UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ELLEN CRISTINA MORONTE TECH

**Uma abordagem metodológica para quantificar os efeitos
cognitivos na análise sensorial de alimentos**

Pirassununga

2013

ELLEN CRISTINA MORONTE TECH

**Uma abordagem metodológica para quantificar os efeitos
cognitivos na análise sensorial de alimentos**

(Versão corrigida)

Dissertação apresentada a Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo para obtenção do título de mestre em Engenharia de Alimentos.

Área de concentração: Ciências da Engenharia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa.

Pirassununga

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da
Universidade de São Paulo

T255u	Tech, Ellen Cristina Moronte Uma abordagem metodológica para quantificar os efeitos cognitivos na análise sensorial de alimentos / Ellen Cristina Moronte Tech. -- Pirassununga, 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado) -- Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - Universidade de São Paulo. Departamento de Ciências Básicas. Área de Concentração: Ciências da Engenharia de Alimentos. Orientador: Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa. 1. Eletroencefalograma 2. Escolha alimentar 3. Estímulos gustativos. I. Título.

*Ao meu esposo **Adriano** pelo amor e dedicação e aos meus filhos **Ian e Lara**, pelo amor incondicional, principalmente nos momentos em que não pude estar disponível. Aos **meus pais e familiares** pelo apoio, incentivo e ensinamentos sempre presentes.*

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa, pela contribuição acadêmica, por sua disponibilidade e abertura quanto às discussões interdisciplinares, que muito enriqueceram este trabalho.

Aos Profs. Drs. Adriano Rogério Bruno Tech e Ana Carolina de Sousa Silva, pelas sugestões e esclarecimentos quanto às dificuldades encontradas ao longo do trabalho.

As colegas Ana Livia Huet e Marcela Marinho Muraro, pela disponibilidade e grande auxílio na realização e análise do processo experimental.

Aos voluntários que se dispuseram a participar do experimento, possibilitando a realização do trabalho.

Aos funcionários Aldo Ivan Céspedes Arce e Gustavo Atiginz, pelo auxílio e orientação quanto à instrumentação tecnológica utilizada.

Aos funcionários e amigos da Secretária da Pós Graduação, da Biblioteca da FZEA.

Aos colegas da pós – graduação.

À Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, pela oportunidade de realização deste trabalho.

A todos aqueles que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

TECH, E. C. M. **Uma abordagem metodológica para quantificar os efeitos cognitivos na análise sensorial de alimentos**. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2013.

A preocupação crescente com o desenvolvimento de hábitos saudáveis e uma alimentação adequada vêm promovendo o avanço nas ciências dos alimentos, como também nas relações entre estes e o homem. Nas últimas décadas, a qualidade da análise sensorial tem sido estudada não apenas com base na interação entre o homem e o alimento, mas através da compreensão dos fatores subjetivos e emocionais que influenciam os consumidores. O interesse pelos aspectos emocionais que influenciam essas escolhas amplia os estudos para o terreno das ciências psicológicas, que procuram entender as bases neurocognitivas e analíticas do funcionamento cerebral como motivadores desses processos no homem. O trabalho em neurociência cognitiva tem vislumbrado novos paradigmas, com o desenvolvimento de novas técnicas de observação do cérebro, visando conhecer sua estrutura e função, além de permitir a associação de um comportamento clínico ou experimentalmente observado, não só a um correlato mental presumido, mas também a marcadores específicos da atividade mental observada. Neste sentido, a atividade elétrica cerebral adquirida usando-se o eletroencefalograma (EEG) vem sendo, recentemente, muito usada para monitoramento de eventos cerebrais. Portanto, este trabalho tem como objetivo propor um modelo de análise sensorial que permita avaliar quantitativamente a ação do estímulo gustativo no contexto cognitivo, utilizando o EEG. O experimento foi realizado no laboratório de Física Aplica e Computacional (LAFAC), na Universidade Estadual de São Paulo (USP), Campus Pirassununga, no período de maio/2011 a maio/2012, com 23 voluntários (13 do sexo feminino e 10 do sexo masculino), com idade entre 19 e 24 anos. Foram coletados os sinais de EEG destes voluntários no momento em que experimentavam 27 amostras do sabor doce, sendo nove delas a 0% (água), nove com 0,15% de sacarose (limiar) e nove com 5,0% (concentração

máxima). Desta amostragem, foi selecionado um grupo de 7 voluntários (5 do sexo feminino e 2 do sexo masculino) para análise dos dados. Neste estudo constatou-se que quatro voluntários do sexo feminino e um do sexo masculino foram capazes de identificar, através de dados obtidos com o EEG, as diferentes dosagens de sacarose. Os resultados permitem concluir que o modelo de análise sensorial proposta, com a utilização de EEG, para avaliar os estímulos gustativos no contexto cognitivo foi satisfatória e permitiu com a utilização de processamento de sinais digitais e AGR (Análise Adaptativa de Gabor) quantificar com eficiência a percepção dos voluntários as diferentes dosagens apresentadas no experimento. Sugere-se que as diferentes percepções dos voluntários no geral, encontradas no EEG, representam as suas singularidades quanto aos significados atribuídos ao sabor e suas correlações.

Palavras-Chave: Eletroencefalograma, escolha alimentar, estímulos gustativos.

ABSTRACT

TECH, E. C. M. **A methodological approach to quantify the cognitive effects in sensorial analysis of food**. 2013. 85 f. Dissertation (Master Degree) – Faculty of Zootechnics and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2013.

The growing concern with the development of healthy habits and a balanced diet allows the progress in Food Science as well as in the relationship between human beings and food. In the last decades the quality of the sensorial analysis has been studied not based only on the interaction between human beings and food but also through the comprehension of subjective and emotional factors that influence customers. The interest in emotional aspects which influence such choices extends the studies to the field of Psychological Science that attempts to understand neurocognitive and analytical bases of brain functioning as motivating elements of those human processes. The work in Cognitive Neuroscience has glimpsed new paradigms due to the development of new techniques about brain observation with the purpose of getting to know its structure and function other than allowing the association of behavior observed experimentally or clinical behavior not considering only a presumed mental correlative but also specific markers of mental activity observed in advance. In that aspect the brain electrical activity acquired through electroencephalogram has been recently used to monitor brain events. Therefore, the aim of this work is to propose a sensorial analysis pattern which allows to evaluate quantitatively the action of taste stimuli within a cognitive context using electroencephalogram. The experiment was carried out in the Laboratory of Applied and Computational Physics (LAFAC) in the University of the State of São Paulo (USP), Pirassununga Campus, from May 2011 to May 2012 with 23 volunteers (13 women and 10 men) aging between 19 and 21 years old. The volunteers' electroencephalogram signals were collected when they tasted 27 sweet flavored samples, being 9 of them with 0% of sucrose (water), 9 with 0.15% of sucrose (threshold), and 9 with 5% of sucrose (maximum concentration). Seven volunteers were selected from this experiment (5 women and 2 men) whose data was analyzed. In this study was found that four women and one man were able to identify, through

the EEG data obtained with the different concentrations of sucrose. The results obtained allowed to conclude that the proposed sensorial analysis pattern using electroencephalogram to evaluate taste stimuli within the cognitive context was satisfactory and allowed, along with the use of digital signals processing and Gabor Adaptive Analysis (AGR), to analyze and to quantify efficiently the volunteers' perception of different doses presented in the experiment. It is suggested that the different perceptions of volunteers in general, encountered in EEG, representing singularities as to the meanings attributed to taste and their correlations.

Key words: Electroencephalogram, Food Choice, Taste Stimuli.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura simples de um neurônio. Fonte: Zangerolame (2009).	19
Figura 2 - Estrutura simples de um neurônio. Fonte: Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006).	19
Figura 3 – Partes do cérebro e o seu processamento. Fonte: Bento (2008).	22
Figura 4 – Estrutura de interpretação da análise sensorial. Fonte: Esteves (2009).	24
Figura 5 - Ilustração das principais estruturas da (A) língua, das (B) papilas gustativas e dos (C) gomos gustativos. Fonte: ESTEVES (2009).	27
Figura 6 – Fluxograma simplificado da fisiologia do paladar. Fonte: Esteves (2009).	27
Figura 7 – As duas teorias aceitas atualmente. Fonte: Esteves (2009).	29
Figura 8 – Sistema de Instrumentação médica. Fonte: Costa (2005).	30
Figura 9 – Sistema internacional 10-20 para disposição de eletrodos. Fonte: Zangerolame (2009).	31
Figura 10 – Ondas Cerebral Beta. Fonte: Zangerolame (2009).	34
Figura 11 – Ondas Cerebral Alfa. Fonte: Zangerolame (2009).	35
Figura 12 – Ondas Cerebral Teta. Fonte: Zangerolame (2009).	35
Figura 13 – Ondas Cerebral Delta. Fonte: Zangerolame (2009).	35
Figura 14. Modelo do processo de escolha alimentar adaptado de Furst et al. (1996).	41
Figura 15 – Modelo de avaliação do homem inserido no processo de análise sensorial.	46
Figura 16 – Equipamento de aquisição de EEG - módulo 1.	47
Figura 17 - Aparelho receptor de sinais de EEG o qual fica acoplado junto ao notebook.	48
Figura 18 – Tela do "Software" de aquisição de sinais de EEG.	49
Figura 19 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de água destilada.	53
Figura 20 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 0,15% de sacarose na água destilada.	53

Figura 21 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 5% de sacarose na água destilada.	53
Figura 22 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de água destilada (amostras 4, 5 e 6).	54
Figura 23 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 0,15% de sacarose na água destilada (amostras 4, 5 e 6).	54
Figura 24 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 5% de sacarose na água destilada (amostras 4, 5 e 6).	55
Figura 25 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de água destilada (amostras 7, 8 e 9).	55
Figura 26 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 0,15% de sacarose na água destilada (amostras 7, 8 e 9).	56
Figura 27 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 5% de sacarose na água destilada (amostras 7, 8 e 9).	56
Figura 28 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes a voluntária 1.	57
Figura 29 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 1).	58
Figura 30 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 2).	58
Figura 31 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 3).	59
Figura 32 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 4).	60
Figura 33 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 5).	60
Figura 34 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 6).	61
Figura 35 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 7).	62
Figura 36 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 8).	62
Figura 37 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 9).	63
Figura 38 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 10).	63
Figura 39 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes à voluntária 2.	65
Figura 40 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 2 (coeficiente 3).	65
Figura 41 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes à voluntária 3.	66

Figura 42 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 3 (coeficiente 3).....	66
Figura 43 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes à voluntária 4.	67
Figura 44 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 4 (coeficiente 3).....	67
Figura 45 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes a voluntária 5.	68
Figura 46 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 5 (coeficiente 3).....	68
Figura 47 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes ao voluntário 6.	69
Figura 48 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente ao voluntário 6 (coeficiente 3).....	69
Figura 49 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes ao voluntário 7.	70
Figura 50 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente ao voluntário 7 (coeficiente 3).....	70

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGR	Representação Gaussiana Adaptativa
EEG	Eletroencefalografia
FFT	Transformada Rápida de Fourier
IFT	Institute of Food Science and Technology
LAFAC	Laboratório de Física Aplicada e Computacional
MEG	Magnetoencefalografia
PDS	Processamento Digital de Sinais
RMf	Ressonância Magnética Funcional
TEP	Tomografia por Emissão Pósitrons

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

1	Introdução	15
2	Revisão de Literatura	18
2.1	O Cérebro	18
2.2	Análise Sensorial.....	23
2.3	O equipamento de EEG	29
2.4	A atividade elétrica cerebral em humanos.....	32
2.4.1	Atividade elétrica cerebral e o sentido gustativo.....	33
2.4.2	Processamento de Sinais Cerebrais	34
2.5	Relação entre mente e cérebro.....	37
2.6	Determinantes da escolha alimentar	40
3	Objetivos.....	43
4	Material e Métodos	44
4.1	Delineamento experimental e proposição de modelo	44
4.2	Equipamento	47
4.3	Software Coletor	48
4.4	Processamento Digital de Sinais.....	50
5	Resultados e Discussão.....	52
6	Conclusão	73
7	Referências Bibliográficas.....	74
ANEXOS A – “Estudo do Padrão da Atividade Elétrica Cerebral durante Estímulos Gustativos dos Quatro Sabores Básicos”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EERP/USP em 2008.....		79
ANEXOS B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido		83
ANEXOS C – Questionário		85

1 INTRODUÇÃO

A preocupação crescente com o desenvolvimento de hábitos saudáveis e uma alimentação adequada vêm promovendo o avanço nas ciências dos alimentos, como também nas relações entre estes e o homem.

