UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ- UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
LABORATÓRIO DE BIOFÍSICA CELULAR - LBC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA E BIOLOGIA CELULAR

MAPEAMENTO DE REGIÕES DE ATIVAÇÃO CEREBRAL DURANTE TAREFAS DEGLUTÓRIAS POR IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL

ADRIANA DI PAULA LEOPOLDINO SAAVEDRA

BELÉM
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ- UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
LABORATÓRIO DE BIOFÍSICA CELULAR - LBC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA E BIOLOGIA CELULAR

MAPEAMENTO DE REGIÕES DE ATIVAÇÃO CEREBRAL DURANTE TAREFAS DEGLUTÓRIAS POR IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Neurociência e Biologia Celular da UFPA como requisito para obtenção do título de Mestre em Neurociência.
Orientador: Dr. Manoel da Silva Filho.

BELÉM
2013

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ- UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – ICB
LABORATÓRIO DE BIOFÍSICA CELULAR - LBC
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA E BIOLOGIA CELULAR

MAPEAMENTO DE REGIÕES DE ATIVAÇÃO CEREBRAL DURANTE TAREFAS DEGLUTÓRIAS POR IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL

Dissertação apresentada como requisito para defesa de mestrado em Neurociências e Biologia Celular pela Universidade Federal do Pará.

Data de aprovação: ____/____/2013

Banca examinadora

_____ - Orientador
Prof. Dr. Manoel da Silva Filho

_____
Prof. Dr. Fernando Allan Rocha

_____
Prof. Dr. Moisés Hamoy

_____
Profa. Dra. Bianca Callegari

BELÉM
2013

RESUMO

INTRODUÇÃO: A deglutição é um processo fisiológico complexo que acontece por uma sequência motora automática, regulada por um complicado mecanismo neuromotor e neuromuscular que é iniciado de maneira consciente e é resultado da integridade anatômica e funcional de diversas estruturas faciais. É de extrema importância para a nutrição do organismo como um todo. Um dos maiores desafios no campo das ciências é identificar os substratos neurais de comportamentos fisiológicos, incluindo esse processo de deglutição. O desenvolvimento da tecnologia em neuroimagem funcional nos últimos anos está provocando um rápido avanço no conhecimento de funções cerebrais, o que resultou numa explosão de novos achados em neurociência.

OBJETIVO: Mapear as regiões de ativação cerebral durante o fenômeno da deglutição por meio do exame de ressonância magnética funcional.

MÉTODO: Participaram do estudo quatro indivíduos do sexo feminino, com idade entre 18 e 30 anos, sem alterações neurológicas, estruturais e alimentares. Após a aprovação da Instituição (Clínica Lobo), do Comité de Ética e Pesquisa do Instituto de Ciências da Saúde (ICS) e a aprovação escrita de cada paciente através do termo de consentimento livre e esclarecido, foram submetidos a quatro provas deglutórias, utilizando a técnica de ressonância magnética funcional.

RESULTADOS: Foi possível a determinação da ativação dos hemisférios cerebrais e cerebelares e as especificas áreas que os compõem. Mesmo com uma amostragem pequena, os resultados das análises individuais mostraram padrões de acordo com a literatura, conjuntamente com dados novos.

DISCUSSÃO: O cerebelo é responsável pela coordenação da ação motora e manutenção da harmonia dos movimentos, posição e equilíbrio do bolo alimentar; o bolbo raquidiano juntamente com o tronco cerebral constitui o centro de atividades reflexas que controla funções ou respostas orgânicas automáticas como a deglutição; o mesencéfalo é a parte do encéfalo que coordena a informação visual; o tálamo encaminha quase todo o tipo de informação sensorial para as zonas específicas do córtex cerebral; o hipotálamo, importante na experimentação das sensações de prazer, regula as funções homeostáticas do corpo, gustação, olfação, salivação, interagindo com o sistema nervoso autônomo e o sistema límbico está ligado ao controle e direção das reações emocionais, sob a ação da amígdala, no processamento de odores e no armazenamento de conteúdos da memória, aqui através do hipocampo.

CONCLUSÃO: O ato de deglutir é um processo complexo, ativando muitas áreas cerebrais, dentre elas podemos destacar a gustativa, mental/visual e a olfativa e que é iniciado muito antes dos processos mecânicos envolvidos, conforme demonstrado pelas áreas corticais e subcorticais ativadas. A área olfativa foi a mais notadamente destacada nas imagens colhidas pela Rmf.

Palavras- chaves: Deglutição, ressonância magnética funcional, neurociência.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Swallowing is a complex physiological process that happens for a motor sequence automatically regulated by a complex mechanism that neuromotor and neuromuscular starts consciously and is the result of anatomical and functional integrity of different facial structures. It is of utmost importance for the nutrition of the organism as a whole. And one of the biggest challenges in the field of science is to identify the neural substrates of physiological parameters, including the process of swallowing. The development of technology for functional neuroimaging in recent years is causing a rapid advancement in the knowledge of brain function, resulting in an explosion of new findings in neuroscience.

OBJECTIVE: To map the regions of brain activation during swallowing phenomenon by examining fMRI.

METHOD: The study included four females, aged between 18 and 30 years old without neurological, structural and food. After approval of the institution (Clínica Lobo), the Committee of Ethics and Research Institute of Health Sciences (ICS) and the written approval of each patient through the term of free and informed consent, underwent four swallowing tests deglutórias using the technique functional MRI.

RESULTS: It was possible to determine the activation of the cerebral and cerebellar hemispheres and specific areas that compose them. Even with a small sample, the results of the individual analysis showed patterns according to the literature, together with new data.

DISCUSSION: The cerebellum is responsible for the coordination of motor action and maintaining harmony of movements, position and balance of the bolus, the medulla along with the brainstem is the center of activity reflex that controls automatic functions or bodily responses like swallowing; midbrain is the part of the brain that coordinates the visual information; thalamus forwards almost any type of sensory information to specific areas of the cerebral cortex, hypothalamus, important in testing pleasure sensations, regulates the homeostatic functions of the body, taste , olfaction, salivation, interacting with the autonomic nervous system and the limbic system is connected to the control and direction of emotional reactions, under the action of the amygdala in processing odors and storing memory contents, here through the hippocampus.

CONCLUSION: The act of swallowing is a complex process, activating many brain areas, among which we highlight the taste, mental / visual and olfactory and that starts long before the mechanical processes involved, as demonstrated by the cortical and subcortical areas activated. The olfactory area was most notably highlighted in the pictures taken by Rmf.

Key – words: Swallowing, resonance magnetic functional, neuroscience.

DEDICATÓRIA

Quero dedicar esse trabalho ao meu bom e querido **Deus** por me mostrar uma luz, sempre que as outras se apagavam.

À minha querida mãe **Célia das Graças Leopoldino Saavedra** pelo incondicional apoio em todo esse caminho e pelos fortes abraços de energia que me revitalizavam quando minhas forças pareciam estar no fim.

E ao meu amado noivo **Eduardo de Carvalho Silva** que me cedeu seu tempo, sua paciência, sua compreensão e me mostrou o quanto o amor e o carinho podem ser importantes quando se precisa levantar de uma queda.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor **Manoel da Silva Filho** pelo apoio incondicional do inicio ao fim deste estudo, mesmo quando por um momento tudo parecia perdido e pedia um novo começo.

Aos meus pais **Célia Saavedra** e **Raimundo Zoé Saavedra** pelos momentos de compreensão.

Ao meu irmão e cunhada **Bruno Saavedra e Dayse Rocha** Saavedra pelo apoio e conversa nos momentos de desabafo.

As amigas **Luana Bezerra e Gabriela Soares** por me escutarem e me entenderem nos momentos de preocupação.

Ao **Dr. Arnaldo Lobo** por sua gentileza em ceder seu tempo e sua clínica para a realização da pesquisa.

Ao Fonoaudiólogo **Fabricio Carvalho** por colaborar na construção da idéia inicial do estudo.

Ao radiologista **Kleber** pela ajuda na realização não só do exame, mas de todos os procedimentos na realização do mesmo.

A amiga e Fonoaudióloga **Elaine Pena** por me ajudar diversas vezes na formatação do projeto.

As minhas estagiárias **Aline Ribeiro, Laís Alves, Danielle Negrão, Jescica Estumano,** pela prontificação e colaboração.

A minha amiga do LBC **Flávia Moura Gaia**, que disponibilizou parte do seu tempo pra me ajudar com o seu conhecimento de neuroanatomia e por ser prestativa sempre que precisei.

“O único homem que está isento de erros, é aquele que não arriscar acertar”.

Albert Einstein

LISTA DE ABREVIATURAS

ICS – Instituto de Ciências da Saúde

LBC – Laboratório de biofísica celular

NE – Neurônios espelhos

RMf – Ressonância magnética funcional

SNE – Sistema de neurônios espelhos

SL – Sistema límbico

SN – sistema nervoso

SNC – sistema nervoso central

SNA – sistema nervoso autônomo

UFPA- Universidade Federal do Pará

LISTA DE TABELA

Tabela 1: Controle neural das fases da deglutição 25

LISTA DE FIGURAS

Figura 01: Estruturas da Cavidade Oral **14**

Figura 02: Representação das regiões laríngea, faríngea e esofágica. **16**

Figura 03: Aparelho de ressonância magnética funcional **28**

Figura 04: Imagens axiais de RMf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, cerebelo, amigdala, ponte, tronco cerebral (mesencéfalo) lobo occipital (informação visual), lobo temporal (gerenciamento da memória), córtex motor primário, hipocampo, ínsula, corpo caloso. **35**

Figura 05: Imagens axiais de RMf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, cerebelo, amígdala, lobo temporal direito, giro occipital, tronco cerebral (mesencéfalo), lobo occipital e hipocampo. **36**

Figura 06: Imagens axiais de RMf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Hemisférios cerebelares, lobo frontal, temporal, parietal e occipital, tronco cerebral (mesencéfalo) ponte, ínsula, hipocampo, córtex motor primário, tálamo e corpo caloso. **37**

Figura 07: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, ponte, tálamo, hipotálamo, bulbo olfatório, tronco cerebral e parênquima cerebral completo. **38**

Figura 08: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Hemisférios cerebelares, lobo frontal, occipital e temporal, córtex motor primário, tronco cerebral (mesencéfalo) amígdala, tálamo, hipotálamo, bulbo olfatório, insula, corpo caloso. **39**

Figura 09: **I**magens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo raquidiano ou medula oblonga, hemisférios cerebelares, ponte, tálamo, córtex motor primário, lobo temporal, hipocampo, amigdala, ínsula. **40**

Figura 10: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo raquidiano ou medula oblonga e hemisférios cerebelares, amígdala, tronco cerebral (mesencéfalo), córtex motor, bulbo olfatório, tálamo, hipotálamo, giros frontais e ínsula, lobo frontal e ínsula e giros occipitais, corpo caloso. **41**

Figura 11: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Hemisférios cerebelares, bulbo raquidiano e medula oblonga, amigdala, verme do cerebelo, tronco cerebral (mesencéfalo), lobo temporal, occipital, parietal e temporal. **42**

Figura 12: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, ponte, hemisférios cerebelares, giros frontais e occipitais e temporais, ínsula, ínsula, córtex motor, tálamo, hipotálamo e tronco cerebral. **43**

Figura 13: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Cerebelo, lobo frontal, occipital e parietal. **44**

Figura 14: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo raquidiano ou medula oblonga, ponte, hemisférios cerebelares, lobo frontal e occipital, tálamo, corpo caloso giro frontal e temporal. **45**

Figura 15: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas. Giros frontal e parietal, lobo frontal, occipital e parietal. **46**

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 10

Objetivo Geral **11**

Objetivo Específico 12

2 REFERENCIAL TEÓRICO 13

2.1. DEGLUTIÇÃO 13

2.2 ANATOMIA DA DEGLUTIÇÃO 13

2.3 FISIOLOGIA DA DEGLUTIÇÃO 16

2.4 CONTROLE NEURAL DA DEGLUTIÇÃO 22

2.5 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL 26

3 METODOLOGIA 27

3.1 TIPO DE PESQUISA 28

3.2 PERÍODO E LOCAL DA PESQUISA 28

3.3 AMOSTRA DO ESTUDO 28

3.4 MATERIAL 28

3.5 PROCEDIMENTOS 28

3.6 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS IMAGENS 29

3.7 ASPECTOS ÉTICOS 30

3.8 RISCOS E BENEFÍCIOS 31

4 RESULTADOS 32

5 DISCUSSÃO 47

6 CONCLUSSÃO 52

REFERÊNCIAS 53

ANEXOS 62

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas em neurociências têm alterado significativamente o papel do cérebro nas sociedades contemporâneas nas quais até mesmo os comportamentos sociais se explicam pelo funcionamento cerebral (EHREN 2004; VIDAL, 2005; FERREIRA, 2011).

O impacto do progresso da neurociência tem modificado significativamente o modo como pensamos sobre a fisiologia cerebral. A capacidade de se colocar em perspectiva, de compartilhar as emoções e ações dos outros e passadas e da simulação corporificada ganharam nova credibilidade, poder explicativo e, sobretudo, relevância teórica, ampliando o conhecimento de várias funções cerebrais, além da possibilidade de integração entre a comunicação, os pensamentos e intenções (FERREIRA 2011, BELLINI 2006 BLAKESLEE 2006; FERREIRA 2011; RAMACHANDRAN, 2000; FERREIA 2011).

Comprovar as múltiplas atividades cerebrais dá mais sustentação à concepção atual do funcionamento cerebral. Esta concepção enuncia que tudo está interligado e podem provar que os neurônios exercem múltiplas funções (LEAL 2006).

Um dos maiores desafios no campo das ciências é identificar os substratos neurais de comportamentos fisiológicos, incluindo o processo de deglutição. O desenvolvimento da tecnologia em neuroimagem funcional nos últimos anos está provocando um rápido avanço no conhecimento das funções cerebrais, o que resultou numa explosão de novos achados em neurociência (ACURI, MCGUIRE, 2001; GIACOMANTONE, 2005).

O ato de deglutir é uma função vital aos seres humanos, aparentemente simples na sua concepção, é um processo altamente complexo, dinâmico e multissináptico, com respostas motoras padronizadas e modificáveis, cujas estruturas e sistemas envolvidos são comuns ao ato de respirar sendo de extrema importância para nutrição do organismo como um todo

(JONNES, 1999; PRODOMO, ANGELIS, BARROS, 2010; MARCHESAN, 2003 *apud* DRODZ *et al* 2012).

Mapear o funcionamento cerebral durante o fenômeno da deglutição, utilizando o exame de ressonância magnética funcional (RMF) para localizar centros e áreas cerebrais envolvidos no processo fisiológico alimentar, representa uma poderosa ferramenta para investigar disfunções relativas ao processo da deglutição.

O uso da RMF na pesquisa em deglutição é um bom exemplo de como esses avanços tonou possível à investigação de aspectos complexos da anatomia e fisiologia humana (ACURI, MCGUIRE, 2001; GIACOMANTONE, 2005).

Estudos têm mostrado que a deglutição é uma atividade coordenada e controlada por diversas áreas cerebrais (DOSDDS, 1989; RIBEIRO, 2004; MACHADO JÚNIOR, CRESPO, 2012). A RMF é uma das técnicas que vem se desenvolvendo e se destacando como recurso, permitindo explorar tanto aspectos anatômicos e funcionais cerebrais envolvidos em todo processo de deglutição (MAZZOLA, 2009).

A proposta deste trabalho é avaliar a atividade das áreas cerebrais envolvidas na deglutição por meio da ressonância magnética funcional, sendo uma técnica particularmente promissora por ser não invasiva, ter boa resolução espacial, ser facilmente repetida, e permitir o estudo de múltiplas funções cerebrais. Como a RMF se baseia fundamentalmente nos mapas de ativação cerebral, eles podem indicar o lado ou área de maior funcionamento cerebral, ajudando assim a mapear as áreas de maior oxigenação durante o ato de deglutir, revelando as áreas dos campos motores desta ação, possibilitando atuar mais precisamente na reabilitação de indivíduos que sofrem com as sequelas dos transtornos de deglutição por déficit motor (MOÇO 2009; MEDEIROS 2011).

Baseado em tais fatos, surgiu-me como **objetivo geral**: mapear as regiões de ativação cerebral durante o fenômeno da deglutição por exame de ressonância magnética funcional e

como **objetivos específicos:** identificar o(s) hemisfério(s) cerebral (ais) ativado(s) durante o fenômeno da deglutição e relacionar a(s) área(s) cerebral (ais) mais ativada(s) durante o fenômeno da deglutição com as já descritas na literatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 DEGLUTIÇÃO

A deglutição é um processo fisiológico complexo que acontece por uma sequência motora automática, regulada por um complicado mecanismo neurológico. Cada movimento é coordenado para refinar a função. Nela estão envolvidos um grande número de músculos da boca, faringe, laringe e esôfago, respiração e do trato gastrointestinal. A função de deglutir tem como funções transportar de forma eficaz o bolo alimentar da boca até o estômago e realizar a limpeza e proteção do trato respiratório não permitindo a entrada de nenhuma substância na via aérea, enquanto os alimentos são engolidos e digeridos pelo indivíduo (MARCHESAN 2005; PIMENTEL 2009; SÁ FILHO 1999 *apud* MARCHESAN 2005; SOUZA *et al.*, 2003 ; AMARAL E FURKIM ,2007; BASSI e MORREL 1992 ; ALMEIDA *et al.*, 2011).

