sujeito escolher entre o processo de atenção focada, ou seja, o foco da atenção ser direcionado para uma única tarefa; e o processo de atenção dividida, correspondente à divisão do estado de atenção por mais do que uma tarefa em simultâneo. Por sua vez, a intensidade está relacionada com o nível de vigília e de ativação da atenção, referente à capacidade que o indivíduo tem de manter a atenção durante o tempo necessário para a conclusão da tarefa (Caldas, 2000).

Em termos de especificação hemisférica para os mecanismos atencionais, o HD é responsável pela atenção para ambos os hemiespaços esquerdo e direito, tendo portanto mecanismos atencionais contralaterais e ipsilaterais, ao passo que o HE está apenas envolvido na atenção para o hemiespaço direito, tendo apenas mecanismos atencionais contralaterais (Almeida, 2010).

1.3.4. Memória

Não se pode considerar a memória como um processo unitário, uma vez que virtualmente todos os domínios cognitivos estão dependentes dos processos mnésicos para que possam funcionar corretamente. Estes processos são realizados em três fases que são responsáveis pelo processamento da informação: 1) a codificação, que se refere ao reconhecimento da informação; 2) armazenamento, responsável pela formação de traços mnésicos; e 3) recuperação, que se relaciona com a associação de um estímulo com a informação que foi previamente armazenada (Manning, 2005).

A memória a curto prazo, memória de trabalho (Manning, 2005), ou memória imediata (Paller, 2004) é um tipo de memória limitado e de curta duração na medida em que

apenas permite reter uma reduzida quantidade de informação, cerca de cinco a sete números, letras ou palavras (Manning, 2005), que necessita de ser recontada ou repetida constantemente pelo sujeito (Paller, 2004), e em que esta informação é retida apenas por poucos minutos (Manning, 2005).

A memória a longo prazo pode ser dividida entre memória implícita, ou não declarativa, e memória explícita, ou declarativa. À memória implícita, que se caracteriza por ser um tipo de memória não consciente, estão associados a memória procedimental, que está relacionada com as capacidades motoras e operações que não se relacionam com um tempo e espaço definidos; e o *priming*, que utiliza a experiência passada face a um determinado estímulo para condicionar o comportamento (Manning, 2005): o *priming* de objetos, por exemplo, advém das representações neurais que atuam, durante a exposição ao estímulo, na identificação do objeto (McAuliffe & Knowlton, 2009). Este, por sua vez, divide-se em *priming* conceptual, que implica uma alteração da representação conceptual de um estímulo e incita uma resposta mais rápida ou ajustada; e *priming* perceptual, que implica uma alteração de uma representação perceptual estimulando uma resposta mais rápida ou ajustada a um determinado estímulo (Paller, 2004), como é o caso dos objetos do quotidiano: um sujeito pode não ter a recordação do contacto que teve com aquele objeto previamente, porém, essa experiência prévia permitiu que o mesmo tenha sido codificado na memória (Zimmer & Ecker, 2010). A memória explícita, por seu lado, é um tipo de memória consciente e remete para a memória episódica, ou autobiográfica, onde são armazenadas as experiências de vida do indivíduo e que são passíveis de ser lembradas em termos de tempo e espaço; e memória semântica, que abrange a informação geral que o sujeito aprende acerca do mundo em que vive, mas sem que haja relação de tempo e espaço próprios (Manning, 2005).

Amnésia é o termo referente a quadros de perda de memória, e pode incidir sobre qualquer tipo de memória. No caso da amnésia referente à memória remota, esta pode ser 1) retrógrada, em que o sujeito torna-se incapaz de recordar acontecimentos previamente armazenados; ou 2) anterógrada, em que se observa uma perda da capacidade de aprendizagem e o sujeito deixa de ser capaz de memorizar nova informação (Almeida, 2010).

1.3.4.1. Memória de reconhecimento

A memória de reconhecimento é um tipo de memória declarativa (Manning, 2008; Zimmer & Ecker, 2010), episódica (Zimmer & Ecker, 2010), e é referente à capacidade que

um indivíduo tem de reconhecer um estímulo com o qual já tenha tido contacto previamente (Medina, 2008). Um dos modelos da memória de reconhecimento mais aceites e estudados hoje em dia é o modelo de processo dual, que considera que o reconhecimento é composto por recordação/lembrança e familiaridade (Medina, 2008; Rugg & Curran, 2007).

Entende-se por recordação uma situação em que o sujeito seja capaz de recordar características específicas acerca de um estímulo a que tenha sido exposto anteriormente (Medina, 2008; Zimmer & Ecker, 2010), bem como das características específicas dessa experiência como o contexto espaciotemporal (Zimmer & Ecker, 2010), sem que esse estímulo esteja presente (Medina, 2008). A familiaridade caracteriza-se como sendo uma forma simplificada do reconhecimento, ou seja, é referente à consciência que o indivíduo tem de que já encontrou aquele estímulo anteriormente, ainda que não tenha uma recordação consciente dos detalhes da situação (Medina, 2008; Zimmer & Ecker, 2010), e assim é capaz de identificar, de entre vários estímulos, aquele a que já foi submetido em detrimento de outros novos (Medina, 2008). Pode considerar-se a familiaridade como a informação que sustenta o reconhecimento quando não existe recordação (Rugg & Curran, 2007).

1.4. Pertinência do estudo

Além do estudo de pacientes com lesões cerebrais focais, a investigação da lateralização cerebral tem beneficiado bastante com estudos realizados com tarefas de campo visual dividido, que têm corroborado as teorias da dominância hemisférica. Alguns estudos (e.g. Kassuba et al., 2011; Verma & Brysbaert, 2011) conseguiram concluir que existe uma clara vantagem, relativa aos tempos de reação, do campo visual direito/hemisfério esquerdo para a identificação de objetos que se enquadrem na categoria de ‘manipuláveis’. Uma possível explicação para esta relação prende-se não só com a preferência manual, mas também com o tipo de interpretação que é feita destes objetos, visto que a sua identificação remete também para o planeamento de como podem ser usados, o que provoca a ativação de várias regiões corticais no hemisfério esquerdo (Verma & Brysbaert, 2011). Esta vantagem campo visual direito/hemisfério esquerdo também é particularmente evidente quando o estímulo visual representa letras ou palavras (Larson & Brown, 1997; Verma & Brysbaert, 2011). Por seu turno, foram encontradas vantagens do campo visual esquerdo/hemisfério direito no processamento em tarefas de correspondência de padrões visuais (Larson & Brown, 1997).

Segundo Băcilă e Poreanu (2011), o lobo parietal esquerdo é responsável pela memória e pensamento simbólico ou abstrato, e o direito pela memória e pensamento espacial. As lesões nestas áreas são responsáveis por várias manifestações neuropsicológicas tais como perturbações sensoriais.

Relativamente à capacidade de um sujeito para reconhecer estímulos a que foi exposto anteriormente, Nyhus e Curran (2009) defendem que tanto a informação semântica quanto a perceptual são importantes para a memória de reconhecimento, no sentido em que a informação semântica ajuda no processamento do estímulo e a informação perceptual no seu reconhecimento. Deste modo, ambas atuam sobre a memória de reconhecimento quer através de processos de familiaridade, quer de reconhecimento.

A consequência mais habitual das lesões direitas manifesta-se em quadros de hemi-inatenção, ou neglect, que se traduz na incapacidade de um sujeito reconhecer e processar a informação oriunda de um hemiespaço, que pode ser relativo ao seu próprio corpo ou ao espaço extracorporal. Por norma o neglect é dirigido para o hemiespaço esquerdo devido às especificações hemisféricas para os mecanismos atencionais (Almeida, 2010).

A globalidade das consequências das lesões no hemisfério direito ainda são pouco claras, pelo que mais estudos são necessários para uma melhor compreensão das funções específicas deste hemisfério e, deste modo, as disfunções consequentes de lesões cerebrais.

Capítulo 2 – Objetivos e Hipóteses

2.1. Objetivo geral

Uma vez que a generalidade dos estudos realizados acerca das assimetrias hemisféricas em tarefas de reconhecimento tem sido conduzida com recurso a estímulos visuais ortográficos, é ainda pouco claro o papel de cada hemisfério face a estímulos não-ortográficos. Deste modo, o objetivo geral deste estudo é compreender as assimetrias hemisféricas no reconhecimento de estímulos visuais não-ortográficos, com e sem conteúdo semântico, através de uma tarefa de campos visuais divididos e segundo um paradigma de memória de reconhecimento.

2.2. Objetivos específicos

Tendo em consideração o objetivo geral como sendo a compreensão global das assimetrias hemisféricas no reconhecimento de objetos, propõe-se como objetivos específicos a comparação entre os dois hemisférios:

- 1) Comparar o nível de ativação cognitiva entre o HD e o HE no reconhecimento de estímulos visuais com e sem conteúdo semântico.
- 2) Comparar os mecanismos e estratégias utilizados pelos dois hemisférios no reconhecimento de estímulos visuais, nomeadamente no que respeita à sequência temporal da recuperação de informação na memória declarativa de cada um dos hemisférios.

2.3. Hipóteses

Com base no que tem sido descrito na literatura científica acerca deste tema e na metodologia utilizada neste estudo, propõem-se as seguintes hipóteses:

- 1) A natureza mnésica da tarefa produz maior amplitude em potenciais evocados mais tardios em detrimento de outros mais precoces.
- 2) A tarefa de reconhecimento produz uma maior ativação nas regiões parietais.
- 3) Existem vantagens do CVD/HE para o processamento de estímulos visuais com conteúdo semântico (objetos).
- 4) Existem vantagens do CVE/HD para o processamento de estímulos visuais sem conteúdo semântico (não-objetos).
- 5) Existem vantagens do CVD/HE nos tempos de reação para o reconhecimento de objetos.
- 6) Existem vantagens do CVE/HD nos tempos de reação para o reconhecimento de não-objetos.

Capítulo 3 - Método

3.1. Amostra

Participaram neste estudo 29 voluntários, cujos critérios de inclusão foram 1) a idade mínima, todos os participantes tinham de ser maiores de 18 anos; 2) preferência manual direita, controlada através de questões como a mão preferencial para escrever, o pé

preferencial para chutar, por exemplo, uma bola e o olho preferencial na utilização, por exemplo, de um microscópio, tendo sido excluídos os voluntários que demonstraram ter lateralização esquerda ou não definida; 3) inexistência de danos cerebrais ou condições neurológicas relevantes; e 4) ausência de comprometimentos visuais significativos.

Dos 29 participantes iniciais foram excluídos 3 por não terem cumprido a instrução inicial de manter o olhar fixo no centro do monitor do computador, e 7 por impedâncias elevadas no registo da eletroencefalografia (EEG), ficando o número final de participantes reduzido a 19.

Dos 19 participantes finais 9 (47,4%) são do sexo feminino e 10 (52,6%) do sexo masculino (ver Tabela 1 do Apêndice I), com idades compreendidas entre os 19 e os 54 anos, sendo a sua média de idades de 29,16 (DP=8,428; ver Tabela 2 do Apêndice I). Ao nível da escolaridade um dos participantes (5,3%) tem o 1º ciclo do ensino básico completo, 5 (26,3%) tem o ensino secundário completo, e 13 (68,4%) completou pelo menos um ciclo do ensino superior (ver Tabela 3 do Apêndice I).

3.2. Materiais

Como estímulo foram utilizadas imagens que consistem em delineamentos acromáticos de figuras com conteúdo semântico, facilmente identificáveis como objetos, e outras sem conteúdo semântico, correspondentes a formas mais abstratas chamadas de não-objetos, semelhantes entre si em termos de tamanho, forma, e contorno. Estas imagens foram selecionadas de uma base de dados pré-existente, criada no Laboratório de Psicologia Experimental da Universidade de Leuven, na Bélgica, por van Diepen e de Graef (1994), onde se podem encontrar desenhos delineados de 30 cenários, 252 objetos e 42 não-objetos. Desta base de dados original foram retirados 45 objetos – 15 de interferência, 15 para CVD e 15 para CVE – e 42 não-objetos – 12 de interferência, 15 para CVD e 15 para CVE – para utilizar neste estudo (ver Anexo I).

A apresentação foi feita num monitor de 17” com resolução de 1024x768px.

Para o controlo ocular do ponto de fixação foi usado o equipamento de Eyetracking, *software Tobii*, e os potenciais evocados foram registados através de equipamento *BrainAmp Standard*, de *BrainProducts*, com 21 canais, tendo estes sido posteriormente reduzidos para 12 canais devido a complicações técnicas (ver Apêndice II)

3.3. Medidas de avaliação

Neste estudo foram utilizadas medidas de avaliação psicofisiológica, de controlo ocular e medidas comportamentais.

A avaliação psicofisiológica foi realizada através de EEG, por potenciais evocados (ERP), e o controlo ocular foi feito através de eyetracking para confirmar a direção do olhar dos participantes. As respostas comportamentais, constituídas pelo número de acertos e erros, e tempo de reação no reconhecimento das imagens, foram recolhidas através do *SuperLab* v4.0.5, *software* usado para o desenho da experiência.

3.4. Procedimento

Este estudo tem um carácter observacional e transversal, no qual foi realizada uma experiência para aferir as assimetrias hemisféricas no reconhecimento de estímulos visuais com e sem conteúdo semântico.

Na experiência é pedido ao participante que, numa primeira fase – fase de estudo –, não desvie o olhar do centro do monitor do computador, onde está presente uma cruz em que o sujeito deve fixar o olhar, ponto de fixação, enquanto são apresentadas imagens alternadamente tanto no seu campo visual esquerdo como no direito, sendo estas imagens apresentadas a uma amplitude de cerca de 3° do centro do ecrã com a duração de 200ms. Esta duração foi definida com base em evidências encontradas na literatura (e.g. Walker & McSorley, 2006) que defendem que os indivíduos são incapazes de iniciar movimentos oculares num espaço de 200ms tendo um ponto de fixação prévio.

Após a apresentação de todas as figuras é requerido ao participante que faça um cálculo mental durante um período de 5 minutos, tarefa distratora, para que depois se proceda à evocação das imagens. Nesta segunda fase, fase de teste, são apresentadas as mesmas figuras, desta vez no centro do ecrã, juntamente com outros objetos e não-objetos que não tenham sido previamente apresentados durante a fase de estudo. A cada imagem que é apresentada é pedido ao sujeito que responda, através de um teclado, se já a tinha ou não visto no decorrer da experiência.

Foi controlada a iluminação da sala, bem como a distância do participante ao monitor, de cerca de 60cm.

No decorrer da experiência o sinal EEG foi gravado ininterruptamente através do *software BrainVision (BV) v1.05 (BrainAmp Standard from Brain Products, GmbH)*, com

recurso a elétrodos Ag/AgCl e de acordo com o sistema internacional 10-20, usando uma referência mastoide esquerda e uma amostragem de sinal de 1000Hz. Foi ainda aplicado um filtro de rejeição de banda aos dados a serem gravados durante todo o registo e as impedâncias de entrada foram mantidas abaixo dos 10 k Ω através de uma preparação cuidadosa do escalpe.

3.5. Processamento de dados

A análise dos ERP teve início com a exportação dos ficheiros do *BV* para *EEGLAB* v.12 com base em *MATLAB*, onde foi aplicado um filtro FIR High-pass de 0.5Hz.

Para remover a influência dos movimentos oculares foi aplicada uma análise em componentes independentes com algoritmo SOBI, procedimento que permite a deteção de ruído associado aos movimentos oculares e de pestanejar. Deste modo, os componentes com maior ativação frontal foram removidos.

Os ficheiros foram posteriormente exportados para o *BV* para se proceder à segmentação e cálculo dos ERP, tendo sido a segmentação feita para cada condição experimental.

Relativamente ao cálculo dos ERP, este foi realizado com uma *baseline* correspondente a -500 ms antes da apresentação do estímulo e 1000 ms após a apresentação. Para cada condição experimental foram calculados o P100, para um intervalo temporal de 80ms a 150ms, conforme sugerido por Jemel, George, Olivares, Fiori e Renault (1999); o N200, entre 150ms e 250ms; P300, entre 250ms e 500ms; e componente positivo tardio (LPC), entre 500ms e 1000ms.

Apesar de não existir uma distinção clara na literatura (Domahs, Knaus, Shanawany & Wiese, 2014; Frodl-Bauch, Bottlender & Hegerl, 1999) entre P300 e LPC, optou-se por diferenciá-los neste estudo para discriminar alterações que pudessem ocorrer mais tardiamente, i.e., com mais de 500ms.