A análise sensorial, responsável pelo estudo e aprimoramento destas questões, enfoca a importância de mensurar, analisar e interpretar as reações provenientes das características dos alimentos, através da percepção dos cinco sentidos.

Nas últimas décadas, a qualidade da análise sensorial tem sido estudada não apenas com base na interação entre o homem e o alimento, mas através da compreensão dos fatores subjetivos e emocionais que influenciam os consumidores. Com isso, é crescente o número de pesquisas que têm incluído o estado de humor como um fator determinante na escolha dos alimentos.

O interesse pelos aspectos emocionais que influenciam essas escolhas amplia os estudos para o terreno das ciências psicológicas, que procuram entender as bases neurocognitivas e analíticas do funcionamento cerebral como motivadores desses processos no homem.

A busca pela compreensão do funcionamento do cérebro tem aumentado e propiciado uma busca maior pelo conhecimento e principalmente pelas relações de comportamento existentes nas diversas áreas do saber.

Essa busca tem intensificado ainda mais com o avanço da tecnologia da informação, dos sistemas de informação, dos sistemas inteligentes baseados em modelos biológicos que tentam reproduzir uma parcela do conhecimento humano através de modelos matemáticos, além da Instrumentação Eletrônica que tem contribuído muito para a coleta de dados proveniente dos seres humanos.

Estes por sua vez, recebem estímulos e sinais do mundo externo que são representados no cérebro através da energia física ou química, onde ela é detectada e codificada como sinais nervosos, processo este, denominado de sensação.

Posteriormente, essas sensações são selecionadas, organizadas e interpretadas pelo cérebro, e são conhecidas pelo nome de percepção.

Pode-se dizer que esses processos ocorrem continuamente, o que torna muitas vezes a sua interpretação não perceptível pelo nosso consciente, ficando apenas a nível inconsciente.

O limiar para a percepção consciente dos estímulos oriundos do meio, não depende apenas da intensidade do mesmo, mas também, do estado psicológico do indivíduo no momento da interação, ou seja, através dos interesses, das motivações e das expectativas, derivadas da conjunção homem x meio (MYERS, 1999).

Todos os aspectos do cérebro humano são difíceis de investigar e de elucidar, devido a sua grande complexidade. Para compreender os alicerces biológicos do cérebro e da mente, estes devem ser interpretados para que se possa definir como realizar as mensurações necessárias para a análise de tão complexo sistema. Posteriormente, teorias e hipóteses podem ser testadas. Neste sentido, a atividade elétrica cerebral adquirida usando-se o eletroencefalograma (EEG) vem sendo, recentemente, muito usada para monitoramento de eventos cerebrais.

Nas últimas duas décadas, o trabalho em neurociência cognitiva tem vislumbrado novos paradigmas, com o desenvolvimento de novas técnicas de observação do cérebro, visando conhecer sua estrutura e função, além de permitir a associação de um comportamento clínico ou experimentalmente observado, não só a um correlato mental presumido, mas também a marcadores específicos da atividade mental observada.

Pode-se, por exemplo, postular que determinadas regiões cerebrais operam de determinada maneira, podendo-se assim, predizer os tipos de mudanças que devem ocorrer na atividade cerebral, quando da excitação de uma área específica (JOHN et al., 1989).

O aumento ou a diminuição da atividade cerebral pode ser visualizado através de técnicas, como a tomografia por emissão de pósitrons (TEP), a ressonância magnética funcional (RMf), medidas da atividade magnética cerebral (Magnetoencefalografia - MEG) e medidas da atividade elétrica cerebral, conhecida como Eletroencefalografia (EEG) (COSTA, 2005).

Notavelmente, a possibilidade de estabelecer encadeamentos complexos para o entendimento da atividade cerebral não se encerra na aplicação dessas técnicas, pois pode ser ampliado, através da conexão com novas áreas do conhecimento.

Com o aumento do poder da computação, o estabelecimento de conexões entre o conhecimento funcional do cérebro (através das técnicas já descritas) e as técnicas avançadas de processamento digital de sinais (PDS), possibilitou a interação do cérebro com sistemas computacionais.

Sendo essa, portanto, a motivação principal dessa dissertação: o uso da atividade elétrica cerebral como um canal de informação entre o cérebro e o sistema computacional, e a partir deste canal de comunicação, estudar os diversos eventos de estímulo-resposta que possam ser usados na análise dos sinais de EEG durante os estímulos gustativos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O Cérebro

O cérebro como o principal órgão do sistema nervoso humano é responsável por processar as atividades ou estímulos ocorridos e captados pelos sensores naturais existentes em nosso sistema, e tratá-los, de acordo com o conhecimento prévio armazenado em sua estrutura, através do mapeamento feito durante o desenvolvimento de um ser humano (NUDO, 2003; DUFFAU, 2008).

Ele é formado por uma estrutura altamente complexa, com aproximadamente 100 bilhões de células nervosas (neurônios), conectadas por mais de 10.000 conexões sinápticas cada. É por meio de fibras protoplasmáticas, conhecidas como axônios que os neurônios se comunicam. Eles são responsáveis por conduzir os sinais elétricos pelo corpo humano, encaminhando-os para serem recebidas por células específicas.

Os neurônios possuem uma estrutura básica, formada por um corpo celular, pelos axônios e dendritos ou terminações nervosas. Cada parte possui um conjunto de atividades que permitem uma interconexão entre os neurônios através da transmissão de sinais eletroquímicos, que servem de estímulos, ou seja, de entradas de dados através dos quais o sistema central possa atuar, através da interpretação desses estímulos baseados no conhecimento armazenado no cérebro (RIBEIRO, 2006).

Desta forma, o cérebro é capaz de reconhecer e responder a esses estímulos provenientes do sistema global. Um neurônio básico pode ser visto na Figura 1:

Figura 1 - Estrutura simples de um neurônio. Fonte: Zangerolame (2009).

Outro ponto a ser observado está relacionado à existência de vários tipos básicos de neurônios, cada um com uma atividade bem definida. Assim, os neurônios podem ser divididos conforme o seu tamanho. Os tipos básicos de neurônios e sua finalidade são demonstrados na Figura 2.

Figura 2 - Estrutura simples de um neurônio. Fonte: Gazzaniga, Ivry e Mangun (2006).

Através da figura 2 é possível visualizar as variações de tamanho existentes entre os neurônios, e conseqüentemente, em relação a suas funcionalidades específicas. Os neurônios motores permitem a transmissão dos sinais provenientes do sistema nervoso central para as extremidades do corpo, como músculos, pele e glândulas (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

Basicamente, portanto, podem-se identificar os neurônios como receptores ou sensoriais (aferentes), que são responsáveis por transmitir impulsos para o sistema nervoso central, provenientes do exterior. Têm-se também, os motores ou eferentes que são responsáveis por realizarem o processo contrário dos aferentes, ou seja, do sistema central para o exterior. E, finalmente os de associação ou conectivos que são responsáveis pela comunicação entre os aferentes e eferentes (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

Um outro aspecto importante está relacionado a forma de transmissão da informação entre os neurônios, ou seja, os neurônios sinalizam através de pulsos elétricos, mas nas sinapses a transmissão ocorre de forma química (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

Da mesma forma, os neurônios sensoriais permitem a transmissão de dados das extremidades (corpo) para o sistema nervoso central, ou seja, para o nosso cérebro. Estes neurônios são responsáveis por transmitir os dados provenientes, por exemplo, da degustação ao cérebro, identificando assim, os sabores (RIBEIRO, 2006).

De acordo com Ribeiro (2006), o cérebro, também é responsável pelo controle da audição, da visão, do olfato, do paladar, dos movimentos automáticos e das emoções, bem como da formação de um mapa neural capaz de combinar estes sentidos na identificação de determinadas sensações. Assim, os sentidos básicos ou fundamentais do corpo humano constituem-se em funções, que propiciam o relacionamento do indivíduo com o meio que o cerca, seja ele concreto ou abstrato. Através desses sentidos, o corpo pode perceber as interações do ambiente e responder por meio do conhecimento, prévio ou não, armazenado no cérebro, contribuindo assim, para a sobrevivência e integração com o ambiente em que o homem vive.

Existem alguns tipos de receptores com atividades especializadas que são capazes de receberem estímulos diversos e transformá-los em pulsos elétricos ou químicos que serão processados e analisados em centros específicos do sistema nervoso central, onde será produzida uma resposta (voluntária ou involuntária).

Em geral, os receptores sensitivos podem ser simples e complexos, dependendo de suas ramificações nervosas. Quanto mais complexos, mais elementos nervosos interconectados e, conseqüentemente, providos de um sistema funcional mais sofisticado. Biologicamente, portanto, o cérebro é responsável pelo comportamento do homem em resposta aos estímulos ocasionados pela interação com o meio. Desta forma, o cérebro é responsável por gerenciar todo o estímulo proveniente do meio percebido pelo homem e responder a eles através de mudanças de comportamento. Essa resposta pode ser feita através de músculos, de emissão de substâncias químicas que são responsáveis por ativarem outras partes do corpo, de forma a gerar uma resposta ao meio gerador (RIBEIRO, 2006).

O cérebro é responsável, também, por lidar ou gerenciar as atividades de interação do homem com o meio, através de liberações de sinais de dor, de prazer, de vontade, de necessidade ou outras, que permitam responder de acordo com os conhecimentos que o mesmo possui armazenado em suas estruturas complexas.

Portanto, ele é o encarregado de processar através de estímulos químicos, mecânicos e sensoriais, a percepção que o homem tem de sua interação com as atividades que ele realiza com o meio. Assim, a atividade de degustação reportará ao indivíduo a sensação de gosto, de satisfação alimentar. Mas, esta sensação é caracterizada através de seus sensores ligados ao paladar e ao olfato, que através de um processo de degustação liberará determinado estímulo, que será transmitido pelo sistema central e processado pelo cérebro, identificando-o com o sabor agradável ou não (RIBEIRO, 2006).

2.1.1 O sistema de informação existente no cérebro

Todo o processamento realizado no cérebro através das interações do homem com o meio é feita através de seus sentidos, onde os principais sensores coletam os dados provenientes do meio e os conduzem até o cérebro, para processamento através do sistema nervoso.

O sistema sensorial é a parte do sistema nervoso central responsável pelo processamento das informações sensoriais, provindas das diversas partes do corpo humano. Os estímulos são recebidos pelo corpo e transmitidos para determinadas partes do cérebro para processamento, que varia conforme a sua recepção. O cérebro possui áreas pré-estabelecidas, que são responsáveis por processar todas as informações oriundas no mundo externo ou mesmo do interno (ZANGEROLAME, 2009). A figura 3 ilustra um cérebro com a identificação de algumas áreas e suas respectivas responsabilidades.

Figura 3 – Partes do cérebro e o seu processamento. Fonte: Bento (2008).

O sistema sensorial consiste dos receptores sensoriais, dos neurônios aferentes e de partes do cérebro responsáveis por processar as informações provenientes dos órgãos sensores (ZANGEROLAME, 2009).

De acordo com Ribeiro (2006) e Zangerolame (2009), na presença do estímulo o cérebro procura interpretar e processar a informação recebida. Esta informação é recebida através de disparos químicos ou elétricos efetuados pelos neurônios, desde a recepção ou entrada até o processamento final. Os neurônios são responsáveis por transmitir as informações recebidas nas partes mais distantes e enviá-las até o cérebro, como descritos anteriormente.