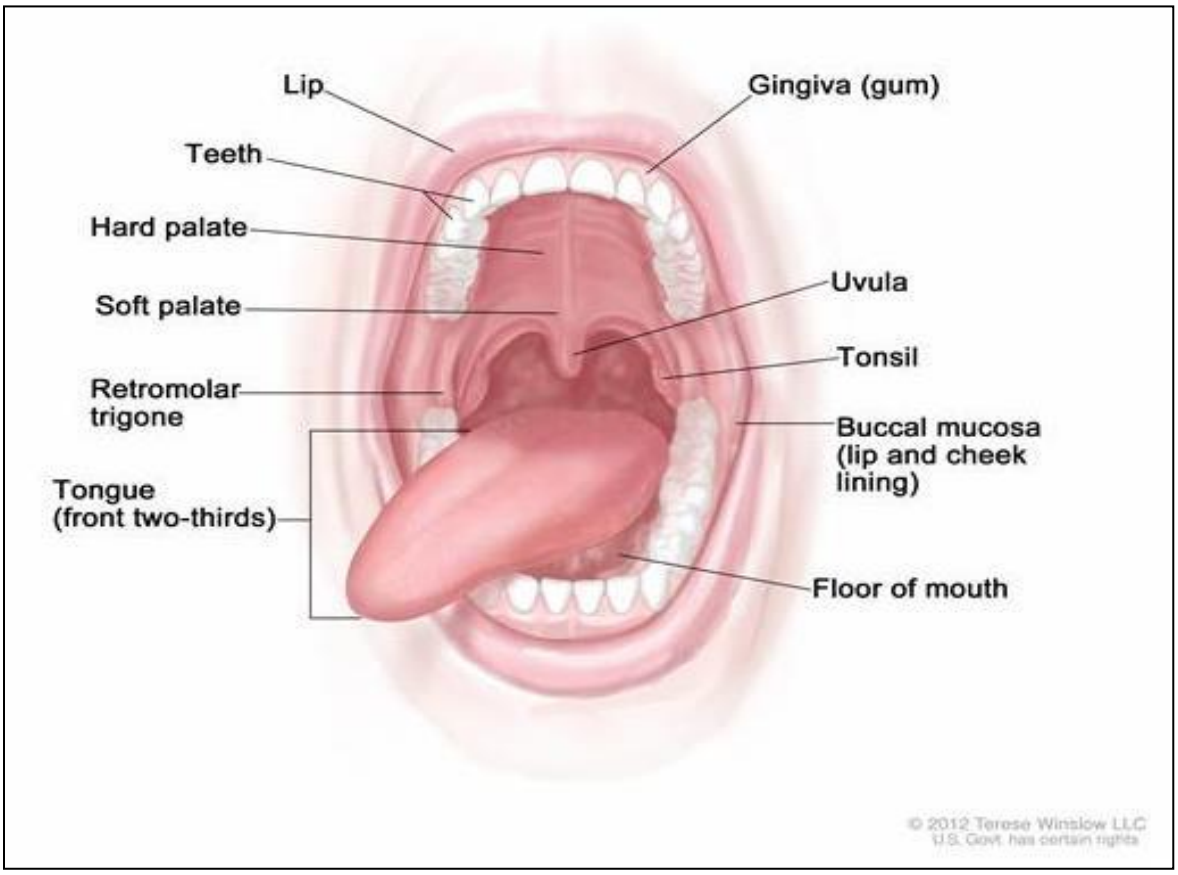
2.2 ANATOMIA DA DEGLUTIÇÃO

2.2.1 Cavidade Oral

A cavidade oral é a primeira parte do sistema digestivo, sendo também utilizada na respiração. É delimitada anteriormente pelos lábios, apresentando como limite posterior os pilares palatinos. Apresenta um espaço em forma de ferradura localizado entre os dentes e a túnica mucosa das bochechas e dos lábios chamado de vestíbulo oral, e um espaço maior por dentro dos arcos gengivais chamada de cavidade oral propriamente dita (JOTZ *et al*, 2009).

As estruturas anatômicas responsáveis pela mastigação e deglutição na cavidade oral são: lábios, dentes, bochechas, palato duro, palato mole, úvula, mandíbula, assoalho da boca, língua e pilares amigdalianos (MACEDO FILHO, GOMES E FURKIM, 2000).

Figura 01: Estruturas da cavidade oral.



Fonte: National Cancer Institute.

2.2.2 Faringe

É dividida didaticamente em três áreas: parte nasal, oral e laríngea. Estende-se desde a base do crânio até a sexta vértebra cervical. Mede em torno de 12 cm. Está divida em três áreas principais: Nasofaringe (parte nasal), orofaringe (parte oral), hipofaringe (parte laríngea). Existem também outras estruturas auxiliares que participam do processo da

deglutição como os músculos constritores da faringe, seios piriformes e cricofaríngeos (MACEDO FILHO, GOMES E FURKIM, 2000; JACOBI, LEVY, SILVA, 2004, JOTZ *et al*, 2008).

2.2.3 Laringe

A laringe possui três funções básicas definidas como protetora respiratória e fonatória. (JOTZ *et al*, 2008). É um órgão ímpar, superficial, que pode ser palpado através da pele. Está situada na região anterior e infra-hióide do pescoço, abaixo da língua, anterior a faringe e superior a traqueia. (JOTZ *et al*, 2008)

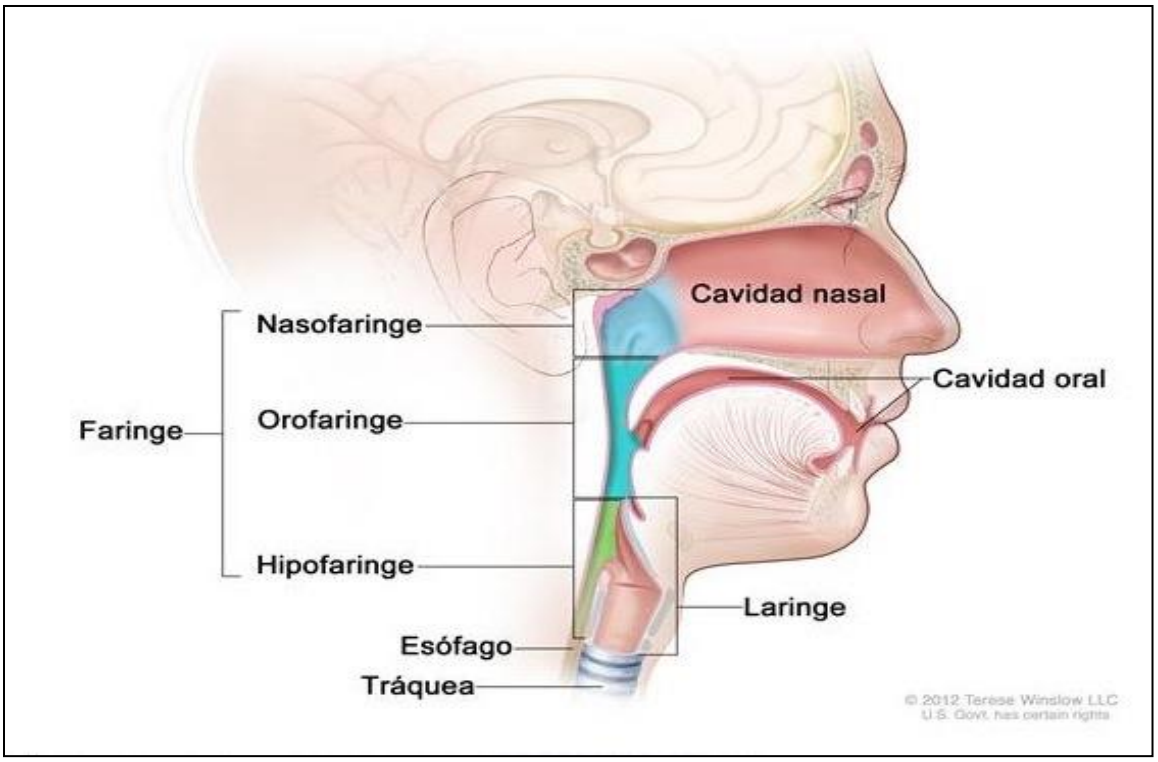
É considerada uma válvula para manter o alimento fora da via área durante a deglutição. Os músculos intrínsecos controlam os movimentos de abertura e fechamento das pregas vocais durante a respiração, fonação e deglutição (JACOBI, LEVY, SILVA, 2004).

2.2.4 Esôfago

O esôfago é um tubo muscular envolto internamente por mucosa, que tem como função conduzir (propulsionar) alimento da faringe até o estômago. Tem em média 25 a 30 cm de comprimento e 1,5 a 1,9 cm de diâmetro. Ele é anterior à coluna vertebral e posterior a traqueia e está em íntima proximidade a outras estruturas do pescoço e do tórax.

A faringe e o esôfago são as únicas regiões do corpo humano onde a musculatura estriada não está sob o controle neurológico voluntário. Ambas as fibras simpáticas e parassimpáticas inervam o esôfago (inervação motora) (MACEDO FILHO, GOMES E FURKIM, 2000; JACOBI, LEVY, SILVA, 2004, JOTZ *et al*, 2008).

Figura 02: Representação das regiões laríngea, faríngea e esofágica.



Fonte: National Cancer Institute.

2.3 FISIOLOGIA DA DEGLUTIÇÃO

A deglutição é um fenômeno dinâmico ligado à manutenção da higidez biológica, que se verifica pela ingestão de nutrientes adequados, absorvidos e incorporados pelo organismo. É resultante de um complexo mecanismo neuromotor, cuja absoluta coordenação em cada e entre as fases resulta em um transporte efetivo do alimento da cavidade oral até a cavidade gástrica (ARDRAN & KEMP 1951, COSTA 1996, ESCOURA 1998; COSTA 1998, ELLIOT 1988 *apud* YAMADA *et al* 2004).

A dinâmica da deglutição envolve a coordenação e interação de diversos músculos e nervos que participam de quatro etapas, que são: preparatória oral, quando o alimento é manipulado e colocado na cavidade oral e mastigado se necessário; oral propriamente dita; faríngea, quando a deglutição reflexa carrega o bolo alimentar através da faringe; e a última

fase denominada esofágica, sendo as duas primeiras voluntárias e as duas últimas involuntárias.

Estas fases inter-relacionam-se e compõem um complexo dinâmico, com refinado controle motor. O sincronismo entre as fases permite que o alimento seja transportado da boca até o estômago sem que haja penetração e/ou aspiração traqueal (SPADOTTO, 2008; YANG, 1992; LOGEMANN, 1983 *apud* ESCOURA, 1998; CAVALCANTI, 1999; ARDRAN & KEMP, 1951, COSTA, 1996, COSTA, 1998, COSTA, 2001 *apud* YAMADA *et al.,* 2004; FURKIM & SACCO, 2008).

2.3.1 Fase Preparatória Oral

Essa fase denominada também de antecipatória representa o preparo para a alimentação, desencadeando a salivação de acordo com a apresentação e cheiro do alimento (FILHO, 1998 *apud* BASSI *et al* 2004).Outro propósito deste estágio é o de produzir uma sensação prazerosa de comer, pois cada ser humano tem seu modo de ingerir o alimento. Uns mastigam deliciosamente de maneira vagarosa, outros derramam o líquido diretamente na faringe e outros não o fazem. A sensação de deleite de estar ingerindo o alimento pode interferir neste estágio e no inicio do outro (CAVALCANTI, 1999).

2.3.2 Fase Oral

Nessa segunda fase em um indivíduo normal, a cavidade oral funciona como um órgão sensorial e motor, preparando o alimento para ser deglutido de forma segura. Tem como objetivo reduzir o alimento mecanicamente, misturando-o com a saliva para produzir uma consistência pulverizada, apropriada para ser deglutida. CAVALCANTI 1999 completa que

essa etapa também tem como objetivo, mover o alimento da parte anterior da boca até os arcos palatinos, aonde o reflexo de deglutição é desencadeado. Essa fase é totalmente voluntária, ou seja, é programada e coordenada pelo córtex cerebral (BASSI *et al*., 2004). Caso não ocorra de modo adequado, certamente a fase seguinte não ocorrerá da melhor maneira possível (MARCHESAN, 1999 *apud* PIMENTEL, 2009; CAVALCANTI, 1999).

Durante toda fase oral a faringe e laringe estão em repouso, à via aérea está aberta e a respiração nasal continua até que a deglutição ocorra. Quanto maior a necessidade de mastigação, mais longa é essa fase. (NETTO, 2003; MARCHESAN, 1999 *apud* PIMENTEL, 2009).

A ação neuromuscular dessa atividade abrange: A) os lábios que se fecham para manter o alimento dentro da boca, causando uma tensão na musculatura labial; B) O movimento rotatório da mandíbula para mastigar; C) o movimento anterior do palato mole para fechar a cavidade oral posterior e aumentar o diâmetro da cavidade nasal; D) e a língua, considerada o agente primário para função da mastigação, devido à sua constituição complexa de músculos intrínsecos e extrínsecos. Ela forma o bolo alimentar e o posiciona contra o palato duro, antes da deglutição voluntária, estando assim pronto para ser transportado posteriormente até a orofaringe (JOTZ & DORNELLES, 2009 *apud* PIMENTEL 2009; CAVALCANTI 1999; SCHALCH, 1994 1993 *apud* CAVALCANTI, 1999).

As estruturas osteomúsculo-articulares, responsáveis pela morfo-funcionalidade da boca, organizam-se para formação e projeção posterior da língua, gerando pressão propulsiva, conduzindo o bolo e transferindo pressão para a faringe (COSTA 1998; COSTA, 2001 *apud* YAMADA, 2004). Além do posicionamento de todas as estruturas ósseas e musculares da cavidade oral, a integridade das mesmas na dinâmica da ejeção influencia na qualidade desta ejeção (DODDS, STEWART, 1989; LOGEMANN, 1998 *apud* YAMADA ,2004).

Schalch (1994) denomina esta fase de mastigatória, pois assim que o alimento é colocado na boca, ele é analisado pelos receptores presentes em relação à consistência, gosto, cheiro e volume, reconhecimento que dura menos de um segundo. (CAVALCANTI, 1999; JOTZ *et al*, 2009 *apud* PIMENTEL, 2009).

2.3.3 Fase Faríngea

Esta etapa inicia-se com a invasão pressórica da orofaringe determinada pela ejeção oral (COSTA, 1992 & CAVALCANTI, 1999). Segundo Yang e Valenzuela, (1992) o objetivo principal deste estágio é o transporte do alimento dos arcos palatinos anteriores para o esôfago. Durante esta fase, o escape nasal é impedido pelo fechamento velofaríngeo contra a parede posterior da faringe, protegendo as vias áreas superiores através de vários reflexos, evitando a dissipação da pressão e impedindo a entrada de alimento ou líquido na cavidade nasal (CAVALCANTO, 1999; COSTA *et al* 1992; COSTA, 1998; DONNER & BOSMA, 1985; KAHRILAS 1994 *apud* YAMADA, 2004).

Nesse momento existe retração velar através da atuação do músculo palatofaríngeo e movimento anterior e lateral da parede faríngea. O peristaltismo faríngeo passa o bolo alimentar pela faringe, limpando a valecula e seios piriformes de resíduos alimentares.

O peristaltismo se dá pela contração sequencial dos constritores superiores, médios e inferiores. As vias aéreas são protegidas através da elevação e fechamento da laringe; simultaneamente ocorre o início da propagação de sequência contrátil da musculatura constritora da faringe em sentido crânio-caudal. O bolo alimentar prossegue em direção à laringofaringe que, neste momento, encontra-se receptiva, pela ampliação promovida pelos músculos dilatadores e pela elevação e anteriorização do complexo hiolaríngeo (CAVALCANTI, 1999; MARCHESAN, 2005 *apud* PIMENTEL, 2009).

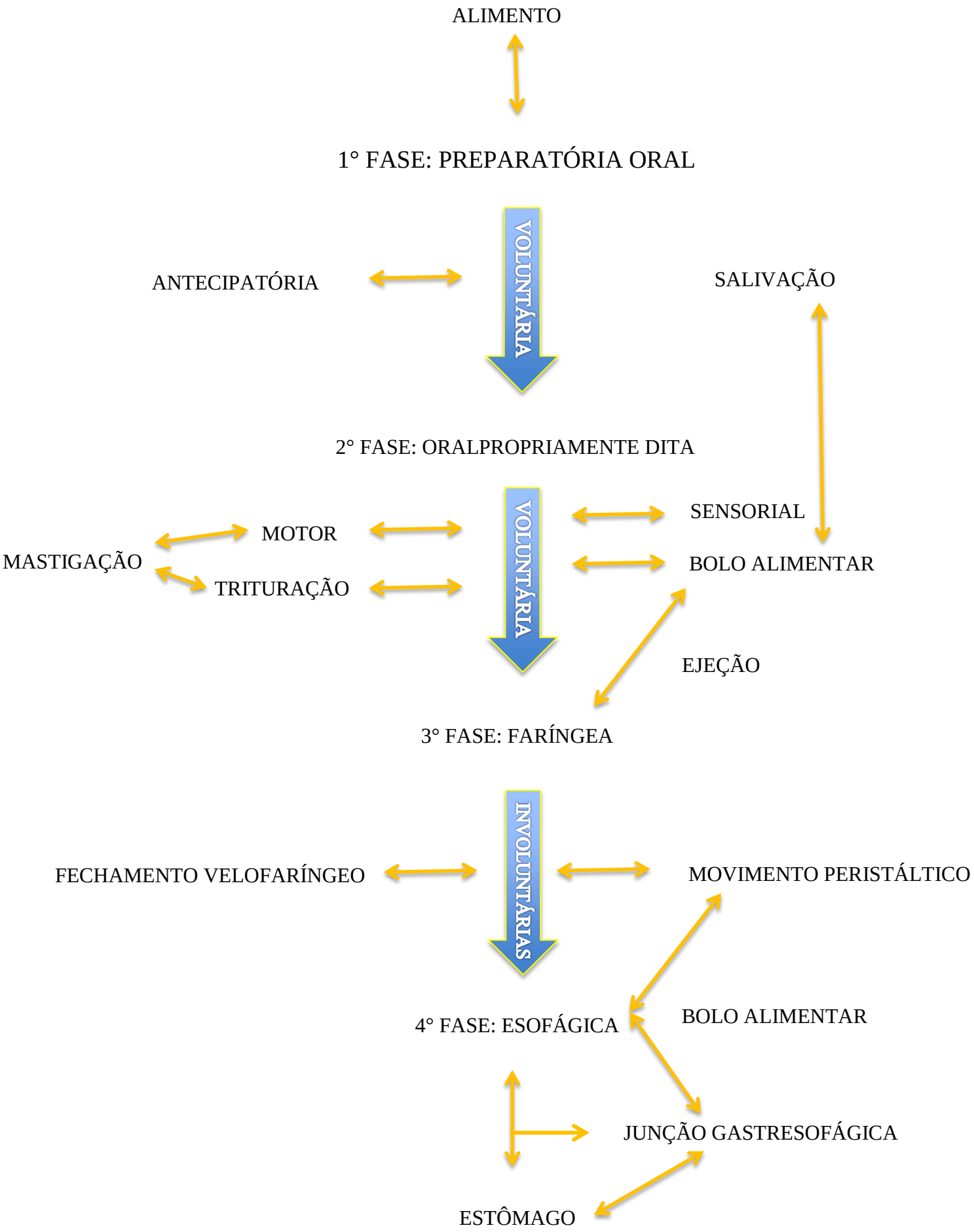
Nesta fase acontecem sucessões rápidas, coordenadas e precisas de vários eventos que ocorrem em sincronia e terminam com a passagem do bolo pra a região esofágica (JOTZ E DORNELLES, 2009 *apud* PIMENTEL 2009).