Procedeu-se, em seguida, à exportação dos dados para SPSS para a sua análise estatística.

Capítulo 4 – Resultados

4.1. Análise estatística

Foi utilizado o teste ANOVA de Medições Repetidas com 2 fatores intrasujeitos: categoria (Objeto vs. Não-objeto) e campo visual da apresentação (Direito vs. Esquerdo).

4.2. Resultados

Após a análise dos dados, foram encontradas diferenças significativas, ou com tendência para a significância, para o efeito de interação entre categoria e campo visual (CV) em LPC, nos elétrodos Fz, P3 e Pz, correspondentes à região parietal posterior esquerda; e em P300, nos elétrodos C3 e P3, referentes à região parietal anterior esquerda.

LPC (ver Apêndice III)

Elétrodo P3

O teste ANOVA revelou uma tendência para efeito de interação ($F(1, 18)=4,074$; $p=0,059$) para categoria e CV em LPC no elétrodo P3, como se pode verificar através do Gráfico 1. Esta tendência para efeito de interação foi explorado através das comparações múltiplas com correção Bonferroni que revelou uma diferença com tendência para a significância entre objetos e não-objetos no CVE.

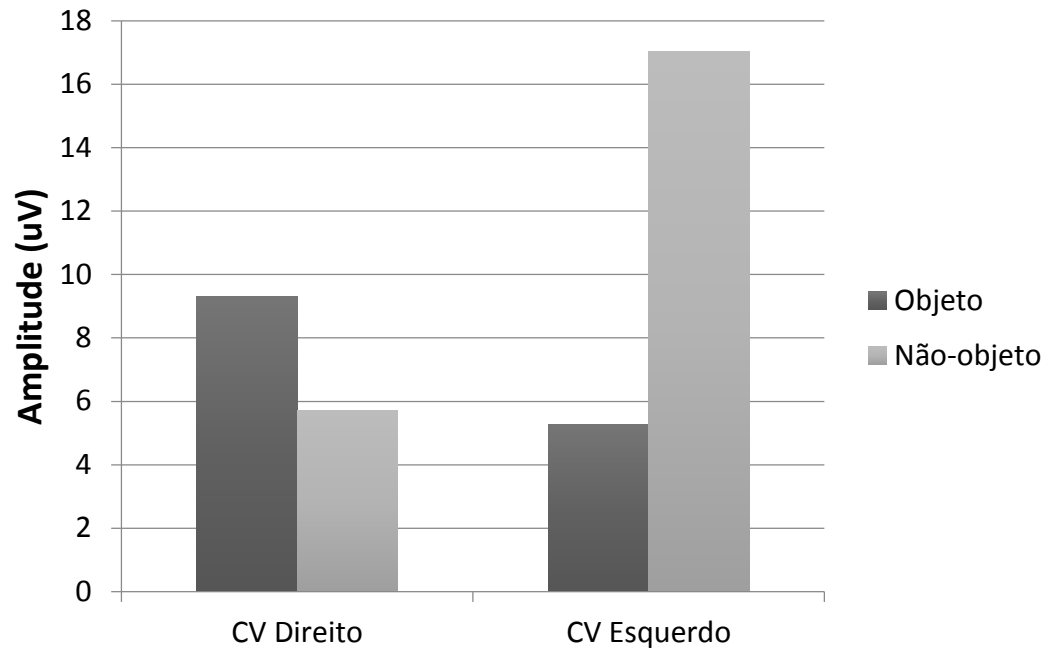


Gráfico 1 – Tendência para efeito de interação ($F(1, 18)=4,074$; $p=0,059$) entre categorias e campos visuais em LPC no eletrodo P3.

Elétrodo Fz

Foi encontrado um efeito de interação ($F(1, 18) = 6,373$; $p = 0,021$) entre categoria e CV em LPC no eletrodo Fz, ilustrada no Gráfico 2 (ver Tabela 5 no Apêndice III). Este efeito de interação foi explorado através das comparações múltiplas com correção Bonferroni que revelou uma diferença significativa entre objetos e não-objetos no CVE ($p < .05$).

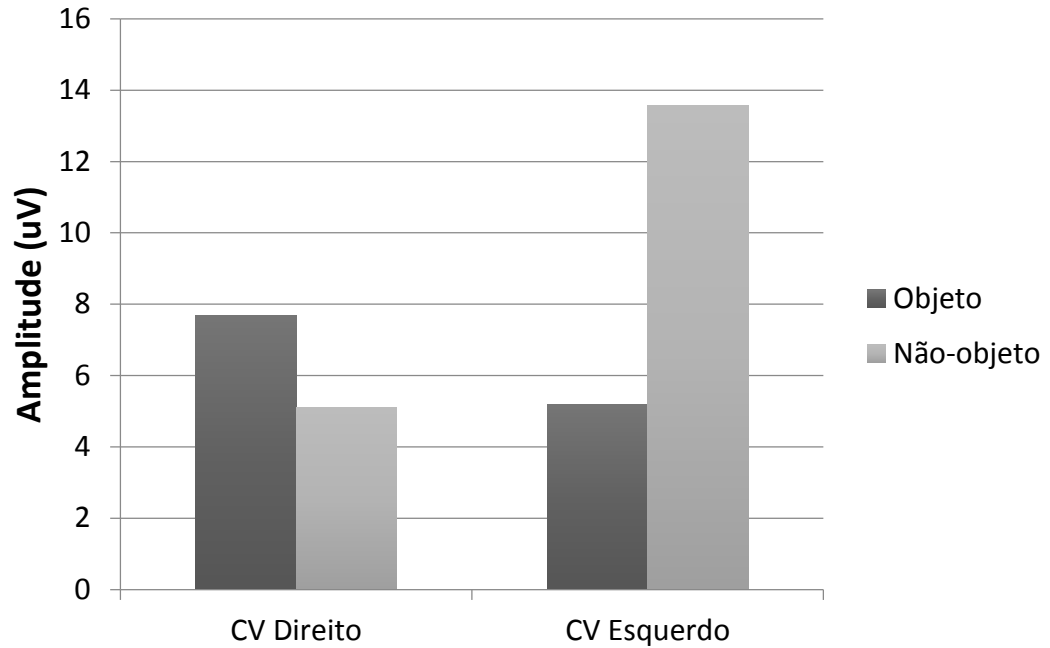


Gráfico 2 - Efeito de interação ($F(1, 18) = 6,373$; $p = 0,021$) entre categorias e campos visuais em LPC no eletrodo Fz.

Eléttrodo Pz

Verificou-se um efeito de interação ($F(1, 18) = 6,929$; $p = 0,017$) entre categoria e CV em LPC no eletrodo Pz, como se pode observar no Gráfico 3 (ver Tabela 6 no Apêndice III). Este efeito de interação foi explorado através das comparações múltiplas com correção Bonferroni que revelou uma diferença significativa entre objetos e não-objetos no CVE ($p < .05$).

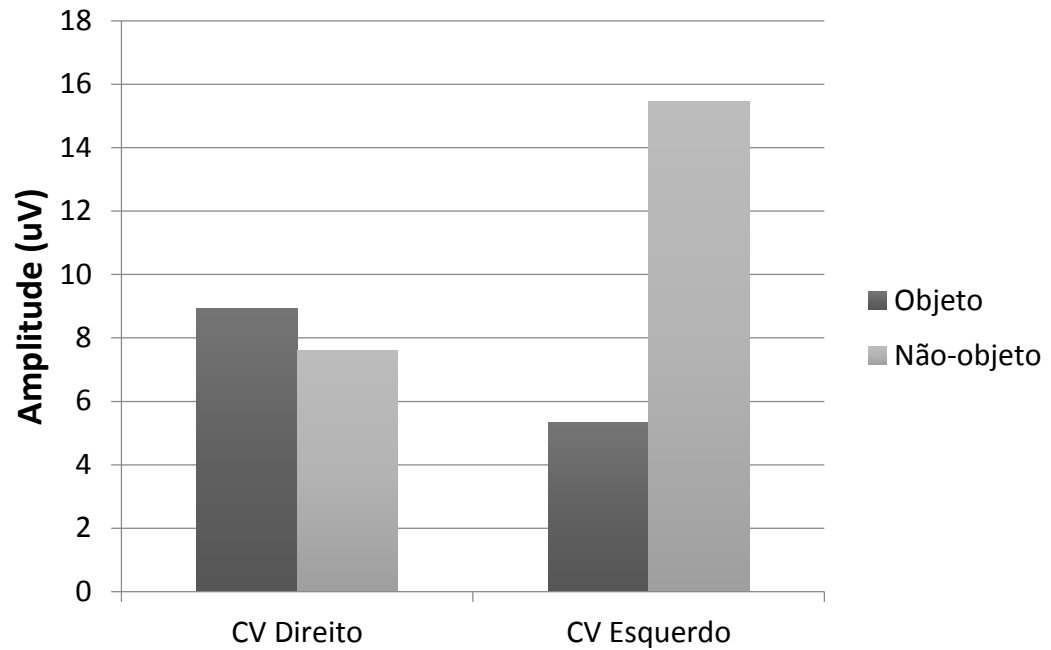


Gráfico 3 - Efeito de interação ($F(1, 18) = 6,929$; $p = 0,017$) entre categorias e campos visuais em LPC no eletrodo Pz.

P300 (Ver Apêndice IV)

Eléttrodo C3

O teste ANOVA revelou um efeito de interação ($F(1, 18) = 4,856$; $p = 0,041$) entre categoria e CV em P300 no eletrodo C3, conforme se pode observar no Gráfico 4 (ver Tabela 7 no Apêndice IV). Este efeito de interação foi explorado através das comparações múltiplas com correção Bonferroni que revelou uma diferença significativa entre objetos e não-objetos no CVD ($p < .05$).

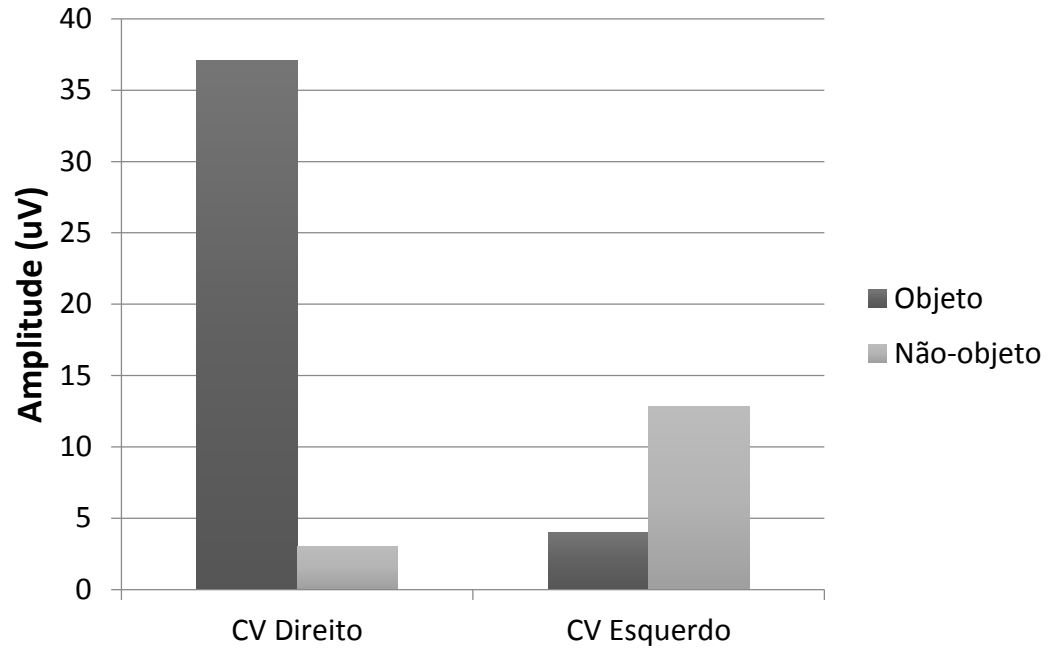


Gráfico 4 - Efeito de interação ($F(1, 18) = 4,856$; $p = 0,041$) entre categorias e campos visuais em P300 no eletrodo C3.

Eléttrodo P3

Foi verificada uma tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 4,218$; $p = 0,055$) entre categoria e CV no eletrodo P3 em P300, ilustrada no Gráfico 5 (ver Tabela 8 no Apêndice IV). Esta tendência para efeito de interação foi explorado através das comparações múltiplas com correção Bonferroni que revelou uma diferença com tendência para a significância entre objetos e não-objetos no CVE.

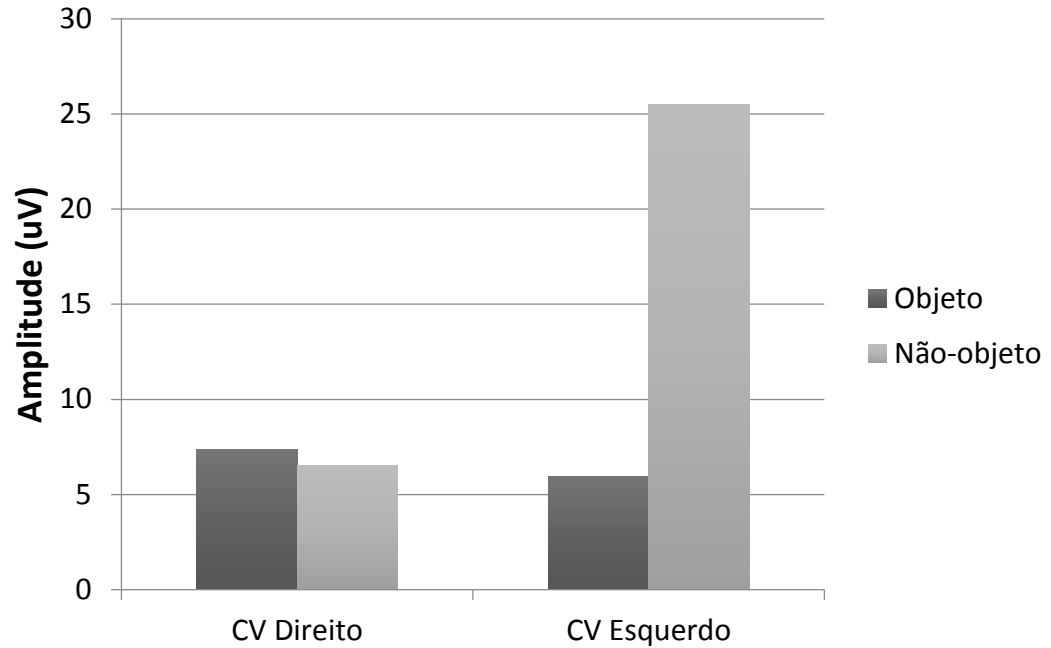


Gráfico 5 - Efeito de interação $F(1, 18) = 4,218$; $p = 0,055$ entre categorias e campos visuais em P300 no eletrodo P3.

Não foram encontradas diferenças significativas para P100 e N200.

Respostas comportamentais

Relativamente às respostas comportamentais (ver Apêndice V), encontrou-se um efeito principal de categoria ($F(1, 18) = 13,807$; $p = 0,002$), sendo o número de acertos em objetos significativamente superior ao número de acertos em não objetos, independentemente do CV, conforme se pode observar no Gráfico 6.

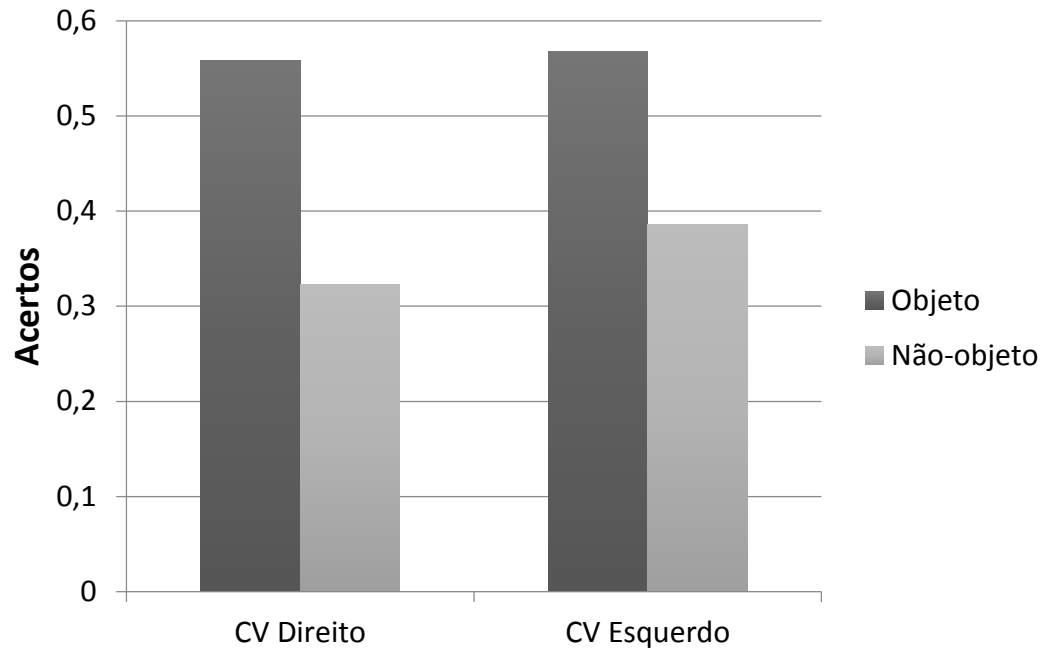


Gráfico 6 - Efeito principal de categoria ($F(1, 18) = 13,807$; $p = 0,002$) para respostas comportamentais de Acertos

Não foram encontradas diferenças significativas no que respeita os tempos de reação.