As informações são transmitidas de neurônio a neurônio até o ponto de processamento em uma determinada área do cérebro. Os neurônios recebem as informações através dos dendritos, que transmitem o estímulo recebido para o corpo celular, que por sua vez envia a outro neurônio, através dos axônios, por meio das sinapses, e assim, sucessivamente. Essa transmissão pode ser realizada através de processos elétricos ou químicos (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006) (RIBEIRO, 2006).

Na sua composição a sinapse é formada basicamente por uma membrana pré-sináptica, por fenda sináptica e uma membrana pós-sináptica. Assim, a comunicação entre os neurônios ocorre no contato sináptico existentes nas terminações nervosas, ou seja, através dos axônios (GAZZANIGA; IVRY; MANGUN, 2006).

2.2 Análise Sensorial

A definição de Análise Sensorial segundo o IFT (Institute of Food Science and Technology) “é uma disciplina usada para provocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelas características dos alimentos e materiais, e como elas são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, paladar, tato e audição”. Como ciência a Análise Sensorial surgiu em 1940, nos Estados Unidos e nos países Escandinavos;

na Europa Continental somente no final da década de 1950 (ESTEVES, 2009). A figura 4 demonstra um fluxograma do conceito atual da Análise Sensorial.

Figura 4 – Estrutura de interpretação da análise sensorial. Fonte: Esteves (2009).

As percepções do homem em relação ao meio e consequentemente em relação aos alimentos estão intimamente relacionadas aos seus sentidos. Estudos mostram que a relação entre um estímulo físico recebido e a correspondente resposta fisiológica emitida pelo cérebro ainda é pouco conhecida, apesar de se observar através dos estudos essa percepção.

Assim, a análise sensorial ocorre da interpretação dos estímulos provocados nos indivíduos por sua interação com os produtos ou alimentos, que resultam de várias sensações que se originam de reações fisiológicas, gerando uma interpretação das propriedades intrínsecas ao produto no indivíduo. Desta forma, pode-se dizer que os estímulos provenientes da interação do indivíduo com o alimento ou produto são determinados ou mensurados através de processos físicos e químicos e as sensações provenientes dessa interação ocorre por efeitos psicológicos (IAL, 2008).

De uma forma bem simples e direta pode-se identificar o processo de percepção, da seguinte maneira: 1- a percepção através da visão; 2- o odor, aroma e/ou fragrância percebida pelo olfato; 3- a consistência e/ou a textura relacionadas

através do tato; e, 4- o sabor ou o "*FLAVOUR*" percebido em conjunto com o paladar e/ou olfato. De acordo com os conceitos de Análise Sensorial, o gosto, o aroma, o sabor, e o *flavour* ou *flaveur* não são sinônimos (ESTEVES, 2009).

As compostas voláteis oriundas dos alimentos através de reações, tanto internas como externas, são captadas através do nariz pela via retronasal (olfato), caracterizando assim, a percepção do aroma. As sensações mais complexas, responsáveis por estimularem os gomos gustativos, as células receptoras olfativas, os elementos táteis e térmicos da língua e da cavidade oral, caracterizam o sabor. O conceito que engloba pelo menos dois elementos anteriormente apresentados, como exemplo, o gosto e o aroma, são conhecidos como "flavour" ou "flaveur" (ESTEVES, 2009).

Assim, não se pode esquecer que o papel do olfato, como também, dos demais sentidos é o de auxiliar o homem no processamento de análise e interpretação de todas as interações que possam ocorrer durante a sua existência, seja ela, ligada à alimentação, a sons ou ruídos, a calor e etc. Desta forma, no caso do olfato deve-se evidenciar que a mucosa do nariz possui centenas, se não milhares de receptores nervosos que recebem e enviam os sinais recebidos diretamente ao cérebro, e que o bulbo olfativo está ligado através do cérebro a uma imensa base de dados, que é capaz de armazenar os resultados das interações do homem (odores) com o meio, em nível psíquico, durante toda a sua vida (IAL, 2008).

O paladar, então, está associado às sensações do gosto e atualmente são considerados gostos primários, o doce, o ácido ou azedo, o amargo, o salgado e o umami. Classicamente, admitia-se que estes gostos básicos ou primários eram percebidos em certas regiões da língua (segregação espacial da sensibilidade). Estudos posteriores apresentaram discordância de alguns autores em relação a admitir os gostos básicos (ESTEVES, 2009).

O limiar de percepção do sabor azedo do ácido clorídrico é em média de 0,0009 N; para o sabor salgado do cloreto de sódio, 0,01 M; para o doce da sacarose, 0,01 M; e para o amargo da quinina, 0,000008 M. Nota-se que o sabor amargo é o de maior percepção (menor limiar) dentre todos, o que seria esperado,

pois essa sensação prevê uma importante função protetora contra toxinas perigosas em alimentos (GUYTON, 2006).

A língua é o maior órgão sensorio existente na boca, e possui sua superfície recoberta por uma membrana que contém as papilas, local este, onde se localizam as células gustativas e os corpúsculos de Krause, com as sensações táteis.

De acordo com a IAL (2008), todo esse processo de reconhecimento e percepção sensorial ligado ao gosto é iniciado quando o mecanismo de transmissão da sensação gustativa é estimulado por substâncias químicas solúveis, que penetram pelos poros e atingem as células receptoras que estão ligadas a elas, de forma única ou por um conjunto de outras células, a uma fibra nervosa, que é responsável por levar o sinal percebido até o cérebro.

Importante ressaltar que não é somente este órgão sensorio (língua) que responde a esses estímulos, como já citado anteriormente, outras regiões também respondem, como é o caso do palato duro, amídalas, epiglote, mucosa dos lábios e etc. (IAL, 2008).

Através da figura 5 podem-se visualizar de forma simplificada os receptores do gosto, situados principalmente na língua.

Figura 5 - Ilustração das principais estruturas da (A) língua, das (B) papilas gustativas e dos (C) gomos gustativos. Fonte: ESTEVES (2009).

Através da figura 6 é possível visualizar de forma simplificada a fisiologia do paladar.

Figura 6 – Fluxograma simplificado da fisiologia do paladar. Fonte: Esteves (2009).

As papilas gustativas são estruturas constituídas por células sensoriais, com a função de transmitir ao cérebro informações que permitam a identificação dos gostos básicos.

As substâncias que permitem ao cérebro identificar o gosto dos alimentos ao entrarem em contato com a língua através das papilas gustativas desencadeiam a liberação de determinados neurotransmissores, que possibilitam a transmissão e o tratamento dessas informações pelo cérebro (IAL, 2008).

Tais processos químicos são responsáveis por enviarem as informações através do sistema nervoso até atingir determinadas áreas do cérebro, onde são processadas e interpretadas, resultando na geração da percepção e da sensação do gosto no indivíduo (IAL, 2008).

De uma forma simplificada, a percepção do gosto ocorre através da interação de diferentes moléculas sapeis com as proteínas transmembranares ou com canais iônicos, que dão origem aos potenciais de ação, que são transmitidos através do sistema nervoso central até o cérebro.

Basicamente existem duas teorias para explicar o processo de interpretação ou processamento da informação relacionada ao paladar. Uma é a “teoria do padrão” e a outra é a “teoria da língua legendada”. Na teoria do padrão as células receptoras do gosto respondem distintamente aos cinco gostos básicos, com diferentes sensações e taxas de ativação. Assim, o comportamento da resposta fisiológica aos estímulos fornecidos pelas células ativadas é único em uma população de células receptoras. Daí resulta as características de cada gosto ou sabor provenientes do processamento realizado pelo cérebro aos estímulos percebidos pelas células aferentes (ESTEVES, 2009).

Em relação à teoria da língua legendada, os cinco gostos básicos são identificados pelos cinco tipos diferentes de células receptoras do gosto, que ativam os centros nervosos do gosto distintos no cérebro, através de diferentes canais de comunicação (ESTEVES, 2009).

A figura 7 demonstra de forma simples as duas teorias:

Figura 7 – As duas teorias aceitas atualmente. Fonte: Esteves (2009).

2.3 O equipamento de EEG

O Eletroencefalograma (EEG) é a representação ou captação do sinal elétrico gerado através da atividade elétrica dos neurônios no cérebro e analisada através de parâmetros como forma, amplitude, frequência e tempo através de modelos matemáticos que permitem a mensuração dos espectros analisados via sistema.

A amplitude obtida no sinal de EEG refere-se à quantidade de neurônios ativados sincronicamente, e a frequência da onda obtida está relacionada com a atividade dos neurônios. Assim, quanto maior a energia metabólica, maior será a frequência registrada (MACEDO et al., 2011).

Essa medida é feita através de uma relação entre o tempo e as frequências obtidas através de eletrodos de superfície ou não, que são fixados no escalpo humano e captam o sinal cerebral emitido. Posteriormente, esse sinal é acondicionado e digitalizado através de modelos matemáticos e físicos, para que após o processamento se torne possível a sua interpretação e consequentemente, a sua análise através dos gráficos gerados.

A grande quantidade de informações provenientes desse sistema torna necessária a utilização de softwares de tratamento de sinais, para que se possam recortar trechos de sinais e tratá-los para a identificação e quantificação dos elementos que foram mensurados via EEG e que variam de indivíduo para indivíduo, uma vez que as reações apesar de iguais são processadas de maneira diferentes pelas pessoas, por se tratar de indivíduos diferentes e com diferenças cognitivas (MACEDO et al., 2011).

O equipamento de EEG para humanos (eletroencefalógrafo) é parte de um conjunto denominado de equipamentos eletromédicos. Estes conjuntos de equipamentos formam um sistema de instrumentação médica (figura 8) cujas características são regidas pela norma NBR IEC 601-1, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Figura 8 – Sistema de Instrumentação médica. Fonte: Costa (2005).

A referida norma fala do uso da segurança e da qualidade em equipamentos eletromédicos, sendo a norma específica para eletroencefalógrafo a NBR IEC 601-2-26. Ela descreve sobre a segurança e as especificações técnicas de eletroencefalógrafos usados em humanos (COSTA, 2005).

Os eletrodos são responsáveis por coletarem os sinais provenientes dos voluntários e são fixados na superfície do escalpo, funcionando assim, como um *front-end* entre o sinal cerebral e o computador, que armazena e processa o sinal coletado. A sua disposição segue uma padronização internacional, conhecida como sistema 10-20 (JASPER,1958), conforme figura 9.

Os eletrodos biopotenciais são eletrodos específicos responsáveis por medir os potenciais bioelétricos provenientes do meio em monitoramento. O eletrodo biopotencial pode ser caracterizado como um transdutor elétrico, responsável por transformar a corrente iônica do corpo humano (sentida pelos eletrodos), em corrente elétrica, a qual pode ser mensurada por um sistema eletrônico (COSTA, 2005).

Figura 9 – Sistema internacional 10-20 para disposição de eletrodos. Fonte: Zangerolame (2009).

2.4 A atividade elétrica cerebral em humanos

Os estudos sistemáticos da atividade elétrica cerebral com ênfase em humanos teve seu início em 1929, sendo o seu precursor o psiquiatra alemão Hans Berger, ele percebeu que as atividades cerebrais podiam ser registradas através do eletroencefalograma (EEG), mas foi efetivamente na década de 50, mais exato em 1957, que o cientista Gray Walter aperfeiçoou o EEG, com a utilização de pequenos eletrodos que realizavam o mapeamento cerebral (ondas cerebrais) (ZANGEROLAME, 2009) (BENTO, 2008).

Assim, com os avanços da computação e da eletrônica, os estudos passaram a permitir a análise e coleta de forma sistemática, sendo a mensuração realizada de forma quantitativamente e não invasiva, sendo os sinais elétricos cerebrais, de amplitudes da ordem de micro volts (BENTO, 2008).

Esse avanço, portanto, propiciou a integração das diversas áreas do saber com o objetivo de entender e interpretar esses sinais e quais as suas relações com as diversas áreas da atividade cerebral, permitindo assim, a integração dos conhecimentos advindos da neurofisiologia até a engenharia biomédica, passando pela matemática, física, eletrônica, computação, psicologia e psiquiatria (COSTA, 2005).