2.3.4 Fase Faringo- Esofágica

Descrita como a última fase da deglutição, sendo uma etapa inconsciente e involuntária, que consiste em movimentos peristálticos, responsável pela condução do bolo alimentar para o estômago através de um tubo: o esôfago. Esse processo necessita de três a nove segundos para passar pelo esôfago até o estômago. Consequentemente, esse transporte reduz o risco de refluxo gastresofágico ou reentrada de material alimentar do esôfago para dentro da faringe. O refluxo gastresofágico é também evitado através da contração tônica do músculo cricofaríngeo (MARCHESAN, 1999 *apud* PIMENTEL, 2009; BASSI *et al.*, 2004; LOGEMANN, 1998; SCHALCH, 1994; CAVALCANTI, 1999).

O processo é finalizado quando o alimento passa pela junção gastresofágica que permanece fechada tonicamente no repouso e abre durante a deglutição (MARCHESAN, 1999 apud PIMENTEL, 2009). Após a passagem do bolo pelo esfíncter gastresofágico, a laringe retorna a sua posição normal e o tônus muscular do esfíncter aumenta, prevenindo a regurgitação do alimento. O transporte esofágico movimenta o bolo no sentido crânio-caudal, finalizando com a passagem do bolo para o interior do estômago. O tempo necessário para essa fase pode variar, nos indivíduos normais, entre 8 a 20 segundos (JOTZ *et al*, 2009 *apud* PIMENTEL, 2009).

A representação a seguir resume didaticamente as quatro fases da deglutição e suas características principais.


ALIMENTO
1° FASE: PREPARATÓRIA ORAL
ANTECIPATÓRIA
VOLUNTÁRIA
SALIVAÇÃO
2° FASE: ORALPROPRIAMENTE DITA
MASTIGAÇÃO
MOTOR
TRITURAÇÃO
VOLUNTÁRIA
SENSORIAL
BOLO ALIMENTAR
EJEÇÃO
3° FASE: FARÍNGEA
FECHAMENTO VELOFARÍNGEO
INVOLUNTÁRIAS
MOVIMENTO PERISTÁLTICO
4° FASE: ESOFÁGICA
BOLO ALIMENTAR
JUNÇÃO GASTRESOFÁGICA
ESTÔMAGO

2.4 CONTROLE NEURAL DA DEGLUTIÇÃO

O ato da deglutição consiste em um mecanismo neuromotor e neuromuscular que é iniciado de maneira consciente e é resultado da integridade anatômica e funcional de diversas estruturas faciais, ósseas, cartilaginosas, musculares, vitais, cervicais e cerebrais (BASS e MORREL, 1992 *apud* ALMEIDA *et al* 2011; AMARAL e FURKIM, 2007; BARROS, PORTAS E QUEIJA, 2009). A deglutição para acontecer necessita da sincronização de 30 músculos da boca, faringe e esôfago, de seis pares de nervos encefálicos, tronco cerebral, córtex e sistema nervoso central (SNC) e periférico (SNP).

O SNC tem o papel fundamental no controle do corpo. É através dele que chegam as informações relacionadas aos sentidos químicos e é dele que partem as ordens destinadas as ações do corpo relacionadas à deglutição (MACHADO, 2005)

O SNP tem parte dele integrado pelo sistema nervoso autônomo (SNA) também conhecido como sistema neovegetativo ou visceral, controla órgãos internos, como esôfago, estômago e intestino e funções tais como a respiração, digestão e está diretamente ligado aos movimentos peristálticos e consequentemente as fases involuntárias e inconsciente da deglutição (CANNON, 2011; ALMEIDA *et al* , 2012). Este sistema se divide em simpático e parassimpático e controla a atividade de alguns nervos envolvidos na atividade deglutitória: Nervo oculomotor (informação visual), facial, vago e glossofaríngeo e, também, encontra-se na medula espinhal. Esses nervos estão relacionados com a salivação, movimentos pré-estomago, no controle do esfíncter esofágico e na atividade da musculatura lisa do sistema digestivo e respiratório superior. Isto permite ao indivíduo não ter de se preocupar com estas atividades que assumem um papel determinante para a sobrevivência. Por este motivo, o SNA é um sistema que funciona de modo autónomo e inconsciente (DAMÁSIO, 2001; FELDMAN, 2001; ALMEIDA *et al* 2012*).*

O controle neural da deglutição no geral envolve 06 grandes componentes: 1) Seis pares de nervos cranianos; 2) Fibras sensoriais aferentes e eferentes contidas nos nervos encefálicos; 3) Fibras cerebrais, do mesencéfalo e cerebelares que fazem sinapse com os centros da deglutição no tronco cerebral; 4) Os pares centrais da deglutição contidos no tronco cerebral; 5) Atuação do córtex cerebral; 6) Participação do sistema nervoso central e periférico (sistema nervoso autônomo- SNA)(DODDS *et al*, 1989; MARCHESAN, 2005, JONATHAN, 1993 *apud* CAVALCANTI, 1999, DODDS, LOGEMAN, 1998; SOUZA *et al* 2003 E JARADEH E TOOHILL, 2000 *apud* AMARAL EFURKIM, 2007).

Os nervos sensoriais têm a função de levar os estímulos até o cérebro e os nervos motores têm a função de transformar o estímulo recebido em uma ação motora mastigatória e/ou deglutória. Os músculos que participam da deglutição recebem impulsos enviados pelo córtex e este juntamente com o tronco cerebral é responsável pela organização e determinam a ação deglutição (CAVALCANTI, 1999).

Os nervos encefálicos envolvidos nesse complexo sensório-motor da deglutição são: o trigêmeo (**V**- motor e sensitivo), facial (**VII** - motor e sensitivo); Glossofaríngeo (**IX** - motor e sensitivo), vago (**X** - motor e sensitivo), acessório espinhal (**XI** - motor puro) e hipoglosso (**XII** - motor puro), mais o nervo olfativo (**I** - sensitivo puro) e o nervo óptico (**II** - sensitivo puro) (SCHALCH 1994, MARCHESAN 2005; SOUZA *et al* 2003 E JARADEH E TOOHILL 2000 *apud* AMARAL EFURKIM 2007), pois a deglutição se inicia muito antes da mastigação; é através do sentir e do olhar que muitas vezes nossas glândulas salivares são ativadas e disparam o reflexo da deglutição mesmo sem a presença do alimento.

O controle do processo de deglutição no tronco encefálico é feito pelo centro da deglutição, localizado na formação reticular bulbar (JEAN, 2001; DOUGLAS, 2002 *apud* BASSI *et al* 2004). Os neurônios localizados no centro da deglutição podem ser divididos em dois grupos: grupo de neurônios localizados na região dorsal do bulbo, situados no núcleo do

trato solitário, além de interneurônios vizinhos; grupo de neurônios localizados na região ventral do bulbo, situados no núcleo ambíguo, área ventral e interneurônios subjacentes (BASSI *et al* , 2004*).*

Fibras nervosas aferentes são encarregadas de levar as informações provenientes da cavidade oral, faringe, laringe e esôfago, por meio dos axônios sensoriais provenientes do nervo glossofaríngeo, vago (especialmente ramo laríngeo superior), facial e trigêmeo até o núcleo do trato solitário. Os neurônios localizados no núcleo do trato solitário desempenham um papel de direção da deglutição, atuando no disparo e geração da sequência motora. São, portanto, responsáveis pelo início e organização do padrão rítmico da deglutição.

Depois de iniciado, o comando da deglutição é transmitido para os interneurônios localizados na região ventral. Dessa maneira, os neurônios da região ventral agem como neurônios de ligação, que distribuem e coordenam a direção da sequência gerada no grupo dorsal para os núcleos motores dos nervos cranianos. Além disso, a região ventral recebe também influência do centro cortical, por meio do trato córtico bulbar, submetendo a deglutição ao controle voluntário (MACHADO, 2003 *apud* BASSI *et al* 2004). Na ponte, as fibras desse trato dirigem-se aos núcleos do nervo facial, ao trigêmeo, ao hipoglosso, ao bulbo e ao núcleo ambíguo (IX, X, XI), colocando sob controle voluntário os neurônios motores situados no interior desses núcleos.

Pode-se dizer então que a deglutição é um processo contínuo, envolvendo a autonomia de fases especificas e que os núcleos motores envolvidos nessa ação são comandados pelos hemisférios cerebrais direito e esquerdo que conduzem o sistema nervoso central, em conjunto com os nervos cranianos cerebrais, sistema cortical límbico e sensório motor de regulação neural na medula (BASS; MORREL 1992 *apud* LYNCH 2008; BASSI 2004).

A tabela 1 descreve todas as fases da deglutição, o seu controle motor e a função de cada nervo neste processo inato ao ser humano.

Tabela 1: Controle Neural das fases da deglutição

FASE ORAL			
CONTROLE MOTOR		**CONTROLE SENSITIVO**	
NERVO	**FUNÇÃO**	**NERVO**	**FUNÇÃO**
Encefálico	Controle eferente	V- Trigêmeo	Posição da mandíbula e ATM. Reconhecimento de forma e textura dos alimentos
VII – Facial	Movimento de lábios e bochechas		
XII – Hipoglosso	Movimentos da língua	VII - Facial	Paladar
V – Trigêmeo	Movimento da mandíbula	IX - Glossofaríngeo	Paladar
FASE FARÍNGEA			
CONTROLE MOTOR		**CONTROLE SENSITIVO**	
NERVO	**FUNÇÃO**	**NERVO**	**FUNÇÃO**
V – Trigêmeo VII – Facial XII – Hipoglosso	Movimento da língua para trás em direção ao palato mole.	V – Trigêmeo IX – Glossofaríngeo X - Vago	Captações sensoriais iniciais
V – Trigêmeo	Movimento do palato mole em direção à língua.		
V - Trigêmeo IX - Glossofaríngeo X – Vago	Elevação do palato. Constrição da parede posterior da faringe		
VII – Facial XII – Hipoglosso	Elevação do hioide e língua		
IX - Glossofaríngeo X – Vago	Abaixamento da epiglote. Elevação da laringe.		
X – Vago	Abertura do esfíncter cricofaríngeo	IX – Glossofaríngeo X - Vago	Entrada sensorial da faringe e laringe.
V – Trigêmeo	Retorna a posição do palato mole após a deglutição		
XII – Hipoglosso	Retorno à posição de repouso da língua após a deglutição		
FASE ESÔFAGICA			
CONTROLE MOTOR		**CONTROLE SENSITIVO**	
NERVO	**FUNÇÃO**	**NERVO**	**FUNÇÃO**
X- Vago	Controle inibitório e excitatório simultâneo dos músculos na extensão do esôfago. Controle do esfíncter esofageal superior e inferior.	X – Vago	Peristaltismo

Fonte: Dra. Irene Queiroz Marchesan: Artigo Deglutição e Normalidade, 2005.

2.5 RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL (RMF)

A ressonância magnética funcional (RMF) tem sido utilizada nos últimos 20 anos para a identificação da atividade metabólica, fisiológica e fisiopatológica de doenças neurológicas (TROIANO & GEUS; TYVAERT *et al*, 2009).

A RMF é baseada no acoplamento neurovascular, pelo aumento do fluxo sanguíneo regional em áreas do cérebro com maior atividade neuronal. Este exame consegue detectar sutis alterações hemodinâmicas localizado naquelas regiões predominantemente envolvidas com determinadas funções cerebrais e, assim produzem imagens funcionais do cérebro (AMARO JÚNIOR & YAMASHITA ,2010; COVOLAN *et al* 2010).

A realização do exame é feita de modo a obter imagens do cérebro durante a execução da atividade a ser estudada e outras imagens controle, onde essa tarefa não é executada. Desta forma, o indivíduo realiza uma série de atividades enquanto o aparelho adquire as imagens, as quais serão analisadas posteriormente. Essas tarefas são repetidas, num total de cinco ciclos, durante os quais são adquiridas cerca de cem imagens de todo o cérebro, sendo uma a cada três segundos (AMARO JÚNIOR & YAMASHITA, 2010).

É possível apresentar estímulos visuais, sensitivos e mesmo olfativos e gustativos. A principal vantagem é a possibilidade de repetir várias vezes cada estudo em um mesmo paciente, já que não há radiação ionizante ou necessidade de injeção de contraste.

A técnica de RMF nos permite estudar grupos-controle e obter valores de referência para serem usados com pacientes.

A RMF proporciona uma alternativa não invasiva, produz imagens detalhadas do cérebro mostrando a localização de um sinal associado à atividade cerebral. Vários estudos demonstram a aplicação da Rmf no mapeamento motor, visual, auditivo e somatossensorial (MENESES, 2004).

3 METODOLOGIA

3.1 TIPO DA PESQUISA

Trata-se de um estudo qualitativo descritivo observacional de corte transversal.

3.2 PERÍODO E LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada entre outubro de 2012 e junho de 2013 na Clínica Lobo localizada na Avenida Generalíssima Deodoro, n° 1208 no município de Belém-PA.

3.3 AMOSTRA DO ESTUDO

A população de referência foi composta por 04 (quatro) indivíduos de ambos os sexos na faixa etária compreendida entre 18 a 30 anos sem comprometimentos neurológicos, estruturais e alimentares.

Foram excluídos os demais indivíduos fora dos critérios de inclusão e com histórico de alguma doença no sistema digestório.

3.4 MATERIAL

Aparelho de ressonância magnética funcional Signa Excite HDX 1.5 T (GE Medical Systems), termo de consentimento livre e esclarecido (Anexo D), questionário (ANEXO E) questionário de ressonância (ANEXO F) e alimentos não perecíveis.

Figura 03: Aparelho de Ressonância Magnética Funcional.

Fonte: Imagem ilustrativa obtida pelo autor.

3.5 PROCEDIMENTOS

Inicialmente o projeto foi submetido à aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa designado pela plataforma Brasil. Os participantes da pesquisa assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo E), conforme recomendação da resolução 196 de 10/10/1996 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde.

Os participantes foram informados previamente que durante as 7h que antecedem a realização do exame só puderam beber água, pois sucos de frutas, refrigerantes e água gaseificada podem dar a sensação de saciedade, mascarando assim o resultado do exame.

Os indivíduos foram posicionados deitados com a cabeça flexionada em 45° durante todo o processo avaliativo. O exame foi realizado em 2 etapas consecutivas e

contínuas sendo: 1- ressonância neutra para o grupo controle; 2- ressonância de avaliação do processo da deglutição para investigar o envolvimento mental, olfativo e motor.

No início das provas deglutórias o primeiro procedimento é realizado com imagem mental. É pedido para ao pesquisado pensar em alimentos que lhe tragam prazer alimentar. Em um segundo momento com o paciente ainda deitado é pedido para ele ficar quieto e nesse momento foi colocado um recipiente hermeticamente fechado perto do nariz do paciente e aberto quando iniciou a captação das imagens. Na terceira etapa foi dado ao paciente uma seringa contendo 20 ml de um alimento líquido e pedido para o mesmo assim que ouvi o comando começasse a ingeri-lo (procedimento ensinado e treinado com a pesquisadora antes de ser realizado fora e dentro do aparelho). No quarto e último momento foi dado ao sujeito da pesquisa um vasilhame contendo alimentos sólidos e que necessitasse de mastigação e/ou deglutição propriamente dita, assim poderíamos avaliar se as áreas captadas nesse momento corresponderiam com os momentos que o antecederam.

Ao ser finalizado todas as provas deglutórias e todo escaneamento cerebral, o exame será entregue aos pesquisadores para análise.

3.6 PROCESSAMENTO E ANÁLISE DAS IMAGENS

Considerando o caráter descritivo desta pesquisa, a exposição, análise e discussão dos resultados obtidos foram apresentados em forma de imagens de ressonância magnética funcional e analisados de forma descritiva.

Os dados brutos foram transferidos para o sistema Advantage Workstation GE e foram analisados com o software Functool (Analysis of functional neurolmages, versão 4.2). Para cada indivíduo da pesquisa, as imagens foram realinhadas, segmentadas e suavizadas em comparação com a referência anatômica para corrigir a movimentação de cabeça e foram

realizadas mapas de ativação das regiões cerebrais. As imagens foram processadas por um radiologista e revista pelo médico responsável pelo diagnóstico radiológico da instituição e está análise consistiu de um conjunto de anotações de imagens de RMF ponderadas com os mapas de ativação com sobreposições de cores codificadas, identificando as áreas ativadas.

3.7 ASPECTOS ÉTICOS

Esta pesquisa está de acordo com os princípios éticos adotados pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), em cumprimento à resolução CNS nº 196/96, tendo sido aprovado pelo Comitê de ética e pesquisa do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICS) da Universidade Federal do Pará (UFPA) sob o protocolo n° 306.155.

Ressalta-se que além dos procedimentos éticos supracitados os pesquisadores preservarão o anonimato dos sujeitos objetos desta pesquisa, assim como seus dados serão resguardados apenas para finalidade desta pesquisa.

3.8 RISCOS E BENEFÍCIOS

Embora a presente pesquisa envolva o manejo de informações de identificação de dados pessoais dos participantes, a mesma está isenta de riscos na medida em que tais registros são restritos e confidenciais. No entanto, o pesquisador estará em todo momento comprometido com a ética, no sentido de preservar a identidade das pessoas envolvidas, bem como a sua privacidade.

Na avaliação do risco-benefício os benefícios se sobrepõem aos riscos na medida em que os resultados obtidos no estudo foram importantes para pesquisas nas áreas de neurociência, fonoaudiologia e áreas afins, além de subsidiar futuramente a tomada de

decisões nas ações de tratamentos fonoterápicos, com ênfase nas populações que sofrem de patologias que envolvem dificuldades no processo de deglutição.

4 RESULTADOS

O presente estudo foi realizado em quatro etapas e contou a participação de quatro sujeitos com faixa etária entre 18 e 30 anos com idade média de 22 anos.

Um dos indivíduos pesquisados claramente tinha um distúrbio alimentar não diagnosticado, por isso foi retirado da pesquisa por não ser compatível com os outros sujeitos.

Observou-se durante o estudo que o mecanismo neural da deglutição envolve ambos os hemisférios cerebrais e cerebelares em todos os indivíduos e em todas as etapas deste processo, respondendo assim a primeira interrogação desta pesquisa.

O cerebelo mostrou ser uma grande surpresa em todo o estudo, pois teve participação ativa em todas as etapas, demostrando que a sequencialização de movimentos da deglutição pode ser acionada no cérebro mesmo com o indivíduo apenas pensando ou sentindo o cheiro do alimento.