Capítulo 5 – Discussão de Resultados

Os objetivos iniciais deste estudo foram cumpridos, no entanto nem todas as hipóteses colocadas foram confirmadas. Foi possível confirmar as hipóteses referentes aos resultados psicofisiológicos, i.e. maior amplitude em potenciais mais tardios, maior ativação parietal e vantagens do CVD/HE no processamento de objetos e do CDE/HD no processamento de não-objetos; contudo, as hipóteses alusivas às respostas comportamentais, i.e. vantagens nos tempos de reação do CVD/HE no reconhecimento de objetos e do CVE/HD no reconhecimento de não objetos, foram infirmadas.

Analisando os resultados obtidos referentes aos ERP, verificou-se uma maior relevância em P300 e LPC, o que vai de acordo com o esperado visto que estes potenciais se relacionam com tarefas de reconhecimento de palavras e objetos (Guo, Duan, Li & Paller, 2006). Estes dois potenciais, no geral, apresentam resultados muito semelhantes entre si, o que vai ao encontro da literatura que os considera como um só, ou que assume o LPC como sendo um caso particular do P300 (Polich, 2007; Wang et al., 2014).

Não foram encontrados resultados significativos para os potenciais P100 e N200, o que corresponde às expectativas iniciais, visto tratarem-se de potenciais mais precoces e associados ao processamento sensorial (Li, Yang, Sun, & Wu, 2015), não a processamentos cognitivos complexos. A manipulação experimental deste estudo envolve processos mnésicos que estão relacionados com processos e potenciais cognitivos de maior complexidade, como é o caso do P300 e do LPC, potenciais mais tardios, onde, de facto, se verificou a maior ativação. Estes potenciais têm sido relacionados com processos cognitivos tais como memória de trabalho, atenção, funções executivas (van Dinteren, Arns, Jongsma & Kessels, 2014) e tarefas de reconhecimento, nomeadamente ao nível da familiaridade (Voss, Lucas & Paller, 2009), tendo o P300 sido vastamente utilizado, desde a sua descoberta, com o intuito de clarificar os substratos neuronais alusivos à cognição. Considera-se atualmente que o P300 seja composto por vários componentes que denotam uma cascata de processamentos de informação sempre que se verifique o recurso a processos atencionais ou mnésicos (Polich, 2007).

Os elétrodos com maior ativação em P300 – C3 e P3 – e LPC – P3, Fz e Pz – corroboram as conclusões de outros estudos que relacionam a memória com o lobo parietal (e.g. Băcilă & Pereanu, 2011; Voss & Paller, 2009), nomeadamente a memória explícita, onde se enquadra a memória de reconhecimento, e cujos correlatos de ERP incitam variações nos elétrodos parietais em componentes mais tardios (Voss & Paller, 2009), particularmente em LPC (Voss, Lucas & Paller, 2012), que corresponde ao paradigma da memória de reconhecimento (Olichney et al., 2000). Os resultados obtidos vão ao encontro de outros estudos (e.g. Paller, Voss & Boehm, 2007; Rugg & Curran, 2007) onde foi encontrado um padrão onde o efeito parietal a 400-800ms – consistente com os elétrodos P3 e Pz em LPC – e o efeito frontal posterior a 300-500ms – consistente com o elétrodo C3 em P300 – se relacionam com a memória de reconhecimento.

Foi encontrado um efeito de interação entre as variáveis categoria, i.e. objetos e não-objetos, e campo visual da apresentação, direito e esquerdo. Este efeito comprova que existe uma maior amplitude de potencial quando os objetos são apresentados no CVD/HE e uma maior amplitude quando os não-objetos são apresentados no CVE/HD (ver Apêndice VI). Estes resultados vão de acordo com os resultados previstos, visto que se esperava uma maior vantagem do HD para a análise da forma sem conteúdo semântico associado, e do HE para a identificação desse conteúdo quando existente.

Apesar destes resultados não serem coincidentes com os obtidos nas respostas comportamentais, na medida em que não foram encontradas vantagens relativas aos campos visuais na proporção de acertos ou tempos de reação, sugerem que existem claras vantagens ao nível do processamento da informação nos pares CVD/HE e CVE/HD.

Ao nível das respostas comportamentais não foram encontrados resultados significativos à exceção do número de acertos em função da categoria. Verificou-se uma maior proporção de acertos na categoria objetos do que em não-objetos. Estes resultados são parcialmente concordantes com os de Verma e Brysbaert (2015) onde não foram encontradas diferenças significativas relativas ao reconhecimento de objetos consoante o campo visual, contudo vão contra os resultados dos mesmos autores (Verma & Brysbaert, 2011; Verma & Brysbaert, 2015) que encontraram vantagens do CVE no reconhecimento de não-objetos.

Não foram verificadas diferenças significativas referentes a estes tempos. No entanto, verificou-se que os tempos de reação são mais elevados do que o que seria esperado, tendo os participantes levado em média três segundos a responder, independentemente da categoria. Uma possível explicação para este resultado, bem como para a proporção de acertos, prende-se com o facto de a maior parte dos participantes ter participado no estudo em horário pós-laboral, após um dia de trabalho. Esta justificação pode, até certo ponto, ser corroborada pela observação dos registos de EEG dos participantes durante a tarefa, onde foi possível encontrar ondas *alpha* bastante claras em alguns dos casos. O cansaço e fadiga associados a estas condições podem ter influenciado em grande parte estes tempos de reação, uma vez que estes tendem a ser cada vez mais lentos quanto mais cansado estiver o sujeito (Sabzi, Hasanvand & Roozbahani, 2014), assim como na atenção e consequente capacidade de memória (Johansson & Ronnback, 2014), em particular a memória de trabalho (Maroti, Westerberg, Saury, & Bileviciute-Ljungar, 2015).

Limitações e Sugestões Futuras

Foram encontradas várias limitações no decorrer deste estudo, nomeadamente ao nível da recolha da amostra. Visto o laboratório só estar em funcionamento durante os dias semanais úteis, a maior parte dos participantes realizou a experiência em horário pós-laboral, após um dia de trabalho. Este fator contribuiu para o cansaço e fadiga dos voluntários, o que pode ter influenciado alguns resultados.

O facto de os participantes terem de se deslocar ao laboratório e por a preparação da recolha ser um processo demorado, levou a algumas desistências, o que se refletiu num reduzido número de participantes.

Durante o estudo ocorreram ainda algumas complicações técnicas que determinaram a redução de 21 canais EEG para apenas 12. Esta redução não teve particular influência nos resultados obtidos, no entanto condicionou algumas conclusões que não puderam ser mais exploradas.

Além dos fatores cansaço e fadiga deviam ter sido levados em consideração fatores atencionais e emocionais dos participantes, que, caso existam, podem também condicionar alguns resultados.

Sugere-se que, em estudos futuro, se tentem minimizar parte destas limitações, nomeadamente que seja incluída uma medida de rastreio de índices depressivos e uma medida de comprometimentos atencionais, e que seja controlado o horário de recolha da amostra para reduzir os efeitos de cansaço e fadiga.

Conclusão

Em sùmula, verificou-se uma maior amplitude de P300/LPC nas regiões parietais, o que é congruente com o paradigma da memória de reconhecimento descrito na literatura. Apesar de não se ter encontrado uma vantagem clara, em termos de tempos de reação do CVE/HD e CVD/HE, esta vantagem foi encontrada no que respeita ao processamento da informação.

O facto de os resultados não estarem completamente em concordância com o que era esperado, fomenta a noção de que existem ainda alguns mecanismos cognitivos associados ao reconhecimento de objetos que carecem de ser explorados na sua globalidade.

A revisão de literatura efetuada para este estudo revelou algumas lacunas relativas a esta temática, que revelou ser uma área ainda pouco investigada e para a qual são necessários mais estudos com o intuito de se conhecer mais aprofundadamente estes mecanismos e de se conseguir uma maior compreensão e clareza acerca dos défices resultantes de um cenário de lesão cerebral adquirida, a sua progressão e prognóstico.

Referências Bibliográficas

- Afifi, A. K., & Bergman, R. A. (2005). *Functional neuroanatomy: text and atlas*. (2nd ed.). New York: McGraw-Hill.
- Almeida, L. B. (2010). *Introdução à neurociência: arquitetura, função, interações e doença do sistema nervoso*. Lisboa: Climepsi.
- Amedi, A., Kriegstein, K., Atteveldt, N. M., Beauchamp, M. S., & Naumer, M. J. (2005). Functional imaging of human crossmodal identification and object recognition. *Experimental Brain Research*, 166, 559-571.
- Amedi, A., Razb, N., Azulaya, H., Malachc, R., & Zoharyb, E. (2010). Cortical activity during tactile exploration of objects in blind and sighted humans. *Restorative Neurology and Neuroscience*, 28, 143-156.
- Amedi, A., Stern, W. M., Camprodon, J. A., Bermpohl, F., Merabet, L., Rotman, S., ... Pascual-Leone, A. (2007). Shape conveyed by visual-to-auditory sensory substitution activates the lateral occipital complex. *Nature Neuroscience*, 10(6), 687-689.
- Anderson, J. R. (2000). *Cognitive psychology and its implications*. (5th ed.). New York: Worth Publishers.
- Băcilă, C., & Poreanu, M. (2011). Anatomico-clinical correlations (neurological and psychopathological) in the cerebro-vascular disease. *Acta Medica Transilvanica*, 2(4), 293-296.
- Banich, M. T., & Belger, A. (1990). Interhemispheric interaction: how do the hemisphere divide and conquer a task. *Cortex*, 26, 77-94.
- Bauer, R.M. (2006). The Agnosias. In P.J. Snyder, P.D. Nussbaum, & D.L. Robins (Eds.). *Clinical neuropsychology: a pocket handbook for assessment*. (2nd Ed). Washington: American Psychological Association.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2001). *Neuroscience: exploring the brain*. (2nd ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.
- Beaucousin, V., Cassotti, M., Simon, G., Pineau, A., Kostova, M., Houdé, O., & Poirel, N. (2011). ERP evidence of a meaningfulness impact on visual global/local processing: when meaning captures attention. *Neuropsychologia*, 49, 1258-1266.
- Benson, D. F. (1993). Aphasia. In K. M. Heilman, & E. Valenstein (Eds.). *Clinical neuropsychology*. New York: Oxford University Press.

- Bohlhalter, S., Fretz, C., & Weder, B. (2002). Hierarchical versus parallel processing in tactile object recognition: a behavioural–neuroanatomical study of aperceptive tactile agnosia. *Brain*, *125*(11), 2537-2548.
- Buchtel, H. A., Stewart, J. D. (1989). Auditory agnosia: aperceptive or associative disorder. *Brain and Language*, *37*, 12-25.
- Caldas, A. C. (2000). *A herança de Franz Josef Gall: o cérebro ao serviço do comportamento humano*. Lisboa: McGraw-Hill.
- Carlei, C., & Kerzel, D. (2014). Gaze direction affects visuo-spatial short-term memory. *Brain and Cognition*, *90*, 63-68.
- Cherry, B. J., Yamashiro, M., Anderson, E., Barrett, C., Adamson, M. M., & Hellige, J. B. (2010). Exploring interhemispheric collaboration in older compared to younger adults. *Brain and Cognition*, *72*, 218-227.
- Domahs, U., Knaus, J. A., Shanawany, H. E., & Wiese, R. (2014). The role of predictability and structure in word stress processing: an ERP study on cairene Arabic and a cross-linguistic comparison. *Frontiers in Psychology*, *5*, 1-18.
- Estañol, B., Baizabal-Carvallo, J. F., & Senties-Madrid, H. (2008). A case of tactile agnosia with a lesion restricted to the postcentral gyrus. *Neurology India*, *56*(4), 471-473.
- Federmeier, K. D., & Benjamin, A. S. (2005). Hemispheric asymmetries in the time course of recognition memory. *Psychonomic Bulletin & Review*, *12*(6), 993-998.
- Fonseca, R. P., Scherer, L. C., Oliveira, C. R., & Parente, M. A. M. P. (2009). Hemispheric specialization for communicative processing: neuroimaging data on the role of the right hemisphere. *Psychology and Neuroscience*, *2*(1), 25-33.
- Frodl-Bauch, T., Bottlender, R., & Hegerl, U. (1999). Neurochemical substrates and neuroanatomical generators of the event-related P300. *Neuropsychobiology*, *40*, 86-94.
- Gainotti, G. (2012). Agnosias: recognition disorders in patients with brain tumors. *Journal of Neuro-Oncology*, *108*, 257-260.
- Garrigan, P. (2012). The effect of contour closure on shape recognition. *Perception*, *41*, 221-235.
- Gazzaniga, M. S. (2000). Cerebral specialization and interhemispheric communication: does the corpus callosum enable the human condition? *Brain*, *123*(7), 1293-1326.
- Gilchrist, A. (2015). Theoretical approaches to lightness and perception. *Perception*, *44*, 339-358.

- Guo, C., Duan, L., & Paller, K. A. (2006). Distinguishing source memory and item memory: Brain potentials at encoding and retrieval. *Brain Research, 1118*, 142-154.
- Hunter, Z. R., & Brysbaert, M. (2008). Visual half-field experiments are a good measure of cerebral language dominance if used properly: evidence from fMRI. *Neuropsychologia, 46*, 316–325.
- Jemel, B., George, N., Olivares, E., Fiori, N., & Renault, R. (1999). Event-related potentials to structural familiar face incongruity processing. *Psychophysiology, 36*, 437-452.
- Johansson, B., & Ronnback, L. (2014). Evaluation of the mental fatigue scale and its relation to cognitive and emotional functioning after traumatic brain injury or stroke. *International Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2*(1), 1-7.
- Kahrimanovic, M., Tiest, W. M. B., & Kappers, A. M. L. (2011). Discrimination thresholds for haptic perception of volume, surface area, and weight. *Attention, Perception, & Psychophysics, 73*, 2649-2656.
- Kassuba, T., Klinge, C., Hölig, C., Menz, M. M., Ptito, M., Röder, B., & Siebner, H. R. (2011). The left fusiform gyrus trisensory representations of manipulable objects. *Neuroimage, 56*, 1566-1577.
- Kornmeier, J., & Bach, M. (2014). EEG correlates of perceptual reversals in Boring's ambiguous old/young woman stimulus. *Perception, 43*, 950-962.
- Larson, E. B., & Brown, W. S. (1997). Bilateral field interaction, hemispheric specialization and evoked potential interhemispheric transmission time. *Neuropsychologia, 35*(5), 573-581.
- Li, Q., Yang, H., Sun, F., & Wu, J. (2015). Spatiotemporal relationships among audiovisual stimuli modulate auditory facilitation of visual target discrimination. *Perception, 44*, 232-242.
- Lima, R. F. (2005). Compreendendo os mecanismos atencionais. *Ciências & Cognição, 6*, 113-122.
- Manning, L. (2005). *A neuropsicologia clínica: uma abordagem cognitiva*. Lisboa: Instituto Piaget.
- Maroti, D., Westerberg, A. F., Saury, J. M., & Bileviciute-Ljungar, I. (2015). Computerized training improves verbal working memory in patients with myalgic encephalomyelitis/chronic fatigue syndrome: a pilot study. *Journal of Rehabilitation Medicine, 47*, 1-4.