Desta forma, pode-se definir o Eletroencefalograma (EEG) como um registro gráfico que representa a variação da amplitude da atividade elétrica cerebral humana, em função do tempo. Amplitude essa, que varia de acordo com o tipo de atividade a qual o homem está submetido (COSTA, 2005).

O comportamento ou o padrão da atividade elétrica é caracterizado pelo nível da atividade encefálica no instante em que o sinal é coletado através dos eletrodos de superfície, que estão em contato com o escalpo do indivíduo monitorado.

A intensidade desses sinais é resultante, principalmente, do número de neurônios ativados no momento da coleta, que de certa forma respondem aos estímulos oferecidos, os quais disparam sincronicamente de acordo com os estímulos recebidos pelos sensores naturais (cinco sentidos), e não do nível total da

atividade elétrica caracterizada no encéfalo (instante da coleta), ou seja, os sinais provenientes da coleta disparados de forma assíncrona, pouco contribui, ou seja, pode-se dizer que a intensidade do sinal coletado apresenta um sinal elétrico muito baixo (COSTA, 2005).

Apesar da característica predominantemente oscilatória do EEG, estudos tem evidenciado que outros comportamentos podem ser analisados ou interpretados em diferentes estados da dinâmica cerebral, assim, estes estudos demonstram que o sinal de EEG possui características de assimetria temporal, caóticas e não lineares (KOZMA; FREEMAN, 2002).

2.4.1 Atividade elétrica cerebral e o sentido gustativo

Os estímulos provenientes da interação homem x alimento (estímulos gustativos) são recebidos e processados pelo cérebro através das reações fisiológicas ocorridas no processo de gustação, considerando de certa forma as propriedades físicas e qualidades químicas do produto. Desta forma, o eletroencefalograma (EEG) adquirido com a utilização de um canal pode ser usado para estudar o comportamento do homem, mediante os estímulos alimentares ocorridos durante o seu processo de alimentação, ou seja, o seu padrão muda durante os estímulos gustativos (SCHIMDT et al., 2000; COSTA, 2000; CINCOTTI et. al., 2002).

Muitos estudos estão sendo desenvolvidos e vários experimentos foram realizados para melhor compreender e entender quais as possíveis áreas do cérebro (córtex cerebral) que respondem aos estímulos gustativos, como espectroscopia infravermelha (OKAMOTO; DAN, 2007) a magnetoencefalografia (MEG) (KOBAYAKAWA et al., 1996).

Segundo Larsson e Larsson (1997), do ponto de vista da ciência e da engenharia de alimentos, ainda existem vários pontos a serem estudados, observados e conseqüentemente, analisados, quando o tema é percepção dos

estímulos relacionados aos sabores, aspectos estes, que ainda são negligenciados na análise sensorial tradicional e um desses aspectos relacionado ao limiar de percepção dos sabores, que não está somente relacionado ao órgão sensorial principal (língua), mas também a um processo cognitivo no cérebro (OKAMOTO, DAN, 2007; HUANG et al., 2006; NAIM et al., 2002).

Recentemente, a utilização de técnicas de análise com ênfase no domínio da frequência (KHADER, ROSLER; 2004) foram utilizadas na interpretação e análise do EEG, bem como a aplicação do potencial relacionado ao evento (HU et al., 2003). Estas técnicas pressupõe que os dados analisados são estacionários em um curto período de tempo (da ordem de 2 ou 3 segundos) (COSTA, 2005).

2.4.2 Processamento de Sinais Cerebrais

As ondas ou sinais cerebrais são ondas eletromagnéticas formadas pela atividade elétrica produzida pelas células cerebrais, que variam conforme o estado mental do indivíduo no tempo. Suas frequências são medidas em hertz (Hz) ou ciclos por segundo. Os principais ritmos cerebrais são caracterizados pelas ondas: Beta, Alfa, Teta e Delta, onde cada frequência está relacionada ao estado de consciência ou de vigília do homem e podem variar de 0,1 até 40 Hz e, quanto menor a frequência, menor o estado de vigília e assim, vice-versa.

Segundo Zangerolame (2009), a onda Beta tem predominância em estado de alerta, com frequências que variam entre 14 e 30 Hz, com amplitude de 50 μ V. São caracterizadas em estado de tensão e ativação extra do sistema nervoso. O espectro de frequência relacionada a esta onda pode ser visto na figura 10.

Figura 10 – Ondas Cerebral Beta. Fonte: Zangerolame (2009).

As ondas Alfa são caracterizadas por frequências que variam entre 7 e 14 Hz, com uma amplitude de 100 μV . O espectro de frequência da onda alfa pode ser visto na figura 11.

Figura 11 – Ondas Cerebral Alfa. Fonte: Zangerolame (2009).

As ondas Teta possuem frequências que variam entre 4 e 7 Hz, com uma amplitude que varia entre 250 a 380 μV . A figura 12 demonstra as ondas cerebrais Teta.

Figura 12 – Ondas Cerebral Teta. Fonte: Zangerolame (2009).

E finalmente, as ondas cerebrais Delta, que se caracterizam com uma frequência que varia de 0,1 a 4 Hz, com uma amplitude que varia entre 10 a 50 μV . O espectro da onda Delta pode ser visto na figura 13.

Figura 13 – Ondas Cerebral Delta. Fonte: Zangerolame (2009).

O mecanismo de processamento do sinal é realizado através da coleta dos dados provenientes do indivíduo que, depois de transferidos para o computador, seus espectros são analisados estatisticamente.

Basicamente este processo ocorre da seguinte maneira, segundo Zamgerolame (2009):

- 1- Inicialmente os eletrodos são colocados no escalpo para captação do sinal elétrico (aquisição do sinal);
- 2- O sinal coletado através dos eletrodos são filtrados e amplificados; e,
- 3- O sinal é armazenado no computador para ser processado, mediante uma ferramenta de processamento de sinais.

A amplificação do sinal é a etapa inicial do processamento para posteriormente ser observado, tratado e analisado. Os sinais possuem baixas amplitudes, na ordem de μV , o que torna necessário o uso de filtros para a remoção dos sinais (frequências) indesejados.

Para o perfeito acondicionamento e captura do sinal analógico (cerebral), o mesmo deve ser amostrado (tempo de amostragem) com muito cuidado, para evitar a perda da informação contida. A taxa de amostragem mínima deve ser de duas vezes o conteúdo da frequência de sinal, segundo o teorema de amostragem, para alcançar maior precisão, com a redução do *aliasing* de erro (ENDERLE, 2006).

Os ruídos provenientes do meio ambiente podem acarretar prejuízos aos sinais coletados, caso os devidos cuidados não sejam observados. Assim, são utilizados filtros para a redução desses ruídos e para aumentar a relação entre o sinal/ruído na entrada do conversor analógico / digital.

O registro de sinal pode ser feito de duas formas básicas: diferencial ou referenciado. A primeira maneira é feita através da diferença de potencial existente entre os dois eletrodos que são fixados no escaldo do indivíduo que está sendo monitorado e, a segunda é realizada através do potencial de cada eletrodo e comparada a um algum referencial (ponto neutro).

2.5 Relação entre mente e cérebro

(...) seria muito mais simples se pudéssemos nos limitar ao exame da química e da fisiologia de seu cérebro e a tratar os eventos mentais como objetos alheios a nossa experiência imediata, ou como meras variáveis de uma fórmula estatística impessoal. (...) A fim de penetrar na mente de outrem, precisamos repetidamente mergulhar no caudal de suas associações e sentimentos; precisamos, nós mesmos, ser seu instrumento de ressonância. (John Nemiah, 1961, p.4)

As discussões sobre a relação entre mente e cérebro acompanham o processo histórico da humanidade, determinando valores e princípios assumidos em relação à cultura, à psicologia e à educação.

A história da psicologia, proveniente de aspectos sociais, filosóficos e científicos, apresentou-se distanciada da medicina até o século XVIII, onde a loucura era considerada como manifestação de forças sobrenaturais, e por isso pertencia ao debate dos filósofos (KRISTENSEN et al., 2001).

A partir do século XIX, procurou-se relacionar o intelecto à fisiologia dos sentidos, o que deu origem à psicologia experimental. Neste período, surge o movimento denominado *localizacionismo*, defendido por alguns anatomistas que encontraram em suas pesquisas uma relação entre área e função no cérebro. Em contrapartida, surgem estudos que pressupõem o funcionamento cerebral integrado e totalizado, ativando funções como um todo na resolução de tarefas; movimento denominado *antilocalizacionismo* ou *globalismo* (HAZIN et al.; 2010).

Após a teoria evolucionista de Darwin a psicologia é direcionada para as relações funcionais entre cérebro e mente, com estudos de Freud sobre o funcionamento inconsciente e de Thorndike, Watson e Skinner sobre o comportamento, predominando a influência ambientalista ao determinismo biológico (MUSSEN et al., 1990).

Entre as abordagens e escolas metodológicas da psicologia, é importante ressaltar neste trabalho as características da escola psicanalítica, em contrapartida a psicologia comportamental (behaviorista).

A escola psicanalítica, desenvolvida por Freud a partir de 1895, traz entre outros conceitos, o pressuposto de que os processos psíquicos intensamente afetivos experimentados como ocorrências traumáticas, seriam desviados da elaboração consciente normal, reprimidos por mecanismos inconscientes, e manifestos por meio de sintomas físicos (SALOMÃO, 1978). Para Freud, a mente seria representada como um *iceberg*, no qual a parte submersa seria nossa percepção consciente, e a parte abaixo da superfície, a maior, seria a região inconsciente, contendo pensamentos, desejos, sentimentos e lembranças, que mesmo não se tornando facilmente acessíveis, representam uma grande influência nas nossas ações cotidianas (MYERS, 1999).

A psicologia comportamental entende os processos de aprendizagem humana por meio de associações entre estímulos e respostas. Apenas o comportamento observável é considerado, enfatizam que mudanças contínuas e graduais no comportamento devem-se ao acúmulo de experiências (MUSSEN et al., 1990).

As diversas escolas dentro do campo da psicologia (Gestalt, behaviorista, estruturalista, funcionalista) procuraram estudar a localização das funções cerebrais e os comportamentos manifestos relacionados (KRISTENSEN, 2001).

A psicologia cognitiva surge na década de 1950 com ênfase no processamento da informação, em contraste às teorias que defendiam a estimulação ambiental como determinante no comportamento humano (behavioristas). A partir do estudo das funções cognitivas, a neuropsicologia se desenvolve como a capacidade de testar esses modelos e sua aplicabilidade, relacionando as funções cerebrais preservadas ou alteradas na cognição e comportamento humano (KRISTENSEN, 2001).

Um importante passo no desenvolvimento da neuropsicologia é descrito por Alexander Romanovich Luria (1902-1977), que propõe com seus estudos uma ciência que integra a neurofisiologia e a psicologia humanista.

Luria enfatiza o papel da cultura e do processo histórico-social no estabelecimento de conexões entre funções mentais superiores e partes individuais do cérebro, o que possibilita um funcionamento integrado do mesmo (LURIA, 1992). Segundo o autor, o cérebro não se caracteriza apenas por sua complexidade

estrutural, mas primordialmente pela mobilidade de seus sistemas funcionais, aspectos que norteiam a compreensão sobre a plasticidade cerebral.

Muzskat (2006) define plasticidade como capacidade adaptativa de alteração no funcionamento do sistema nervoso a partir de interações com o meio ambiente interno e externo.

O interesse pelo estudo das bases biológicas do comportamento humano ressurgiu na década de 90 com o desenvolvimento da Psicologia Evolucionista, onde os mecanismos psicológicos são considerados frutos da evolução e constituem a natureza humana universal (BARKOW, COSMIDES e TOOBY, 1992).

Nessa perspectiva, a biologia evolutiva complementa as teorias da psicologia cognitiva contemporânea, unindo a ideia do desenvolvimento da estrutura mental a partir de uma seleção natural, aos modelos computacionais, sendo o cérebro comparado ao processador de informações (COSMIDES; TOOBY, 1999).

Oliva e seus colaboradores (2006) descrevem modelos evolucionistas da mente através de estudos que propõem uma gradual modularização e aumento da fluidez cognitiva, incluindo a discussão sobre o papel das emoções no conjunto de operações mentais.