Outra área importante cuja ativação já era esperada é o córtex motor primário, considerada uma das mais importantes e principais áreas cerebrais. Ressalta-se que estava ativa sempre que os hemisférios cerebelares também estavam evidenciando assim sua direta e estreita relação entre o ajuste fino da deglutição.

Na primeira etapa do exame os sujeitos tinham que formar mentalmente a imagem de um alimento que gostariam de estar ingerindo naquele momento e as áreas ativadas foram: Bulbo (porção inferior do tronco encefálico), cerebelo, ponte, vernis, mesencéfalo, corpo caloso, bulbo olfatório, tálamo, hipotálamo, lobo temporal, hemisférios cerebrais, hipocampo, lobo occipital, lobo frontal, amigdala (tonsila cerebelar), ínsula, lobo parietal (Figuras 5, 6 e 7). Observamos que a ativação do hipocampo demostra que os indivíduos utilizam sua memória para buscar alimentos que remetam a uma refeição prazerosa. O hipocampo atua em interação com amígdala e estão envolvidas no registro e decifração dos padrões perceptuais.

Na sequência o indivíduo sentiu o cheiro do alimento o que ocasionou a ativação das seguintes áreas: bulbo, tálamo, cerebelo, hipotálamo, tálamo, lobo frontal, lobo temporal, lobo parietal, córtex motor primário.

A elevada e total ativação do parênquima cerebral nesta etapa revela um acentuado aumento de oxigenação cerebral durante a olfação, demonstrando uma forte percepção de aromas, provavelmente devido à fome sentida naquele momento e o aumento das sinapses nervosas em todo trato olfativo (Figura 8). Observou-se então que a sensibilidade cerebral é maior nos indivíduos, ao sentir o cheiro dos alimentos do que em degustá-los.

A terceira etapa consistiu na ingestão do alimento liquido e teve como áreas ativadas: Os hemisférios cerebelares, tronco cerebral (mesencéfalo), lobo frontal, occipital, parietal e temporal, corpo caloso, tálamo, hipotálamo, insula, lobo frontal e lobo parietal, córtex motor primário, ínsula e amígdala.

Nesta etapa houve o primeiro contato do indivíduo com o alimento depois de sete horas sem alimentar-se. Ainda não há ação mastigatória, mas somente ação deglutória. As áreas motoras envolvidas nesse processo foram ativadas em comum em todos os indivíduos da pesquisa.

Neste momento também houve a ativação das áreas envolvidas com a emoção e o paladar, já que o alimento tocou na língua e consequentemente nas papilas gustativas que em sua maioria estão presentes na língua, mas também estão em menor número nos palatos, na laringe, no esôfago e no nariz, gerando uma intensa transmissão de sabor ao cérebro.

Na quarta e última etapa houve uma aparente redução da oxigenação cerebral, causando uma diminuição na atividade das áreas. Tal fato demostra que a ingestão de líquido antes do alimento sólido ocasiona uma aparente saciedade do indivíduo.

Os resultados responderam nossas interrogações. É perceptível que diversas áreas cerebrais podem atuar isoladas ou em conjunto pra executar todo processo da deglutição, desde sua visualização até a ação motora propriamente dita.

PRIMEIRA ETAPA – FORMAÇÃO DA IMAGEM MENTAL

SUJEITO 1

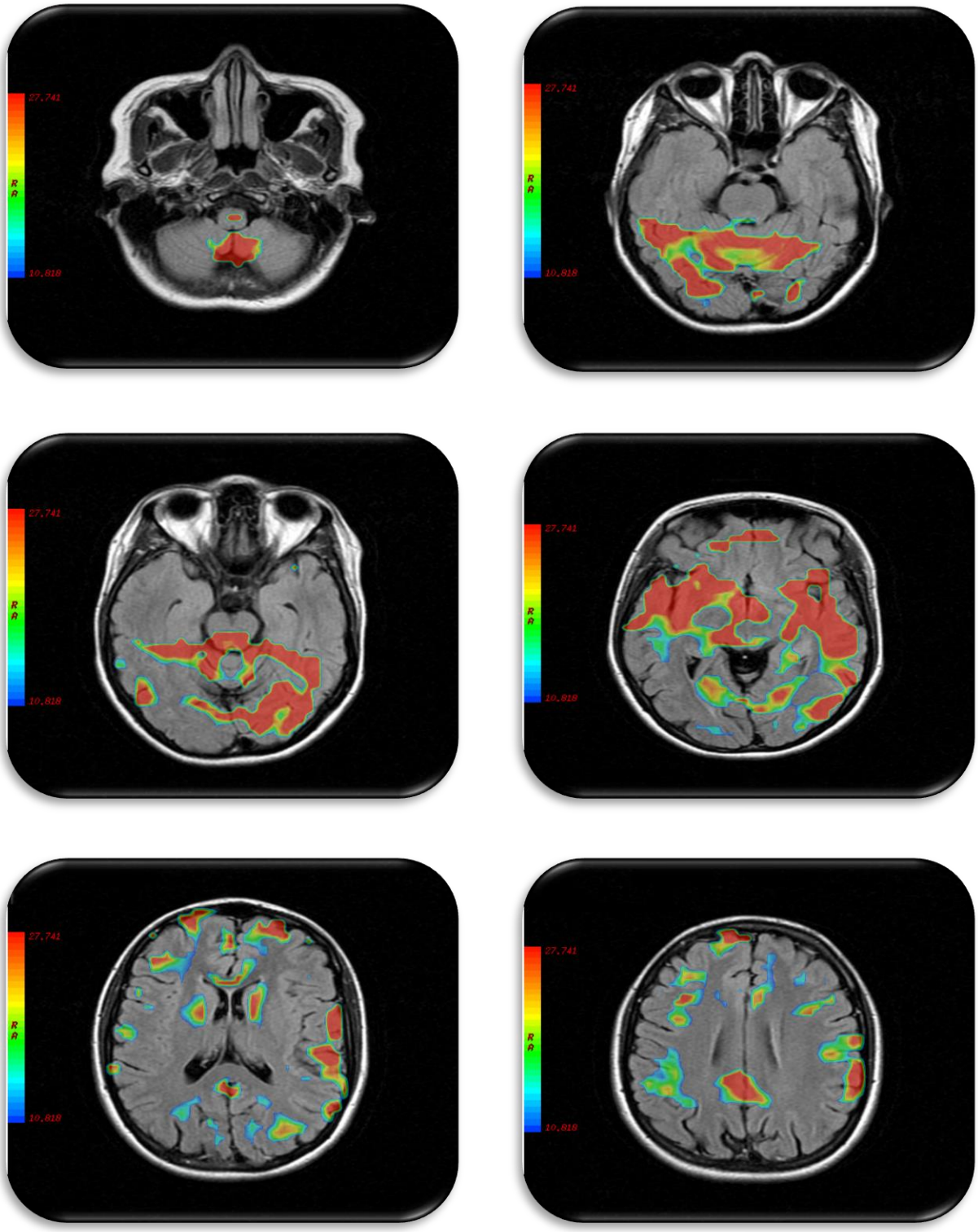


Figura 4: Imagens axiais de RMf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, cerebelo, amigdala, ponte, tronco cerebral (mesencéfalo) lobo occipital (informação visual), lobo temporal (gerenciamento da memória), córtex motor primário, hipocampo, ínsula, corpo caloso.

SUJEITO 2

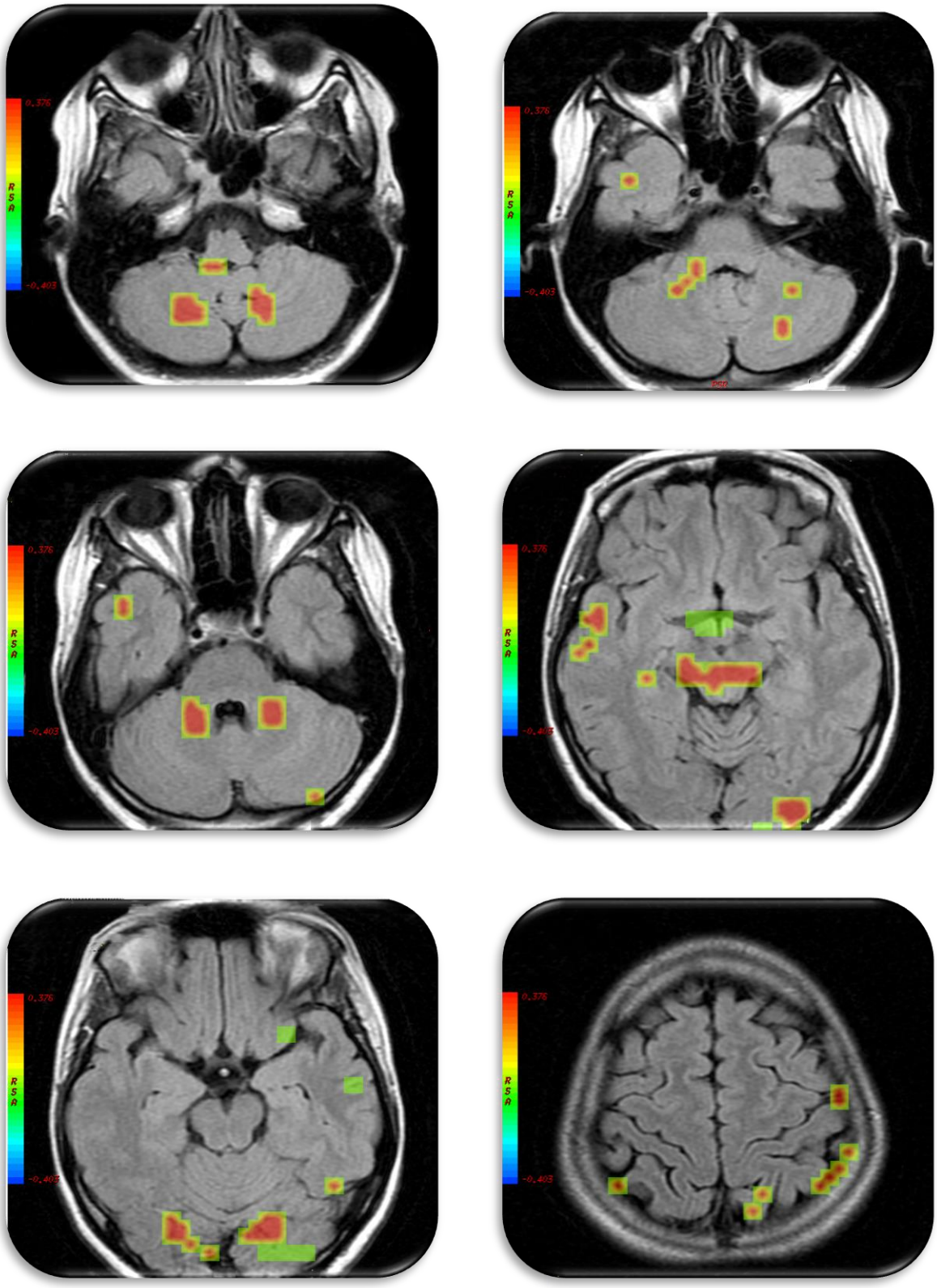


Figura 5: Imagens axiais de RMf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, cerebelo, amígdala, lobo temporal direito, giro occipital, tronco cerebral (mesencéfalo), lobo occipital e hipocampo.

SUJEITO 3

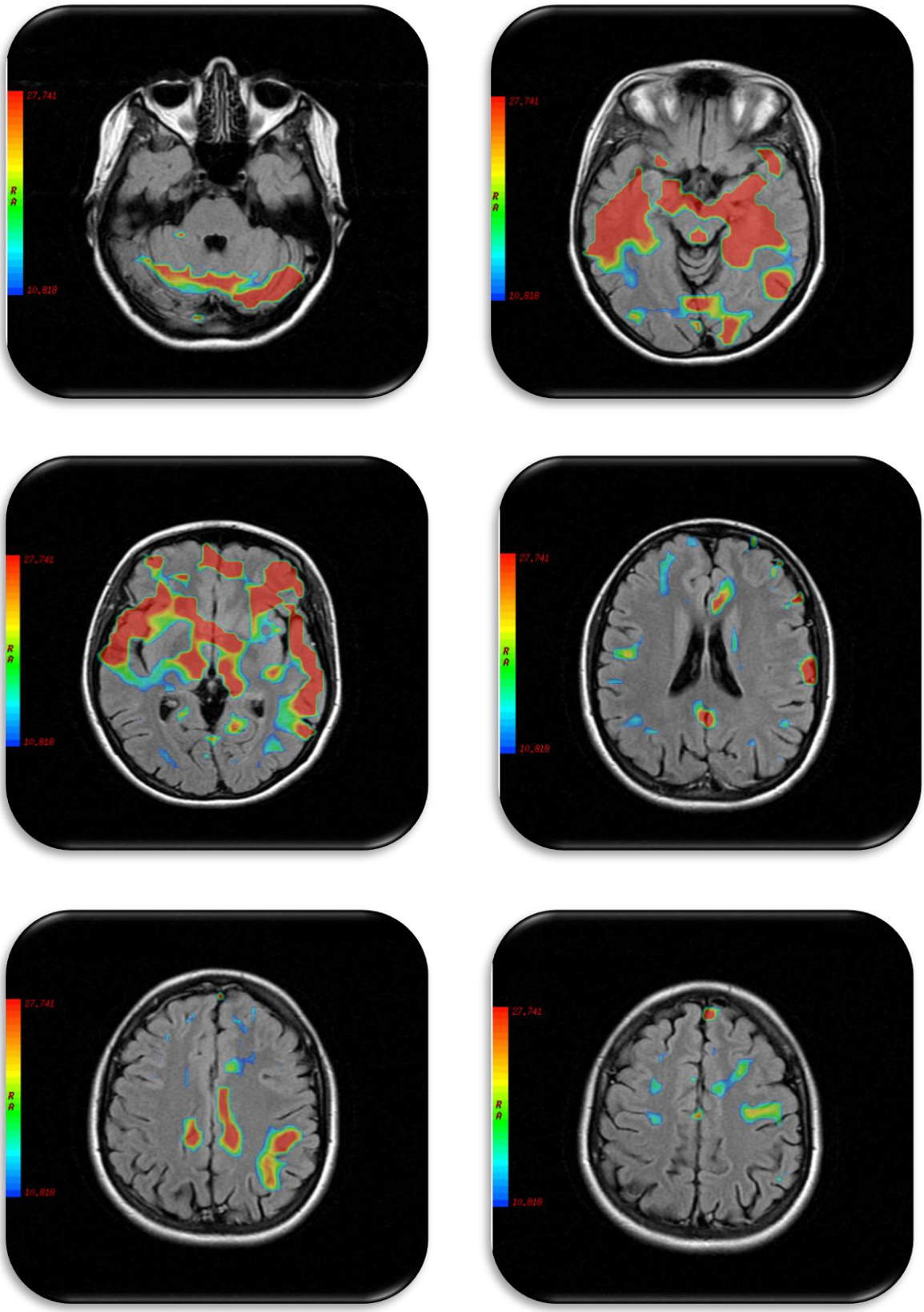


Figura 6: Imagens axiais de RMf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Hemisférios cerebelares, lobo frontal, temporal, parietal e occipital, tronco cerebral (mesencéfalo) ponte, ínsula, hipocampo, córtex motor primário, tálamo e corpo caloso.

SEGUNDA ETAPA - OLFAÇÃO

SUJEITO 1

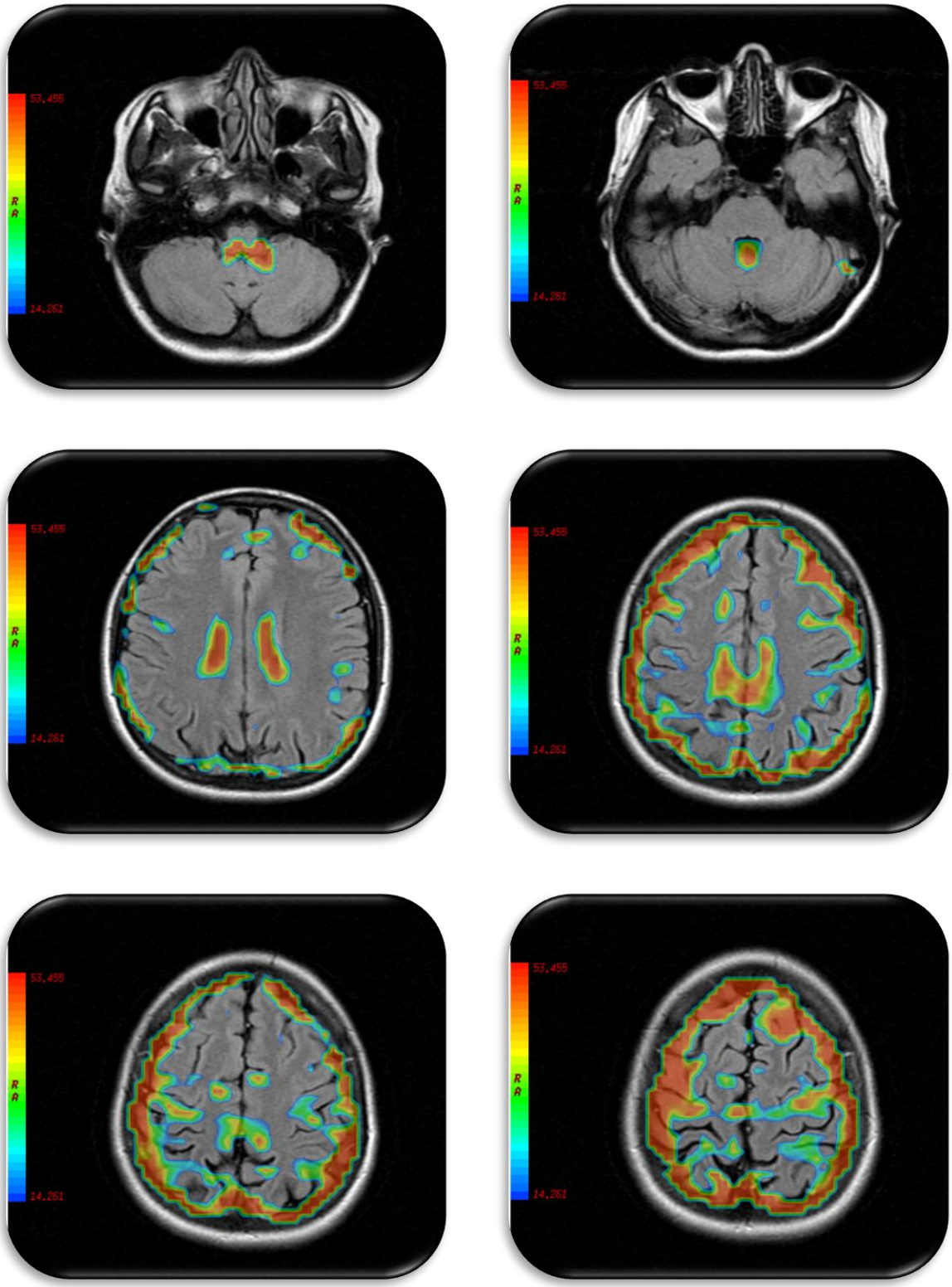


Figura 7: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, ponte, tálamo, hipotálamo, bulbo olfatório, tronco cerebral e parênquima cerebral completo.