- McAuliffe, S. P., & Knowlton, B. J. (2001). Hemispheric differences in object identification. *Brain and Cognition, 45*, 119-128.
- McAuliffe, S. P., & Knowlton, B. J. (2009). The time course of object encoding. *Acta Psychologica, 132*, 312-220.
- Medina, J. J. (2008). The biology of recognition memory. *Psychiatric Times, 18*(9), 13-16.
- Nyhus, E., & Curran, T. (2009). Semantic and perceptual effects on recognition memory: evidence from erp. *Brain Research, 1283*, 102-114.
- Olichney, J. M., Petten, C. V., Paller, K. A., Salmon, D. P., Iragui, V. J., & Kutas, M. (2000). Word repetition in amnesia: electrophysiological measures of impaired and spared memory. *Brain, 123*, 1948-1963.
- Oliveira, J., Perea, M. V., Ladera, V., & Gamito, P. (2013). The roles of word concreteness and cognitive load on interhemispheric processes of recognition. *Laterality, 18*(2), 203-215. doi: 10.1080/1357650X.2011.649758
- Paller, K. A. (2004). Electrical signals of memory and of the awareness of remembering. *Current Directions in Psychological Science, 13*(2), 49-55.
- Paller, K.A., Voss, J. L., & Boehm, S. G. (2007). Validating neural correlates of familiarity. *Trends in Cognitive Science, 11*(6), 243-250.
- Peltier, S., Stilla, R., Mariola, E., LaConte, S., Hu, X., & Sathian, K. (2007). Activity and effective connectivity of parietal and occipital cortical regions during haptic shape perception. *Neuropsychologia, 45*, 476-483.
- Polich, J. (2007). Updating P300: an integrative theory of P3a and P3b. *Clinical Neurophysiology, 118*(10), 2128–2148. doi:10.1016/j.clinph.2007.04.019
- Röder, B., Rösler, F., & Spence, C. (2004). Early vision impairs tactile perception in the blind. *Current Biology, 14*, 121-124.
- Rugg, M. D., & Curran, T. (2007). Event-related potentials and recognition memory. *Trends in Cognitive Science, 11*(6), 251-257.
- Sabzi, A. M., Hasanvand, B., & Roozbahani, M. (2014). The effect of different intensity exercise-induced arousal on discriminative reaction time. *Journal of Psychology & Behavioral Studies, 2*(3), 99-104.
- Schendan, H. E., & Kutas, M. (2002). Neuropsychological evidence for two processing times for visual object identification. *Neuropsychologia, 40*, 931-945.

- St. George, M., Kutas, M., Martinez, A., & Sereno, M. I. (1999). Semantic integration in reading: engagement of the right hemisphere during discourse processing. *Brain, 122*, 1317-1325.
- Stewart, L., Meyer, B. U., Frith, U., & Rothwell, J. (2001). Left posterior BA37 is involved in object recognition: a TMS study. *Neuropsychologia, 39*, 1-6.
- Tranel, D., Damasio, H., & Damasio, A. R. (1997). A neural basis for the retrieval of conceptual knowledge. *Neuropsychologia, 35*(10), 1319-1327.
- Tyler, L. K., Wright, P., Randall, B., Marslen-Wilson, W. D., & Stamatakis, E. A. (2010). Reorganization of syntactic processing following left-hemisphere brain damage: does right-hemisphere activity preserve function. *Brain, 133*, 3396-3408.
- Van Diepen, P. M. J. & de Graef, P. (1994). *Line-drawing library and software toolbox*. Leuven: Laboratory of Experimental Psychology.
- Van Dinteren, R., Arns, M., Jongsma, M. L. A., & Kessels, R. P. C. (2014). Combined frontal and parietal P300 amplitudes indicate compensated cognitive processing across the life span. *Frontiers in Aging Neuroscience, 6*, 1-9.
- Verma, A., & Brysbaert, M. (2011). A right visual field advantage for tool-recognition in the visual half-field paradigm. *Neuropsychologia, 49*, 2342-2348.
- Verma, A., & Brysbaert, M. (2015). A validated set of tool pictures with matched objects and non-objects for laterality research. *Laterality, 20*(1), 22-48.
- Voss, J. L., & Paller, K. A. (2009). An electrophysiological signature of unconscious recognition memory. *Nature Neuroscience, 12*(3), 349-355.
- Voss, J. L., Lucas, H. D., & Paller, K. A. (2009). Conceptual priming and familiarity: different expressions of memory during recognition testing with distinct neurophysiological correlates. *Journal of Cognitive Neuroscience, 22*(11), 2638–2651.
- Voss, J. L., Lucas, H. D., & Paller, K. A. (2012). More than a feeling: pervasive influences of memory without awareness of retrieval. *Cognitive Neuroscience, 3*(3-4), 193-207.
- Walker, R., & McSorley, E. (2006). The parallel programming of voluntary and reflexive saccades. *Vision Research, 26*, 2082-2093.
- Wang, R., Dong, Z., Chen, X., Liu, R., Zhang, M., Wo, J., & Yu, S. (2014). Cognitive processing of cluster headache patients: evidence from event-related potentials. *The Journal of Headache and Pain, 15*(66), 1-7.

Zimmer, H. D., & Ecker, U. K. H. (2010). Remembering perceptual features unequally bound in object and episodic tokens: neural mechanisms and their electrophysiological correlates. *Neuroscience and Behavioral Reviews*, 34, 1066-1079.

APÊNDICES

APÊNDICE I: Tabelas de análise estatística da descrição dos participantes

Sexo

		Sexo			
		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
	Feminino	9	47,4	47,4	47,4
Valid	Masculino	10	52,6	52,6	100,0
	Total	19	100,0	100,0	

Tabela 1 - Tabela de distribuição dos participantes em função do sexo.

Idade

Statistics

Idade

N	Valid	19
	Missing	0
Mean		29,16
Std. Deviation		8,428
Minimum		19
Maximum		54

Tabela 2 - Tabela de média, desvio padrão, máximo e mínimo das idades dos participantes.

Escolaridade

Escolaridade

	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
1º Ciclo	1	5,3	5,3	5,3
Valid Ensino Secundário	5	26,3	26,3	31,6
Valid Ensino Superior	13	68,4	68,4	100,0
Total	19	100,0	100,0	

Tabela 3 - Tabela de distribuição dos participantes em função da escolaridade.

Apêndice II: Recolha de ERP com EEG

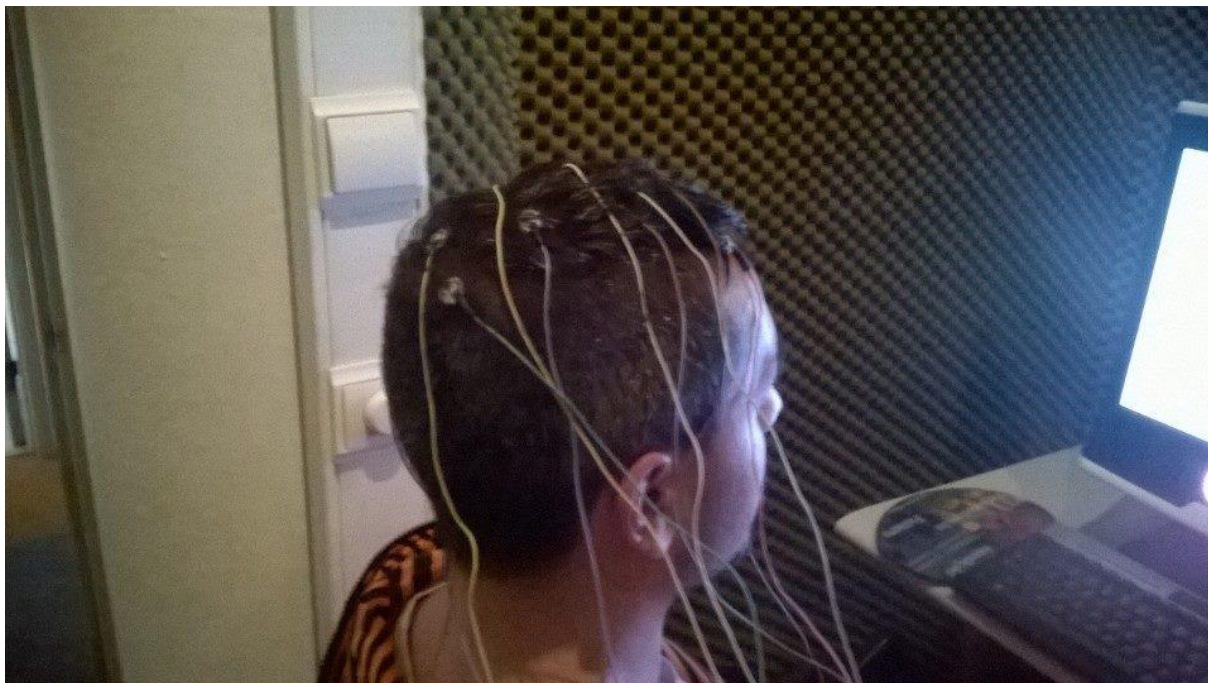


Figura 1 - Fotografia tirada a um dos participantes, ilustrativa do processo de recolha dos ERP, por EEG, com recurso a equipamento BrainAmp Standard, de BrainProducts, com 12 canais segundo o sistema internacional 10-20.

APÊNDICE III: Tabelas de análise estatística em LPC dos elétrodos P3, Fz e Pz

Eléttrodo P3

4. cat * vf

Measure: MEASURE_1

cat	vf	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Obj	D	9,297	3,427	2,097	16,497
	E	5,276	1,005	3,164	7,388
Nobj	D	5,716	,879	3,868	7,563
	E	17,042	5,126	6,273	27,812

Tabela 4 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18)=4,074$; $p=0,059$) entre campo visual e categoria no eléttrodo P3 em LPC

Eléctrodo Fz

4. cat * vf

Measure: MEASURE_1

cat	vf	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Obj	D	7,674	2,594	2,223	13,124
	E	5,187	1,153	2,764	7,609
Nobj	D	5,110	,768	3,496	6,723
	E	13,560	4,118	4,909	22,211

Tabela 5 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 6,373$; $p = 0,021$) entre campo visual e categoria no eléctrodo Fz em LPC

Eléctrodo Pz

4. cat * vf

Measure: MEASURE_1

cat	vf	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Obj	D	8,937	2,084	4,559	13,316
	E	5,340	,687	3,897	6,784
Nobj	D	7,612	,932	5,655	9,569
	E	15,447	3,066	9,006	21,887

Tabela 6 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 6,929$; $p = 0,017$) entre campo visual e categoria no eléctrodo Pz em LPC.

APÊNDICE IV: Tabelas de análise estatística em P300 nos elétrodos C3 e P3

Eléttrodo C3

4. cat * vf

Measure: MEASURE_1

cat	vf	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Obj	D	37,085	32,846	-31,923	106,093
	E	4,017	1,507	,850	7,184
nobj	D	3,052	,858	1,251	4,854
	E	12,813	5,600	1,048	24,578

Tabela 7 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 4,856$; $p = 0,041$) entre campo visual e categoria no eléttrodo C3 em P300

Eléctrodo P3

4. cat * vf

Measure: MEASURE_1

cat	vf	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
obj	D	7,362	3,222	,594	14,131
	E	5,949	1,411	2,983	8,914
nobj	D	6,520	1,302	3,785	9,255
	E	25,500	9,302	5,958	45,042

Tabela 8 - Tendência para efeito de interação ($F(1, 18) = 4,218$; $p = 0,055$) entre campo visual e categoria no eléctrodo P3 em P300

APÊNDICE V: Tabela de análise estatística das Respostas Comportamentais em Acertos

Acertos

4. cat * vf

Measure: MEASURE_1

cat	vf	Mean	Std. Error	95% Confidence Interval	
				Lower Bound	Upper Bound
Obj	D	,558	,065	,422	,694
	E	,568	,061	,439	,698
Nobj	D	,323	,063	,191	,455
	E	,386	,063	,254	,518

Tabela 9 - Efeito principal de categoria ($F(1, 18) = 13,807; p = 0,002$) para acertos.

APÊNDICE VI: Imagens relativas ao registo de EEG nos elétrodos C3, P3, Pz e Fz

As imagens que se seguem foram retiradas do registo EEG e correspondem aos elétrodos onde se verificaram as ativações mais significativas. A positividade da ativação encontra-se orientada verticalmente para a base da imagem, estando a escala do eixo vertical compreendida entre $-20\mu\text{V}$ e $+20\mu\text{V}$.

Eléctrodo C3 para a categoria Não-objeto

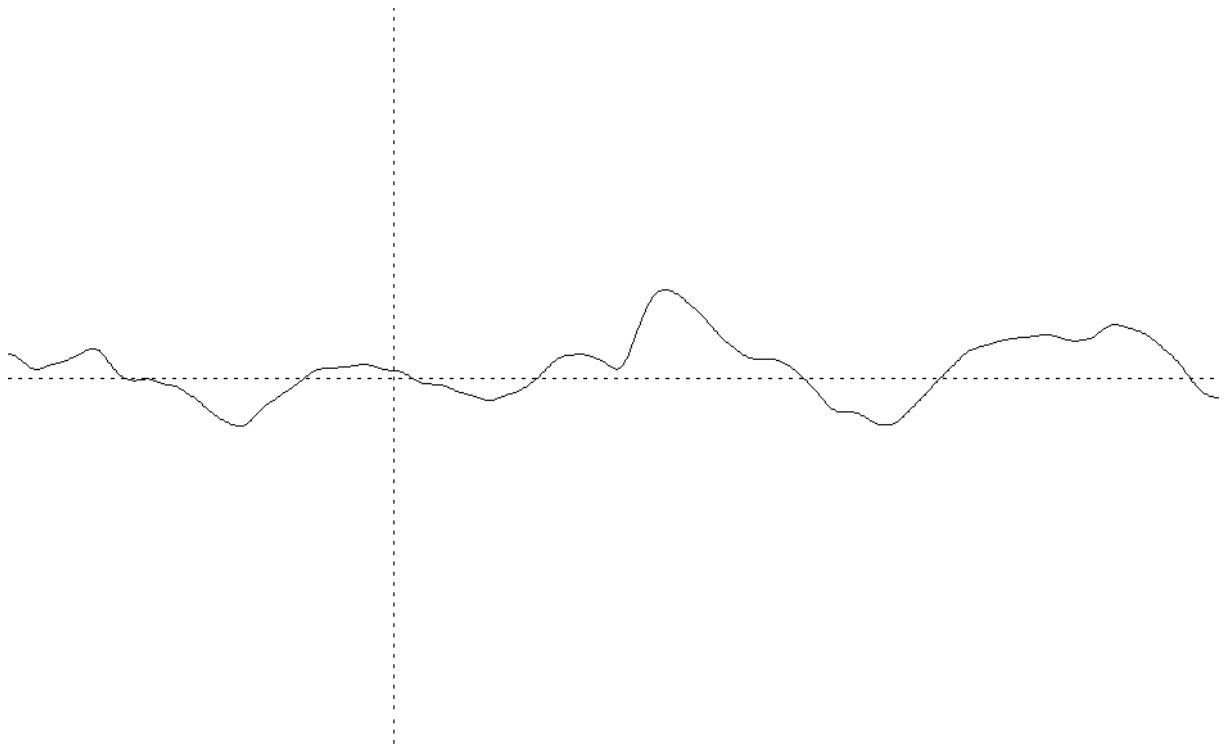


Figura 2 - C3, não-objeto, CVE

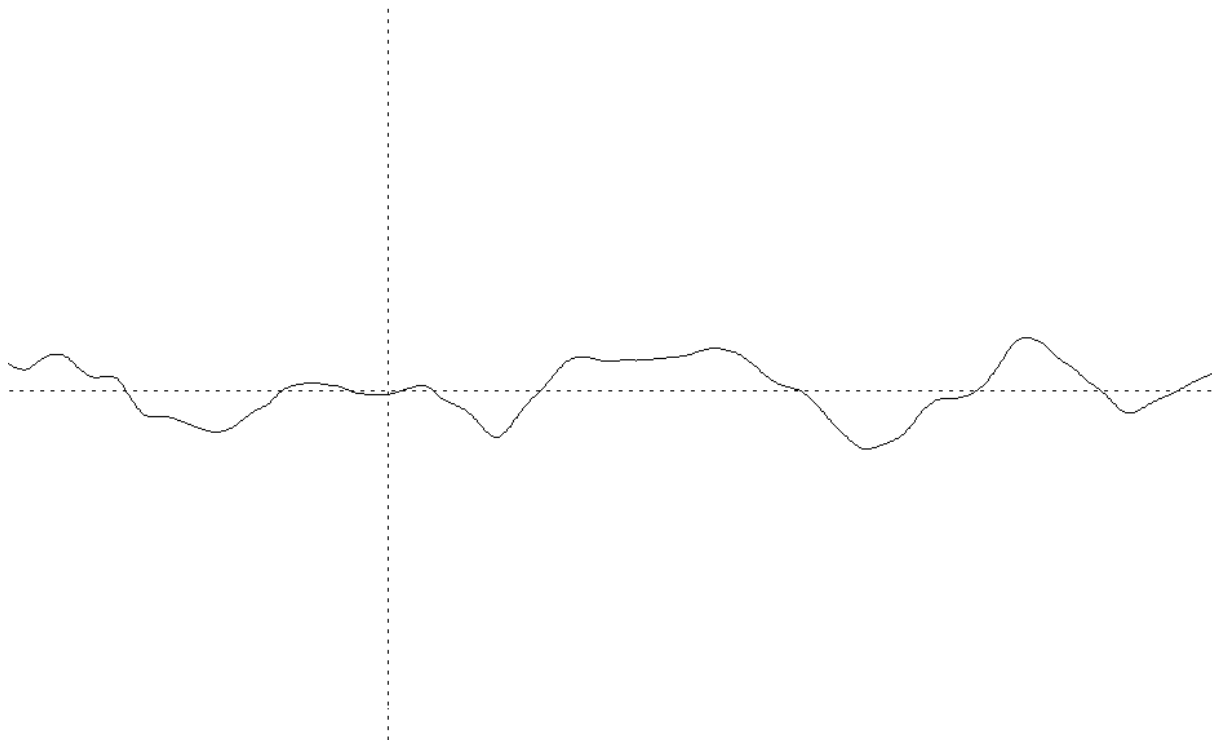


Figura 3 - C3, não-objeto, CVD

Eléctrodo C3 para a categoria Objeto

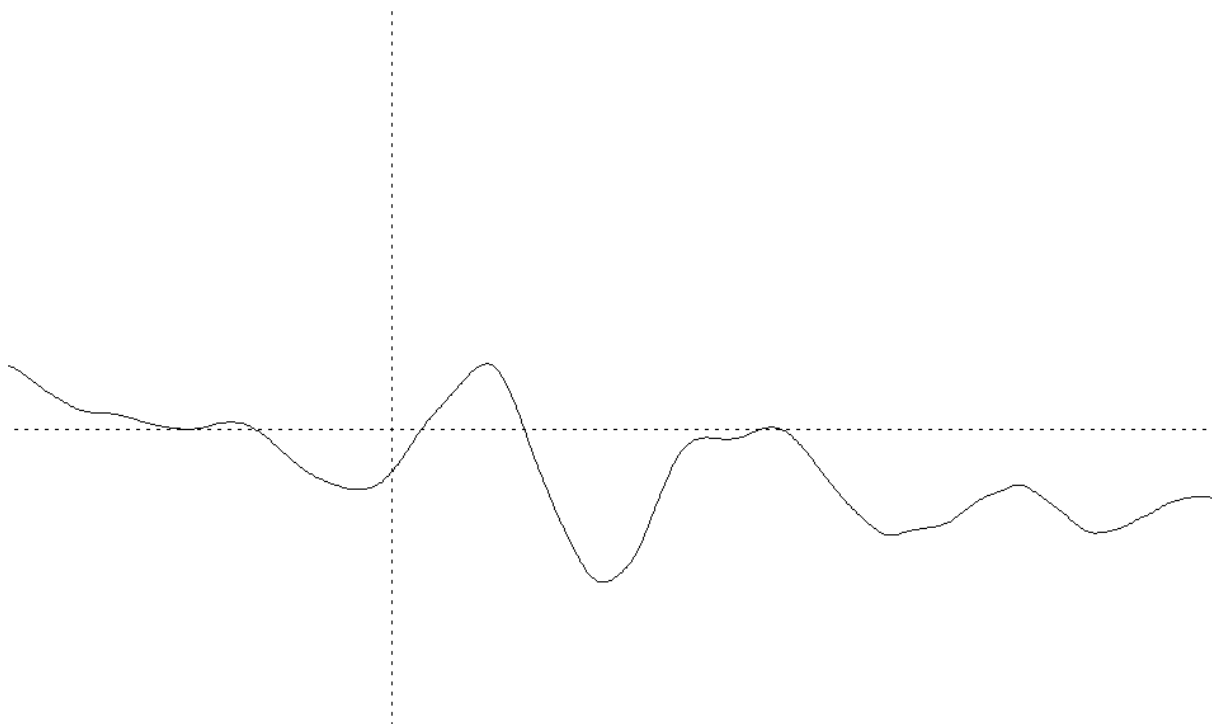


Figura 4 - C3, objeto, CVE

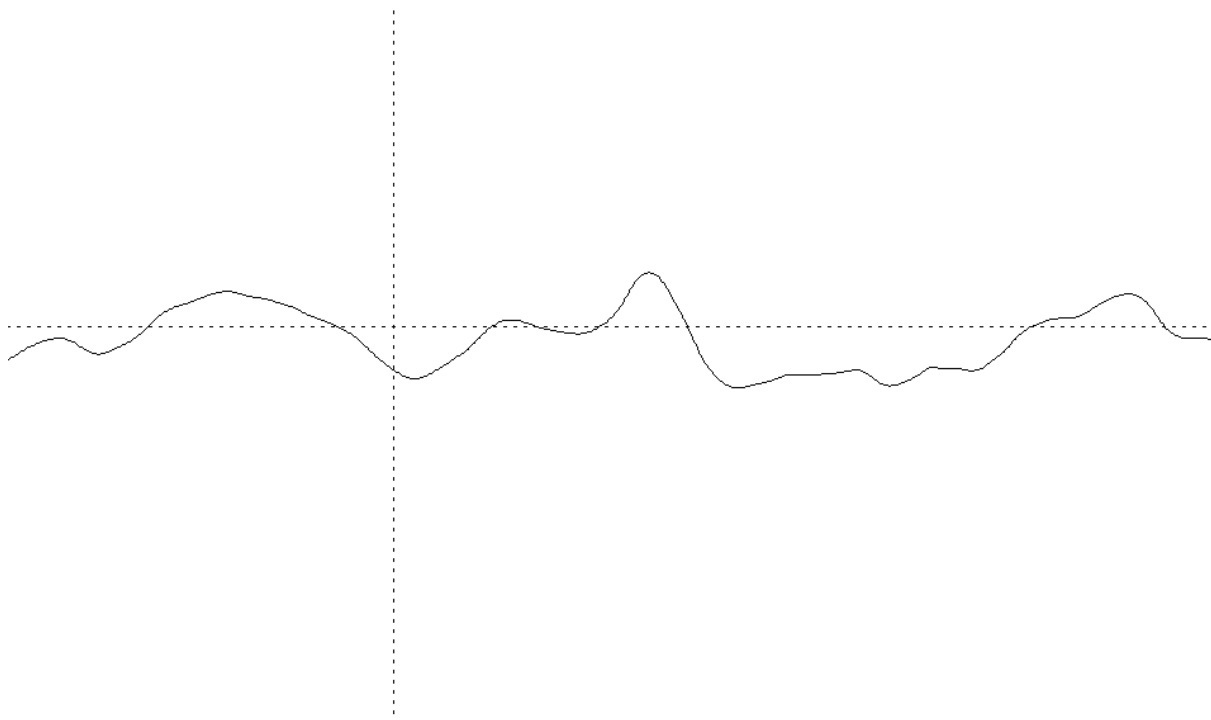


Figura 5 - C3, objeto, CVD

Eléctrodo P3 para a categoria Não-objeto

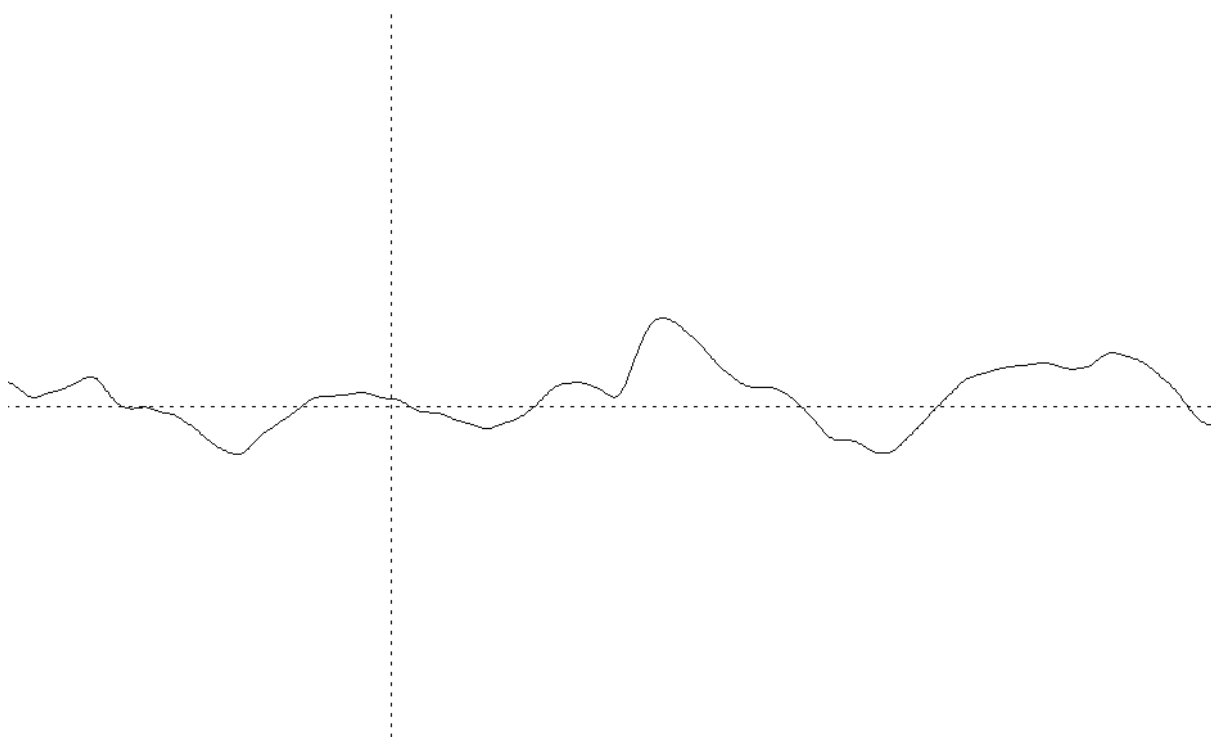


Figura 6 - P3, não-objeto, CVE

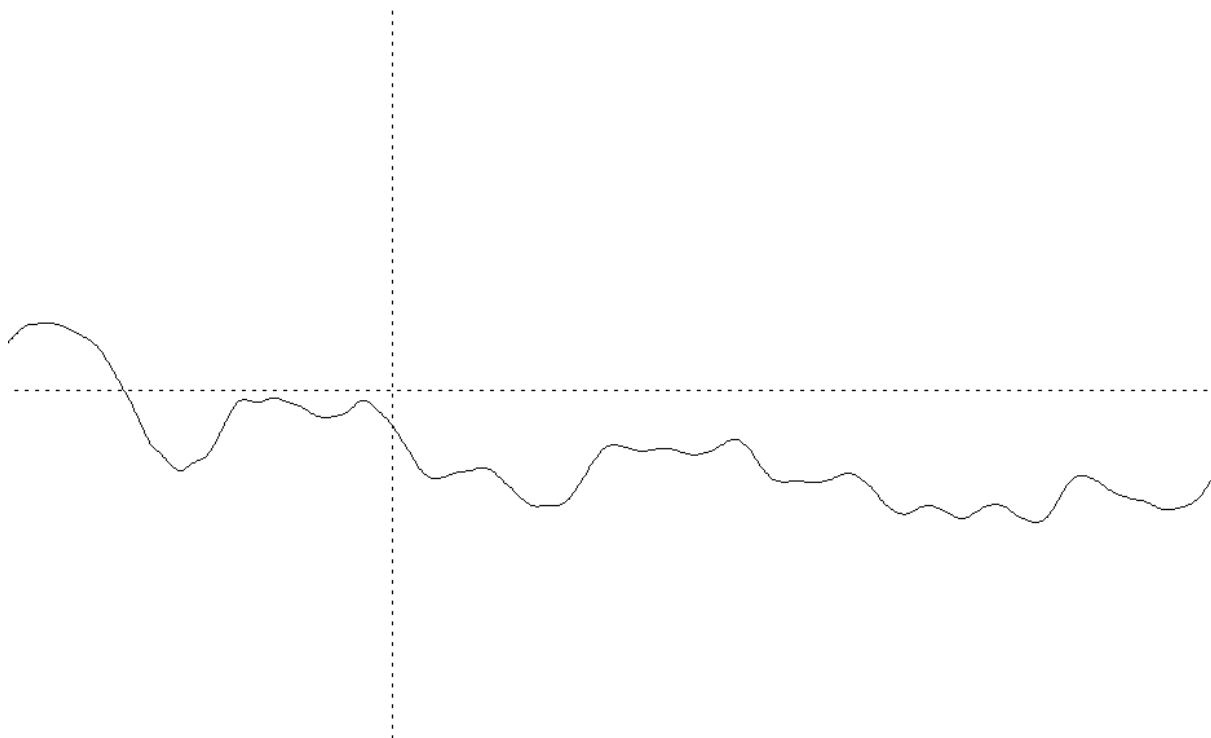


Figura 7 - P3, não-objeto, CVD

Eléctrodo P3 para a categoria Objeto

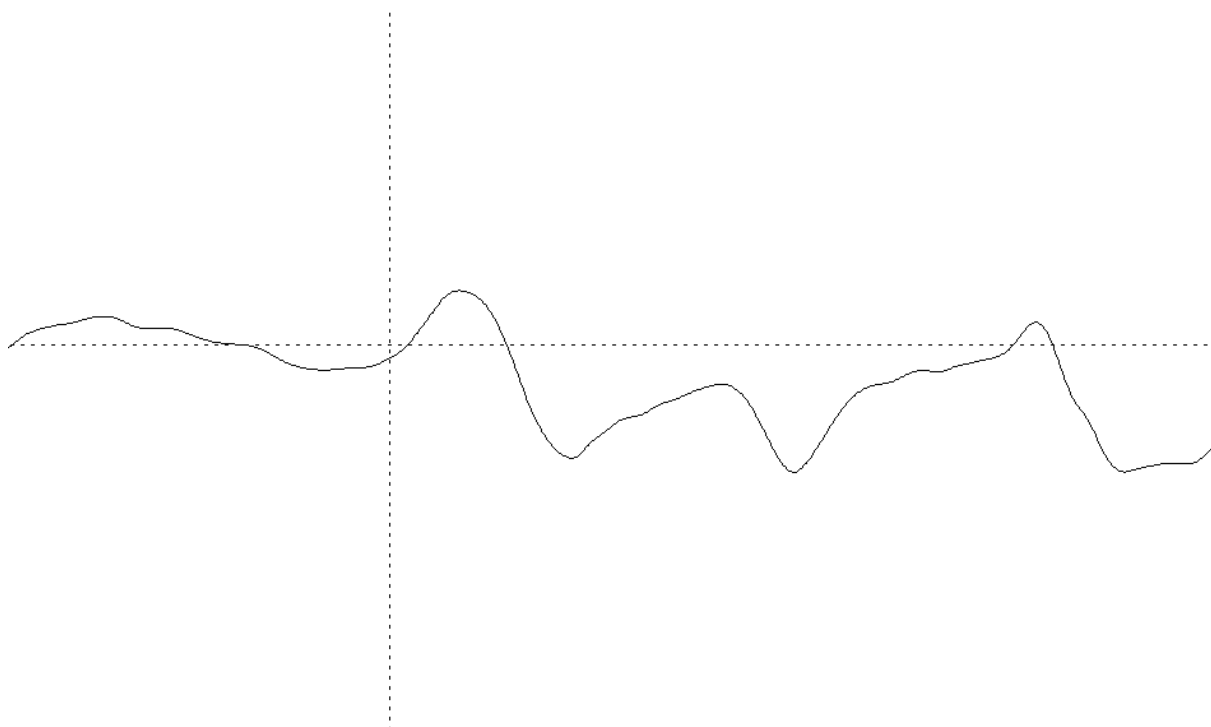


Figura 8 - P3, objeto, CVE

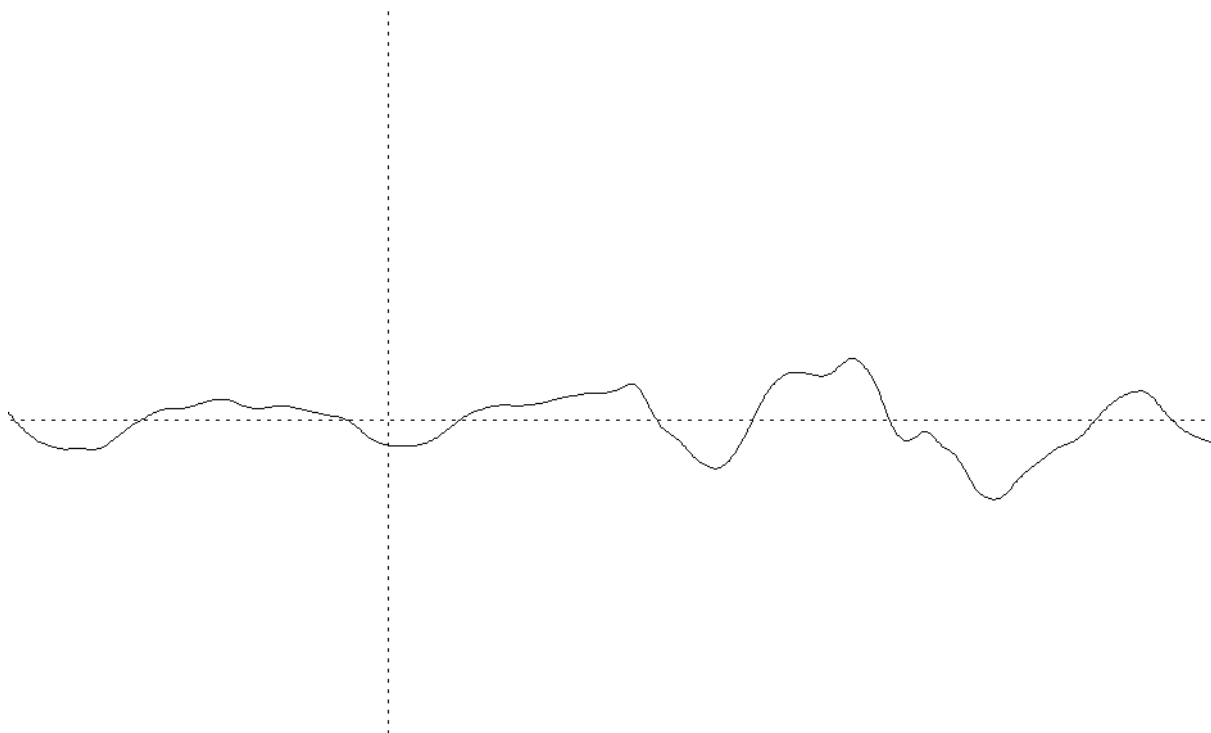


Figura 9 - P3, objeto, CVD

Eléctrodo Pz para a categoria Não-objeto

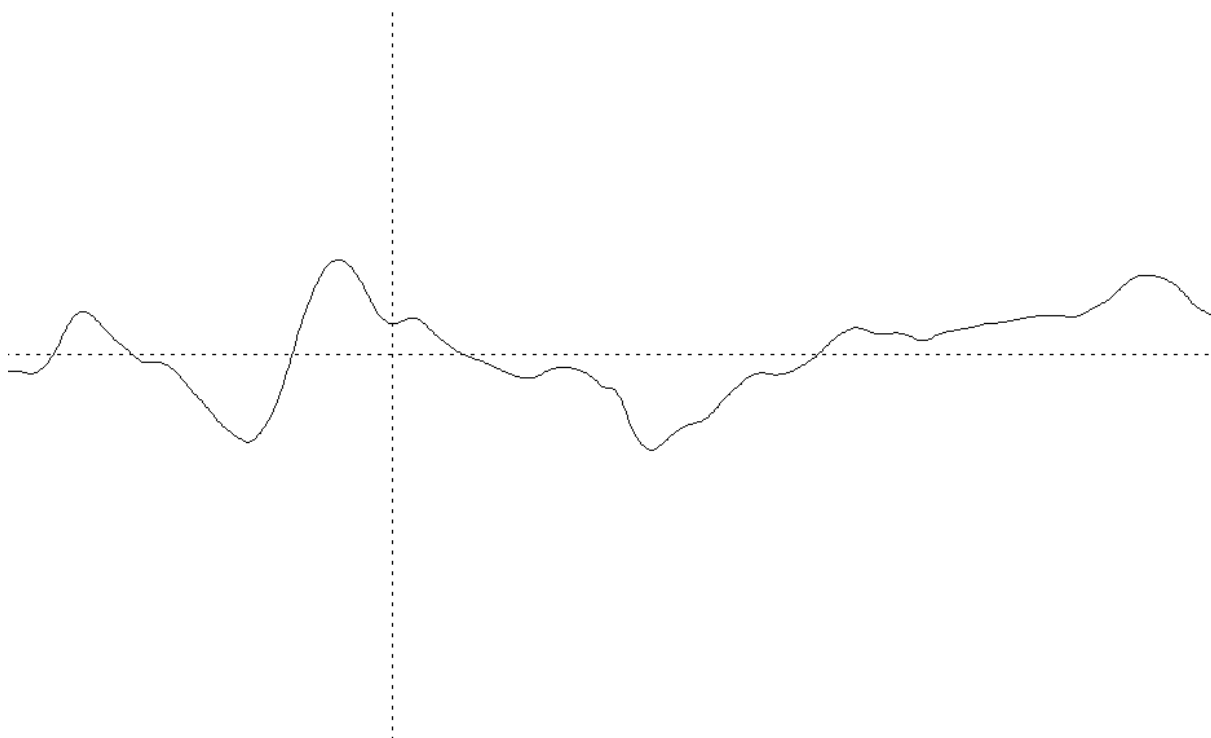


Figura 10 - Pz, não-objeto, CVE

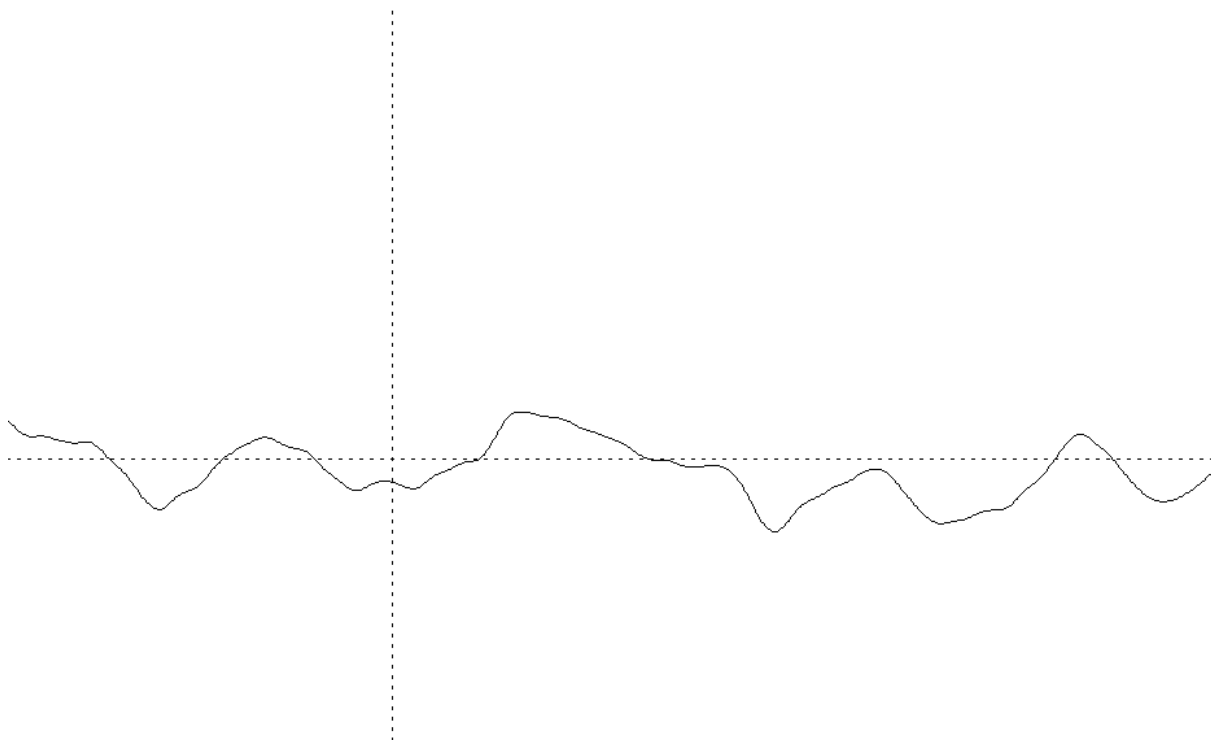


Figura 11 - Pz, não-objeto, CVD

Eléctrodo Pz para a categoria Objeto

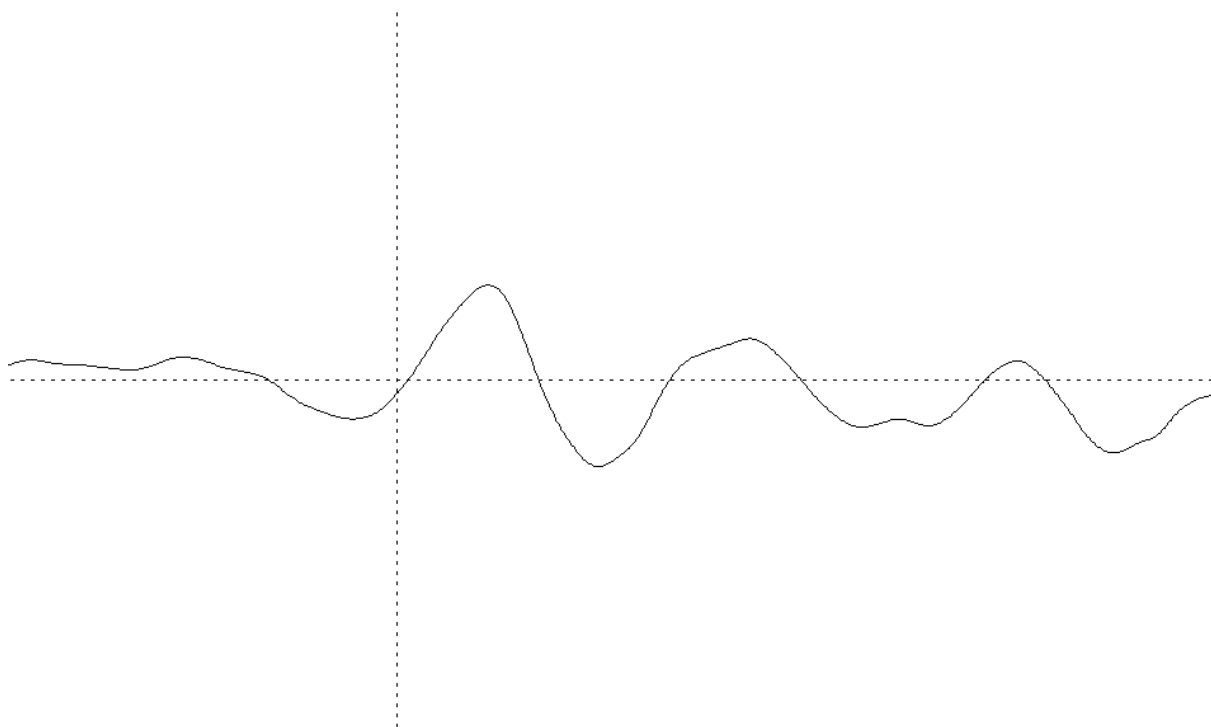


Figura 12 - Pz, objeto, CVE

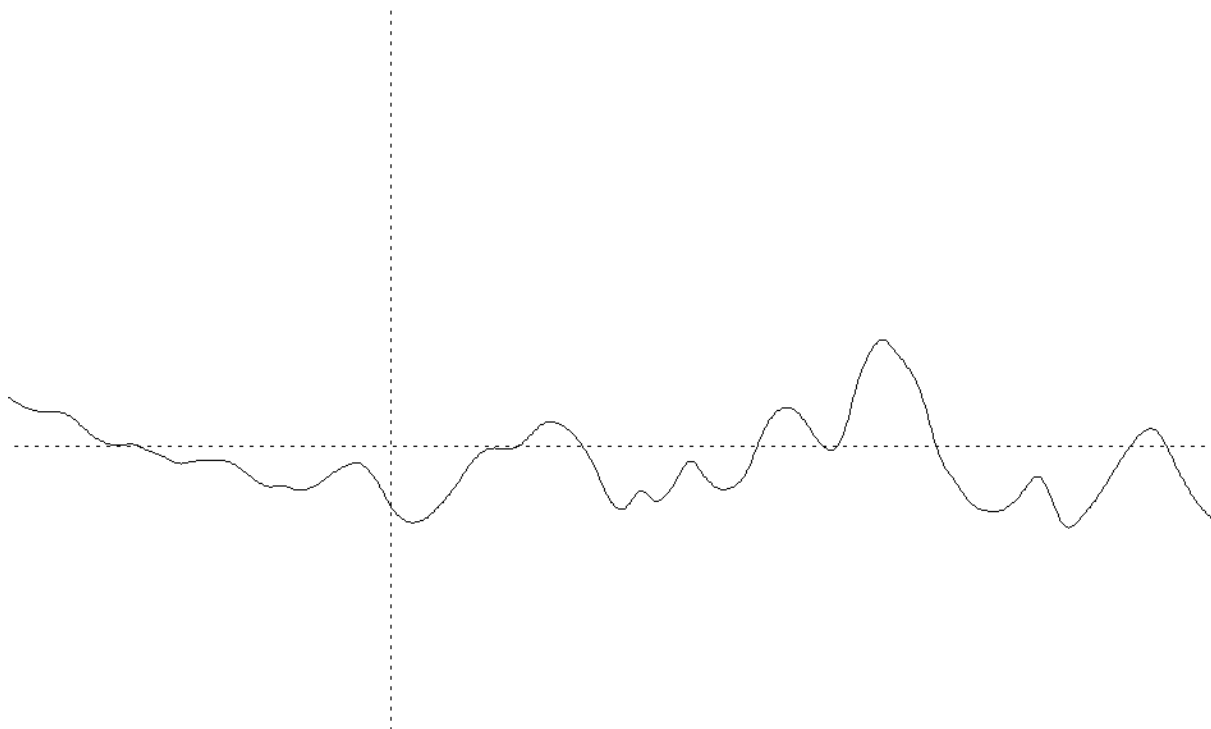


Figura 13 - Pz, objeto, CVD

Eléctrodo Fz para a categoria Não-objeto

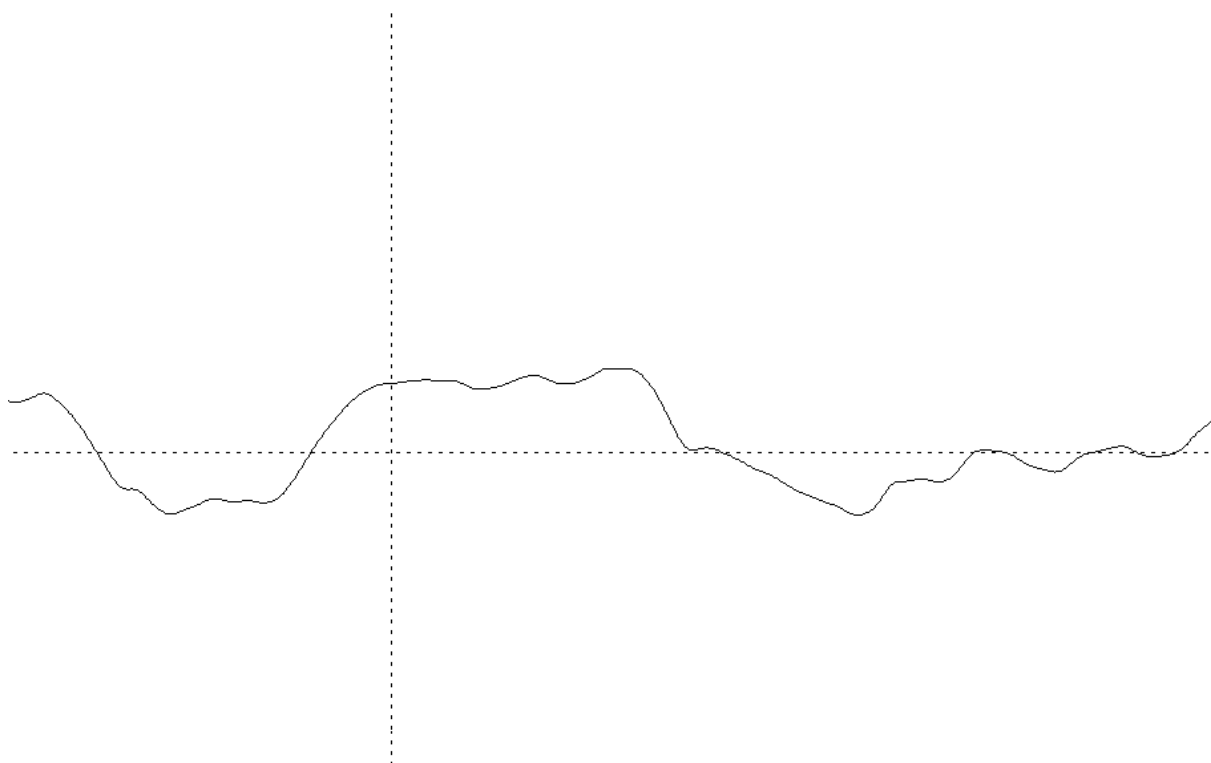


Figura 14 - Fz, não-objeto, CVE

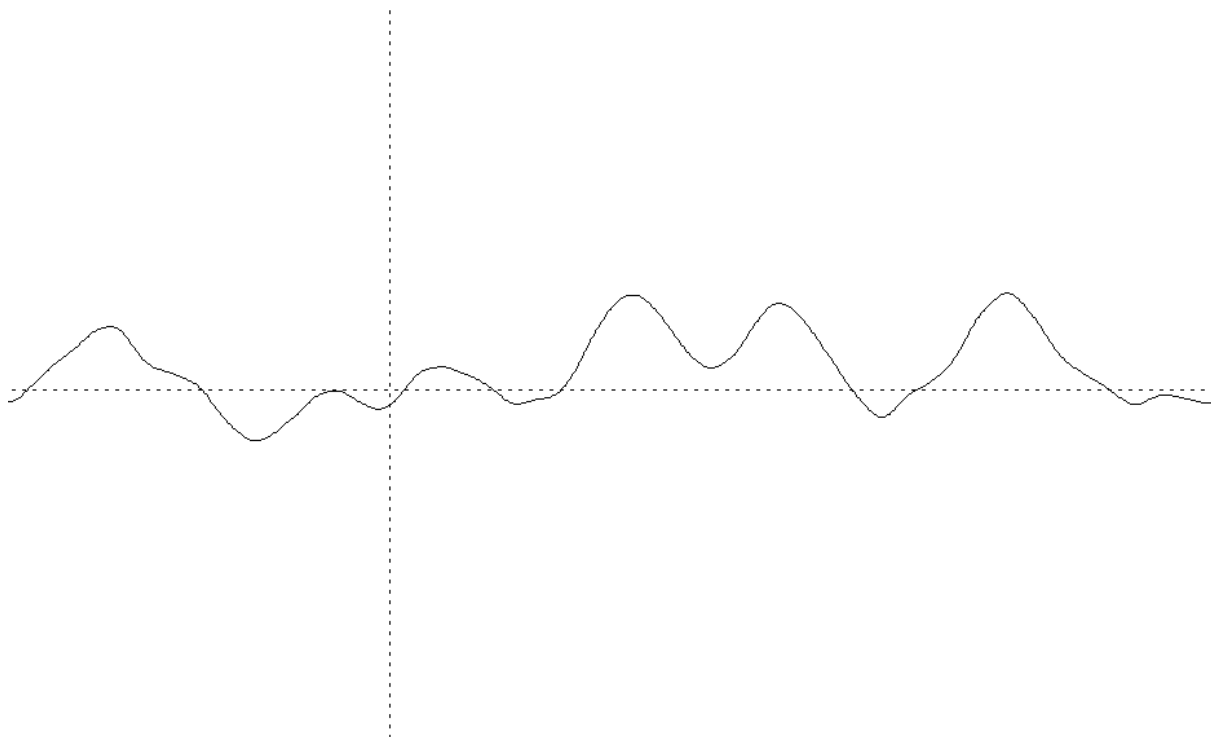


Figura 15 - Fz, não-objeto, CVD

Eléctrodo Fz para a categoria Objeto

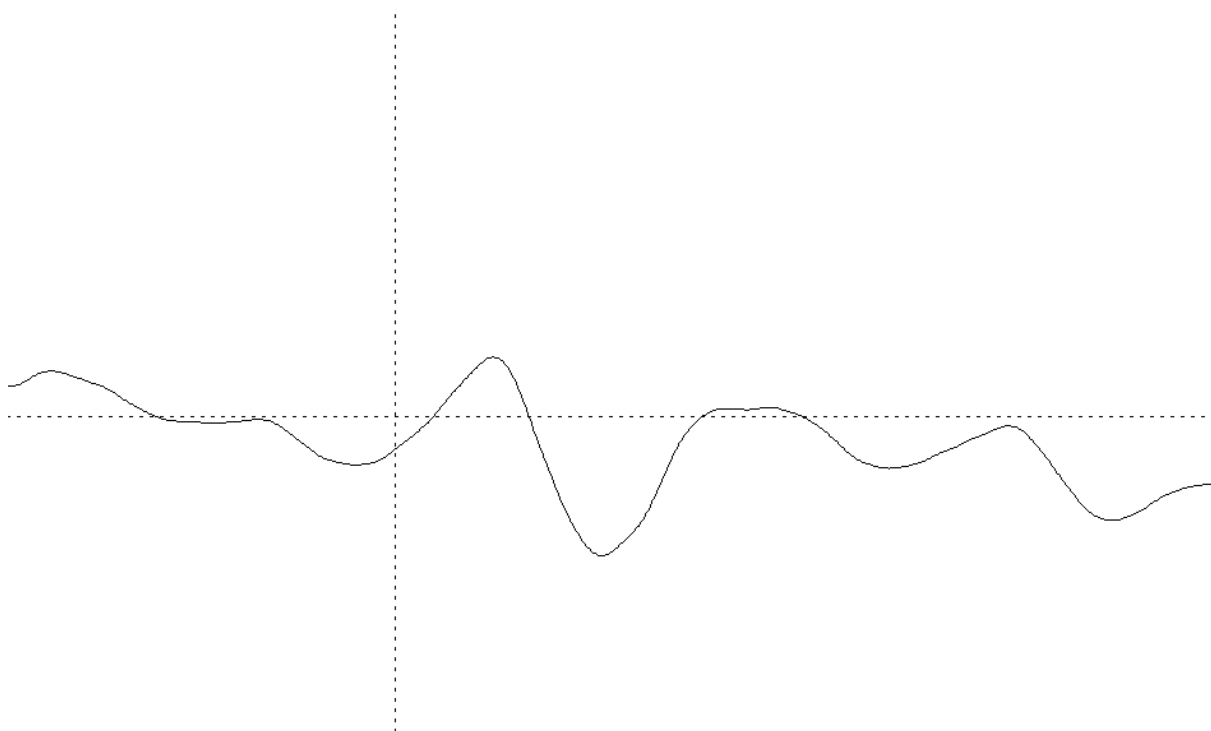


Figura 16 - Fz, objeto, CVE

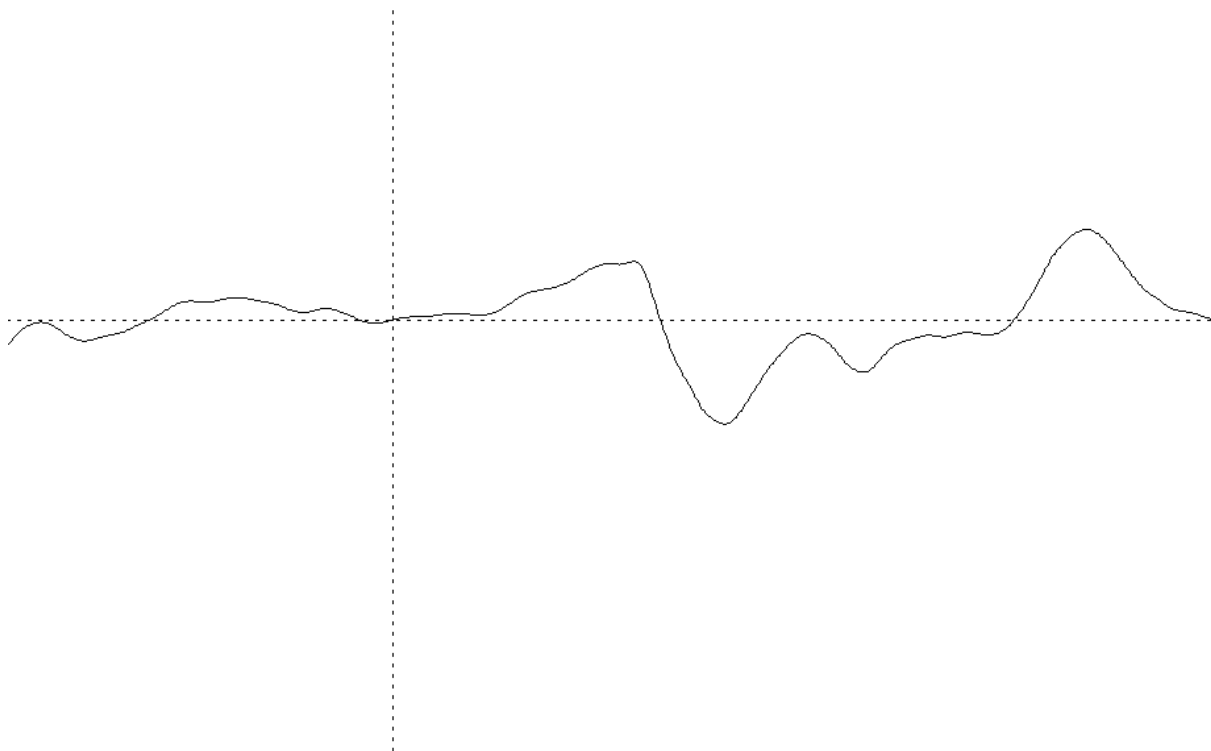


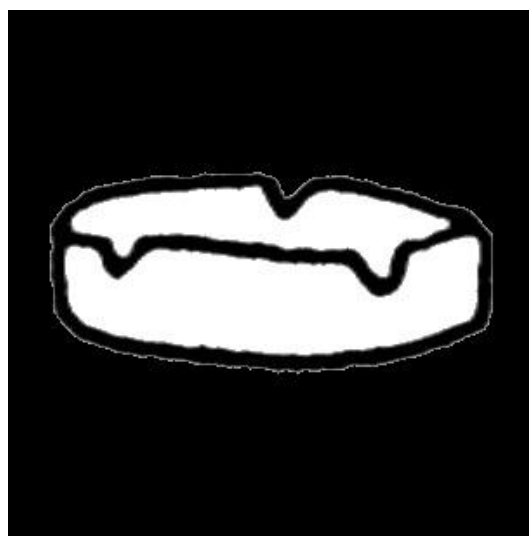
Figura 17 - Fz, objeto, CVD

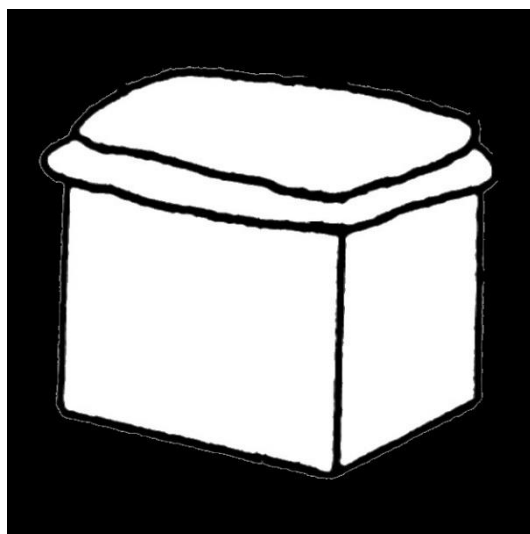
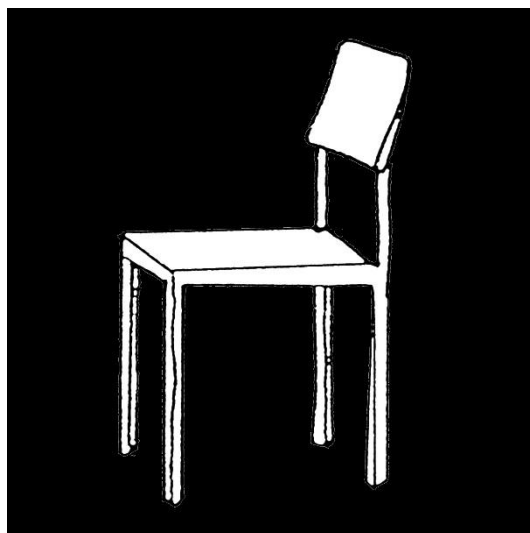
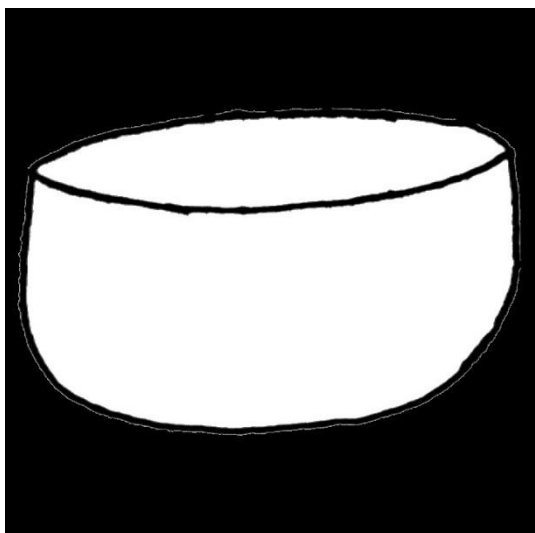
ANEXOS

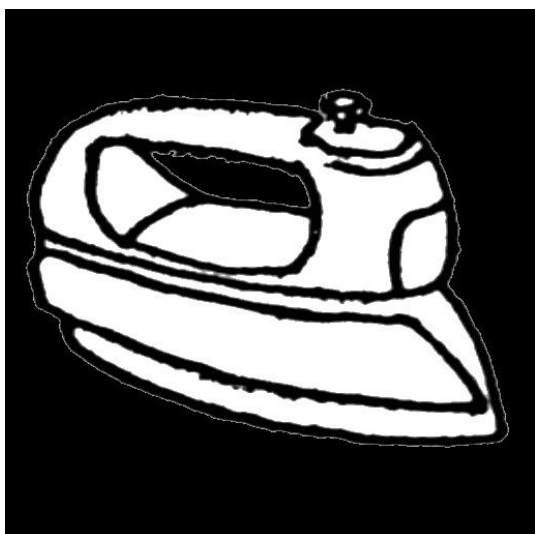
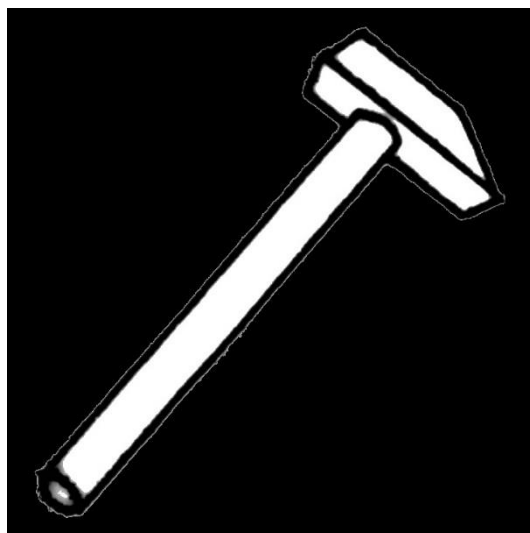
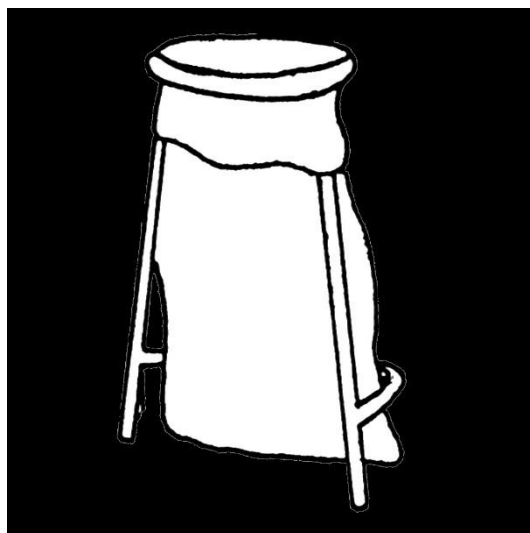
Anexo I: Estímulos utilizados

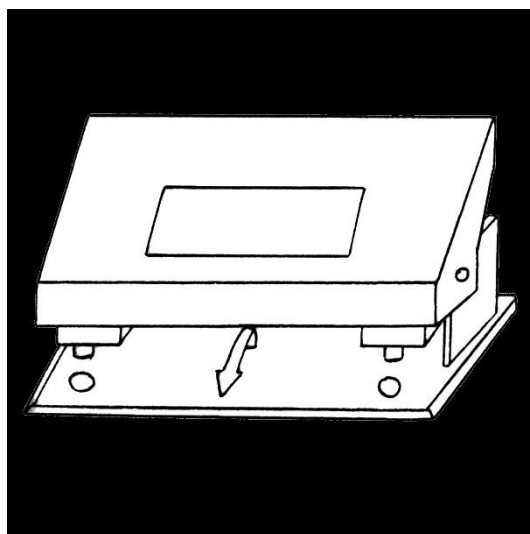
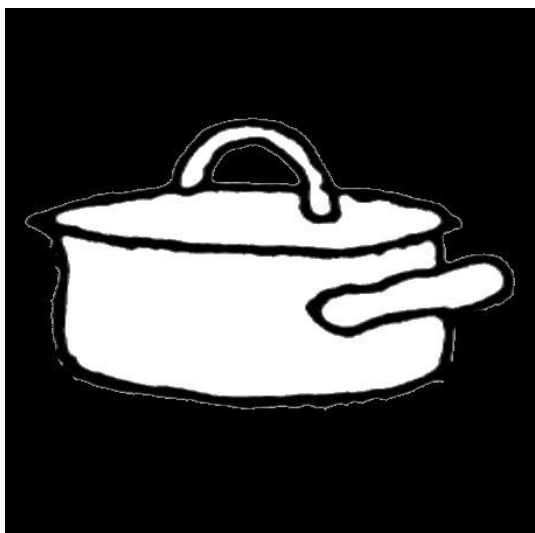
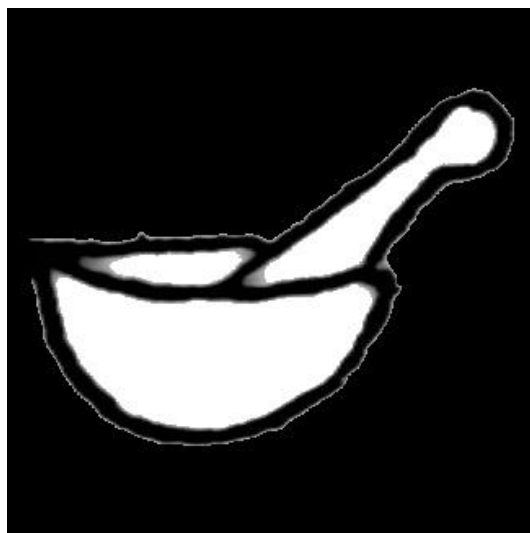
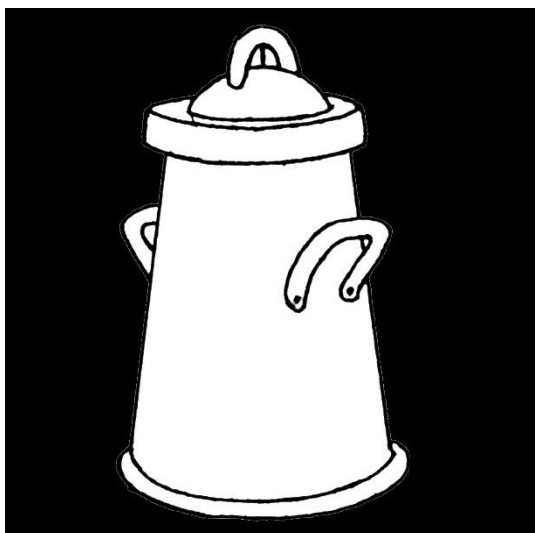
As imagens utilizadas neste estudo foram retiradas da base de dados de van Diepen & de Graef (1994), tendo sido selecionados um total de 45 objetos e 42 não-objetos.

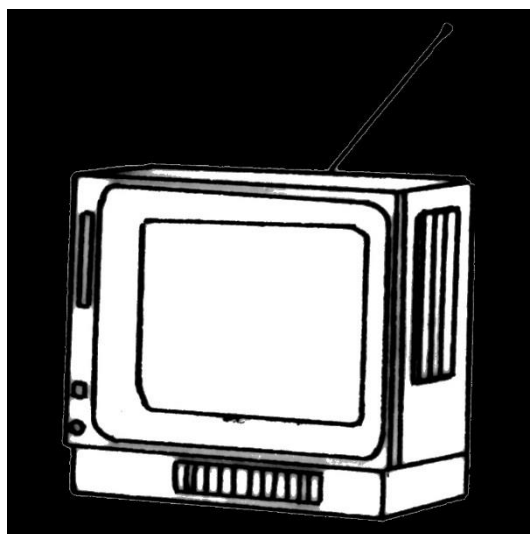
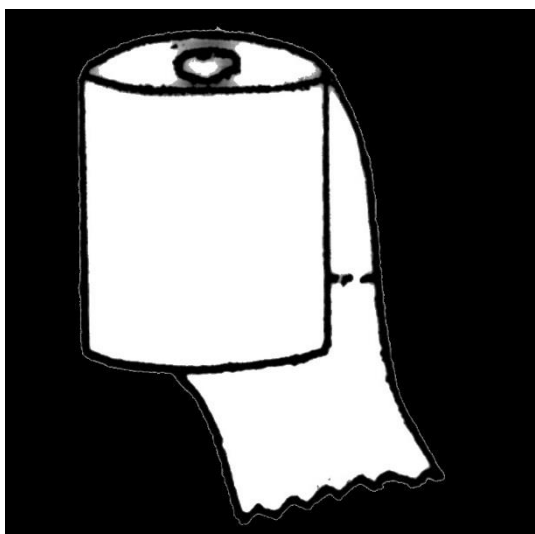
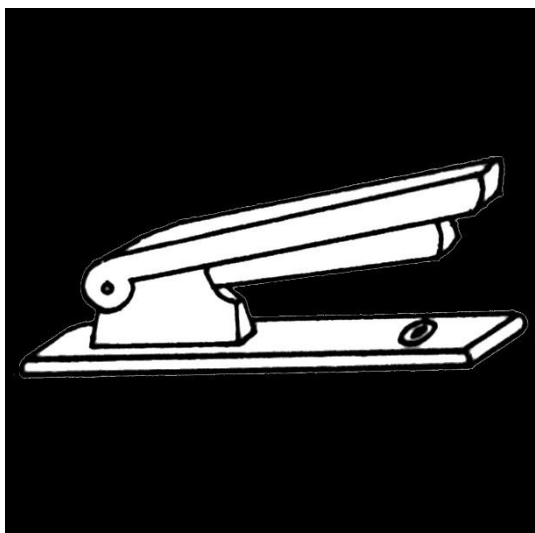
Objetos

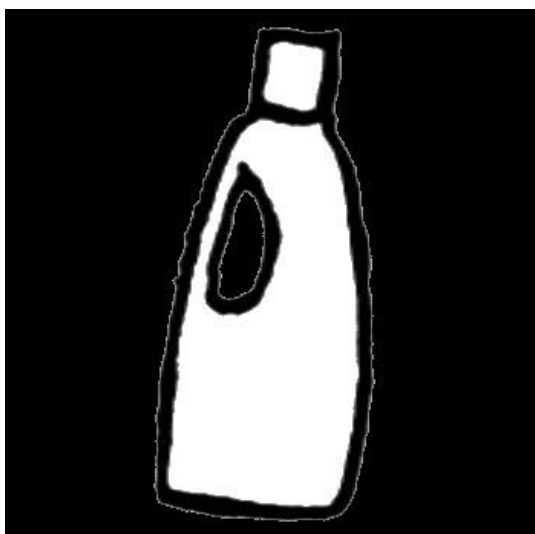


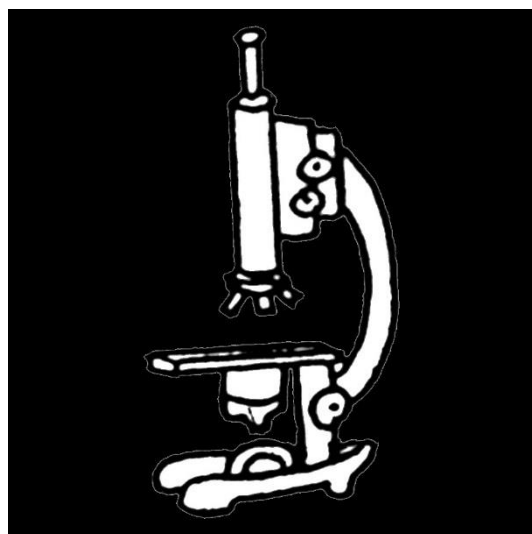
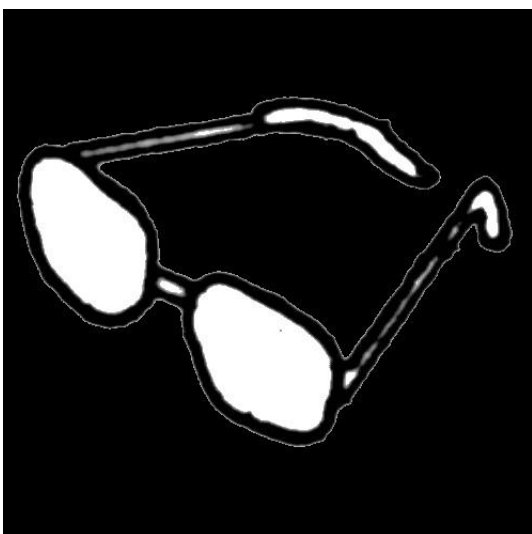
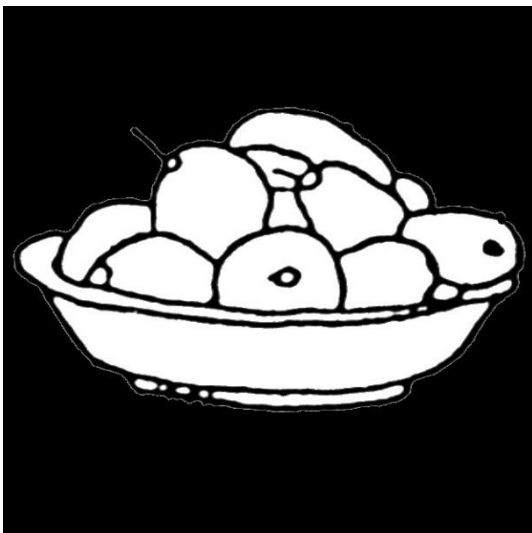
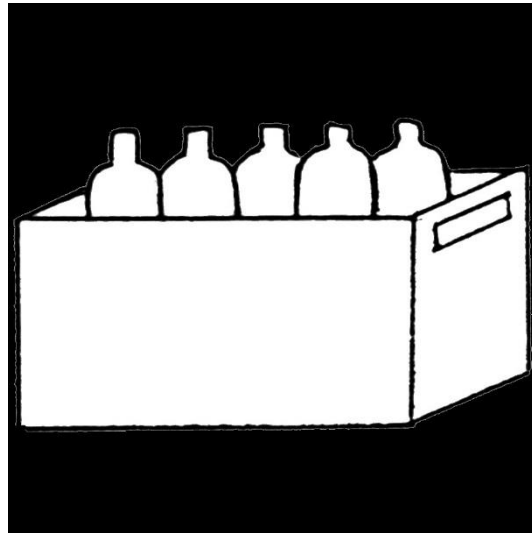
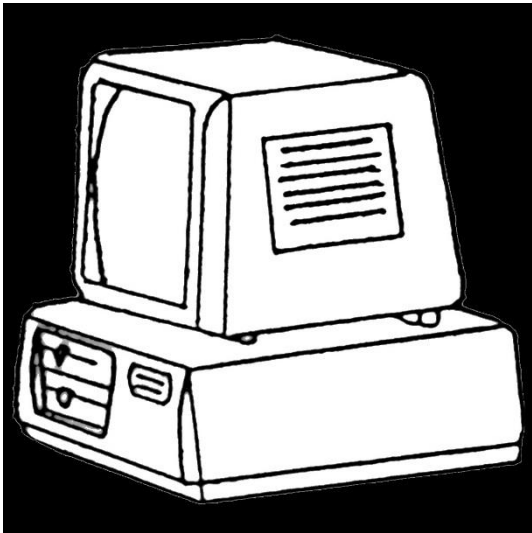


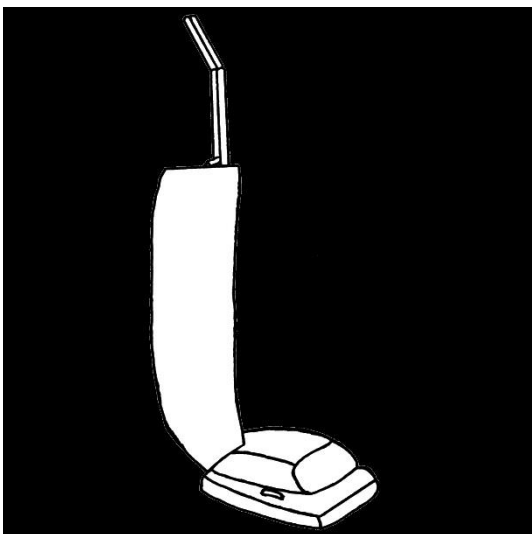
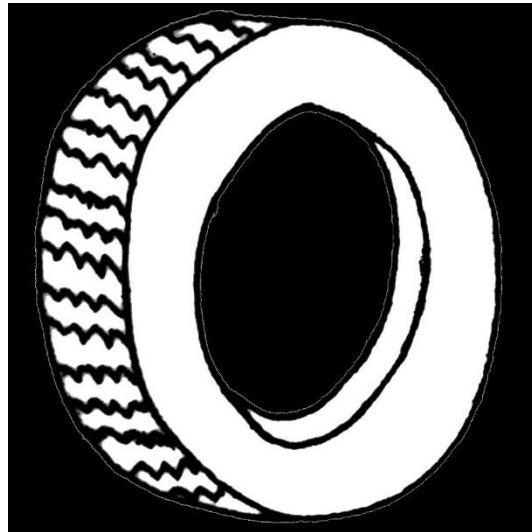
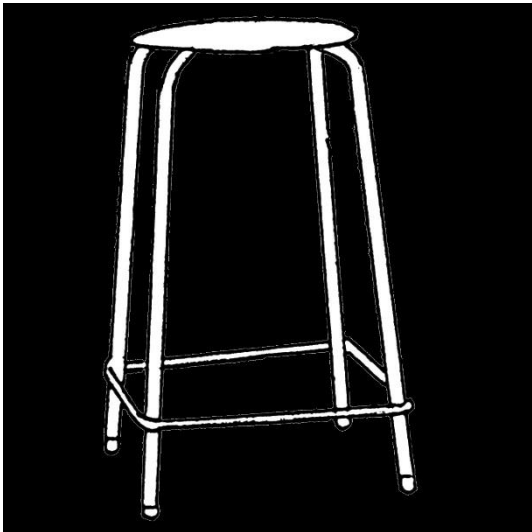
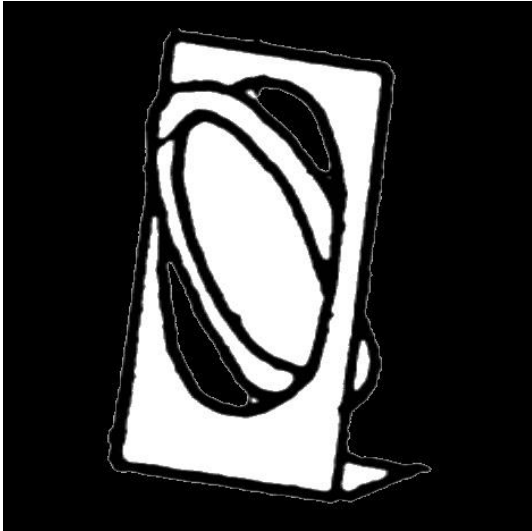












Não-Objetos