Segundo os mesmos, a Psicologia evolucionista considera a emoção como parte dos processos cognitivos, atuando sobre os diversos programas adaptativos do cérebro. Ressaltam ainda que as emoções nem sempre envolvem processos conscientes, sendo resultado da seleção natural, moldando e motivando o ser humano a resolver problemas no seu processo adaptativo.

Na psiquiatria contemporânea, é sabido que os fatores de natureza psicológica podem provocar alterações específicas na função sináptica e neuronal (GABBARD, 1998). Nesse sentido, os fatores ambientais podem afetar a mente, em nível de função cerebral.

Também na psiquiatria encontramos duas vertentes opostas quanto a análise da enfermidade psíquica. A psiquiatria psicodinâmica compreende a singularidade do indivíduo, incluindo os aspectos conflituosos do inconsciente, com o predomínio do mundo interno do paciente (suas fantasias, medos, expectativas, desejos,

percepções dos outros, etc.), em relação à classificação dos sintomas que levam ao diagnóstico. A psiquiatria descritiva busca classificar os pacientes com base em aspectos comportamentais e fenomenológicos comuns, permanecendo a experiência subjetiva como fator de menor importância (GABBARD, 1998).

Segundo Gabbard (1998), “a abordagem psicodinâmica afirma que somos conscientemente confusos e inconscientemente controlados”. Neste sentido, as escolhas individuais realizadas ao longo da vida são delineadas por processos inconscientes em uma interação dinâmica.

2.6 Determinantes da escolha alimentar

Diversos são os fatores que influenciam na decisão da escolha do alimento pelos seres humanos, como também é vasto o campo de pesquisa sobre o assunto. Não se relacionam apenas ao gosto e demais características sensoriais, mas aos aspectos psicológicos, sociais, econômicos e culturais (JOMORI et al., 2008).

Além das necessidades biológicas, o homem define sua alimentação com base em suas identificações e desejos pessoais, fortemente influenciados pela cultura em que está inserido. Através do processo de aprendizagem a criança desenvolve suas preferências alimentares. Desta forma, o processo de escolha do alimento é multideterminado, dinâmico e construído, escapando à consciência do indivíduo (JOMORI et al., 2008).

Com base em pesquisas, Furst et al. (1996) *apud* Jomori (2006) ilustra o processo de escolha alimentar através de um modelo teórico com três componentes gerais: o curso da vida, as influências e o sistema pessoal (Figura 14).

O curso de vida representa o papel pessoal e o meio ambiente sociocultural em que o indivíduo está exposto. As influências envolvem os cinco fatores baseados no primeiro componente: os ideais (expectativas, crenças e padrões como referência), os individuais (necessidades e preferências, de ordem psicológica e fisiológica), os recursos disponíveis (recursos palpáveis, como dinheiro; e não

palpáveis, como habilidades, tempo, etc.), a estrutura social (natureza das relações interpessoais, papéis e significados sociais) e o contexto alimentar (ambiente físico, condição social do local, etc.).

O processo de negociação de valores envolve as questões que o indivíduo considera na situação de escolha do alimento, como os aspectos sensoriais, fatores econômicos, saúde e nutrição (alimentos relacionados à prevenção ou controle de doenças), a organização de relacionamentos, que se refere às preferências individuais e do grupo social que a pessoa convive; e a qualidade que o alimento oferece.

Figura 14. Modelo do processo de escolha alimentar adaptado de Furst et al. (1996).

Segundo Viana (2002) a escolha dos alimentos relaciona-se com o prazer ligado ao sabor, às atitudes aprendidas na família desde cedo, e a outros fatores psicológicos e sociais, que formam as preferências do indivíduo.

Identificar os determinantes que influenciam as preferências e aversões alimentares representa um dado importante para o desenvolvimento da prevenção e mudança de comportamentos de risco, para a escolha de hábitos saudáveis (VON ATZINGEN; PINTO; SILVA, 2010).

3 OBJETIVOS

Este trabalho tem por objetivo geral:

“Propor um modelo de análise sensorial que permita avaliar quantitativamente a ação do estímulo gustativo no contexto cognitivo.”

Para tanto, o seguinte conjunto de ações foi seguido:

1. Coleta dos sinais de EEG de voluntários degustando amostras de sabor doce.
2. Coleta dos sinais de EEG de voluntários degustando amostras de sabor doce em diferentes diluições.
3. Análise da influência do sabor doce e de suas concentrações no padrão dos sinais de EEG usando a transformada adaptativa de Gabor e medidas de complexidade.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Delineamento experimental e proposição de modelo

O experimento foi realizado no laboratório de Física Aplicada e Computacional (LAFAC), na Universidade Estadual de São Paulo (USP), Campus Pirassununga, no período de maio/2011 a maio/2012. O mesmo está inserido em um projeto de pesquisa intitulado “Estudo do Padrão da Atividade Elétrica Cerebral durante Estímulos Gustativos dos Quatro Sabores Básicos”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EERP/USP em 2008 (Anexo A).

Foram amostrados dados referentes a um grupo de 23 voluntários (13 do sexo feminino e 10 do sexo masculino), com idade entre 19 e 24 anos, que assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B) e responderam a um questionário (Anexo C), com perguntas sobre questões gerais de saúde e preferências alimentares.

Posteriormente os voluntários realizaram a degustação de 9 amostras do sabor doce com diferentes dosagens de sacarose (0,15625%, 0,3125%, 0,625%, 1,25%, 2,5%, 5% e 3 amostras a 0%), preenchendo em uma folha registro (Anexo C), quando detectavam ou não a presença da mesma na substância. As respostas desses registros indicaram que a menor dosagem percebida foi a que continha 0,31% de sacarose, o que permitiu a definição do limiar mínimo de percepção para a dosagem 0,15% entre os participantes do experimento.

Em uma data agendada posteriormente foram coletados os sinais de EEG destes voluntários no momento em que experimentavam 27 amostras do sabor doce, sendo nove delas a 0% (água), nove com 0,15% de sacarose (limiar) e nove com 5,0% (concentração máxima).

Os sinais foram coletados dentro de uma gaiola de Faraday, para evitar a possibilidade de interferência externa nos sinais através de ruídos. Os dados foram amostrados a uma frequência de 120 Hz, que significa que 120 pontos são obtidos em 1s de coleta. Os voluntários foram acomodados em uma cadeira comum e os

eletrodos foram conectados através de um gorro, que foi desenvolvido para esta finalidade.

O trabalho representa um estudo inicial e, portanto, não tem por objetivo ser generalizado por grupo. Foram descartados dados que apresentaram problemas no armazenamento do sinal e selecionados 7 voluntários a partir da amostragem (5 do sexo feminino e 2 do sexo masculino), para análise dos dados. Como a atividade elétrica cerebral obedece a um padrão individual de respostas, o número de voluntários para este tipo de experimento (que utiliza o EEG) pôde ser reduzido.

Na figura 4 (Estrutura de interpretação da análise sensorial) mecanismos de análise podem ser usados para medir, observar e monitorar o aspecto humano no processo de análise sensorial. Neste trabalho, propõe-se uma expansão no modelo de Esteves (2009) de forma que o Eletroencefalograma seja parte do sistema de aquisição de informações, permitindo o estabelecimento de uma metodologia, onde o foco é o homem e os processos mentais que determinam a escolha do alimento (a partir do modelo apresentado por Furst et al., 1996), como proposto na figura 15.

Propõe-se com este modelo que os resultados da análise sensorial possam ser analisados com base nas respostas emitidas através da comunicação (conscientemente) do indivíduo e na sua dinâmica cerebral (inconscientemente), com os dados obtidos no EEG, o que permite analisar e correlacionar os diversos aspectos que envolvem o fator humano durante a alimentação.

Figura 15 – Modelo de avaliação do homem inserido no processo de análise sensorial.

4.2 Equipamento

O sistema telemétrico utilizado para a extração dos sinais elétricos cerebrais consiste de dois módulos básicos, desenvolvidos por Silva (2005) e Arce (2008), responsáveis por coletarem os dados provenientes dos voluntários.

O primeiro é responsável pela amplificação e transmissão do sinal de EEG coletado, e possui aproximadamente 2,5 x 7,0 x 11 cm e pesa 180g (Figura 16). Este equipamento possui 3 (três) eletrodos de superfície, que possuem a função de coleta dos sinais cerebrais.

Figura 16 – Equipamento de aquisição de EEG - módulo 1.

Os eletrodos são construídos com cloreto de prata e folheado a ouro, com 1,0 mm de diâmetro, sendo que dois deles são fixados sobre a superfície do couro cabeludo (escalpo) (bipolar registro) e o outro é fixado na orelha, atuando como um terra. Os mesmos foram imobilizados através de um gorro, para impedir seu deslocamento durante a coleta.

É necessária a utilização de um gel eletrolítico, próprio para captação de EEG de forma não invasiva, que atue como um condutor, com o objetivo de melhorar a qualidade do sinal amostrado (coletado). O local escolhido para a fixação dos eletrodos seguem as normas internacionais 10-20, discutida anteriormente e sua posição pode ser visualizada através da figura 9, nos pontos C3 e C4, do referido sistema.

O segundo módulo possui as mesmas características de peso e medidas, e é responsável pela recepção dos dados adquiridos através do módulo 1 (um), e pelo acondicionamento e armazenamento dos dados no computador (Figura 17).

Figura 17 - Aparelho receptor de sinais de EEG o qual fica acoplado junto ao notebook.

Toda a comunicação entre os módulos é realizada através da comunicação sem fio, o que propicia uma maior facilidade de operação e coleta dos dados, além de reduzir a interação com os voluntários, facilitando assim, o processo de coleta.

A interface de comunicação entre o módulo 2 (dois) e o computador responsável por armazenar os dados é feita através de um software de gerenciamento, que permite a comunicação dos pesquisadores ou usuários, bem como a configuração do sistema telemétrico fixado no voluntário (módulo 1).

O módulo 1 fica conectado ao voluntário e consiste, basicamente, de três partes: Amplificação e Acondicionamento do sinal, Conversão digital e Sistema de controle de comunicação digital microprocessada e, finalmente, a transmissão dos dados digitais.

4.3 Software Coletor

O software foi desenvolvido no Laboratório de Física Aplicada e Computacional (LAFAC), intitulado “Módulo Coletor de EEG”, que gera uma saída gráfica dos sinais de EEG (humanos) obtidos pelo módulo 1 (equipamento), diretamente na tela do computador, que após coleta permite o armazenamento dos

mesmos.

A figura 18 mostra o sistema coletor com os sinais registrados em sua tela de aquisição de sinais.

Figura 18 – Tela do "Software" de aquisição de sinais de EEG.

Neste sistema, o armazenamento é feito em arquivo texto, formatados em codificação ASCII, o qual facilita a manipulação dos dados, através de outro software de tratamento de dados, conhecido como MATLAB 8.0. Este software é responsável por realizar todo o tratamento necessário, matemático e computacional para a interpretação dos dados (sinais), uma vez que esta ferramenta possui bibliotecas de física, matemática e de estatística.

O software coletor permite que o usuário ou pesquisador realize toda a configuração necessária para a coleta e armazenamento dos sinais cerebrais monitorados, bem como o tempo de coleta a ser realizado.

Após a coleta dos dados pelo software coletor, os mesmos são transportados para o Matlab através do arquivo texto, para que se possa realizar todo o trabalho de filtragem e análise. Inicialmente os dados são processados em

sua forma natural, ou seja, da mesma forma que foram adquiridos, é claro que os dados coletados foram transformados de sinais analógicos para digital, através do módulo 1 e 2.

Os sinais de EEG obtidos nos experimentos foram expressos na forma de gráficos, que propiciaram uma análise desses sinais na escala do tempo. O sinal foi amostrado em uma frequência de 120 Hz (cento e vinte pontos por segundo) e mostra a amplitude do sinal elétrico. Neste sinal a amplitude máxima de pico a pico é de 100 μV .

4.4 Processamento Digital de Sinais

Após a aquisição dos sinais e armazenamento no computador, foram separados trechos de 5 segundos de EEG. Para cada trecho foi obtida a densidade espectral de potências, que representa através de um gráfico, as frequências presentes no sinal coletado. Esse processamento é realizado com a aplicação da Transformada Rápida de Fourier (FFT) e do método Welch, com intervalo de confiança de 95%, realizado no Matlab®. O espectro de frequência obtido através desse processamento permite identificar as principais frequências existentes no sinal.

A análise utilizando a densidade espectral de potência, no entanto, não demonstra as informações no domínio do tempo, ou seja, dada uma frequência não se sabe em que intervalo de tempo ela ocorreu.

Outra maneira de analisar a informação contida em um sinal de EEG que relaciona a frequência do sinal com a amplitude no tempo coletado é a Representação Gaussiana Adaptativa (AGR), que foi proposta por Mallat e Zhang (1993) e por Qian e Chen (1994).

Esta metodologia de análise de sinal consiste em analisar o tempo-frequência através dos ajustes das funções gaussianas elementares $h_p(t)$, que melhor representam o sinal amostrado (COSTA, 2005). Este ajuste permite localizar

a informação no EEG, concomitantemente no domínio do tempo e no domínio da frequência.

Este ajuste, portanto, é feito através dos coeficientes de projeção B_p , calculados através das funções gaussianas, que melhor representam a relação entre o sinal $s(t)$ coletado, com as suas respectivas funções gaussianas $h_p(t)$. Os coeficientes calculados (B_p) permitem extrair informações dos sinais de EEG coletados dos voluntários, analisando possíveis variações de comportamento do sinal em relação ao tempo-frequência (COSTA, 2005)(HASHIDA et al., 2005).

A Eq. (1) representa o cálculo para a determinação de $s(t)$.

$$s(t) = \sum_{p=0}^{p_{max}} B_p * h_p(t) \quad (1)$$

Os coeficientes B_p são determinados pela Eq. (2):

$$B_p = \int s_p(t) h^*(t) dt \quad (2)$$

O cálculo de h_p é dado pela Eq. (3):

$$h_p(t) = g_p(t - t_p) \exp\{2\pi f_p t\} \quad (3)$$

Onde $g_p(t)$ é representado pela Eq. (4):

$$g_p(t) = (\pi \alpha_p)^{-0.25} \exp\left\{\frac{-t^2}{2\alpha_p}\right\} \quad (4)$$

O expoente 0.25 é parte de um fator de normalização, coeficientes $\alpha_p \in \mathbb{R}^+$, t_p e $f_p \in \mathbb{R}$.

Desta forma, pode-se generalizar o coeficiente B_p , através da Eq. (5):

$$|B_p|^2 = \max_{h_p} |\langle s_p(t), h_p(t) \rangle| \quad (5)$$

Assim, através dos cálculos dos coeficientes B_p pode-se obter a similaridade entre o sinal EEG, $s(t)$ e as respectivas funções $h_p(t)$.

A Eq. (5) não tem solução analítica, mas seu cálculo pode ser realizado por meio de algoritmos numéricos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram analisados inicialmente cada sabor, isto é, a água destilada e a água com adição de 0,15% e com 5% de sacarose.

Através dos sinais coletados dos 7 (sete) voluntários, onde cada voluntário foi testado utilizando-se 9 amostras de cada composição, estas amostras foram tratadas utilizando-se o Matlab, através dos gráficos de sinais em sua forma natural e após tratamento, usando-se a transformada rápida de Fourier e o espectro de energia, o qual possibilitou a construção dos gráficos de frequência e densidade de potência.

Inicialmente foram analisadas as amostragens separadas de água destilada, de água com adição de 0,15% de sacarose e com adição de 5%, também de sacarose, para caracterizar os sinais coletados, ou seja, identificar que amostras com o mesmo tipo, possuem características espectrais similares, para em um segundo momento, identificar as diferenças entre as variações de sacarose nas amostragens oferecidas aos voluntários.

Foram utilizados 5 (cinco) voluntários do sexo feminino e 2 (dois) do sexo masculino. Para facilidade de explicação, as mulheres serão identificadas por voluntárias e os homens por voluntários.

Foram coletadas 9 (nove) amostras de sinais referentes a voluntária 1 (um) de água destilada, 9 (nove) amostras de solução a 0,15% e 9 (nove) referentes a 5% de água mais sacarose.

A figura 19 representa os sinais coletados e processados via Matlab, utilizando a transformada rápida de Fourier e estimativa de densidade de energia Welch, referentes às 3 primeiras coletas da voluntária 1, sendo as amostras somente de água, ou seja, 1, 2 e 3 coletada respectivamente.

Figura 19 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de água destilada.

Para melhor observação e compreensão dos dados coletados, será realizado uma comparação com os 3 sinais coletados da mesma voluntária, com as 3 primeiras amostras de 0,15% (Figura 20) e 5% (Figura 21) com a adição de sacarose na água destilada.

Figura 20 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 0,15% de sacarose na água destilada.

Figura 21 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 5% de sacarose na água destilada.

Através da visualização das três figuras é possível perceber uma variação mais acentuada entre as 3 primeiras amostras de água destilada, com água destilada mais adição de 5% de sacarose, ou seja, pode-se observar uma variação entre os sinais obtidos através da figura 19 e da figura 21.

Assim, pode-se caracterizar que a voluntária 1 percebeu a diferença entre as amostras de água e de água com 5% de sacarose. Já em relação à amostra com adição de 0,15% de sacarose a percepção visual torna-se mais difícil. Há uma relação muito próxima entre as amostras de água destilada com a adição de 0,15% de sacarose. Ainda assim foi possível perceber uma variação no gráfico em relação à segunda amostra, através de uma variação em relação às projeções dos sinais coletados. O mesmo ocorre em relação à terceira amostra de 0% e com 0,15% de sacarose.

Realizando o mesmo procedimento para as amostras 4, 5 e 6 de água destilada, com adição de 0,15% e 5% de sacarose, percebe-se o mesmo comportamento em relação às figuras anteriores (Figuras 19, 20 e 21), conforme as figuras 22, 23 e 24.

Figura 22 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de água destilada (amostras 4, 5 e 6).

Figura 23 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 0,15% de sacarose na água destilada (amostras 4, 5 e 6).

Figura 24 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 5% de sacarose na água destilada (amostras 4, 5 e 6).

Através das figuras 22, 23 e 24 é possível perceber as variações com maior ênfase, a voluntária percebeu de forma clara a adição de 0,15% e 5% de sacarose na água destilada.

As figuras 19 e 22 referem-se às amostras fornecidas para a voluntária 1 de água destilada. Observa-se que os comportamentos dos sinais permanecem os mesmos, ou seja, os picos identificados visualmente nas figuras 19a, 19b e 19c se comportam da mesma forma que os das figuras 22a, 22b e 22c, ou seja, são semelhantes, uma vez que a amostra tem em sua composição somente água.

No entanto, em relação às amostras 7, 8 e 9 percebe-se uma variação entre as próprias amostras de água destilada. Ainda assim, a voluntária foi capaz de perceber as adições de 0,15% e 5% de sacarose. Este evento pode estar relacionado à quantidade de amostras as quais a voluntária foi submetida.

Figura 25 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de água destilada (amostras 7, 8 e 9).

Figura 26 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 0,15% de sacarose na água destilada (amostras 7, 8 e 9).

Figura 27 – Gráfico de Energia por Frequência. Sinais referentes a amostras de adição de 5% de sacarose na água destilada (amostras 7, 8 e 9).

Para facilitar a interpretação dos gráficos de densidade espectral de energia foi realizada a média entre todas as amostras (9), de água destilada, com adição de 0,15% e 5% de sacarose. O objetivo desta média foi caracterizar a percepção por parte da voluntária em relação às variações entre os sinais coletados.

Assim, a figura 28 demonstra as médias das amostras referentes à água, 0,15% e 5%. O mesmo procedimento será adotado para as demais voluntárias e voluntários. Um fator importante a ser observado diz respeito à percepção da voluntária 1, que foi capaz de separar as dosagens apresentadas desde a frequência 14 Hz, evidenciando assim, que o sinal de EEG pode auxiliar na interpretação de percepções relacionadas a análise sensorial. O mesmo evento poderá ser observado em relação às demais voluntárias e voluntários.

Figura 28 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes a voluntária 1.

Outra forma de análise dos dados pode ser realizada através da representação gaussiana adaptativa (AGR), assim, através da Eq. (5) pode-se calcular esses coeficientes (B_p), que representam um ponto no plano-frequência. As figuras de 29 a 38 representam os 10 coeficientes calculados para evidenciar a percepção do voluntário 1, em relação as variações de intensidade de sacarose na água.

Como pode ser visto na figura 29, através do coeficiente 1, não houve percepção significativa em relação aos valores, evidenciando assim, que as informações referentes ao primeiro trecho ou primeiro conjunto de dados utilizados pelo AGR para o cálculo do coeficiente 1, não permitiu concluir que o voluntário foi capaz de distinguir as variações entre a água, água com adição de 0,15% e com adição de 5% de sacarose, o mesmo, podendo ser observado para o coeficiente 2.

Figura 29 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 1).

Figura 30 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 2).

Entretanto, em relação ao coeficiente 3 pode-se observar que o conjunto de pontos, referentes aos sinais coletados e analisados pelo AGR foram capazes de evidenciar que a voluntária 1, através de seu sinal cerebral foi capaz de identificar as variações de sacarose na água (Figura 28), o mesmo ocorrendo através dos valores calculados pela AGR (Figura 31) as diferenças entre os sabores oferecidos a voluntária.

O mesmo evento pode ser observado através do coeficiente 4 e 5 (Figuras 32 e 33), caracterizando o tempo de processamento ou estímulo capturado pelo sistema de EEG. Isto evidencia que as informações estão armazenadas em trechos de tempos coletados pelo sistema, permitindo assim, identificar de maneira mais acentuada o período ou o tempo responsável para que as variações de sabores (doce) oferecidas ao voluntário sejam percebidas.

Figura 31 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 3).

Figura 32 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 4).

Figura 33 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 5).

Do coeficiente 6 até o 10 (Figuras de 34 a 38), o cálculo do AGR passa a não mais separar de forma significativa os dados analisados, evidenciando assim, que as informações contidas nestes trechos não carregam mais as informações referentes as percepções das variações dos sabores.

Observa-se uma separação entre a água e as variações de sacarose na água, ou seja, o voluntário não separa mais o limiar do completamente doce, e sim do limiar em relação à água, como se o mesmo tivesse a mesma quantidade de totalmente doce (5% de adição de sacarose na água), que pode ser observado de forma bem significativa, através dos coeficientes 6, 7, 8 e 9, se descaracterizando no coeficiente 10.

Figura 34 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 6).

Figura 35 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 7).

Figura 36 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 8).

Figura 37 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 9).

Figura 38 – Valores referentes ao cálculo do AGR (coeficiente 10).

A partir desse momento, as análises passaram a ser realizadas através do espectro de energia final, correspondente a média das amostras coletadas dos voluntários, bem como do AGR, coeficiente 3, que permitiu caracterizar de forma significativa as diferenças nos espectros dos voluntários e a relação entre ambos. O objetivo dessa análise está relacionada à grande quantidade de dados que seria necessário interpretar, como demonstrado de forma completa em relação à primeira voluntária.

As análises e interpretações referentes à segunda voluntária permitem observar de forma significativa que a mesma foi capaz de perceber as diferentes dosagens de sacarose apresentadas através dos sinais cerebrais amostrados, conforme pode ser observado na figura 39.

Assim, com a utilização, tanto do espectro como do AGR (coeficiente 3) pode-se visualizar diferenças, tanto no espectro (Figura 39) através das frequências 10, 20 e 30 Hz, sendo as variações entre a água e com a adição de 0,15% de sacarose, próximas para as frequências de 10 e 20 Hz, e com uma pequena variação em relação a 33 Hz.

O mesmo não ocorre em relação às amostras de 5% de adição de sacarose, onde a partir da frequência 22 Hz, em relação à água pura, as frequências passam a caracterizar espectros de energias diferentes entre elas.