SUJEITO 2

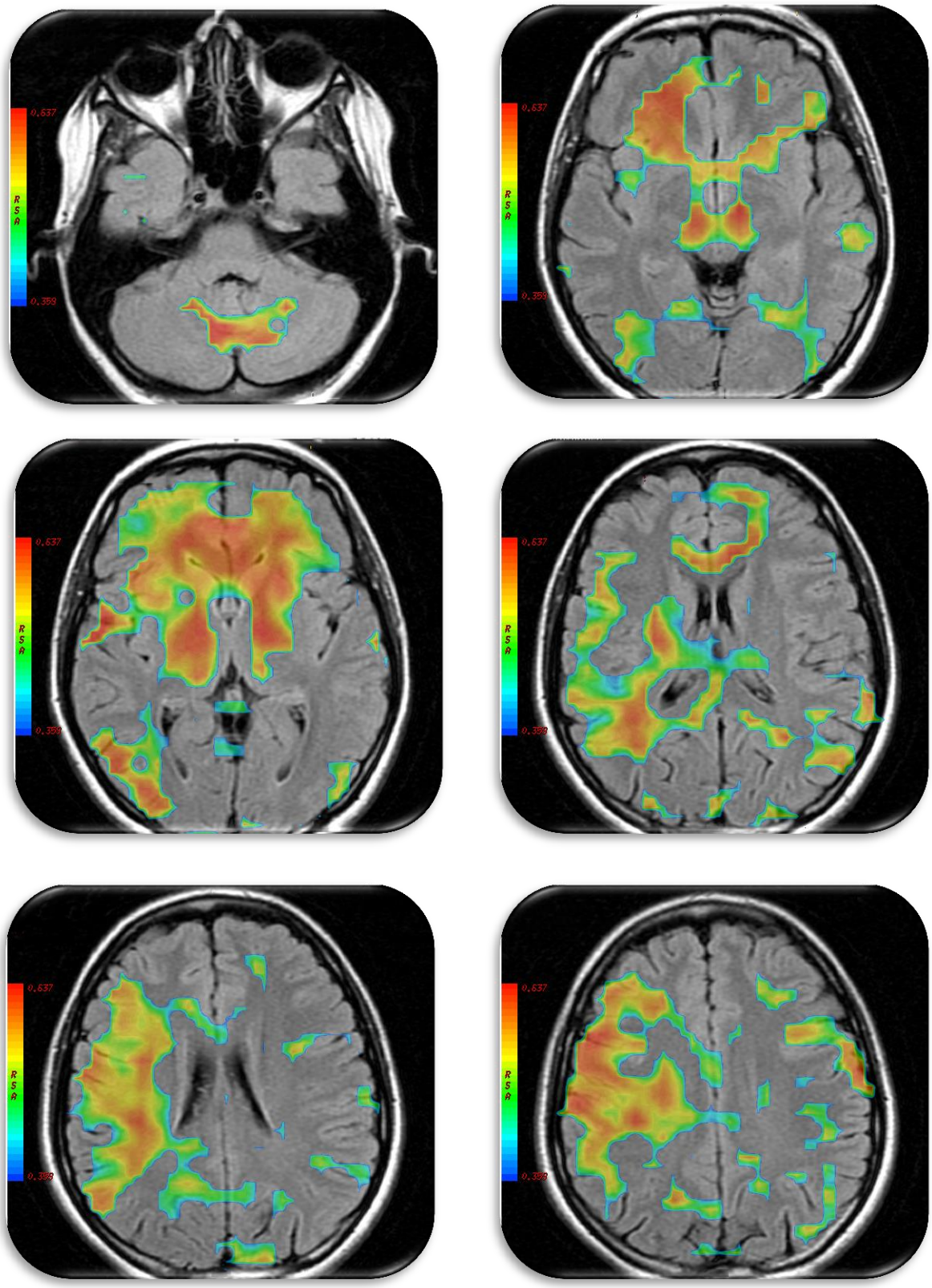


Figura 8: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Hemisférios cerebelares, lobo frontal, occipital e temporal, córtex motor primário, tronco cerebral (mesencéfalo) amígdala, tálamo, hipotálamo, bulbo olfatório, insula, corpo caloso.

SUJEITO 3

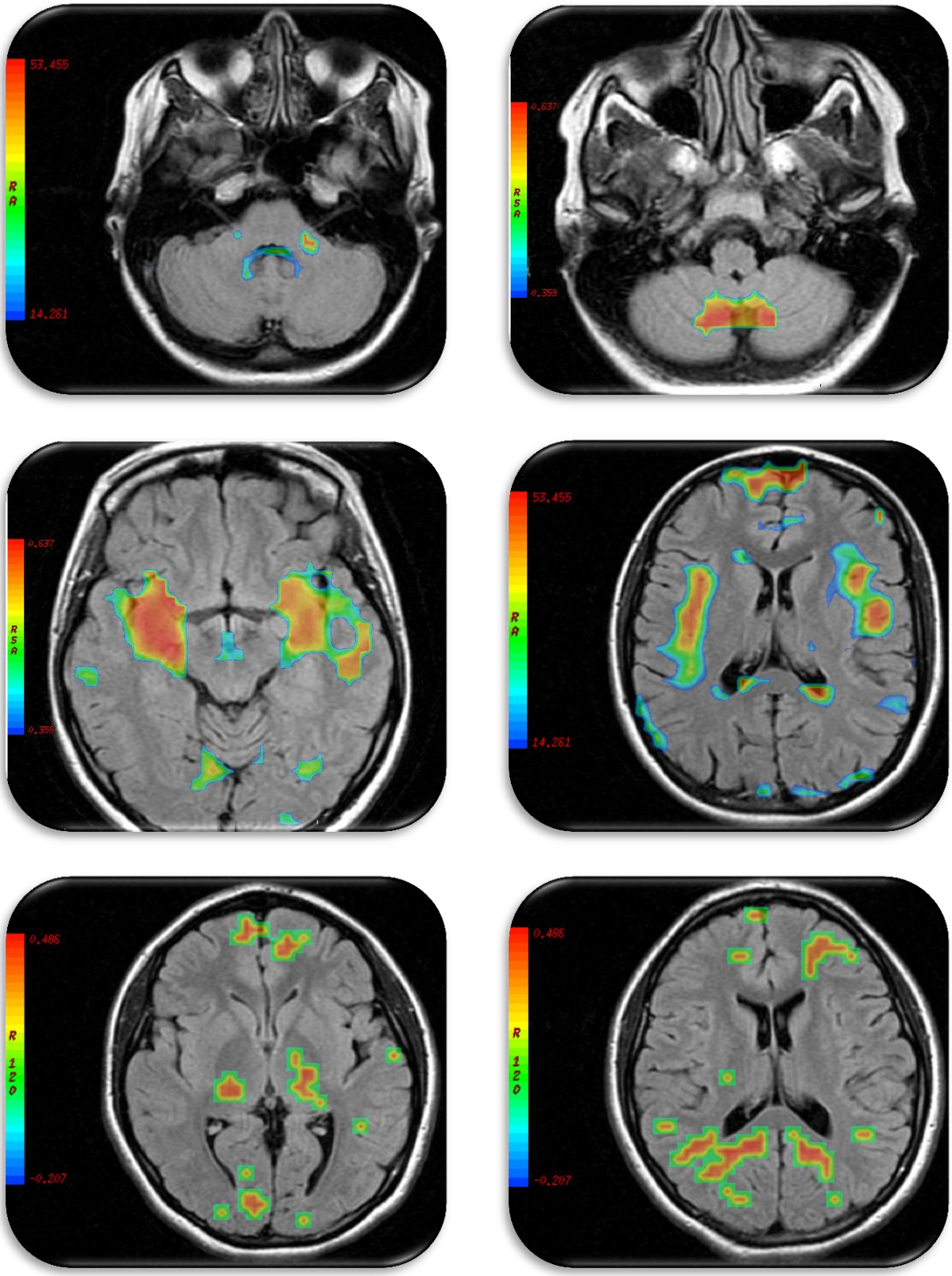


Figura 9: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo raquidiano ou medula oblonga, hemisférios cerebelares, ponte, tálamo, córtex motor primário, lobo temporal, hipocampo, amigdala, ínsula.

TERCEIRA ETAPA – ALIMENTO LÍQUIDO

SUJEITO 1

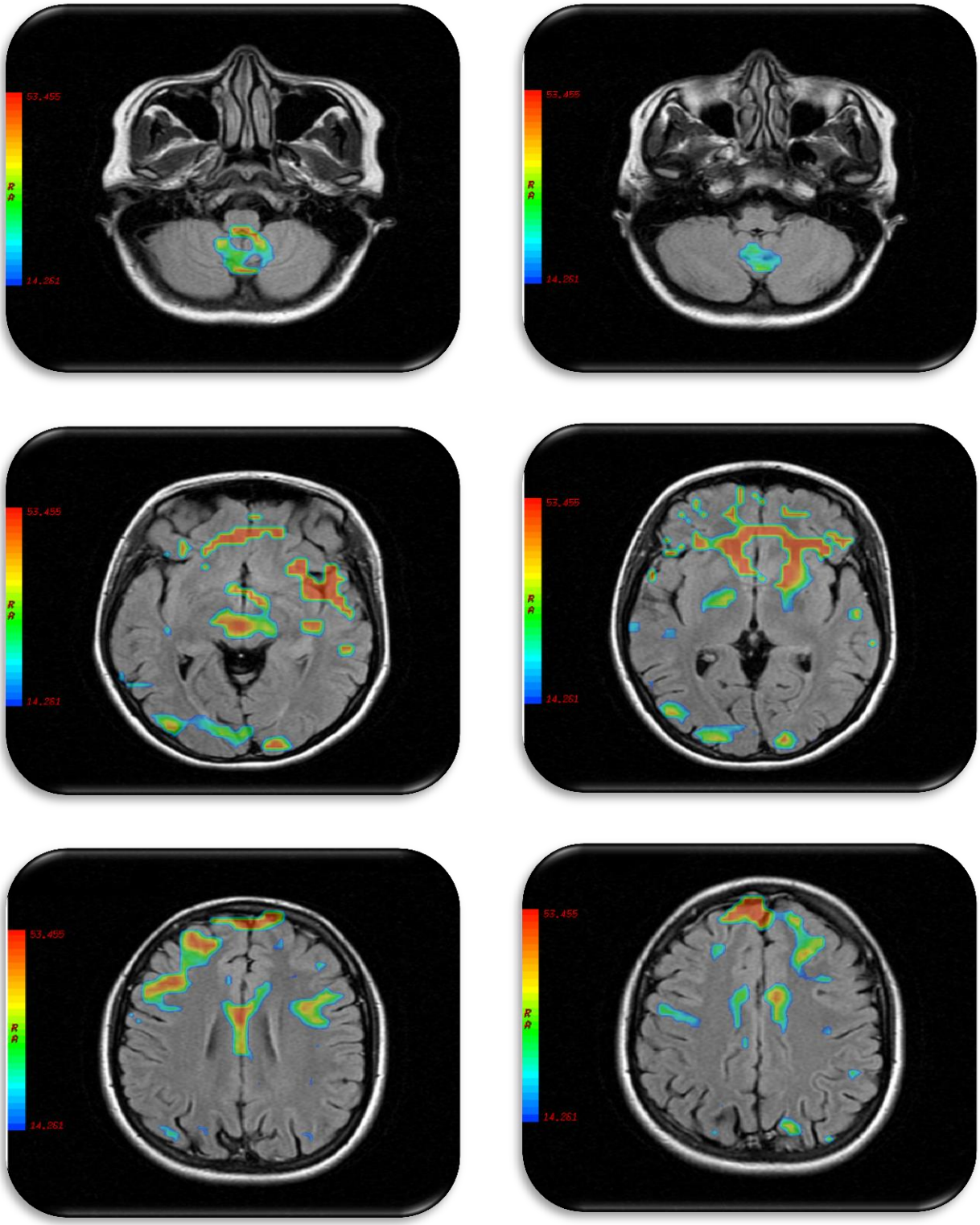


Figura 10: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo raquidiano ou medula oblonga e hemisférios cerebelares, amígdala, tronco cerebral (mesencéfalo), córtex motor, bulbo olfatório, tálamo, hipotálamo, giros frontais e ínsula, lobo frontal e ínsula e giros occipitais, corpo caloso.

SUJEITO 2

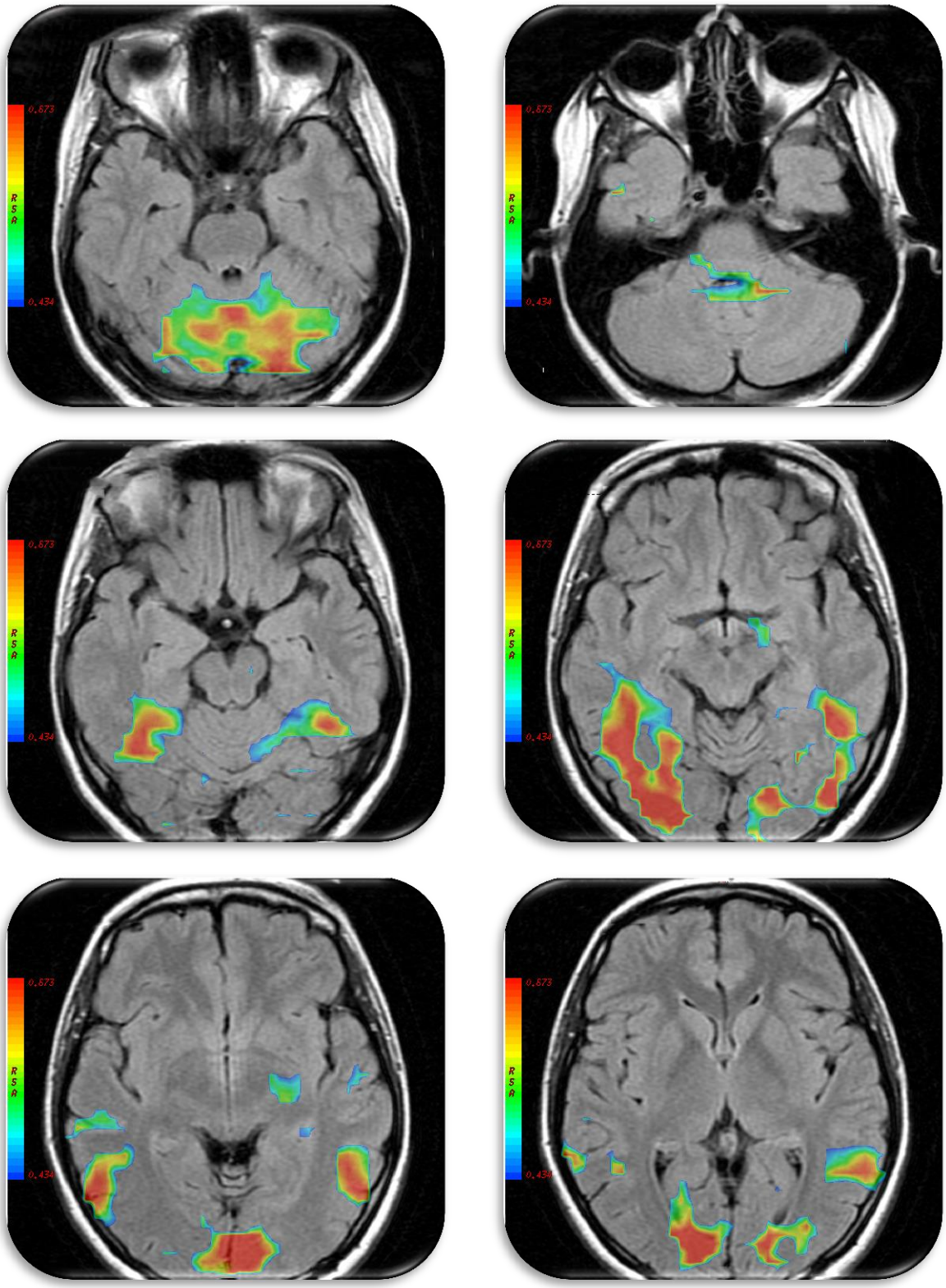


Figura 11: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Hemisférios cerebelares, bulbo raquidiano e medula oblonga, amigdala, verme do cerebelo, tronco cerebral (mesencéfalo), lobo temporal, occipital, parietal e temporal.

SUJEITO 3

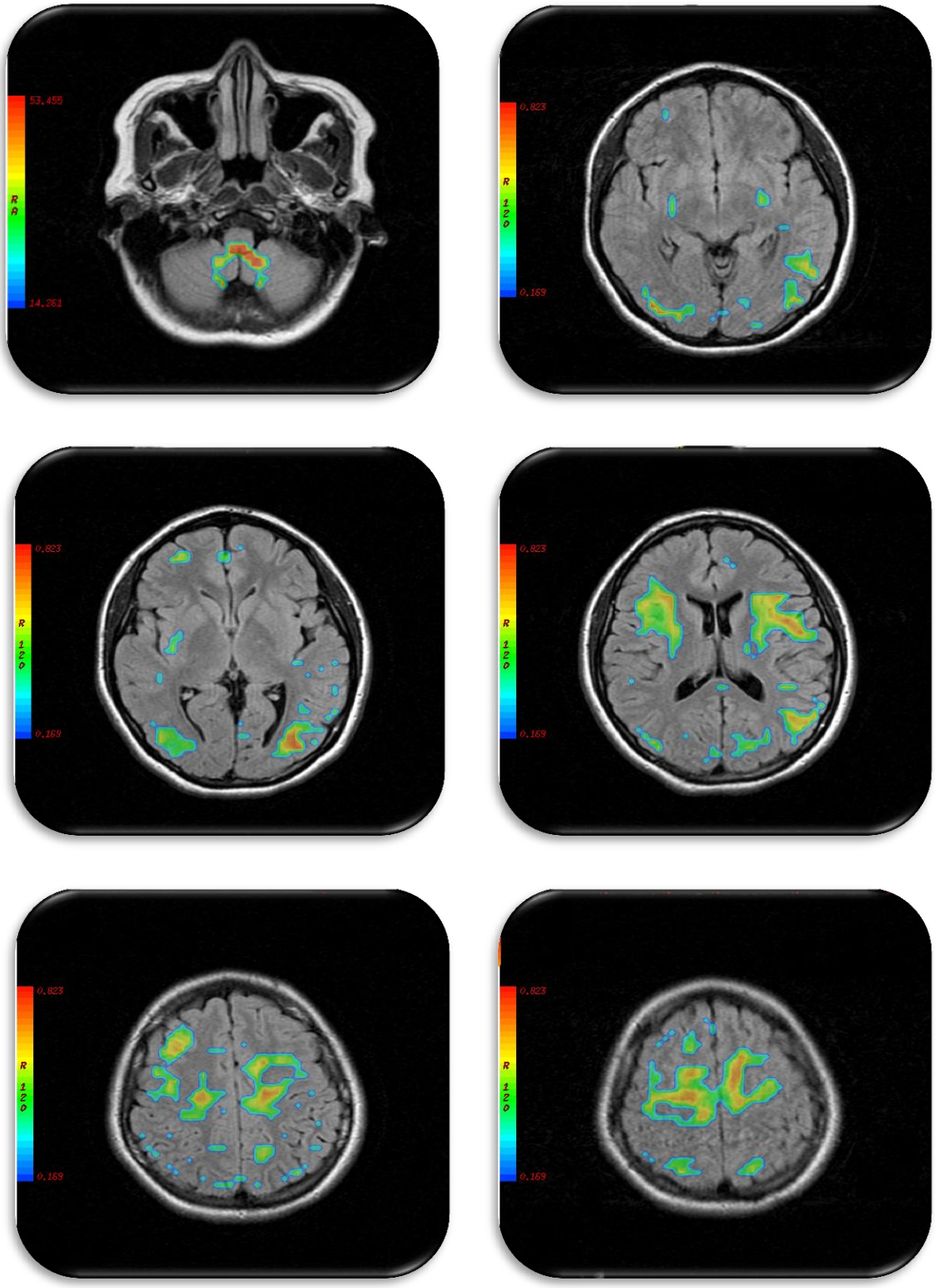


Figura 12: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo ou medula oblonga, ponte, hemisférios cerebelares, giros frontais e occipitais e temporais, ínsula, ínsula, córtex motor, tálamo, hipotálamo e tronco cerebral.

QUARTA ETAPA – ALIMENTO SÓLIDO

SUJEITO 1

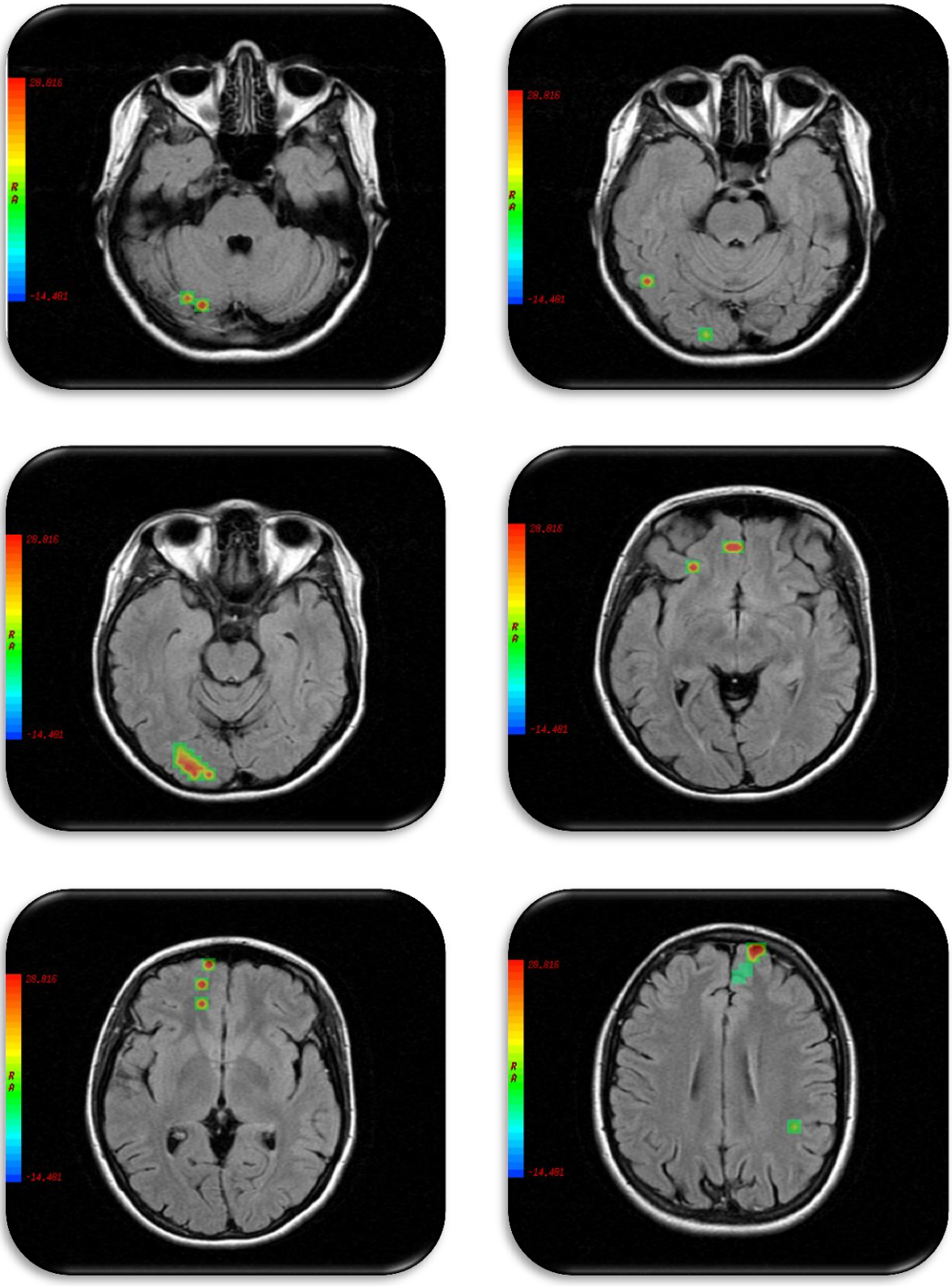


Figura 13: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Cerebelo, lobo frontal, occipital e parietal.

SUJEITO 2

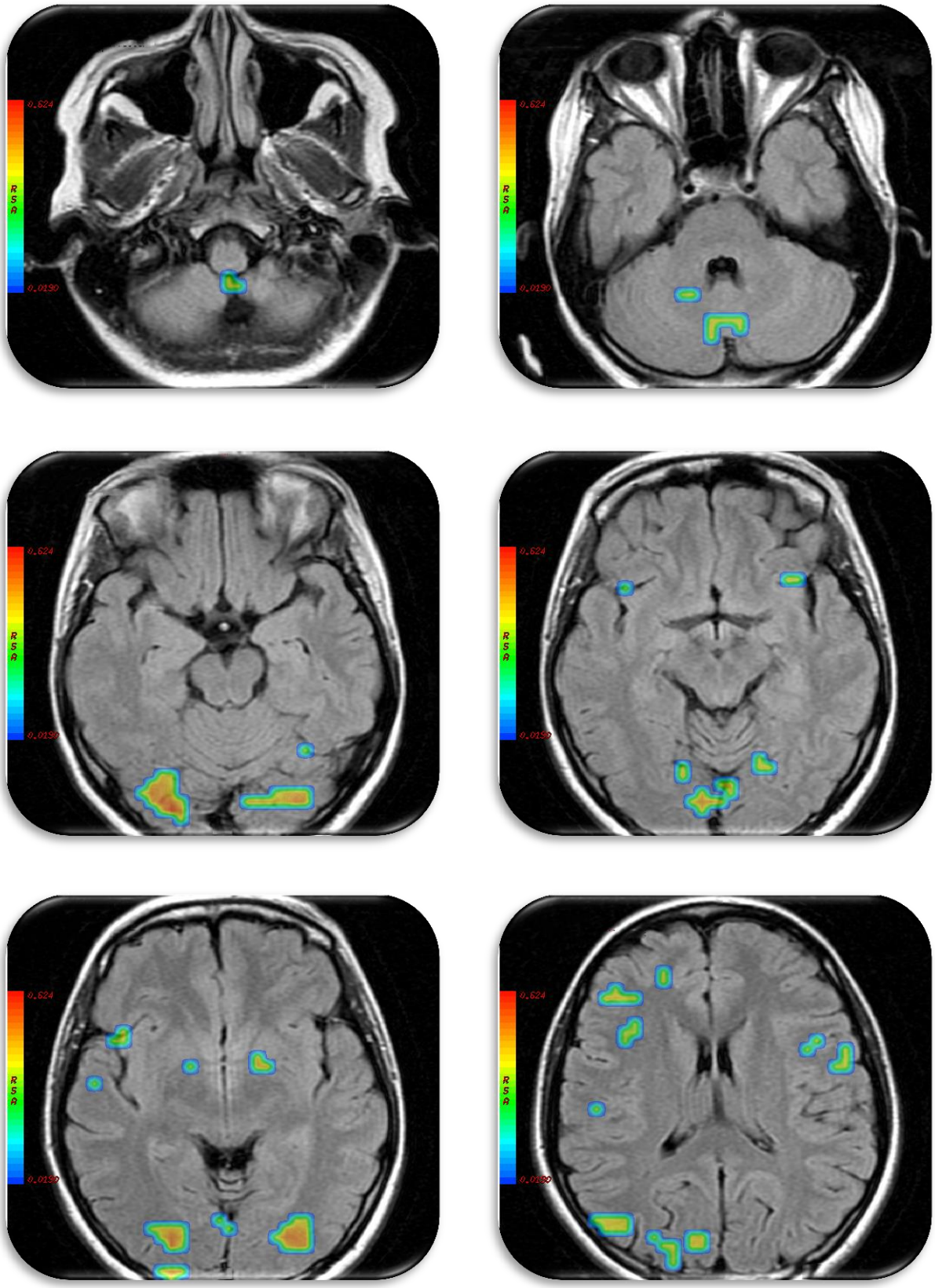


Figura 14: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas: Bulbo raquidiano ou medula oblonga, ponte, hemisférios cerebelares, lobo frontal e occipital, tálamo, corpo caloso giro frontal e temporal.

SUJEITO 3

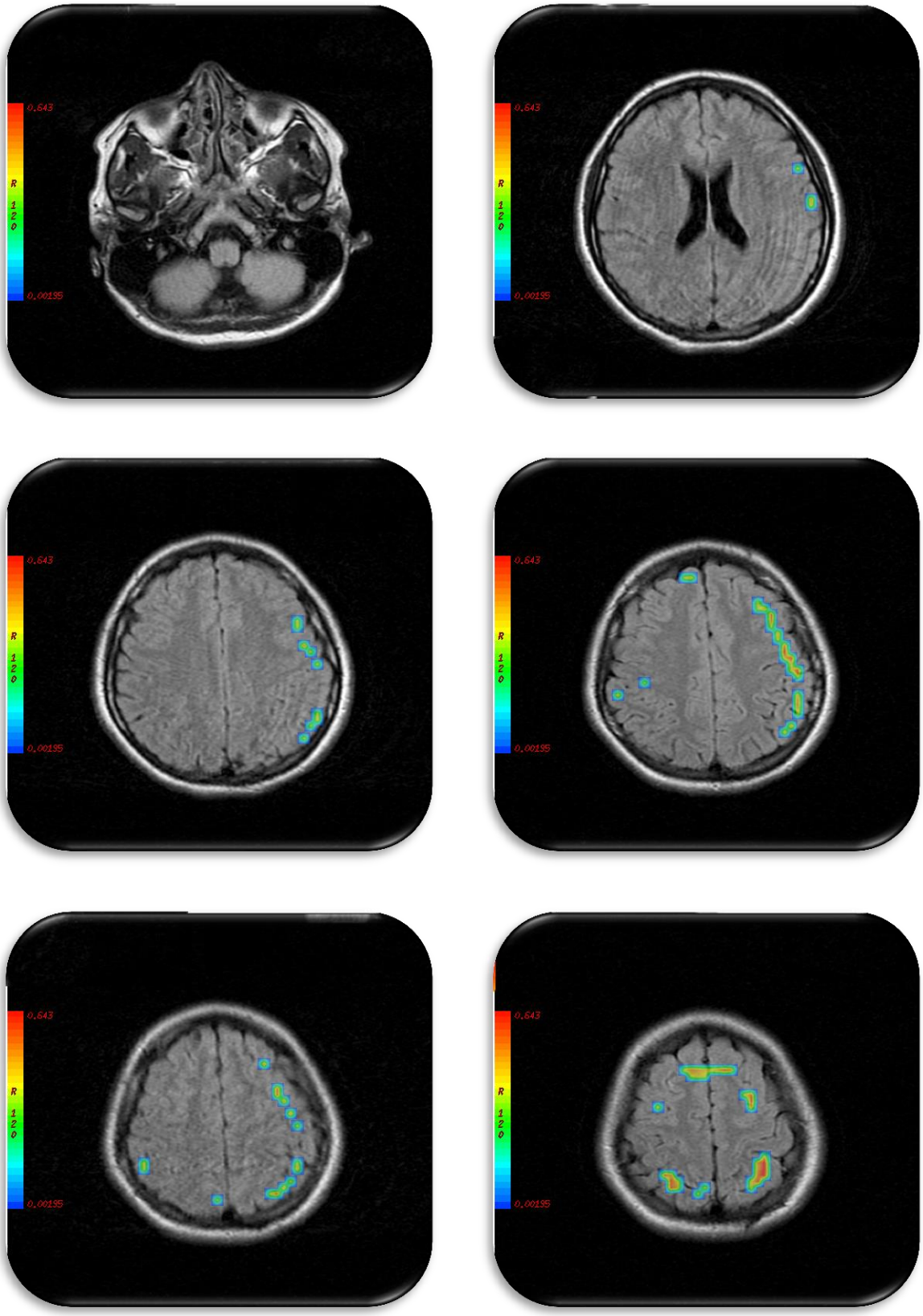


Figura 15: Imagens axiais de Rmf, orientada segundo plano canto-meatal, correspondente às áreas ativadas. Giros frontal e parietal, lobo frontal, occipital e parietal.

5 DISCUSSÃO

A partir do desenvolvimento de novas técnicas especializadas de pesquisa em neurofisiologia e em neuroimagem, mais recentemente, vem-se ampliando o interesse pelo estudo das bases neurais dos processos envolvidos na deglutição, a partir da caracterização e das investigações sobre o sistema nervoso. (BARRETO E SILVA, 2010). Reconhece-se que nesse trabalho as áreas cerebrais envolvidas no controle da deglutição fazem conexões com diversos circuitos neurais que se integram para promover respostas fisiológicas eficientes.

Nossos achados mostraram a ativação em comum de vários componentes neurais envolvidos e integrados no processo de deglutição. O exame de ressonância magnético funcional realizado em indivíduos sadios mostrou um aumento na atividade cerebral em ambos os hemisférios cerebrais e cerebelares, córtex motor primário, bulbo, ponte, mesencéfalo, corpo caloso, tálamo, hipotálamo, bulbo olfatório, hipocampo, amigdala (tonsila cerebelar), lobos cerebrais (frontal, temporal, parietal occipital) , ínsula e tronco cerebral.

Segundo Benoit (2008) e Barreto e Silva (2010) as informações dos órgãos sensoriais, assim como as imagens mentais envolvidos na deglutição, chegam ao cérebro e percorrem um determinado trajeto ao longo do qual são processadas. Em seguida, direcionam-se para as estruturas límbicas e paralímbicas, dirigindo-se, continuadamente, para regiões específicas do córtex cerebral, permitindo que sejam desencadeadas ações, processos relacionados à autonomia e função, geralmente relacionados ao córtex motor primário, córtex frontal e/ou pré-frontal.

O Córtex motor primário aparece como um dos principais componentes da ação da deglutição. Concomitantemente, após o processamento de todas as informações, o córtex motor (onde se destacam as áreas frontais) é responsável pela ativação de vias corticobulbares na medula (núcleos primário dos pares cranianos V, VII, IX, X e XI), que ativam os

componentes somatomotor (músculos da face e da cabeça) dos mecanismos fisiológicos o controle da deglutição. (BARRETO E SILVA, 2010).

Conforme Nolte (2008) e Standring (2008) a medula oblonga ou bulbo raquidiano, juntamente com o tronco encefálico (mesencéfalo), e a ponte integram além da deglutição, outras funções vitais envolvidas no processo sendo essas a salivação, mastigação e os movimentos peristálticos.

De acordo com Machado (2005) o bulbo por ser parte inferior do tronco cerebral, sendo este considerado o "centro da deglutição", contém os neurónios geradores que determinam o tempo do padrão rítmico e sequencial da deglutição, juntamente com o cerebelo.

Na profundidade do bulbo interior encontram-se os nervos IX, X e XI destinados à musculatura da laringe, da faringe e estão relacionados ao paladar juntamente com o nervo VII. A parte ventral do bulbo contém os núcleos dos nervos cranianos VII e XII e os neurónios retransmissores que distribuem os impulsos pelos vários grupos dos neurónios motores na ação deglutória, sendo comandados pelo SNA (AFIFI, BERGMAN, 2005, NOLTE, 2008).

A pesquisa confirma que não somente há áreas cerebrais isoladas ou especificas envolvidas, mas que também a maioria delas trabalha em conjunto que se interligam formando uma corrente neural da deglutição.

O sistema límbico é um desses sistemas que é constituído de várias áreas que agem especificamente e em conjunto para a deglutição acontecer, são elas: o hipocampo, amígdala, tálamo, hipotálamo, tronco cerebral, rinencéfalo (sistema olfativo) (MACHADO, 2005)

De acordo com Loyzaga (2008) através do tronco cerebral passam todas as vias sensoriais, exceto a via olfativa e a via óptica e nele se encontram os núcleos das referidas vias cada um com o seu próprio papel funcional.

Os resultados do estudo demonstram o contrário, o tronco cerebral foi envolvido também no estimulo olfativo, com uma forte ativação, sendo sua participação quase nula na alimentação sólida.