A partir da frequência de 38 Hz tanto as amostras com adição de 0,15% e de 5%, bem como com a água pura passam a mostrar variações em relação ao espectro de energia, evidenciando assim, que a voluntária foi capaz de perceber essas variações apresentadas através dos sinais coletados e processados a partir da frequência de 37 Hz, conforme figura 39, o mesmo podendo ser observado através da figura 40, referente ao coeficiente AGR.

Figura 39 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes à voluntária 2.

Figura 40 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 2 (coeficiente 3).

A média das amostras referentes à voluntária 3 pode ser vista nas figuras 41 e 42, também em relação ao espectro de energia e AGR (coeficiente 3). O mesmo fato apresentado em relação à voluntária 2 se aplica a voluntária 3, ou seja, a

voluntária 3 também foi capaz de perceber as variações de sacarose na água a partir da frequência de 24 Hz.

Figura 41 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes à voluntária 3.

Figura 42 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 3 (coeficiente 3).

As figuras 43 e 44 demonstram a média das amostras referentes à voluntária 4, também em relação ao espectro de energia e AGR (coeficiente 3). Em relação à voluntária 4, esta não sentiu as diferenças entre as variações de sacarose na água de forma significativa, a não ser em relação a água e a variação de 5% de adição de

sacarose, onde através do AGR (Figura 49) pode-se perceber de forma acentuada que a mesma foi capaz de separar os sabores, o mesmo não ocorrendo com relação a adição de 0,15%.

Figura 43 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes à voluntária 4.

Figura 44 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 4 (coeficiente 3).

Nas figuras 45 e 46 observa-se a média das amostras referentes à voluntária 5, também em relação ao espectro de energia e AGR (coeficiente 3), o mesmo resultado apresentado pela voluntária 2, mas com variações maiores em relação às doses apresentadas, conforme pode ser observado a partir da frequência 29 Hz.

Figura 45 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes a voluntária 5.

Figura 46 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente a voluntária 5 (coeficiente 3).

As figuras 47 e 48 demonstram a média das amostras referentes ao voluntário 6, também em relação ao espectro de energia e AGR (coeficiente 3). O mesmo resultado pode ser observado para o voluntário 6, que também foi capaz de perceber as variações em relação as frequências, com boa separabilidade a partir da frequência 26 Hz.

Figura 47 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes ao voluntário 6.

Figura 48 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente ao voluntário 6 (coeficiente 3).

Nas figuras 49 e 50 observa-se a média das amostras referentes ao voluntário 7, também em relação ao espectro de energia e AGR (coeficiente 3). Observa-se que o mesmo não apresentou diferenças entre as variações de sacarose na água de forma significativa, exceto em relação à água e a variação de 5% de adição de sacarose a partir da frequência de 36 Hz. Através do AGR (Figura 49) pode-se perceber a separabilidade entre os sabores, o mesmo não ocorrendo em relação à adição de 0,15%.

Figura 49 - Média das amostras de água, 0,15% e 5% de sacarose, referentes ao voluntário 7.

Figura 50 – Valores referentes ao cálculo do AGR, correspondente ao voluntário 7 (coeficiente 3).

Como visto inicialmente, a sensação de gosto é caracterizada através dos sensores ligados ao paladar, transmitida por estímulos nervosos ao cérebro e processados pelo mesmo, mas interpretados de acordo com as inúmeras influências armazenadas do meio externo, que constituem aquele indivíduo (JOMORI et al., 2008).

Pode-se observar através do estudo, que apesar do EEG apresentar limitações quanto à compreensão dos processos cognitivos, pois os dados refletem um comportamento global da atividade cerebral, o mesmo pode ser usado como instrumento para detectar a percepção de diferentes diluições através das respostas cerebrais (SCHIMDT et al., 2000; COSTA, 2000; CINCOTTI et. al., 2002). Assim, o EEG não possui precisão em relação à posição das atividades neurais, resultantes do estímulo em uma determinada posição do cérebro, mas, sim, de uma somatória de impulsos elétricos gerados a partir do todo, ou seja, da soma de atividades elétricas produzidas por um conjunto de neurônios.

Como citado anteriormente, aspectos relacionados ao limiar de percepção dos sabores, não estão relacionados apenas ao principal órgão sensorial, que é a língua, mas também a um processo cognitivo no cérebro (OKAMOTO, DAN, 2007; HUANG et al., 2006; NAIM et al., 2002).

Outro aspecto interessante a ser observado quanto aos espectros de energia está relacionado à percepção das voluntárias e voluntários em relação à frequência de percepção dos estímulos que se evidenciam com maior clareza a partir da frequência 25 Hz, que caracteriza o estado de atividade beta no ser humano, que corresponde as frequências entre 14 e 30 Hz, como já descrito anteriormente (Zangerolame, 2009).

Neste estudo constatou-se que quatro voluntários do sexo feminino e um do sexo masculino foram capazes de identificar, através de dados obtidos com o EEG, as diferentes dosagens de sacarose. Faz-se necessária a realização de mais estudos com o EEG na degustação, observando-se diferenças de gênero (masculino e feminino) nas respostas obtidas, bem como com outros sabores.

Em relação à análise psicológica é necessário ressaltar a influência dos diversos aspectos psico-sócio-culturais na determinação dos valores internos, preferências e escolhas do indivíduo, bem como a influência dos processos inconscientes citados anteriormente, como determinantes das manifestações do comportamento (SALOMÃO, 1978; MYERS, 1999). Desta forma, sugere-se que as diferentes percepções dos voluntários no geral, encontradas no EEG, representam as suas singularidades quanto aos significados atribuídos ao sabor e suas correlações.

Mesmo não sendo possível quantificar as dimensões dos aspectos que influenciam subjetivamente tais percepções, é possível detectar a existência de processos mentais que fogem a consciência humana, mas que certamente influenciam nas escolhas e atitudes vivenciadas pelo indivíduo (Furst et al., 1996).

6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados encontrados observou-se que o EEG representa uma ferramenta para validar quantitativamente o modelo de análise sensorial no contexto cognitivo.

Portanto, o modelo proposto permite que os resultados da análise sensorial possam ser analisados com base nas respostas emitidas através da comunicação (conscientemente) do indivíduo e na sua dinâmica cerebral (inconscientemente), com os dados obtidos no EEG, o que permite analisar e correlacionar aspectos que envolvem o fator humano durante a alimentação.

A possibilidade de mensuração de aspectos não percebidos de forma consciente pelo homem, mas detectados pelo EEG, amplia a possibilidade de novas discussões sobre os mecanismos inconscientes que interferem nas reações humanas, tendo como diferencial a utilização de instrumentos que possam detectar a existência desses mecanismos e auxiliar as diversas áreas do saber a interpretar através das percepções extrassensoriais as diversas possibilidades de compreensão deste órgão tão complexo que é o cérebro humano.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARCE, A. I. C.. **Redes de sensores sem fio na coleta de dados fisiológicos de bovinos para aplicação na Zootecnia de Precisão**. 2008. 86 fls. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga/SP, 2008.

BARKOW, J.H.; COSMIDES, L.; TOOBY, J. (Orgs.) **The adapted mind**. Oxford: Oxford University Press. 1992.

BENTO, Virgílio Antonio Ferro. **Desenvolvimento de Interface Cérebro – Computador baseada em sinais de EEG**. Dissertação (96 fls.). Universidade de Aveiro, Departamento de Electrónica, Telecomunicações e Informática. Aveiro, Portugal, 2008.

CINCOTTI F, et al. Classification of EEG mental patterns by using two scalp electrodes and Mahalanobis distance-based classifiers. **Methods of Information in Medicine**. v.41, n.4, p.337-41, 2002.

COSMIDES, L.; TOOBY, J.. **Evolutionary psychology**, MIT Encyclopedia of Cognitive Science. Cambridge: MIT Press. 1999.

COSTA, E.J.X. **Interface cérebro-computador usando redes neurais artificiais e técnicas avançadas de processamento digital de sinais**. 2000. 216 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

COSTA, E.J.X.; CABRAL, E.F. Short time fractal dimension for EEG signal processing in brain-computer interface. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON SIGNAL PROCESSING APPLICATION AND TECHNOLOGY, 2000, Dallas. **Proceedings...** Dallas: CMP Media Inc., 2000. CD-ROM.

COSTA, E. J. X.. **Estudo da atividade elétrica cerebral em humanos e bovinos usando processamento digital de sinais e instrumentação eletrônica**. 2005. 92 fls. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga/SP, 2005.

DUFFAU, H., Brain plasticity and tumors. **Adv Tech Stand Neurosurg**, 2008. 33: p. 3-33.

ENDERLE, J. D.. **Bioinstrumentation**. 1ª Edição. USA: Morgan & Claypool, 2006.

ESTEVES, Eduardo. **Análise Sensorial**. Universidade do Algrave. Instituto Superior de Engenharia. Apontamentos de aula. Engenharia Alimentar, 2009.

FURST, T., CONNORS, M.; BISSOGNI, C.A.; SOBAL, J.; FALK, L.W. Food choice: a conceptual model of the process. **Appetite**. 1996, 26(3): 247-66.

GABBARD, G.O. **Psiquiatria Psicodinâmica**. Trad. Luciana N. de A. Jorge e Maria Rita Secco Hofmeister. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GAZZANIGA, M. S.; IVRY, R. B.; MANGUN, G. R.. Neurociência Cognitiva: A Biologia da Mente. Tradução Angelica Rosat Consiglio... [et al.]. 2 ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 768 p.

GUYTON, A; HALL, J. Textbook of Medical Physiology. 11. ed. Philadelphia: Elsevier Inc., 2006.

HASHIDA J.C; SILVA A.C.S, SOUTO S., COSTA E.J.X. EEG pattern discrimination between salty and sweet taste using adaptive Gabor transform. **Neurocomputing**, v.68 pp. 251-257 2005.

HAZIN, I.; LEITÃO,S.; GARCIA, D.; LEMOS, C.; GOMES, E. Contribuições da Neuropsicologia de Alexsandr Romanovich Luria para o debate contemporâneo sobre relações mente-cérebro. **Mnemosine**, v.6, n1, p. 88-110, 2010.

HU Y, et al. Application of time-frequency analysis to somatosensory evoked potential for intraoperative signal cord monitoring. **Journal of Neurol. Neurosurg. Psychiatry**. V. 74, n. 1, p. 82-87, 2003.

HUANG, A.L., CHEN, X.; HOON, M. A., Chandrashekar J., Guo W., Tränkner D., Ryba N.J. P., ZUKER, C.S.The cells and logic for mammalian sour taste detection. **Nature**, 442, 710, pp 934-938 2006.

IAL. Instituto Adolfo Lutz (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores: Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. 4ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

JASPER, H.H. The ten-twenty electrode system of the international federation. **Electroencephalography and Clinical Neurophysiology**, Limerick, v.10, n.2, p.371-375, 1958.

JOHN E. R., PRICHEP L. S., CHABOT R.J. Quantitative Electrophysiological Maps of Mental Activity. In. Brain Dynamics: progress and perspectives. **Spring Verlag Edited by Erol Basar and T. H. Bullock**, p. 316-330, 1989.

JOMORI, M.M. **Escolha alimentar do comensal de um restaurante por peso**. Dissertação (140 fls.) Pós-graduação. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

JOMORI, M.M.; PROENÇAL, R.P.C; CALVOLL, M.C.M. Determinantes de escolha alimentar. **Revista de Nutrição**. Campinas Jan./Feb. 2008, vol.21 no.1.

KHADER P., ROSLER F., EEG power and coherence analysis of visually presented nouns and verbs reveals left frontal processing differences, **Neuroscience**. Letter. v.354 n.2 p.111-114, 2004.

KOBAYAKAWA, T et al. The primary gustatory area in human cerebral cortex studied by magnetoencephalography. **Neuroscience**. Letter v.212 n.3 p.155-158, 1996.

KOZMA R., FREEMAN W. J., Classification of EEG patterns using nonlinear dynamics and identifying chaotic phase transitions. **Neurocomputing**, v.44, p.1107-1112, 2002.

KRISTENSEN, C.H.; ALMEIDA, R. M.; GOMES, W.B. **Desenvolvimento Histórico e Fundamentos Metodológicos da Neuropsicologia Cognitiva**. Psicologia: Reflexão e Crítica, vol. 14, n2, Porto Alegre 2001.

LARSSON, M.; LARSSON, K. Neglected aspects of food flavor perception. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, vol. 123-124, p.651-655, 1997.

LURIA, A.R. **A construção da mente**. Trad. M.B. Cipolla. São Paulo: Ícone. 1992.

MACEDO, Dhainner Rocha; FREITAS, Fernanda Silva; NOGUEIRA, Natália Peixoto; DESTRO FILHO, João Batista. Análise espectral de eletroencefalografia para registros patológicos. **Horizonte Científico**, vol. 5, n. 1, 2011.

MALLAT, S; ZHANG, Z.. Matching pursuit with time-frequency dictionaries. **IEEE Trans Signal Processing**, vol. 41(12), p. 3397-415, 1993.

MUSSEN, P.H.; CONGER, J.J.; KAGAN, J.; HUSTON, A.C. **Desenvolvimento e personalidade da criança**. Trad. Maria Lúcia G. Leite Rosa. São Paulo: Editora HARBRA, 1990.

MUSZKAT, M. **Desenvolvimento e Neuroplasticidade**. Em: MELLO, C.; MIRANDA, M.; MUSZKAT, M. (Orgs.) – Neuropsicologia do desenvolvimento. São Paulo: Memnon, 2006.

MYERS, D.G. **Introdução à Psicologia Geral**. Trad. A.B. Pinheiro de Lemos. Livros Técnicos e Científicos Editora: Rio de Janeiro, 1999.

NAIM, M.; NIR, S.; SPIELMAN, A.I., Noble A.C., Peri I., Rodin S., Samuelov-Zubare M. Hypothesis of receptor-dependent and receptor-independent mechanisms for bitter and sweet taste transduction: Implications for slow taste onset and lingering aftertaste. **ACS Symposium Series**, v 825, p 2-17, 2002.

NEMIAH, J.C. **Foundations of Psychopathology**. New York, Oxford University Press, 1961, p. 4,9.

NUDO, R.J., Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. **J Rehabil Med**, 2003(41 Suppl): p. 7-10. 3.

OKAMOTO, M.; DAN, I. Functional near-infrared spectroscopy for human brain mapping of taste-related cognitive functions. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v 103, n 3, p 207-215 2007.

OLIVA, A.D.; OTTA, E.; RIBEIRO, F.L.; BUSSAB, V.S.R; LOPES, F.A.; YAMAMOTO, M.E.; MOURA, M. L.S. Razão, Emoção e Ação em Cena: A Mente Humana sob um Olhar Evolucionista. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**. Jun-Abr 2006, Vol.22 n.1, pp 53-62.

QIAN, S; CHEN, D. Signal representation using adaptive normalized Gaussian functions. **Signal Processing**, vol. 36, p. 1-11, 1994.

RIBEIRO, Jaqueline Alves. Modelos de Predição linear para análise de sinais eletroencefalográficos (EEG) e de matrizes multieletrodo (MEA). Dissertação (174 fls.). Universidade de Uberlândia. Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Uberlândia, 2006.

SALOMÃO, J. **Os pensadores: Freud**. Tradução de Durval Marcondes et al. São Paulo: Abril Cultural, 1978.

SCHIMDT, B et al. Slow cortical DC-potential to sweet and bitter tastes in humans, Physiological. **Behavior**. v.71, n.5 p.581-587, 2000.

SILVA, A. C. S. **Aplicação de técnicas de processamento digital de sianis na caracterização de sinais cerebrais de bovinos**. 2005. 91 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2005.

VIANA, V. Psicologia, saúde e nutrição: Contributo para o estudo do comportamento alimentar. **Análise Psicológica** (2002), 4 (XX): 611-624.

VON ATZINGEN, M.C.B.; PINTO E SILVA, M.E.M. Características sensoriais dos alimentos como determinante das escolhas alimentares. *Nutrire: ver. Soc. Bras. Alim. Nutr.= J. Brazilian Soc. Food Nutr.*, São Paulo, SP, v.35, n.3, p. 183-196, dez. 2010.

ZANGEROLAME, Fernanda Maria. **Monitoramento analógico e digital de sinais elétricos cerebrais**. 2009. Dissertação (64 fls.). Pós-Graduação em Tecnologia. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonsesa. CEFET/RJ. Rio de Janeiro. 2009.

ANEXOS A – “Estudo do Padrão da Atividade Elétrica Cerebral durante Estímulos Gustativos dos Quatro Sabores Básicos”, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da EERP/USP em 2008.

Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto - Universidade de São Paulo
 Centro Colaborador da Organização Mundial da Saúde para
 o Desenvolvimento da Pesquisa em Enfermagem
 Av. dos Bandeirantes, 3900 - Campus Universitário - Ribeirão Preto - CEP 14.048-900 - São Paulo - Brasil
 Fone/Fax: (16) 333-3731 / Telefax: (16) 333-3732

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA EERP/USP

Of. CEP-EERP/USP - 220/2008

Ribeirão Preto, 18 de setembro de 2008

Prezado Senhor,

Comunicamos que o projeto de pesquisa, abaixo especificado, foi analisado e considerado **APROVADO** pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo, em sua 109ª Reunião Ordinária, realizada em 17 de setembro de 2008.

Protocolo: nº 0958/2008

Projeto: **ESTUDO DO PADRÃO DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL DURANTE ESTÍMULOS GUSTATIVOS DOS QUATRO SABORES BÁSICOS**

Pesquisador: Ernane José Xavier Costa

Em atendimento à Resolução 196/96, deverá ser encaminhado ao CEP o relatório final da pesquisa e a publicação de seus resultados, para acompanhamento, bem como comunicada qualquer intercorrência ou a sua interrupção.

Atenciosamente,

Profª Drª Lucila Castanheira Nascimento
 Coordenadora do CEP-EERP/USP

Ilma. Sra.
 Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa
 Departamento de Engenharia de Alimentos
 Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos - USP

**Universidade de São Paulo
Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto
Comitê de Ética em Pesquisa**

Protocolo nº. 0958 / 2008

Entrada: 15/08/2008

Pesquisador(a): Prof. Dr. Rmune José Xavier Costa

Parecer

Título do Projeto: ESTUDO DO PADRÃO DA ATIVIDADE ELÉTRICA CEREBRAL DURANTE ESTÍMULOS GUSTATIVOS DOS QUATRO SABORES BÁSICOS

Apreciação Geral: Projeto bem elaborado, contendo ofício de encaminhamento, folha de rosto assinada pelo diretor da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos de Pirassununga-USP e cronograma de atividades.

Folha de Rosto: Preenchida corretamente.

Introdução. O pesquisador salienta as vantagens do uso do eletro-encefalograma (EEG) como equipamento não-invasivo e de baixo custo para obter sinais elétricos cerebrais. Estão sendo desenvolvidos trabalhos no laboratório, coordenado pelo pesquisador, que mostram a influência dos gostos básicos (doce e salgado) na atividade elétrica cerebral. Assim, os objetivos deste projeto são: 1) usar técnicas de processamento digital de sinais para averiguar se os sabores doce, azedo, salgado e amargo definem um padrão de (EEG) único; 2) avaliar o efeito de diferentes concentrações dos sabores básicos na atividade elétrica cerebral.

Metodologia: A aquisição de sinais de EEG durante a análise sensorial de soluções doce, azedo, salgado e amargo será realizada em 10 voluntários (05 do sexo feminino e 05 do sexo masculino), recrutados no *Campus* de Pirassununga por meio de divulgação no site do laboratório de pesquisa e murais de divulgação. Poderão incluir funcionários, professores e alunos, com idade entre 19 e 55 anos, excluindo os tabagistas e usuários de medicamentos. Cada voluntário participará de dois paradigmas experimentais. O primeiro corresponde à aquisição de dados para averiguar se esses sabores definem um padrão de EEG único, com 3 sessões experimentais de 1 hora. Cada sessão constituirá de 12 repetições, divididas em 4 grupos (1 para cada sabor: doce, azedo, salgado e amargo). Em cada grupo, o voluntário degustará 3 soluções idênticas do mesmo sabor. O segundo paradigma irá avaliar o efeito de diferentes concentrações dos sabores básicos na atividade elétrica cerebral nos 10 voluntários, onde cada um participará de 4 sessões experimentais, uma para cada sabor. Cada sessão constituirá de 8 degustações de um dado sabor em 5 diferentes diluições a partir das concentrações máximas, cuja ordem de apresentação será aleatória. O voluntário será instruído para responder se percebeu ou não um dado sabor em cada degustação. Os sujeitos serão acomodados dentro de uma cabine blindada que será especialmente confeccionada para conter um equipamento de EEG e uma área adequada de degustação. A aquisição do sinal de EEG será realizada 3 segundos após o voluntário colocar a solução na

boca. Também, será testada uma bomba automática de degustação onde um sistema digital liberará o líquido a ser degustado na boca do voluntário de forma sincronizada com o sistema de aquisição do sinal de EEG. As análises dos sinais de EEG serão realizadas usando-se técnicas avançadas de processamento digital de sinais descritas detalhadamente no projeto.

Aspectos Éticos: A proposta segue as normas da Resolução CNS 196/96.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido: Encontra-se sob a firma de convite com endereço e telefone do pesquisador. A linguagem é acessível e dependa do nível intelectual dos voluntários. Garante anonimato e sigilo das informações, cópia do documento ao sujeito, liberdade de desistência e ausência de risco (dor ou reação alérgica). Caso este ocorra, esclarece como será o procedimento de encaminhamento ao serviço médico.

Outros Comentários:

Esclarecimentos Necessários:

Recomendação:

- ☒ Aprovação
- ☐ Aprovação com recomendação
- ☐ Aprovação e encaminhamento para apreciação pela CONEP/MS
- ☐ Considerar em PENDÊNCIA até esclarecimentos dos pontos levantados.
- ☐ Não aprovação
- ☐ Retirado

Ribeirão Preto, 15 de setembro de 2008.

Requer aprovação pelo Conselho de Ética em
Pesquisa do FIOCRP/USP. 1091
Gratias, Rubens
15.09.2008

Luiz Carlos de Jesus
Prof. Dra. Luiza Carlos de Jesus
Coordenadora
Conselho de Ética em Pesquisa FIOCRP/USP

ANEXOS B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____
RG. _____, CPF _____, abaixo assinado,
concordo em participar do estudo ***Uma abordagem metodológica para
quantificar os efeitos cognitivos na análise sensorial de alimentos***,
proposto pelo Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa.

Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e procedimentos a serem executados, bem como a possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo a minha privacidade. Ao mesmo tempo assumo o compromisso de seguir as recomendações estabelecidas pelos pesquisadores.

Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento.

Pesquisador responsável: Prof. Dr. Ernane José Xavier Costa – Eng. De Alimentos – FZEA – USP.

Contato: ellentech@usp.br

Pirassununga, _____ de _____ de _____.

Assinatura:

_____

ANEXOS C – Questionário

LAFAC – Experimento EEG

Ficha de registro

Nome: _____

Data: _____ Idade: _____

1. Em relação à sua saúde, possui alguma(s) das doenças abaixo?

( ) Diabetes

( ) Hipertensão

( ) Doença renal

( ) Outros: _____

2. É fumante? ( ) Não

( ) Sim. Há quanto tempo _____

3. Você prefere geralmente alimentos ou substâncias com o sabor:

( ) Doce

( ) Salgado

( ) Amargo

( ) Azedo

4. Você tem o hábito de adoçar líquidos pré-adoçados antes de ingerir (ex.: achocolatados) ?

_____

5. Você receberá 10 amostras, algumas delas contendo açúcar, outras não. Marque no quadro abaixo o que você identifica em cada uma delas:

Amostra	Doce	Água

Observações: _____

_____
 _____
 _____
 _____
 _____
 _____
 _____
 _____