Segundo Palheta Neto *et al* (2011) o estímulo olfativo é o que mais ativa áreas nos hemisférios cerebrais demostrando que a olfação é mais importante que a gustação para seleção de alimentos, depende da integridade do sistema nervoso central e periférico.

O tálamo por sua vez é considerado por si só um centro de interconexões, que está ligado ao sistema límbico, direcionando as conexões dos órgãos sensoriais envolvidos no processo alimentar, recebendo mais informações do córtex visual. Sua ligação com o córtex motor, tronco cerebral, cerebelo e hipotálamo influencia no comportamento motor durante a deglutição (BARTOLOMÉ, FERNÁNDEZ. 2004).

A pesquisa demostra a participação do tálamo nas três primeiras etapas da pesquisa. Sua atuação somatosensitivo colabora na percepção de estímulos visuais, olfativos e gustativos, confirmando sua importância no reconhecimento somatostésico durante tarefas deglutórias.

O Tálamo e o hipotálamo exercem funções conjuntas quando se trata de vias sensitivas, mas este último desempenha mais um importante papel, participando também do controle circadiano da alimentação e têm sido relacionada com diversas funções durante o processo alimentar, como atividade motora, paladar, olfação, salivação e a liberação de alguns hormônios que regulam a fome e o apetite pós-ingestão e pós-absorção de alimentos, intensificando a saciedade (CAMBRAIA, 2004; LAM, 2008; FERREIRA, GOMES, 2009, FEIJÓ *et al* 2011).

Esta pesquisa confirma a evidência de que o aumento na atividade sináptica de uma alimentação liquida, provoca, posteriormente na alimentação sólida, uma redução na quantidade de alimento ingerido durante uma refeição e modifica o padrão de saciedade.

Segundo Feijó *et al* (2011) o hipotálamo em condições e níveis hormonais normais, regula mais facilmente a saciedade e inibe a ingestão excessiva de alimentos, a pessoa sente-se satisfeita com mais facilidade e tem maior controle na vontade de comer.

A amígdala, outro componente do SL é responsável pelos conteúdos emocionais da memória. É uma estrutura que exerce ligação essencial entre as áreas do córtex cerebral, recebendo informações de todos os sistemas sensoriais. Estes, por sua vez, projetam-se de forma específica aos núcleos amigdalianos, permitindo a integração da informação proveniente das diversas áreas cerebrais. A amígdala ainda estabelece conexão com o hipotálamo e substância cinzenta no tronco encefálico, evocando, por fim, respostas motoras somáticas. (WILLIAMS *et al* 2006 ; BARRETO E SILVA, 2010; BERRIDGE, 2004; BEAR, CONNORS, PARADISO,2008).

Phan *et al* (2002) completam que a amígdala também recebe estímulos provenientes das áreas temporais associadas à visão, participando na formação de memórias através dos circuitos hipocampais. Tal fato decorre do papel especializado da amígdala no processamento de insinuações emocionais visualmente relevantes. A ativação da amígdala pode estar primariamente envolvida na percepção do córtex occipital.

A amígdala, juntamente com o hipocampo, constitui uma das principais regiões do sistema límbico. A amígdala induz no hipocampo à geração de novos neurónios. Isto pode sugerir que memórias emocionais relacionadas a um determinado alimento trazem fortes recordações com muito mais intensidade e por mais tempo (ISOLAN, 2007, WEN *et al,* 1999; GLOOR, 1997).

O hipocampo finaliza essa “roda de conexões”, exercer funções no controle da alimentação, possui múltiplas funções na motivação para consumo de alimentos, e pesquisadores começam a enfatizar o papel dos mecanismos da memória no controle do comportamento alimentar. É reconhecido que o controle da ingestão de alimento depende da

habilidade em codificar e representar na memória uma variedade de informações sobre suas experiências com os alimentos. (DAVIDSON, JARRARD, 1993; TRACY, 2001; OLVERA *et al*, 1998; CAMBRAIA , 2004).

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados acima descritos concluímos que o ato de deglutir é um processo complexo, que é iniciado muito antes dos processos mecânicos envolvidos, conforme demonstrado pelas áreas corticais e subcorticais ativadas. As regiões destacadas envolvem sistemas visuais, gustativos e olfativos. O olfato notadamente se sobressaiu dentre todos os outros sentindo químicos no exame de RMF..

REFERÊNCIAS

AFIFI, A.; BERGMAN, R. Functional Neuroanatomy. Text and Atlas. Lange Basic Science, 2th edition. 2005.

ALMEIDA, L. *Et al.* Sistema Nervoso Autónomo: mecanismo mecânico fonte do equilíbrio corporal. Revista Psicologia na Atualidade, 10 ed. São Paulo, 2012.

ALMEIDA, R.C.A.; HAGUETTE, R.C.B.; ANDRADE, I.S.N. Swallowing with and without verbal commands: videofluoroscopy findings. Rev. soc. bras. fonoaudiologia, vol.16, n.3: 291-97, 2011.

AMARAL, M.C.C.; FURKIM, A.M. A miotomia do cricofaríngeo: artigo de revisão. Rev. Soc. Bras. Fonoaudiologia, vol.12, n.2: 151- 57, 2007.

AMARO, E.J.; YAMASHITA, H. Basic aspects of tomography and magnetic resonance. Rev. bras. Psiquiatria, vol. 23, supl.1, 2001.

ARCURI, S. M; MCGUIRE, P. K. Ressonância magnética funcional e sua Contribuição para o Estudo da Cognição em esquizofrenia. Rev. Bras. Psiquiatr. , São Paulo, v.23, supl. 1, maio de 2001.

ARDRAN, G.M.; KEMP M.R.C.P. The mechanism of swallowing. Proc. Rev. Soc. Medicina, pp.1038-44, 1951.

BARTOLOMÉ, M.V. P.; FERNÁNDEZ, V. L. El tálamo: aspectos neurofuncionales. Rev. Neurol.,2004; 38 (7): 687-693.

BARRETO, I.B.M. Shared Movement. Periódico do programa de pós-graduação em artes ciências. V. 02, n.2: pp. 1-8, 2010.

BARETO, J.E.F; SILVA, L.P. Limbic system and emotions - an anatomical review. Rev. Neuroscience, 2010; 1 8(3):386-394

BARROS, A.P.B.; PORTAS, J.G.; QUEIJA, D.S. Trcheotomy implication upon communication and swallowing. Rev. bras. Cir. Cabeça e Pescoço, n. 38: pp. 202-207, 2009.

BASSI, A.E. R. *et al*. Associação entre disfagia e o transtorno topo diagnostico da lesão encefálica pós-acidente vascular encefálico. Rev. CEFAC, n. 2, vol. 6: pp. 135-42, 2004.

BASS, N.H.; MORRELL, R.M. The neurology of swallowing. In: Groher M. E. Dysphagia: diagnosis and management. Butterworth-Heinemann; 2 ed: pp. 1-29, Boston, 1992.

BEAR, M.F, CONNORS, B.W, PARADISO, M.A. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 3ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

_____. Neurociências: desvendando o sistema nervoso. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

BENOIT, R.G. The role of rostral prefrontal cortex in establishing cognitive sets: preparation or coordination? J. Neuroscience, Baltimore, 2008.

BERRIDGE, K.C. Motivation concepts in behavioral neuroscience. Physiology and Behavior, Elmsford, 2004; 81:179-209.

BLAKESLEE, S. Cells That Read Minds. New York Times, 2006.

BRANCO, D. L.; COSTA, J.C. Functional MRI of memory: where we are and where we can reach. J. Epilepsy clin. Neurophysiology, n. 1, vol.12:25-30, 2006.

BRAGATO, M. Espelhamento e Imagética Corporal: Uma alternativa à problemática da imitação pela perspectiva da neurociência cognitiva na compreensão da atividade motor em dança. VI Congresso de pesquisa e pós-graduação em artes clínicas 2010.

BELLINI, M.A.B.C. Memespelhos. IV Reunião Cientifica de Pesquisa e Pós-Graduação em Artes Cênica, 2006.

BREIER, J.I. *Et al*. Language dominance determined by magnetic source imaging: A comparison with the Wada procedure. Neurology, n. 53: 938-945, 1999.

BUCHBINDER, B.R., COSGROVE, G.R. Cortical activation MR studies in brain disorders. MRI Clin. N. Am 1998; 6:67-90.

CAMBRAIA, R. P. B. Psychobiological aspects of feeding behavior. Rev. Nutr., Campinas, v. 17, n. 2, June 2004.

CANNON, W.B: Bodily changes in plain, hunger, fear, and rage, ed. 2, New York: Appeton-Century, 1929.

CAVALCANTI, H.G. Disfagia orofaríngea de origem neurológica em adulto. Centro de Especialização em Fonoaudiologia. Fortaleza, 1999.

COSTA, M.M.B**.** Uso de bolo contrastado sólido, líquido e pastoso no estudo videofluoroscópico da dinâmica da deglutição. Rev. Bras. Radiologia, n 29: pp.35-9, 1996.

_____. Dinâmica da deglutição: fase oral e faríngea. In: COSTA M.M.B.; LEME, E.; KOCH, H.I., editores. Colóquio multidisciplinar deglutição & disfagia do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 1998.

_____. Revisão anatômica e videofluoroscópica das bases morfofuncionais da dinâmica da deglutição [material instrucional]. Curso de Extensão: Rio de Janeiro, 2001.

COSTA, M.M.B.; MOSCOVI, M.; KOCH H.A.; PEREIRA, A.A. Avaliação videofluoroscópica da transição faringoesofágica e esfíncter esofágico superior. Rev. Bras. Radioliologia, n. 25: pp.11-8, 1992.

COURIEL, JM et al. - Assessment of feeding problems in neurodevelopmental handicap: A team approach. ARCH DIS CHILD, 96(5):609-613, 1993.

COVOLAN, R; ARAÚJO, D.B.; CENDES, F. Functional magnetic resonance: the functions of brain disclosed by spins nuclear. Ciência e cultura. Vol. 56, n.1, 2004.

DANTAS, R.O. *Et al*. Effect of gender on swallow event duration assessed by videofluoroscopy. Dysphagia. Vol. 24, n. 3: pp. 280-4, 2009

DANTAS, R.O.; DODDS. W.J.; MASSEY, B.T.; KERN, M.K. The effect of high- vs. low-density barium preparations on the quantitative features of swallowing. Roentgenol. Vol. 153: pp. 1191-5, 1989.

DAMÁSIO, A.O Erro de Descartes: Emoção, Razão e Cérebro Humano. 22ª ed. Mem Martins: Publicações Europa-América, 2001.

DODDS, W.J. *Et al*. Tipper and dipper types of oral swallows. AJR Am J. Roentgenol. Vol. 153: pp.1197-9, 1989.

DONNER, M.W.; BOSMA, J.F., ROBERTSON, D. Anatomy and physiology of the pharynx. Gastrointest. Radiology. Vol. 10: pp.196-212, 1985.

DOUGLAS, C.R. Fisiologia da deglutição. In: Douglas C. R. Tratado de fisiologia aplicada às ciências da saúde. Robe: pp.895-990, São Paulo, 1994.

_____. Fisiologia da deglutição. In: Douglas C.R. Tratado de fisiologia aplicada às ciências da saúde. Robe: pp.732- 86, São Paulo, 2002.

DAVIDSON, T.L; JARRARD, L.E. A role for hippocampus in the utilization of hunger signals. Behav. Neural Biol. 1993; 59(2):167-71.

DROZDZ, D. R. C. *Et al*. Pharyngeal swallowing phase and chronic cough. Int. Arch. Otorhinolaryngol., São Paulo, v. 16, n. 4, Dec. 2012.

ELLIOT, J.L. Swallowing disorders in the elderly: A guide to diagnosis and treatment. Geriatrics. Vol. 43: pp.95-113, 1998.

EHRENBERG, A. Le sujet cérebral. Esprit. Vol. 11: pp. 130-155, 2004.

ESCOURA, J.B. Exercícios e manobras facilitadoras no tratamento das disfagias. Centro de Especialização em fonoaudiologia – CEFAC. São Paulo, 1998.

FEIJÓ, F.M. *Et al*. Serotonina e controle hipotalâmico da fome: uma revisão. Rev Assoc. Med. Bras. 2011; 57(1): 74-77

FELDMAN, R. Introdução à Psicologia. São Paulo: MaGrow-Hill, 2001.

FERREIRA, F.M. Manual de técnicas em ressonância magnética. Rio de Janeiro: Editora Rubio, 2011.

FERREIRA, L. GOMES, E. Estudo Sobre a Eficácia do Uso de Inibidores da Recaptação de Norepinefrina e Serotonina no Tratamento da Obesidade. Revista Saúde e Pesquisa 2009: 2(3): 363-9.

FILHO, E.D.M. Fisiologia aplicada da deglutição. In: Centro de Pesquisa e Tratamento de Disfagia. Disfagia: abordagem multidisciplinar. Pp. 1-6. Frôntis: São Paulo, 1998.

FILHO, E.D.M.; GOMES, G.F.; FURKIM, A.M. A deglutição normal. In: FILHO, E.D.M.; GOMES G.F.; FURKIM, A. M. Manual de cuidados do paciente com disfagia. Pp.17-27. Lovise: São Paulo, 2000.

FOGASSI, L. *et al*. Neurons responding to the sight of goal directed hand/arm actions in the parietal area PF (7b) of macaque monkey. Society Neuroscience Abstract, v. 24, pp. 257, 1998.

FURKIM, A.M.; MATTANA, A. Fisiologia da deglutição orofaríngea. In: FERREIRA L. P; LOPES, D.M.; LIMONGE, S.C.O. Tratado de fonoaudiologia. Pp. 212-8. Rocca: São Paulo, 2004.

FURKIM, A.M.; SACCO, A.B.F. Eficácia da fonoterapia em disfagia neurogênica usando a escala funcional de ingestão por via oral (fois) como marcador. Ver. CEFAC, v.10, n.4: pp.503-512. São Paulo, 2008.

GALLESE, V. *et al*. Action recognition in premotor cortex. Brain, v. 119, n. 2: pp. 593-609, 1996.

GEUS, K.; TROIANO, M. Visualização de regiões de ativação cerebral para fMRI sobre volumes multimodais. Universidade Federal do Paraná – UFPR, pp. 01-03, 2004.

GIACOMANTONE, J.O. Ressonância magnética funcional com filtragem pela difusão anisotrópica robusta. 2005. 106p. Tese de mestrado em engenharia na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

GREZES, J.; COSTES, N.; DECETY, J., Top-down effect of strategy on the perception of human biological motion: A PET investigation. Cognitive Neuropsychology, v. 15, n. 6-8: pp. 553-582, 1998.

GLOOR, P. The temporal lobe and limbic system. New York: Oxford University Press, 1997.

IACOBONI, M. *et al*. Cortical mechanisms of human imitation. Science, v. 286 n. 5449: pp.2526-8, 1999.

ISOLAN, G. R. *Et a*l. Hippocampal microsurgical anatomy regarding the selective amygdalohipocampectomy in the Niemeyers technique perspective and preoperative method to maximize the corticotomy. Arq. Neuro. Psiquiatr. 2007, vol.65, n.4a, pp. 1062-1069. ISSN 0004-282X.

JACOBI, J; LEVY, D.S.; SILVA, L.M.C. Disfagia: avaliação e tratamento. Rio de Janeiro: Revinter; 2003.

JARADEH, S.S.; SHAKER, R.; TOOHILL, R.B. Electromyography recording of the cricopharyngeus muscle in humans. Am. J. Med. Vol.108 Supp. l 4, 2000.

JEAN, A. Brain system control rol of swal lowing: neuronal network and cellular mechanisms. Physiol. Rev.Vol. 81, n. 2: pp. 929-69, 2001.

JONES, B. Radiologic evaluation of the dysphagic patient, Nut. Clin. Prat. 1999.

JOTZ,G.P. Et al. Anatomia da cavidade oral, orofaringe, hipofaringe, laringe e esôfago. In: JOTZ, G.P, Angelis EC, Barros APB. Tratado da deglutição e disfagia no adulto e na criança. 1a ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2009.

JOTZ, G.P., DORNELLES, S. Fisiologia da deglutição. In: JOTZ, G.P., ANGELIS, E.C, Barros APB. Tratado da deglutição e disfagia no adulto e na criança. 1a ed. Rio de Janeiro: Revinter; 2009.

KAHRILAS, P. J. Anatomy, physiology and pathophysiology of dysphagia. Acta Otorhinolaryngol Belg, vol. 48: pp. 97-117, 1994.

KEYSERS, C. FADIGA, L. The mirror neuron system: New frontiers. Rev. Social Neuroscience, n.3, v. 4:pp. 193 - 198, 2008.

KOHLER E. *et al*. Hearing Sounds, Understanding Actions: Action Representation in Mirror Neurons. Science, vol. 297: pp. 846-848, 2002.

LAM D.D. *Et al.* Serotonin 5-HT2C Receptor Agonist Promotes Hypophagia via Downstream Activation of Melanocortin 4 Receptors. Endocrinology 2008; 149(3):1323-8.

LAMEIRA, A.P.; GAWRYSZEWSKI, L.G; JÚNIOR, A.P. Mirror neurons. Psicol. USP, vol. 17, n. 4: pp.123-133, 2006.

LAYZAGA, P.G. Tronco Encefálico. Association NeurOreille. Madrid, 2008.

LEAL, R. As células que aprendem. Rev. Época, n. 425: pp. 20-24, 2006.

LEDOUX, J.E. The self: Clues from the brain. Ann N.Y. Acad. Sci, New York, 2003; 1001:295-304.

LEHERICY, S. *et al*. Functional MR evaluation of temporal and frontal language dominance compared with the Wada test. Neurology, vol. 54: pp.1625-1633, 2000.

LEITE, A. The role of mirror neurons in human. Association for psychological science. Rev. Science New (on-line), 2011.

LEOPOLD, N.A.; KAGEL, M.C. Dysphagia in progressive supranuclear palsy: radiologic features. Dysphagia. Vol. 12, n. 3: pp.140-3, 1997.

LIMA, R.P. Alterações hemodinâmicas encefálicas no sistema de neurônios-espelhos associadas à imitação: Um estudo envolvendo imageameto cerebral funcional por ressonância magnética. Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2011.

LONGEMAN, J. A. Evaluation and treatment of swallowing disorders. Austin- Texas: Pro-ed, 1983.

_____. Evaluation and treatment of swallowing disorders. 2nd ed. Austin - Texas: Pro-ed, pp. 135-85, 1998.

LYNCH, C.S. Análise da fisiologia de deglutição por meio da ultra-sonografia. Faculdade de Medicina de São Paulo: São Paulo, 2008.

MACEDO FILHO, E.D, GOMES, G.F, FURKIM, A.M. A deglutição normal. In: Filho EDM, Gomes GF, Furkim AM. Manual de cuidados do paciente com disfagia. São Paulo: Lovise; 2000.

MACHADO, A. Neuroanatomia funcional. 2 ed. São Paulo: Atheneu, 2005.

MACHADO JUNIOR, A. J. ; CRESPO, Agrício Nubiato. Postural evaluation in children with atypical swallowing: radiographic stu. J. Soc. Bras. Fonoaudiol. 2012, vol.24, n.2, pp 125-129. ISSN 2179-6491.

MARCHESAN, I.Q. Deglutição-normalidade. In: FURKIM, A.M. Disfagias Orofaríngeas. 2nd ed., pp. 3-18. Carapicuíba: Pró-fono; 2004.

_____. Intervenção Fonoaudiológica nas Alterações de Mastigação e Deglutição. In: FERNANDES, F.D.M.; MENDES, B.C.A.; NAVAS, A.L.P.G.P. Tratado de Fonoaudiologia. Cap. 51 p.471-6. São Paulo: Roca, 2009.

_____. Deglutição: Diagnóstico e Possibilidades Terapêuticas. In: MARCHESAN, I.Q. (Org.) Fundamentos em Fonoaudiologia: aspectos Clínicos da Motricidade Oral. 2ª ed., p.59-68. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 2005.

_____. O que se considera normal na deglutição. In: JACOBI, J.S.; LEVY, D.S.; SILVA, L.M.C. Disfagia avaliação e tratamento. Rio de Janeiro: Revinter, 2003. Cap. 1. p.3-18

_____. Deglutição - Normalidade. In: FURKIM, A.M., SANTINI, C.S. Disfagias orofaríngeas. São Paulo: Pró-Fono; 1999. p.3-18.

MARCHESAN, I.Q.; SILVA, M.R. Anatomofisiologia do sistema estomatognático de adultos. In: SILVA, J.H.; CUNHA, D.A. (Org). O Sistema Estomatognático: Anatomofisiologia e Desenvolvimento. Cap. 8, p.113-127. São José dos Campos: Pulso Editorial, 2011.

MAZZOLA, Alessandro A. Ressonância Magnética: Princípios de Formação de Imagem e Aplicações em Imagem Funcional. Revista Brasileira de Física Médica, Natal, v. 3, n. 1, p. 117-129, out. 2009.

MEDEIROS, R. Cérebro: Um simulador Cerebral. Rev. Psique. Ano VI n. 76: pp. 24-31. Escala editorial, 2011.

MENDES, A. K; Fernando, L.C.; Cinara, S.. Neurônios Espelhos. Neurociências, vol. 4, n. 2, 2008.

MENESES, M. S. *et al*. Ressonância magnética funcional na determinação da lateralização da área cerebral da linguagem. Arq. Neuro-Psiquiatria. Vol.62, n.1: pp. 61-67, 2004.

MOELLER, F. *et al*. Rev. Einstein: Educ. Contin. Saúde. Vol. 8, n. 4: pp. 176-83, 2010.

MOTTA, A. R. Mastigação e pesquisa. In: Comitê De Motricidade Orofacial. Motricidade Orofacial: Como atuam os especialistas. Cap. 6, pp. 61-66. Pulso editorial. São José dos Campos, SP, 2004.

MOÇO, A. Neurônios-espelhos: imitar para aprender. Rev. Saúde, 2009.

NAVES, A, PASCHOAL, V. Regulação Funcional da Obesidade. Scientiae Saúde, 2007; 6(1): 189-99.

NETTO, C.R.S. Deglutição na criança, no adulto e no idoso. Deglutição infantil. São Paulo: Lovise: 2003.

NOLTE, J. The Human Brain: An Introduction to its Functional Anatomy. Mosby; 6th edition, July 2008.

OGAWA, S.; LEE, T.M.; KAY, A.R.; TANK, D.W. Brain magnetic resonance imaging with contrast dependent on blood oxygenation. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, vol. 87: pp.9868-72, 1990.

OLVERA, C.E. *Et al*. Velasco A. Place learning impairment in chronically tryptophan restricted rats. Nutritional Neurosci. 1998.

PHAN, K.L. Et al. Functional neuroanatomy of emotion: a meta-analysis of emotion activation studies in PET and fRMI. Neuroimage, Orlando, 2002; 16:331-48.

PIMENTEL, P.C.V. Proposta de elaboração de um protocolo de avaliação fonoaudiológica da disfagia infantil. Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, 2009

PALHETA NETO, F.X. Sensorial abnormalities: Smell and taste. Arq. Int. Otorrinolaringol. 2011; 15(3): 350-358.

PASSOS-FERREIRA, C. Seria a moralidade determinada pelo cérebro? Neurônios-espelhos, empatia e neuromoralidade. Physis, vol.21, n.2, 2011.

PRODOMO, L.P. V; ANGELIS, E.C.; BARROS, A.N.P. Avaliação clínica fonoaudiológica das disfagias. In: Jotz GP, Angelis EC, Barros APB. Tratado da deglutição e disfagia: no adulto e na criança. Rio de Janeiro: Revinter, 2010.

RIBEIRO, M.M., TEIXEIRA, A.L. Ensaiando dentro da mente: dança e neurociência. Rev. Repert. Teatro e dança. N.12: 95-103, 2009.

RIZZOLATTI, G. The mirror neuron system and its function in humans. Anat. Embryol. vol. 210: pp.419-21, 2005.

RIZZOLATTI, G. *et al*. Premotor cortex and the recognition of motor actions. Cognitive Brain Research, v. 3, n. 2: pp. 131-141, 1996.

_____. Espelhos na mente. Rev. Scientific American. N. 23:pp. 41-47, 2004.

RIZZOLATTI, G,; ARBIB, M.A. Language within our grasp. Trends Neuro. Vol. 21: pp.188-94, 1998.

SÁ FILHO, F.P.G. Mastigação e deglutição. In: SÁ FILHO, F.P.G. As bases fisiológicas da ortopedia maxilar. Pp. 59-75. São Paulo: Santos; 1999.

SCHALCH, F. Schluckstoerungen und Gesichtslaehmungen. Stuttgart, Gustav. Fischer, 1994

SPADOTTO, A.A. *et al*. Software para análise quantitativa da deglutição. Radiologia Brasileira. nº 1, Vol. 41, pp. 25- 28, 2008.

SILVA, D.P. *Et al.* Aspectos patofisiológicos do esfíncter velofaríngeo nas fissuras palatinas. Arq. Int. Otorrinolaringol. 2008.

SOUZA, B.B. *et al*. Nutrição & Disfagia: guia para profissionais. Curitiba: Nutroclínica, 2003.

STANDRING, S. Gray's Anatomy: The Anatomical Basis of Clinical Practice. Churchill Livingstone; 40th edition, November 2008.

TRACY, A.L. *Et al*. The hippocampus and motivation revisited: appetite and activity. Behav. Brain Res 2001.

VIDAL, F. Le sujet cérébral: Une esquisse historique et conceptuelle. Psychiatrie, sciences humaines, neuro-sciences, v. 3, n. 11: pp. 37-48, 2005.

_____. Brainhood, anthropological figure of modernity. History of the Human Sciences, v. 22, n. 1: pp. 5-36, 2009.

WEN, H.T. *Et al*. Microsurgical anatomy of the temporal lobe: Part 1: Mesial temporal lobe anatomy and its vascular relationships as applied to amygdalo-hippocampectomy. Neurosurgery 1999.

WILLIAMS, L.M, *Et al*. Mode of functional connectivity in amygdala pathways dissociates level of awareness for signals of fear. J Neurosci, Baltimore, 2006.

YANG, R.D.;VALENZUELA, J.E. - Dysphagia a practical approach to diagnosis. POSTGRAD MED J, 92(7): 129-33, 136, 146, 1992.

YAMADA, E.K. *et al*. A Influência das Fases Oral e Faríngea na dinâmica da deglutição. Arquivos de Gastroenterologia, v.41, n.1: pp.18-23, 2004.

ANEXO A
ACEITE DO ORIENTADOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ- UFPA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CCB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM NEUROCIÊNCIA E BIOLOGIA CELULAR

DECLARAÇÃO

Eu, Prof. Dr. Manoel da Silva Filho, aceito orientar a dissertação de mestrado intitulada "**MAPEAMENTO DE REGIÕES DE ATIVAÇÃO CEREBRAL DURANTE TAREFAS DEGLUTÓRIAS POR IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL**", de autoria da aluna Adriana Di Paula Leopoldino Saavedra declarando ter total conhecimento do projeto que será submetido à Comissão de Ética em Pesquisa envolvendo seres humanos do programa de Neurociência e Biologia Celular – UFPA.

Belém – Pará, 13 de junho de 2012.

Prof. Dr. Manoel da Silva Filho
Orientador do Projeto
Assinatura e carimbo

Prof. Dr. Manoel da Silva Filho
Universidade Federal do Pará
Laboratório de Biofísica Celular

ANEXO B

CLÍNICA LOBO
Av.Generalissímo Deodoro, n° 1208
Fone (91) 4006.0006
Ao senhor
Arnaldo Lobo

Prezado senhor,

Eu, Adriana Di Paula Leopoldino Saavedra com registro 9588 CRFª/PA, mestranda do Curso Pós Graduação em Neurociência e Biologia Celular da Universidade Federal do Pará (UFPA), sob a orientação do Prof. Dr. Manoel da Silva Filho, estamos desenvolvendo o projeto de pesquisa intitulado **"Mapeamento de regiões de ativação cerebral durante tarefas deglutórias por imagens de ressonância magnética funcional"**. Viemos por meio desta, consultar a viabilidade de realizar este trabalho junto a está instituição.

Citaremos autores em nosso trabalho, para relembrar que o desenvolvimento científico e a evolução tecnológica trouxeram inúmeras vantagens para a humanidade, melhorando a qualidade de vida e aprimorando o intelecto do indivíduo, fazendo com que o homem desfrute das maravilhas do imageameto funcional cerebral, desconhecidos até meados do século passado e essa tecnologia podem nos ajudar a entender como somos, agimos e aprendemos durante nosso desenvolvimento.

Com base nestas afirmações escolhemos esse assunto e esta instituição para desenvolver nossa pesquisa.

O trabalho a ser realizado, se restringe à aplicação da técnica de ressonância magnética funcional e a análise da mesma, que deverá ser realizado por profissional especializado e interpretado pelos pesquisadores, de acordo com a disponibilidade de horário determinada pela clínica.

Este trabalho posteriormente será publicado em uma revista científica, onde será divulgada a clínica Lobo e manterá sigilosa a identidade dos participantes.

Certas de contar com vossa colaboração.

Atenciosamente,

Belém – Pará, 15 de junho de 2012.

Adriana Di Paula L. Saavedra

ADRIANA DI PAULA LEOPOLDINO SAAVEDRA

ANEXO C

AUTORIZAÇÃO DO LOCAL DA PESQUISA: CLÍNICA LOBO

Pesquisadores: Fga. Adriana Di Paula Leopoldino Saavedra (pesquisador responsável)
Prof. Dr. Manoel da Silva Filho (orientador)
Prof. Msc. Fabricio Peixoto (co-orientador)
Arnaldo Lobo (coloborador)

Os pesquisadores estão autorizados a realizar a pesquisa intitulada: **"MAPEAMENTO DE REGIÕES DE ATIVAÇÃO CEREBRAL DURANTE TAREFAS DEGLUTÓRIAS POR IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA FUNCIONAL".**

Atenciosamente,

Arnaldo Lobo

ANEXO D

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Mapeamento de regiões de ativação cerebral durante tarefas deglutórias por imagens de ressonância magnética funcional

Este estudo tem como objetivo geral mapear as regiões de ativação cerebral durante tarefas deglutórias por imagens de ressonância magnética funcional. Esta pesquisa será aplicada 10 indivíduos com idade compreendida entre 18 e 30 anos de idade, de ambos os sexos, independente de cor, raça ou credo.

Em qualquer parte deste estudo você terá acesso ao profissional responsável pela pesquisa para o esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador será a Fonoaudióloga Adriana Di Paula Leopoldino Saavedra Silva, com a orientação do Dr. Manoel da Silva Filho, professor da Universidade Federal do Pará e com os colaboradores Fonoaudiólogo Fabricio Peixoto e Arnoldo Lobo. No caso de alguma dúvida ou consideração sobre ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética e Pesquisa, situado Trav. Alferes Costa S/N – Hospital das Clínicas Gaspar Vianna - Belém/Pará/Brasil - CEP: 66.087.660 - Telefone Geral: (91) 4005-2500 - E-mail: hcgv1@prodepa.gov.br ou com a Fonoaudióloga Adriana Saavedra (91)8128.9576.

Garantimos a retirada do consentimento a qualquer momento, assim como deixar de participar do estudo sem qualquer prejuízo, bem como é permitido ao participante negar-se a responder perguntas que considere de cunho constrangedor. As informações serão analisadas e fica garantido o seu sigilo dos dados da identificação, não sendo divulgadas as identificações dos participantes.

Os participantes têm direito de serem mantidos atualizados sobre os resultados que sejam de conhecimento do pesquisador. Não há despesas pessoais para os participantes e nem compensação financeira relacionada à sua participação. Qualquer despesa será absorvida pelo responsável pela pesquisa.

Estou ciente do compromisso do pesquisador de utilizar dados do material coletado somente para pesquisa e que poderão ser divulgados em meios científicos (congressos, revistas, artigos, etc...). Declaro estar suficientemente informado a respeito do que li ou foi lido para mim descrevendo o estudo.

Concordo voluntariamente em participar deste estudo e que poderei retirar meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo sem penalidade, prejuízos ou penas de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

_____

Assinatura do entrevistado

Data: _____/_____/_____

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o consentimento livre e esclarecido deste participante neste estudo.

_____

Assinatura do responsável pela pesquisa

ANEXO E

Mapeamento de regiões de ativação cerebral durante tarefas deglutórias por imagens de ressonância magnética funcional

QUESTIONÁRIO

Nome: _____ Idade:_____ anos.

1. Você está em jejum completo por 7hs (sete horas)?

   ( ) Sim
   ( ) Não

2. Você está com:

   ( ) Pouca fome
   ( ) Muita fome
   ( ) Nenhuma fome

3. Você tem recusa a algum tipo de alimento?

   ( ) Sim
   ( ) Não

4. Você repulsa algum tipo de cheiro?
   ( ) Sim
   ( ) Não

5. Você apresenta patologias relacionadas ao sistema digestivo (refluxo, gastrite, úlcera e outros?).

   ( ) Sim
   ( ) Não

6. Você apresenta histórico de distúrbios alimentares (anorexia, bulimia, compulsão alimentar e outros)?

   ( ) Sim
   ( ) Não

7. Você já realizou alguma cirurgia gástrica?

   ( ) Sim
   ( ) Não

ANEXO F

Mapeamento de regiões de ativação cerebral durante tarefas deglutórias por imagens de ressonância magnética funcional

CLÍNICA LOBO
Nossa vida é cuidar da sua

QUESTIONÁRIO DE RESSONÂNCIA

O correto preenchimento deste questionário é importante para que os médicos analisem seu exame corretamente.

Data: ☐☐☐

Nome: ☐

Sexo: ☐ Idade: ☐ anos. Médico: ☐ Paciente: ☐

Nascimento: ☐☐☐ Altura: ☐ Peso: ☐ Kg

Procedimento: ☐ Pac. Ext.: ☐ Pac. Int.: ☐

Diagnóstico: ☐

História Clínica: ☐

☐

Você já foi submetido a algum tipo de cirurgia? Sim ☐ Não ☐ Qual? ☐

Você está ou suspeita estar grávida? Sim ☐ Não ☐ Último período menstrual: ☐

Pós Menopausa? Sim ☐ Não ☐

Você foi alguma vez ferido por algum corpo estranho metálico (bala, estilhaço, etc.)?

Sim ☐ Não ☐ Onde? ☐

Os itens seguintes podem ser potencialmente danosos ou contra indicados e podem interferir com o exame de R. M. Produzindo artefatos. Favor indicar se possui algum dos seguintes itens.

Marcapasso cardíaco Sim ☐ Não ☐
Clipe de aneurisma Sim ☐ Não ☐
Implante de equipamento para infusão de medicamentos ou bomba de insulina Sim ☐ Não ☐
Estimulador de crescimento ósseo Sim ☐ Não ☐
Bioestimulador ou neuroestimulador Sim ☐ Não ☐
Qualquer tipo de eletrodo interno incluindo Sim ☐ Não ☐
- Entradas de marcapasso: Sim ☐ Não ☐
- Aparelho interno de surdez: Sim ☐ Não ☐
- Implante coclear ou auditivo: Sim ☐ Não ☐
Qualquer tipo de implante eletrônico, mecânico ou magnético Sim ☐ Não ☐
Colete ou aparelho metálico para fiação de coluna Sim ☐ Não ☐
Clipes Vasculares ou hemopáticos Sim ☐ Não ☐
Em que região e a quanto tempo: ☐

Preservar o meio ambiente é cuidar do nosso futuro

Qualquer tipo de clipe cirúrgico: Sim ☐ Não ☐
Prótese Ocular / orbitária: Sim ☐ Não ☐
Suturas metálicas: Sim ☐ Não ☐
Prótese valvular cardíaca: Sim ☐ Não ☐
Prótese peniana: Sim ☐ Não ☐
Tatuagem cosmética: Sim ☐ Não ☐
Lente intraocular fixada por sutura metálica: Sim ☐ Não ☐
Diafragma ou DIU: Sim ☐ Não ☐
Shunt renal ou intraventricular: Sim ☐ Não ☐
Tela metálica: Sim ☐ Não ☐
Membro ou articulação artificial: Sim ☐ Não ☐
Qualquer item ortopédico implantado (ex.: pinos, hastes, parafusos, pregos, clipes, placas, fios) Sim ☐ Não ☐
Prótese ou aparelho dentário: Sim ☐ Não ☐
Qualquer peça dentária removível: Sim ☐ Não ☐
Qualquer outro item implantado: Sim ☐ Não ☐

EXAMES PRÉVIOS PERTINENTES

Raio X:

Tomografia Computadorizada:

Ultra Som:

Medicina Nuclear:

Atesto que as informações acima são corretas, tendo lido e compreendido o inteiro teor deste formulário; tive ainda a oportunidade de fazer as perguntas necessárias ao meu completo entendimento.

Data: ☐ ☐ ☐

_____

Assinatura do Paciente ou Responsável

_____

Assinatura do Médico ou Funcionário

Nome: