



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB- CAMPUS GAMA – FGA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

**AVALIAÇÃO DO RITMO MASTIGATÓRIO UTILIZANDO VARIÁVEIS DINÂMICAS POR MEIO DA SIMULAÇÃO DE
UMA ALIMENTAÇÃO MONITORADA: ESTUDO PRÉ-CLÍNICO**

PAULA VERAS UESSUGUE CARDOSO

ORIENTADORA: PROF^a DR^a SUÉLIA DE SIQUEIRA RODRIGUES FLEURY ROSA

CO-ORIENTADORA: PROF^a DR^a LOURDES MATTOS BRASIL (*IN MEMORIAM*)



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UNB

FACULDADE UNB GAMA – FGA



AVALIAÇÃO DO RITMO MASTIGATÓRIO UTILIZANDO VARIÁVEIS DINÂMICAS POR MEIO DA SIMULAÇÃO DE UMA ALIMENTAÇÃO MONITORADA: ESTUDO PRÉ-CLÍNICO

PAULA VERAS UESSUGUE CARDOSO

ORIENTADORA: PROF^a DR^a SUÉLIA DE SIQUEIRA RODRIGUES FLEURY ROSA

CO-ORIENTADORA: PROF^a DR^a LOURDES MATTOS BRASIL (*IN MEMORIAM*)

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM
ENGENHARIA BIOMÉDICA**

PUBLICAÇÃO: 123 A/2020

BRASÍLIA/DF, 12 DE ABRIL DE 2020

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UNB
FACULDADE UNB GAMA - FGA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

PAULA VERAS UESSUGUE CARDOSO

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM ENGENHARIA BIOMÉDICA

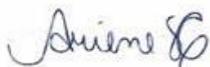
APROVADA POR:



PROF.^a DR^a. SUÉLIA DE SIQUEIRA RODRIGUES FLEURY ROSA-ORIENTADORA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)



PROF. DR. MARIO FABRICIO FLEURY ROSA
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA (UNB)



PROF.^a DR^a. ARIENE SILVA DO CARMO
CENTRO UNIVERSITÁRIO DO PLANALTO CENTRAL APPARECIDO DOS
SANTOS(UNICEPLAC)

BRASÍLIA/DF, 12 DE ABRIL DE 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

UESSUGUE, PAULA

AVALIAÇÃO DO RITMO MASTIGATÓRIO UTILIZANDO VARIÁVEIS DINÂMICAS POR MEIO DA SIMULAÇÃO DE UMA ALIMENTAÇÃO MONITORADA: ESTUDO PRÉ-CLÍNICO, 2020.

69 p., 210 x 297 mm (FGA/UnB Gama, Mestrado e m Engenharia Biomédica, 2020).

Dissertação de Mestrado em Engenharia Biomédica, Faculdade UnB Gama, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

1. Sobrepeso

2. Obesidade

3. Mastigação

4. Índice de Massa Corporal

I. FGA UnB

II. Avaliação do Ritmo Mastigatório utilizando Variáveis Dinâmicas por meio da Simulação de uma Alimentação Monitorada: Estudo Pré-clínico

REFERÊNCIA

Uessugue, Paula (2020). Avaliação do Ritmo Mastigatório utilizando Variáveis Dinâmicas por meio da Simulação de uma Alimentação Monitorada: Estudo Pré-clínico (1). Publicação 123A/2020, Programa de Pós-Graduação Engenharia Biomédica - UnB Gama, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 69 p.

Cessão de Direitos

Autor: Paula Veras Uessugue Cardoso

Título: Avaliação do Ritmo Mastigatório Utilizando variáveis dinâmicas por meio da Simulação de uma alimentação Monitorada: Estudo pré-clínico

Grau: Mestre

Ano: 2020.

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender essas cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte desta dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

puessugue@gmail.com

Brasília, DF – Brasil

Ao meu esposo, Ricardo Cardoso, por toda ajuda e compreensão durante todo esse tempo para conclusão dessa dissertação. Aos meus filhos Davi e Ana Bella que, mesmo sendo tão pequenos, compreenderam a importância na elaboração desse trabalho. Aos meus pais Seidiro Uessugue e Salete Uessugue por todo apoio e aos meus irmãos Murilo Uessugue e Gustavo Uessugue, pelo incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus em primeiro lugar, por me permitir vivenciar esse momento único e tão esperado.

À minha primeira orientadora Dr^a Lourdes Mattos Brasil (*in memoriam*) que desde o primeiro momento na instituição me acolheu tão bem e mesmo no seu sofrimento, na sua dor, não parou de me orientar, pois acreditava na sua recuperação.

À minha orientadora Dr^a Suélia de Siqueira Rodrigues Fleury Rosa, que me abraçou no momento que mais precisava e aceitou imediatamente a minha solicitação para me orientar. Pessoa dedicada, com palavras e conteúdos fundamentais para desenvolvimento deste trabalho.

À banca examinadora em nome do Dr. Mario Fabricio Fleury Rosa por ter aceito o convite para avaliar o trabalho, onde desde a qualificação fez sugestões, observações para melhora nessa conclusão e à Dr^a Ariene Silva do Carmo, pelo aceite em ser avaliadora com muita presteza e dedicação.

À todos os meus amigos, em especial à Deniz Helena pela paciência em me ouvir e ofertar sugestões para escrita, ao meu afilhado Ruan Dias, por toda contribuição tecnológica: o meu muito obrigada.

RESUMO

O sobrepeso e a obesidade têm alta prevalência e representam um grave problema de saúde pública. A elevação do índice de massa corporal (IMC), é decorrente do consumo excessivo de alimentos calóricos, sedentarismo, baixa ingestão de alimentos saudáveis, que são determinantes para o diagnóstico nutricional, tanto do sobrepeso quanto da obesidade. Estudos recentes relacionaram a hipótese de que a mastigação mais lenta, leva uma mensagem sensorial ao cérebro, sinalizando a saciedade, após o consumo do alimento. O objetivo dessa dissertação de mestrado é mostrar o ritmo mastigatório e o tempo de mastigação, fatores estes que favorecem a saciedade e o controle de peso, reduzindo o risco de sobrepeso e obesidade, utilizando assim sistemas como: garfo inteligente e o Sistema Especialista (SE) *Expert Sinta*. No SE, as variáveis interpostas analisarão a taxa de alimentação, associada ao diagnóstico da Obesidade.

Trata-se de um teste descritivo de bancada, realizado por meio de hipótese, com auxílio dos softwares *Survio* e *MATrix LABoratory* (MATLAB) versão R2020a para análise dos gráficos. A metodologia experimental realizada foi: 1º ensaio pré-clínico durante sete dias da semana, sendo observado o almoço, considerado uma refeição principal, com a quantidade em gramatura, de macronutrientes (carboidrato, proteína e lipídeo) e micronutrientes (vitaminas e minerais) semelhantes. O 2º ensaio pré-clínico, também durante 7 dias onde foi analisada uma outra refeição, o lanche da tarde, sendo escolhido o cuscuz, por ser um alimento popular, de fácil acesso e preparo, tendo como fonte alimentar principal o carboidrato. O 3º ensaio pré-clínico: ocorreu durante 30 dias, constituído de dois momentos: o primeiro momento, foi o lanche da tarde, o cuscuz, novamente, mas dessa vez, com mais dias analisados, para que pudesse ter uma maior clareza nos resultados. O segundo momento avaliou o garfo vazio, no intuito mesmo de mostrar a fidedignidade que os ensaios interferem no ritmo mastigatório, ou seja, se elevar o garfo vazio a boca, a mastigação pode acontecer com menos ou mais frequência. O 4º e último ensaio pré-clínico, foi separado por etapas, como grupos alimentares Ii, garfo vazio Iii e o comer em frente à televisão com prato completo IIIi, com intuito de mostrar a significância de diversas texturas, valores calóricos, o grau de necessidade de um tempo maior ou menor, no número de mastigações. As refeições foram iniciadas em horários próximos, no dia a dia, e o garfo foi acionado, levado até a boca naturalmente, até finalizar toda a refeição.

Logo, encontra-se que através do ritmo mastigatório, envolvendo variáveis que facilitem a análise do diagnóstico nutricional, pode ser preventivo de comorbidade ou reduzir o índice de sobrepeso e obesidade em especial, infantil, pois quanto mais cedo se previne, mas resultados positivos na vida adulta. Existe sim uma correlação entre a saciedade e o controle de peso, que interfere no risco de sobrepeso e obesidade, e o estudo, ao analisar essas variáveis, encontrou esse ritmo mastigatório como um dos fatores ou indicadores de desempenho que interfere nesse diagnóstico nutricional. O papel do nutricionista é de extrema importância nesse estudo, pois é um profissional responsável por prescrever um plano alimentar equilibrado, contendo macronutrientes e micronutrientes, podendo através da sua prescrição e quantidade, controlar a mastigação e contribuir para oferta ideal de grupos alimentares, além de trabalhar com fatores alimentares e educação nutricional, impedindo que esse ritmo mastigatório seja acentuado, favorecendo a saciedade alimentar no tempo correto, diminuindo a ingestão alimentar excessiva, até mesmo por alimentos calóricos.

Palavras-chave: Sobrepeso. Obesidade. Mastigação. Índice de Massa Corporal.

ABSTRACT

Overweight and obesity have a high prevalence and represent a serious public health problem. The increase in body mass index (BMI) is due to the excessive consumption of caloric foods, physical inactivity, low intake of healthy foods, which are determinants for the nutritional diagnosis, both of overweight and obesity. Recent studies have linked the hypothesis that slower chewing brings a sensory message to the brain, signaling satiety after consuming food. The objective of this master's dissertation is to show the masticatory rhythm and the chewing time, factors that favor satiety and weight control, reducing the risk of overweight and obesity, using systems such as: smart fork and the Expert System (SE) *Expert Sinta*. In the SE, the interposed variables will analyze the feeding rate, associated with the diagnosis of Obesity.

It is a descriptive bench test, carried out by hypothesis, with the aid of the software *Survio* and *MATrix LABoratory* (MATLAB) version R2020a for analyzing the graphs. The experimental methodology carried out was: 1st pre-clinical trial during seven days of the week, with lunch being observed, considered a main meal, with the grammage amount, of similar macronutrients (carbohydrate, protein and lipid) and micronutrients (vitamins and minerals). The 2nd pre-clinical trial, also realized during 7 days where another meal was analyzed, the afternoon snack, with couscous being chosen, as it is a popular food, easily accessible and prepared, with carbohydrate as the main food source. The 3rd pre-clinical trial: occurred for 30 days, consisting of two moments: the first moment, was the afternoon snack, the couscous, again, but this time, with more days analyzed, so that it could have a greater clarity in the results. The second moment evaluated the empty fork, in order to show the reliability that the tests interfere in the masticatory rhythm, that is, if the empty fork is raised to the mouth, chewing can happen less or more frequently. The 4th and final pre-clinical trial was separated in stages, such as food groups Ii, empty fork Iii and eating in front of the television with a full plate IIIi, in order to show the significance of different textures, caloric values, the degree of more or less time, in the number of chews. Meals started at close times, on a daily basis, and the fork was activated, brought to the mouth naturally, until the entire meal was finished.

Therefore, it is found that through the masticatory rhythm, involving variables that facilitate the analysis of the nutritional diagnosis, it can be preventive of comorbidity or reduce the rate of overweight and obesity, especially in children, because the sooner it is prevented, but positive results in adulthood. Yes, there is a correlation between satiety and weight control, which interferes with the risk of overweight and obesity, and the study, when analyzing these variables, found this masticatory rhythm as one of the factors or performance indicators that interfere in this nutritional diagnosis. The role of the nutritionist is extremely important in this study, as he is a professional responsible for prescribing a balanced diet plan, containing macronutrients and micronutrients, being able, through his prescription and quantity, to control chewing and contribute to the ideal supply of food groups, in addition to working with dietary factors and nutritional education, preventing this chewing rhythm from being accentuated, favoring food satiety at the right time, decreasing excessive food intake, even with caloric foods.

Keywords: Overweight. Obesity. Chewing. Body Mass Index.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVOS	5
1.1.2 Objetivo Geral.....	5
1.1.3 Objetivos Específicos.....	5
1.2 Justificativa do estudo	6
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	7
2.1 Sistema Digestório.....	12
2.2 Mastigação... ..	14
2.3 Digestão... ..	16
2.4 Absorção... ..	17
2.5 Sobrepeso e Obesidade	18
2.6 ESTUDOS COM CARACTERÍSTICAS PRÉ-CLÍNICA	23
3 MATERIAIS E MÉTODOS	25
3.1 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 1-Almoço... ..	25
3.2 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 2-Lanche da tarde	27
3.3 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 3-Lanche da tarde e garfo vazio	29
3.4 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 4-Grupo de alimentos-separados	30
3.4.1 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 4- Grupo de alimentos- alface	31
3.4.2 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 4- Grupo de alimentos-ovos... ..	35
3.4.3 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 4-Garfo Vazio... ..	39
3.4.4 Utensílios e Técnicas de Bancada-Pesquisa 4- Grupo de alimentos (prato completo TV)..42	
4. TÉCNICAS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL	45
5. INSTRUMENTO DE MEDIDAS HAPI FORK	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
7. CONCLUSÃO	50
LISTA DE REFERÊNCIAS	51
ANEXOS	54
ANEXO I- ANÁLISE PRÉ-CLÍNICA.....	54
ANEXO II-PRÉ-CLÍNICA COMPLETA.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Percentuais da área da saúde que foram usados os SE's.....	11
Gráfico 2. Análise do lanche da tarde (cuscuz) através do sistema <i>Survio</i> - 7 dias.....	28
Gráfico 3. número de garfadas x garfadas por min x velocidade	32
Gráfico 4. Tempo x número de mastigadas por vídeo.....	32
Gráfico 5. De acordo com os minutos com as variáveis se comportam... ..	33
Gráfico 6. Curva de variação (número de garfadas x duração -m)	34
Gráfico 7. Velocidade x número total de mastigadas por vídeo	34
Gráfico 8. Número de garfadas x garfadas por min x velocidade.....	36
Gráfico 9. Número de garfadas x garfadas por min x velocidade.....	36
Gráfico 10. Tempo x número de mastigadas por vídeo... ..	37
Gráfico 11. Intensidade das garfadas por semana	37
Gráfico 12. Visualização semanal do número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade	38
Gráfico 13. Curva de variação: duração x número de garfadas	38
Gráfico 14. Número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade	40
Gráfico 15. Número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade- Semanal.....	40
Gráfico 16. Curva de variação x número de garfadas x duração	41
Gráfico 17. Representado por semanas número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade	41
Gráfico 18. Número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade	43
Gráfico 19. Semanal com número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade	43
Gráfico 20. Curva de variação, duração x nº de garfadas.	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Visualização do Sistema digestório e aplicabilidade do <i>HAPIfork</i>	13
Figura 2. Mastigação e Obesidade associada em esquema – Fome e Saciedade	15
Figura 3. Bancada experimental -Refeição principal (Almoço)- Pesquisa 1	26
Figura 4. Bancada experimental - Lanche da Tarde, Pesquisa 2	28
Figura 5. Garfo inteligente vazio conectado ao cabo USB	30
Figura 6. Bancada experimental do Grupo de Alimentos- Verduras (Ii-Alface)	31
Figura 7. Bancada experimental do grupo de alimentos- Proteíco – Iiii Ovos	35
Figura 8. Bancada experimental do grupo de alimentos com o Garfo Vazio... ..	39
Figura 9. Bancada experimental do grupo de alimentos com o prato completo... ..	42
Figura 10. <i>Expert</i> SINTA- Árvore de decisão- Variáveis- Excesso de peso	45
Figura 11. <i>Expert</i> SINTA – Regras elaboradas a partir de variáveis para analisar o ritmo mastigatório	46
Figura 12. <i>Expert</i> SINTA – Abertura do SE validado, introduzindo o ritmo mastigatório... ..	46
Figura 13. <i>Expert</i> SINTA – Resposta do apontamento Ritmo Mastigatório, após análise das regras e variáveis	47
Figura 14. Garfo <i>HAPIFork</i> e suas partes.....	48

LISTA DE NOMENCLATURAS E ABREVIACOES

AGRP	Proteína relacionada ao gene Agouti
AVC	Acidente Vascular Cerebral
BioEngLab	Laboratório de Engenharia e Biomaterial
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CRH	Hormônio liberador de corticotrofina
DAC	Doenças do aparelho circulatório
DCNT'S	Doenças Crônicas não transmissíveis
DM	Diabetes Mellitus
FDA	Food and Drug Administration
FGA	Faculdade do Gama
IA	Inteligência Artificial
IMC	Índice de Massa Corporal
ISCOLE	Estudo internacional de obesidade infantil, estilo de vida e ambiente
kg	Quilograma
LDL	Lipoproteína de baixa densidade
MATLAB	MATrix LABoratory
MCH	Hormônio metanócito estimulante
MS	Ministério da Saúde
m	Metros
NPY	Neuropeptídeo Y
OMS	Organização Mundial de Saúde
PA	Pressão Arterial
PP	Peptídeo pancreático
PYY	Peptídeo YY
SE	Sistema Especialista
SUS	Sistema Único de Saúde
TRH	Hormônio liberador de tireotrofina
UNB	Universidade de Brasília
USB	Universal Serial Bus

“QUE SEU REMÉDIO SEJA SEU ALIMENTO, E QUE SEU ALIMENTO SEJA SEU REMÉDIO”.

HIPÓCRATES

1 INTRODUÇÃO

Existe um aumento na prevalência e uma predisposição no desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT's), sendo relatado como um dos problemas principais na saúde pública o sobrepeso e a obesidade infantil. Recentemente no Brasil, uma revisão sistemática mostrou a prevalência de obesidade 14,1% entre crianças e adolescentes e 6,5 % em crianças menores de 2 anos de idade, apresentando sobrepeso e ou obesidade infantil (CAMARGOS *et al.*, 2019).

A obesidade é considerada um problema de saúde pública e está relacionada ao aparecimento de DCNT's, como por exemplo, diabetes mellitus, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e algumas doenças neoplásicas (SANTOS, 2019).

No mundo as DCNT's são consideradas principais causas de mortalidade, sendo caracterizado 1/3 das mortes entre pessoas abaixo de 60 anos e as doenças com frequências relatadas, são: doenças respiratórias crônicas, doenças do aparelho circulatório (DAC), diabetes, câncer e apresentando como fatores de risco para acometimento dessas patologias, a alimentação inadequada, tabagismo, sedentarismo e o consumo de bebida alcoólica (CONASS, 2015).

O Sistema Único de Saúde (SUS), integra a saúde da população com sobrepeso e obesidade, sendo esse sistema apresentando princípios e diretrizes, que facilitem ações de promoção e proteção da saúde, em associação com as três esferas de gestão, prevenindo, diagnosticando e contribuindo para o tratamento da obesidade e algumas patologias associadas a ela. Sendo que todas as ações abrangem o indivíduo, a comunidade, a família (CAISAN, 2014).

A obesidade acomete a população brasileira em todas as fases do ciclo de vida, de forma crescente, é considerada uma doença crônica, sendo um fator de risco para outras patologias, gerando insegurança alimentar e nutricional. O sobrepeso em adulto é classificado quando o Índice de Massa Corporal (IMC) for maior ou igual a 25 kg/m² ou menor que 30 kg/m² e obesidade igual ou maior que 30 kg/m² (CONASS, 2015).

O índice de massa corporal (IMC) é adotado como indicador do diagnóstico nutricional e alguns autores referem sinalizando que se possa ter um hábito de comer muito rápido. Porém, em todos esses estudos as ferramentas de mensuração e técnicas de avaliação tiveram como

fonte primária de dados, o próprio participante da pesquisa. Já em crianças, os pontos de corte do diagnóstico nutricional é apresentado por tabela, como parâmetro, para facilitar essa avaliação.

Nas últimas décadas, em especial, em países industrializados, a obesidade aumentou em todas as faixas etárias, infantis, em idade escolar no mundo todo. Existe um aumento das atividades sedentárias, como: assistir televisão, jogos de videogame/computador, internet e com o aumento dessas atividades, há um menor gasto de energia diária, causando um desequilíbrio energético, gerando acúmulo de gordura, excesso de peso e obesidade (ANGOORANI *et al.*, 2018).

Tanto o sobrepeso quanto a obesidade podem ser caracterizados como excessivo acúmulo de gordura corporal, sendo relacionadas a esse aumento, alterações nos padrões alimentares e a atividade física. Sendo assim, consideram-se ambos uma doença crônica, com várias complicações como: doenças cardiovasculares, respiratórias, dermatológicas, metabólicas entre outras (RODRIGUES, *et al.*, 2019).

Existem fatores determinantes da obesidade infantil, um deles é a falta da inclusão de atividades físicas para crianças, e os outros seriam alguns comportamentos sedentários das crianças, podendo ser abalados pela saúde, como “peso” dos pais e estilo de vida. Esse resultado se dá, pois o hábito dos pais gera aumento nas atividades de tela e baixo nível de atividade física das crianças, podendo o foco ser voltado ao peso dos pais e ser útil na prevenção da obesidade dos filhos (ANGOORANI *et al.*, 2018).

Uma metanálise, associou a taxa de alimentação e a obesidade, e correlacionou comer rapidamente positivamente com o excesso de peso. Mas percebe-se a necessidade de estudos, para verificar se são eficazes para intervir na velocidade da alimentação e controle do peso (OHKUMA *et al.*, 2015).

Dentre as estratégias da literatura, para avaliar como vincular comer muito rapidamente e a elevação ou estado de sobrepeso, foram aplicados questionários em participantes de um mesmo gênero, realizada a comparação entre gêneros por meio de um estudo transversal e a sensação física indicada pelo participante de estar satisfeito ou sentir-se saciado (MURAKAMI *et al.*, 2017).

Um estudo correlacional descritivo, com auxílio de um garfo inteligente, no intuito de observar as interações entre a taxa de alimentação e outras variáveis como: IMC, sexo, idade, prática de exercícios físicos, renda familiar e ingestão de líquidos durante a refeição. Eles

usaram um garfo, que é capaz de medir a taxa de alimentação, a duração de cada refeição e o intervalo médio de cada garfada. No experimento com 31 participantes, os resultados apresentaram nas análises estatísticas, uma relação significativa da percepção do ritmo mastigatório com o IMC ($p = 0,001$) e da taxa de alimentação com a quantidade de refeições diárias ($p = 0,026$). E ainda o estudo sugere dependência significativa ($p = 0,001$) entre a percepção do ritmo mastigatório e o IMC (SERAFIM *et al.*, 2016).

Assim, uma das estratégias, é avaliar o uso do garfo inteligente. O garfo foi lançado em outubro de 2013 e é vendido por duas empresas, a *Slow Control* e *HAPILABS* Ltda. Foi criado pelo francês Jacques Lépine. Basicamente, ele é capaz de medir três variáveis: a duração da refeição, a quantidade de vezes que o garfo é levado até a boca, por minuto, e os intervalos entre cada garfada (SHAH, 2014).

Assim, buscar estratégias para automatizar esse processo investigatório tem sido foco de estudo do grupo de pesquisa do Laboratório de Engenharia e Biomaterial (BioEngLab) da Universidade de Brasília, que pretende a longo prazo propor um produto que possa ser uma ferramenta de apoio nesse controle.

Uma avaliação desse instrumento foi realizada em três intervalos, destaca-se que a i) correlação foi nula entre a taxa de alimentação e o IMC ($p = 0,386$); ii) diferença significativa na média taxa de alimentação entre os participantes que tem como hábito da ingestão de líquido em relação à média diária ($p = 0,025$) e iii) diferença na taxa de alimentação entre o perfil racial ($p = 0,01$), pois os autodeclarados negros conforme o estudo tiveram um indicador de hábito alimentar mais rápido do que os que se declaram brancos e pardos (SERAFIM *et al.*, 2016).

Assim, em outro estudo com o uso do Sistema Especialista (SE) *Shell Expert* SINTA, ferramenta que trabalha com técnicas da Inteligência Artificial, foi desenvolvido por regras de produção a partir de variáveis, baseadas nos fatores de risco da obesidade infantil e também na avaliação nutricional de medidas antropométricas como peso/altura, sistema de detecção. A pesquisa aplicada em uma creche no DF, apresenta uma média no perfil de 96 crianças, sendo que 5,2% foram diagnosticadas com obesidade e 15,62% com sobrepeso. Concluem os autores que a reeducação alimentar infantil pode ser associada às ferramentas de controle e monitoramento na prevenção e melhoras de manifestações relacionadas ao sobrepeso e obesidade (UESSUGUE *et al.*, 2018).

Um estudo com *software Expert SINTA* com objetivo de auxílio na tomada de decisão em situação de acidente de trabalho em uma madeireira, mostrou melhorias no fluxo de processo, através da melhoria da produtividade e eficiência dos processos (FERREIRA, 2019).

Outro estudo, desenvolveu um protótipo de um SE, com a finalidade de auxiliar no diagnóstico de Diabetes Mellitus (DM), dentro da base de conhecimento. Utilizou variáveis baseadas na patologia DM, para gerar o resultado (LOURENÇO, 2003).

Uma das limitações do estudo, na relação do ritmo mastigatório e a condição de peso corporal é que poucos utilizam dispositivos eficazes para medir a velocidade de alimentação e a quantidade de alimento ingerida por refeição.

Nesse cenário, o objetivo, é apresentar como estratégia pré-clínica, baseada em uma pesquisa exploratória, composta por teste em laboratório (em situações artificiais), para fundamentar futuramente um desenvolvido, de um produto nacional – com ensaios clínicos. A contribuição é o observar as variáveis, que o garfo comercial *HAPIfork*, produz durante um protocolo alimentar padrão brasileiro e como estas variáveis podem controlar o ritmo mastigatório automaticamente, associando com SE, essas variáveis, favorecendo a detecção de risco, para posteriormente a prevenção de sobrepeso e ou obesidade.

1.1 OBJETIVOS

1.1.2 Objetivo Geral

Avaliar o ritmo mastigatório utilizando dados coletados de um garfo comercial denominado *HAPIfork* de variáveis dinâmicas, por meio de uma simulação de alimentação monitorada.

1.1.3 Objetivos Específicos

- Avaliar a usabilidade do garfo inteligente *HAPIfork*;
- Avaliar a usabilidade do sistema *HAPIfork*;
- Realizar mapeamento e descrição das variáveis que compõe o garfo inteligente e sistema *HAPIfork*;
- Selecionar variáveis que compõem o ritmo mastigatório e se caracterizam como variáveis dinâmicas;
- Avaliar as variáveis dinâmicas por meio do software MATLAB;
- Implementar uma bancada experimental pré-clínica com cenários de alimentação monitorada distintos;
- Desenvolver uma bancada experimental de grupos alimentares, suas características e seus nutrientes;
- Caracterizar a pesquisa no processo de mastigação;
- Estudar e correlacionar as variáveis coletadas com Sistema Especialista *Expert SINTA*;
- Propor e indicar o uso do Sistema Especialista *Expert SINTA* como decisório;
- Construir um protocolo pré-clínico de pesquisa exploratória.

1.2 JUSTIFICATIVA DO ESTUDO

Devido a crescente dos aumentos de diagnósticos de sobrepeso e obesidade e com o intuito de realizar métodos preventivos, o estudo propõe descrições de técnicas e variáveis, que podem contribuir com a literatura e favorecer a prática diária em clínicas, consultórios, escolas, creches, a melhora no diagnóstico nutricional do sobrepeso e ou obesidade como mais pontos específicos, na intenção de melhorar a função mastigação da população, contribuindo sim com decisões, pois existe um grande possibilidade de crianças com obesidade de serem obesos na vida adulta.

A relação de variáveis relacionadas com o ritmo mastigatório há possibilidade de facilitar o diagnóstico nutricional, podendo reduzir o índice de obesidade infantil e sendo fator preventivo de comorbidades (UESSUGUE, 2019).

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os profissionais da saúde estão cada dia mais preocupados com o aumento do sobrepeso e obesidade infantil em idades precoces, gerando impactos para vida adulta. Mas essa prevalência têm-se um déficit no seu registro, durante o primeiro ano de vida da criança, um período importante para a obesidade desenvolver ao longo da vida (CAMARGOS *et al.*, 2019).

Nos países desenvolvidos, o sobrepeso e a obesidade são considerados para saúde pública, um grande problema. No Brasil na idade adulta essa prevalência refere aumento. Logo, ações educativas em escolas, promoção de hábitos alimentares saudáveis são de grande valia, para melhora e prevenção do sobrepeso e obesidade em idade escolar, fazendo com que reduzam os casos na idade adulta (LAMOUNIER; ABRANTES, 2019).

Um estudo Internacional (ISCOLE) que refere obesidade infantil, qual estilo de vida e o meio ambiente que se vive, utilizou-se a técnica bioimpedância bipolar para determinar a composição corporal. Sendo que o valor médio do IMC foi definido o recomendado pela OMS e obtiveram os seguintes resultados: O IMC médio de 20,1 kg/m², sendo que 51,8% das crianças apresentavam sobrepeso /obesidade, numa proporção de 50,3% de meninos e 53,4% de meninas. Considera-se ainda que a relação de composição corporal elevada, associada ao maior tempo utilizando tela (computador, celular) favorecem diagnósticos de sobrepeso e obesidade (FERRARI *et al.*, 2019).

No exame físico há suspeita de sobrepeso e obesidade e assim é conferida através de medidas antropométricas, como peso e altura, utilizando a fórmula peso (kg) quilograma/ pela altura ao quadrado(metro) m, dando o resultado do IMC, mas conhecido como índice de *Quetelet* (LAMONIER;ABRANTES, 2019).

No organismo a obesidade é definida como excesso de gordura, devido a maior ingestão de alimentos se comparada com o gasto de energia. Essa patologia envolve fatores psicológicos, psicossociais, genéticos e hábitos de vida. Estudos indicam que aos 6 meses de vida 50% das crianças são obesas e aos 5 anos de idade, 80% serão obesas sempre (LAMONIER;ABRANTES, 2019).

Já o sobrepeso, pode ser definido como excesso de peso corporal, é uma condição em que o indivíduo tem o peso elevado, mais do que indicado para aquela idade, altura e sexo, logo, sobrepeso e obesidade são condições diferentes e apresentam diferentes graus.

Estudos populacionais mediram altura e peso das crianças e adolescentes e fizeram análises separadas se comparadas com os adultos, pois as crianças e adolescentes apresentam ponto de corte diferentes, para classificar sobrepeso e obesidade e variam de acordo com sexo, idade, devido ao crescimento natural na infância e adolescência e comparam essa variação, como consequências diversas ao longo da vida da criança ou adolescente com diagnóstico de sobrepeso e/ou obesidade (BENTHAM *et al.*, 2017).

É considerada a obesidade uma doença multifatorial, considerada também complexa, com características ambientais, genéticas e epigenética, portanto, observa-se impacto na vida e saúde das crianças. Um estudo correlacional através da antropometria, com IMC acima do escore Z +1, relaciona um aumento na prevalência de dislipidemia, hiperglicemia e resistência à insulina (NOGUEIRA-DE-ALMEIDA; MELLO, 2018).

O estado nutricional é avaliado através da antropometria, o consumo do alimento, através de exames bioquímicos e avaliação clínica, sendo a antropometria classificada entre ambos, como sensível a alterações mais atuais. Em crianças, para interpretar o estado nutricional e/ou diagnóstico nutricional através da antropometria, alguns índices recomendados pela OMS, como: peso/altura (P/A) e altura/idade (A/I) e comparados esses índices peso, altura, idade e sexo com as curvas da *Nacional Center for Health Statistics*, como referência (TORRES, *et al.*, 2018).

O Guia Alimentar para a População Brasileira tem como objetivo a melhora na nutrição e alimentação da população. Tanto no âmbito individual, quanto a coletividade, o guia serve de apoio para o incentivo de práticas alimentares. No entanto, o ambiente obesogênico, favorece hábitos inadequados na qualidade da dieta contribuindo para esse cenário (MENDONÇA *et al.*, 2018).

O Guia Alimentar Para a População Brasileira e o Guia Alimentar Para Crianças Menores de Dois Anos do Ministério da Saúde(MS) dispõem que para uma alimentação adequada para crianças, devem-se mostrar alguns passos, como: aleitamento materno exclusivo até o 6 meses, após os 6 meses introduzir gradativamente outros alimentos e manter o aleitamento materno até 2 anos de vida, poderá ser ofertado junto com o horário da família, sendo o apetite da criança preservado, realizar a ingestão de frutas, legumes e verduras diariamente reduzir o consumo de sal e não oferecer ultraprocessados (FREIRE, 2019).

Correlacionar a taxa de alimentação com ganho ou perda de peso tem sido foco de estudos para avaliar a hipótese de que comer mais devagar leva a um menor consumo de energia e à diminuição do peso (SHAH *et al.*, 2014). Há uma relação direta da diminuição do ritmo mastigatório com o consumo de alimento e este pode impactar na energia ingerida e resultar em alteração de peso (SERAFIM *et al.*, 2016).

A mastigação por ser complexa e de grande relevância, tem grande essência no crescimento e desenvolvimento do sistema estomatognático, nas estruturas, cuja função ao longo do desenvolvimento humano pode ser aperfeiçoada. Já no sexto e sétimo mês de vida, ou seja no início da infância, os dentes incisivos centrais inferiores e superiores se rompem, logo com a descida da dentição, os movimentos mandibulares estimulam os músculos mastigatórios a trabalharem (NASCIMENTO, 2017).

A função mastigatória é considerada complexa, existem diversos fatores que podem modificar a sua forma, alterando estruturas ou desequilibrando sinais da função mastigatória. Logo são analisadas alguns aspectos da mastigação, como duração, como acontece o ciclo da mastigação, força da mordida, movimentação da mandíbula, entre outros com tecnologias diferenciadas (WHITAKER; JÚNIOR; GENARO, 2009).

O primeiro estágio da digestão é a mastigação, envolvendo processos motores, responsáveis por reduzir mecanicamente o alimento e logo após formar o bolo alimentar. Durante a mastigação exercitada, ocorre uma série de ciclos mastigatórios sincronizados, como por exemplo: contração na mandíbula dos músculos elevadores e depressores, movimentos da língua e craniocervical (PASINATO *et al.*, 2017).

Um fator a ser interrogado na *avaliação* da função mastigatória, refere-se quantidade de alimento, tipo do alimento a ser consumido no período da avaliação clínica, para que se obtenha padrões de normalidade e de comparação em diversos casos (VIEIRA *et al.*, 2014).

Durante a ingestão até ocorrência da deglutição do alimento consumido, acontece uma sequência mastigatória, constituída por conjunto de movimentos. Os ciclos mastigatórios em números é constante quando se prepara uma mesmo tipo de alimento para deglutição, de um mesmo indivíduo (PASINATO *et al.*, 2017).

As funções orofaciais, funcionam quando os músculos esqueléticos e o conjunto de estruturas, ativam o sistema nervoso central. Logo, a morfologia desse sistema e a maturação neuromuscular acometem implicações sobre o padrão funcional ao longo de todo estudo (ALVES, 2014).

Os pais apresentam papel importante na mudança do estilo de vida das crianças, estilo de vida conhecido como obesogênico, tanto no comportamento saudável das crianças, sua atividade física, hábitos alimentares e comportamentos sedentários que podem influenciar as crianças através dos seus pais (NASCIMENTO, 2017).

O *software Shell Expert SINTA* é considerado uma ferramenta visual para criação de SE, que são programas que procuram solucionar problemas através de computadores. O sistema funciona com variáveis inseridas que são adicionadas no momento da programação com intuito de dar a resposta, ou seja, facilitar um diagnóstico (SILVA, 2018).

O SE é implementado através de regras de produção e probabilidade, sendo que seu manuseio pode ser realizado por qualquer profissional, sem grande conhecimento de informática. O *Shell Expert SINTA* é um *software* livre, com o código aberto, que pode ser usado maleavelmente, adaptado às suas necessidades, podendo melhorar a tomada de decisão de uma especialista na saúde, dando uma segunda opinião referente a uma determinada situação. Logo, a junção de variáveis provenientes de pesquisas, utilizando tecnologias e associadas a fatores de risco que favorecem o surgimento da obesidade podem ser adicionadas ao *Shell Expert Sinta* gerando regras de produção, levando a resultados que favorecem o diagnóstico e/ou características que as favoreçam (JUNKES-CUNHA, 2014).

Os SE são caracterizados como programas computacionais, que procuram soluções de problemas de uma determinada área de conhecimento, igualmente o domínio dos especialistas. O SE é inteligente e contém um base de conhecimento que representam o que o especialista conhece, buscando dados, regras, necessárias para um resultado mais eficaz (TOMEDI, 2016).

Trabalhos com precisão em diagnósticos, pode-se citar Baso *et al.* (2014) com 81,31% de sucesso. Também Morais *et al.* (2012), com 91,61% de diagnósticos assertivos, provando ser válidos para auxílio nas áreas aplicadas. Concluindo assim, que os SE's auxilia efetivamente o profissional em qualquer área da saúde, tendo melhor desempenho e qualidade diferenciada na consulta (TOMEDI, 2016).

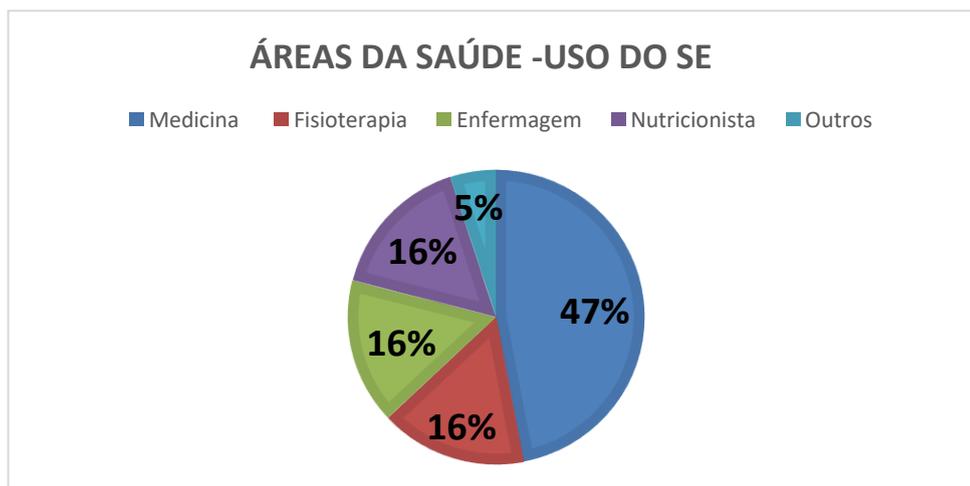


Gráfico 1. Percentuais da área da saúde que foram usados os SE's

(Adaptado e modificado: TOMEDI, 2016)

O Gráfico 1 representa uma pesquisa realizada nas áreas da saúde, onde utilizou uma pesquisa, com a implementação do SE no intuito de facilitar o diagnóstico na área da saúde, bem como melhorar as pesquisas em por profissionais de saúde, sem acesso prévio no momento, onde ao acessar no primeiro momento, a facilidade em obter informações será de grande importância.

O uso dos SE's pode gerar vantagens, auxiliando o profissional com maior eficácia, melhora na avaliação e a otimização da prescrição. A vantagem do sistema é gerar uma padronização, na avaliação constituindo no tratamento uma continuação com facilidade (TOMEDI, 2016).

O avanço das pesquisas citadas nos artigos publicados e trabalhos relatados, geram a possibilidade para os próximos estudos, realização de pesquisas experimentais, com pessoas de ambos os sexos, mas com padrões de IMC diferentes, ou seja, diversos diagnósticos nutricionais, para gerar mais credibilidade à pesquisa, pois a velocidade de alimentação, bem como a velocidade de mastigação, pode ser comparada, com as intercorrências daqueles que apresentam IMC elevado.

Além dos artigos publicados, dois experimentos somatórios aos demais foram realizados. Um dos experimentos seria a comparação de um único alimento, como por exemplo o cuscuz, composto principalmente pelo macronutriente carboidrato, com mais dias a referenciar em aproximadamente 30 dias a ingestão, mastigação, velocidade, duração, em associação com resultados anteriores e o outro experimento seriam diversificar os grupos de alimentos, com

diversos macronutrientes e micronutrientes e comparar as variáveis na velocidade e/ou ritmo mastigatório de acordo com cada grupo. Além do mais para que pesquisas inovadoras, permitam a elaboração de um produto inovador brasileiro, que analise o perfil mastigatório através de resultados e possam ser detectados pessoas com risco de sobrepeso/obesidade, facilitando a prevenção e melhorando assim o perfil da população, evitando a obesidade e outras patologias tanto na infância, quanto na vida adulta, quando esse produto inovador sinalizar a detecção de risco para sobrepeso e ou obesidade.

2.1 Sistema digestório

O organismo humano através da ingestão de alimentos, retira nutrientes ideais para construção de novos tecidos e fazendo também a manutenção dos tecidos danificados. O sistema digestório é responsável por transformar os alimentos que são ingeridos em moléculas menores para entrarem nas células (ALVES, 2014).

Os órgãos tubulares são diversos no sistema digestório humano, gerando a digestão e absorção do alimento. A cavidade oral, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso são órgãos do sistema digestório, também contribuem com esse sistema: pâncreas, vesícula biliar e fígado (GUEDES, 2015).

O sistema digestório é tanto responsável pela digestão quanto absorção, participando boca, esôfago, fígado, vesícula biliar, estômago, intestino delgado e grosso, reto e glândulas anexas. O alimento é triturado pelos dentes e a saliva faz o papel de umedecer para que a digestão comece. As papilas gustativas (na língua) determinam o sabor dos alimentos, identifica-se o alimento doce, salgado, azedo ou amargo. É formado o bolo alimentar, que segue da faringe, para o esôfago, com movimentos peristálticos, o alimento é empurrado para o estômago (ALVES, 2014).

Na cavidade oral inicia-se o processo digestivo. O alimento na boca, é digerido de forma mecânica, onde o músculo da língua realiza um movimento e ocorre a trituração e maceração por ação dos dentes, onde em associação, há uma forma de digestão química cuja enzima amilase salivar presente na saliva facilita o processo inicial da digestão (GUEDES, 2015).

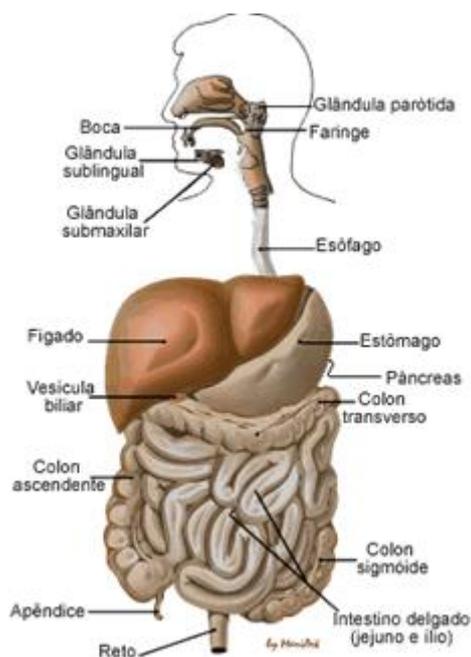


Figura 1. Visualização do Sistema digestório e aplicabilidade do *HAPIfork*

A Figura 1 representa a visualização do sistema digestório e a aplicabilidade das variáveis provenientes do garfo inteligente, sistema *HAPIfork* atua logo no início da digestão, ou seja, quando o alimento é levado até a boca, no início da quebra de alimentos em moléculas menores, ao iniciar a mastigação, percebe-se uma sinalização, quanto maior o número de mastigação, maiores serão os sinais para o cérebro, em resposta da saciedade.

A visão, o paladar, o odor, a mastigação, a fome entre outros, estimulam o suco gástrico ao alimento ser dissolvido no estômago. Somente 5% da digestão acontece no estômago, em seguida o bolo alimentar segue para o intestino delgado, tornando os nutrientes em moléculas menores através da digestão (ALVES, 2014).

A alimentação é fundamental para vivência do ser humano e representa uma necessidade do organismo em realizar suas atividades diárias, sendo demonstrada por aspectos culturais e sociais. A comida é considerada nutritiva, mas também um estilo, uma maneira de se alimentar. Comer é um ato considerado prazeroso na cultura brasileira, classificando o alimento essencial para manter uma pessoa viva e bem nutrida (PETRY; LOPES; CASSOL, 2019).

É composto o sistema digestório humano por diversos tubulares, local aonde o alimento é digerido e absorvido. Encontra-se no sistema digestório, órgãos como cavidade oral, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado e intestino grosso. Outros órgãos não tubulares como pâncreas, vesícula biliar e fígado, auxiliam no processo digestivo. A cavidade oral (boca) é

marcada pelo início do processo digestivo. O alimento na cavidade oral através do movimento da língua (músculo) e a ação dos dentes (trituração e maceração), passa por um processo de digestão mecânica e por ação da enzima na saliva (amilase salivar), por um processo de digestão química (GUEDES, 2015)

2.2 MASTIGAÇÃO

Existe um sistema chamado estomatognático, onde se considera dentro desse sistema a mastigação, como uma das funções mais importantes, podendo gerar influência na condição nutricional, social e no psicológico das crianças. O processo de mastigação tem fases divididas em: fase de incisão, fase de trituração, fase de pulverização. O sistema estomatognático acontece pelo movimento firme e ritmado dos arcos osteodentários que vão em direção um ao outro, podendo ser gerado por meio de movimentos mandibulares de abertura e fechamento (SANTOS, 2019).

A fase de trituração e pulverização são representadas e demonstram como o garfo inteligente atua em ambas, pois são fases que trituram os alimentos, não sendo separadas visivelmente uma da outra e em específico a fase de pulverização. Logo, ao colocar o garfo a boca, o processo de trituração e pulverização tem que ser realizado várias vezes, favorecendo ao maior número de mastigações e ativando as informações a nível cerebral, sinalizando a saciedade e impedindo que o garfo seja levado a boca rapidamente, sem que o processo de mastigação envolvendo as duas fases, aconteça de forma adequada.

Na abertura, a mandíbula desce da posição de intercuspidação e acontece a lateralidade, que é quando a mandíbula lateralmente se movimenta pela linha média, acontecendo o fechamento, seguidos de movimentos de protusão, retrusão e os associados rotatórios próprios da mastigação. A mastigação acontece através do processo fisiológico e tem início com o corte (SANTOS, 2019).

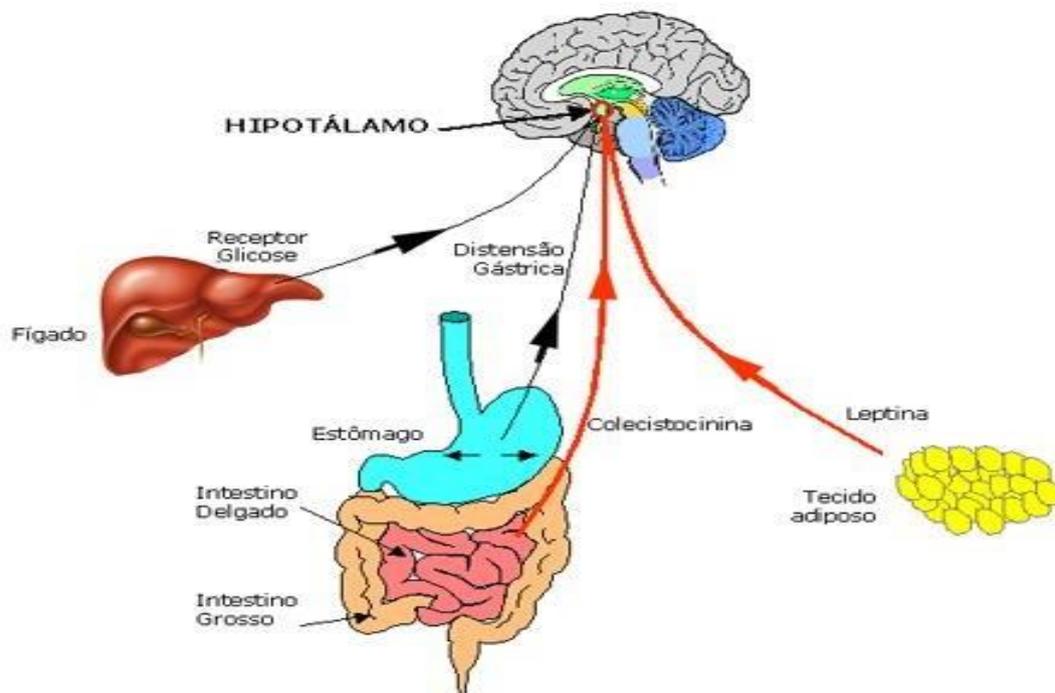
A associação entre a mastigação e a obesidade são relatadas por dois motivos específicos, o primeiro é que pessoas com má mastigação, apresentam menor consumo de frutas e verduras e um consumo elevado de alimentos com alto teor calórico, se comparadas com pessoas com a função mastigatória adequada (SANTOS, 2019).

A mastigação é considerada no processo digestório a fase inicial, por que os alimentos degradam mecanicamente em partículas menores, formando o bolo alimentar e a saliva agindo através da ação enzimática. Os alimentos de consistências diferentes, modificam o comportamento da função mastigatória. Logo, se faz necessário padronizar a quantidade e o tipo de alimento ofertado (VIEIRA *et al.*, 2014).

No comportamento alimentar a mastigação é um processo-chave da fase cefálica, pois a estimulação sensorial é desencadeada pelo alimento ao entrar em contato com a cavidade oral, promovendo a liberação dos hormônios do apetite: a insulina, a ghrelina, o peptídeo pancreático (PP), a colescistocinina, o peptídeo yy(pyy) e o peptídeo semelhante ao glucagon (SANTOS, 2019).

A alimentação oral relatada em alguns estudos é mais eficaz para induzir à saciedade se comparado com infusões gástricas, logo pode se sugerir que a estimulação oral gera saciedade (SANTOS, 2019).

A mastigação é um processo interligado ao cérebro, ao ser realizada com frequência o cérebro recebe a mensagem, que o organismo está cheio, saciado, devido o processamento da mensagem, através dos movimentos da mastigação. Logo no processo inicial do sistema digestório, na fase oral, há ativação.



<http://mcb.berkeley.edu/courses/mcb136/topic/Gastrointestinal/>

Figura 2. Mastigação e Obesidade associada em esquema – Fome e Saciedade

Na figura 2 representada por 4 ações, pode-se indicar a ação no hipotálamo como específica para atuação do processo mastigatório, através da utilização do garfo inteligente *HAPIfork*. O hormônio grelina sinaliza o hipotálamo de que há necessidade de comer e o próprio corpo solicita a próxima refeição. O sistema nervoso leva pelo menos 20 minutos para entender que o estômago está cheio, logo, é importante alimentar-se com calma, uma mastigação tranquila para favorecer esse processo.

Estudos indicam que crianças com sobrepeso tem um tempo menor de ingestão dos alimentos, apresentam um ritmo mastigatório mais rápido. Logo, é essencial que as pessoas mastiguem os alimentos várias vezes, lentamente, facilitando a digestão, evitando a tarde liberação da leptina, hormônio interligados à saciedade (SANTOS, 2019).

Portanto, relacionando a mastigação como um dos fatores ligados ao surgimento da obesidade, algumas intervenções podem ser administradas para controlar ritmo mastigatório, prolongando assim a mastigação, reduzindo o tamanho da mordida e a exposição orossensorial ao alimento, aumentando seu tempo, podendo no controle do aumento de peso se mostrar eficazes (SILVA, 2019).

Na mastigação, várias atividades são estimuladas, como as neuromusculares e digestivas, pois, na mastigação ao morder e triturar o alimento, o processo é fisiológico e complexo, sendo ativado e tem-se relação direta no crescimento e desenvolvimento crânio facial, considerando má fase inicial do processo digestivo (ALVES, 2014).

Para que o processo mastigatório seja eficaz, é importante que a pessoa se posicione de forma ereta, com a dentição íntegra e que articulações sejam controlados os movimentos da mandíbula de forma certa (SILVA, 2019).

Dessa forma o presente estudo, é montado uma pesquisa de bancada baseado em alimentos, com gramatura iguais, com refeições semelhantes e com horários pré-estabelecidos para que não haja intercorrência do comportamento da mastigação, pois através da padronização, pode-se verificar resultados de acordo com o volume e qualidade apresentada.

2.3 DIGESTÃO

Os alimentos após a sua ingestão, percorrem o trato gastrointestinal para serem digeridos e liberam os nutrientes de uma forma que fique disponível para sua absorção, facilitando a sua

chegada à circulação e dentro da circulação, os nutrientes serão direcionados para diversos órgãos, tecidos e células do corpo (RODRIGUES, 2008).

A primeira etapa da digestão consiste na mastigação, sendo responsável pela quebra de alimentos em partículas menores, considerada ideal para absorção dos nutrientes a nível gastrointestinal (SANTOS, 2019).

O alimento é movimentado ao longo do tubo digestivo, sendo que esse tubo digestivo, fornece água frequentemente, nutrientes e eletrólitos para o organismo e esse movimento do alimento acontece devido as secreções dos sucos digestivos, o alimento digerido, a água absorvida, eletrólitos, produtos que são digeridos para a circulação sanguínea e pelo controle de funções pelo sistema nervoso e hormonal (RODRIGUES, 2008).

A primeira etapa da digestão consiste na mastigação, sendo responsável pela quebra de alimentos em partículas menores, considerada ideal para absorção dos nutrientes a nível gastrointestinal (SANTOS, 2019).

Os processos de digestão podem necessitar do auxílio da mastigação através da enzima amilase salivar que atua na região da boca. Quando há uma comparação da permanência do alimento triturado, com o alimento que houve pouca ou nenhuma mastigação, pode ocorrer presença de ar no estômago necessitando, que ele trabalhe mais para misturar os sucos gástricos com o bolo alimentar e a presença de enzimas que digerem as proteínas. Logo a população deve ser informada sobre a mastigação, devido ao ritmo mastigatório contribuir negativamente na saciedade e automaticamente influenciar no aumento de peso/ excesso e ou obesidade (SANTOS, 2019).

2.4 ABSORÇÃO

A saciedade pode ser aumentada através dos alimentos, pelo estímulo oral e sensorial, considerando que o alimento exposto mais tempo na cavidade oral, reduz o conteúdo gástrico final (volume) e também reduz a ingestão de energia. Logo, a mastigação devagar é uma forma de controlar a saciedade e a ingestão de calorias do alimento (SANTOS, 2019).

Quanto maior a quantidade de alimento exposto na boca a cada mordida e a maior quantidade de alimento escolhido para teste, sem depender do número de mordidas, mas sim com consistências maiores, será exigido da função mastigatória a trituração do alimento em partículas maiores para que aconteça a digestão, podendo também ocorrer, para o número de

ciclos na mastigação, pois o número tem relação com o tipo de alimento mastigado (VIEIRA *et al.*, 2014).

A absorção de nutrientes derivados das enzimas digestivas no intestino delgado, por ação das microvilosidades intestinais, aumentando a superfície de contato entre os nutrientes e o intestino, favorecem a absorção (GUEDES, 2015).

2.5 SOBREPESO E OBESIDADE

Há aumento da prevalência e predisposição ao aparecimento de diversas patologias crônicas, pois o sobrepeso e a obesidade infantil na saúde pública representam um dos grandes problemas. Um estudo no Brasil, identificou 14,1% de prevalência da obesidade nas crianças e adolescentes e 6,5 % nas crianças menores de 2 anos de idade tanto para sobrepeso, quanto para obesidade no país (CAMARGOS *et al.*, 2019).

A partir de dados antropométricos dá-se o diagnóstico de sobrepeso e obesidade, pois através do Peso (P), estatura (E), algumas circunferências e dobras, obtêm-se índices antropométricos como P/I (peso por idade), E/I (estatura por idade) e IMC/I (IMC por idade). Ao avaliar a idade e o sexo percebe-se a importância dessa avaliação elevada como um preditor de risco para diversas patologias entre o grupo de crianças e adolescentes, podendo gerar crescente aumento de resistência à insulina, hiperlipidemia e hipertensão arterial na infância, aumentando assim o risco de doença cardiovascular na vida adulta (WELFORT, 2019).

Através do IMC se dá o diagnóstico do sobrepeso/obesidade e é calculado pela razão da massa corporal pela estatura ao quadrado, dado inicialmente para adulto, devido a sua relação com o risco de adoecer e morrer, associando a obesidade como fator de risco para as DCNT's. O IMC é usado também para crianças e adolescentes, idosos e gestantes, sendo que ele não mede a composição corporal e a sua aplicabilidade demonstra inconsistência para diagnóstico de uma patologia caracterizada pelo acúmulo de gordura. Outros estudos relatam alta especificidade, mas sensibilidade baixa do diagnóstico da obesidade através do IMC. Logo, estudos mostram necessidade de criação de curvas dos componentes da composição corporal para diagnóstico tanto clínico quanto epidemiológico do estado nutricional (DIAS; BURLANDY, 2017).

Tanto o sobrepeso, quanto a obesidade no Brasil existe uma prevalência significativa no grupo infanto-juvenil. E é no ambiente escolar que vem sendo nomeado como lugar propício

para iniciar ações de promoção à saúde, com intuito de prevenção e controle do sobrepeso. (RENTZ-FERNANDES *et al.*, 2017).

A prevenção do sobrepeso infantil favorece a qualidade de vida, menores riscos de complicações, em especial na vida adulta, pois com reeducação alimentar e ações de prevenção e promoção à saúde, melhora o fator alimentar, ambiental, favorecendo o controle de peso e a qualidade dos alimentos ingeridos, gerando menor risco de elevação do peso. Esse controle deve ser realizado em qualquer fase do ciclo de vida, em especial na infância, pois havendo essa prevenção, melhor os índices e riscos de sobrepeso/obesidade tanto na infância quanto na vida adulta, evitando o surgimento de patologias e DCNT's associadas.

O Sobrepeso é considerado a nível mundial na saúde pública, um grande problema, associado nas DCNT's um fator de risco. Sendo o comportamento alimentar um favorecedor etiológico de grande importância, logo, alterações no padrão alimentar, como reeducação, controle na ingestão de alimentos pode ser associado a mastigação, considerando que a mastigação é um processo com diversos impulsos que estimulam no hipotálamo ao centro da saciedade (ALVES, 2014).

A prevalência do excesso de peso em criança, ou sobrepeso e a obesidade nas últimas três décadas, aumentou significativamente, mostrando como um dos desafios no contexto atual na saúde pública (SARAIVA; MEDEIROS; ARAUJO, 2018).

O sobrepeso possui etiologia multifatorial, devido a interação entre fatores biológicos e ambientais, sendo relacionado corretamente com os hábitos alimentares. Alguns alimentos reduzidos como por exemplo, redução na ingestão de carne vermelha, contribuem para redução de níveis pressóricos mais baixos e ou normais. A relação da carne vermelha com aumento pressóricos, tem relação com a alta concentração nos níveis ferro heme, que possui efeito prejudicial na Pressão Arterial (PA) e além do mais elevado consumo de carne vermelha, contribui para elevação do IMC, maior ganho de peso (COSTA, 2018).

Existe interesse em atividades eletrônicas, como jogos para as crianças com intuito de educar nutricionalmente, melhorando o conhecimento, gerando mudanças no comportamento, com jogos voltados a área da saúde, com incentivo a prática de atividade física e fatores que melhoram os hábitos alimentares, com intuito de prevenção de sobrepeso e ou obesidade (DIAS *et al.*, 2018).

A forma e o número de repetições que ocorrem na mastigação, devem ser observadas nas crianças, pois quando é realizada de forma rápida e inadequada pode ser fator de risco para

sobrepeso, pois a saciedade do cérebro não é sinalizada de forma rápida e a pessoa ou a criança poderá alimentar-se em excesso (SANTOS, 2018).

Há estudos que correlacionam a vida universitária, com influência no ganho de peso, e automaticamente, no aumento do IMC. O fator é relatado tanto no sobrepeso, quanto obesidade devido maior possibilidade de hábitos alimentares errôneos e baixos níveis de atividade física, cujos são fatores ligados à manutenção do peso corpóreo (RODRIGUES, 2019).

A classificação de sobrepeso e obesidade infantil são baseadas em índices e pontos de cortes. Existem curvas de crescimento que podem ser usadas como referência, para o diagnóstico nutricional, sendo a primeira a curva da OMS, com dois índices peso/estatura por idade e IMC por idade, logo o escore z superior a +2 ou percentil 97 tem-se diagnóstico de sobrepeso (CAMARGOS *et al.*, 2019).

O Quadro 1 referente ao diagnóstico nutricional infantil, através de variáveis de peso, altura e consequentemente o cálculo IMC, consegue-se através da tabela classificar o diagnóstico nutricional das crianças. O ponto de corte mais utilizada e está frequente no cartão de criança é o Escore z, ou seja, devemos dar atenção para os escores, > ou igual z+1 e < escore +2 é sobrepeso e > ou igual Z +2 e < ou igual escore z+3 é obesidade, pois significa que são crianças que necessitam de uma maior atenção, pois senão houver uma intervenção, o risco de comorbidades aumenta e as chances de sobrepeso e obesidade na vida adulta também.

Quadro 1. Ponto de corte de IMC-para idade para crianças menores de 5 anos

Valor críticos	Valor críticos	Diagnóstico Nutricional IMC p/idade
< Percentil 0,1	< Escore z -3	Magreza acentuada
>_ Percentil 0,1 e < Percentil 3	>_Escore z -3 e <_Escore-z -2	Magreza
> Percentil 3 e <_ Percentil 85	>_ Escore z -2 e < Escore-z +1	Eutrofia
>Percentil 85 e <_Percentil 97	>- Escore-z +1 e <_ Escore - z+2	Risco de sobrepeso
> Percentil 97 e <_ Percentil 99,9	> Escore-z+2 e <_Escore-z+3	Sobrepeso
>Percentil 99,9	Escore-z +3	Obesidade

Fonte: adaptado SISVAN (2011)

Um estudo sugere que universidades façam pesquisas para identificar prevalência de sobrepeso e obesidade, para que assim promovam ações de saúde, no intuito de reduzir esse

índice, em especial as consequências do sobrepeso que estão relacionadas com a pressão arterial elevada e doenças cardiovasculares (RODRIGUES, 2019).

A obesidade está relacionada ao surgimento de DCNT's como diabetes mellitus, hipertensão arterial, doenças cardiovasculares e algumas neoplasias. A obesidade é considerada um grave problema de saúde pública. Existe uma prevalência de sobrepeso em crianças e adolescentes, onde há sugestões de mudanças diárias na rotina, para que eles possam ter um futuro mais saudável (SANTOS, 2019).

A forma e o número de repetições que ocorrem na mastigação, devem ser observadas nas crianças, pois quando é realizada de forma rápida e inadequada pode ser fator de risco para sobrepeso, pois a saciedade do cérebro não é sinalizada de forma rápida e a pessoa ou a criança poderá alimentar-se em excesso (SANTOS, 2018).

Define-se a obesidade como acúmulo excessivo de gordura ao ponto de gerar sérios problemas de saúde. Alguns fatores como metabólicos, genéticos, psicossociais, nutricionais, mudanças no estilo de vida estão relacionados à sua etiologia (WELFORT, 2019).

A obesidade é determinada pelo balanço energético, onde a ingestão de energia é maior que o gasto energético, sendo definida como uma enfermidade crônica, levando risco à saúde e é caracterizada pelo acúmulo excessivo de gordura, sendo que o consumo alimentar está relacionado ao excessivo ganho de peso (MENDONÇA ET AL, 2018).

A OMS relata a obesidade como uma epidemia acionada mundialmente, associada ao perfil alimentar e de atividade física. Sendo que o aumento da prevalência está relacionado a processos biopsicossociais, em que o meio ambiente, não só o indivíduo está envolvido (DIAS; BURLANDY, 2017).

De acordo com a fisiopatologia da obesidade, a insulina e a leptina atuam no sistema nervoso central e refere ao grau de adiposidade no organismo. A leptina é uma proteína que é secretada pelos adipócitos e é codificada pelo gene ob. O hipotálamo ativa vias catabólicas e inibe vias anabólicas, gerando diminuição da ingestão de alimentos. Logo, a leptina ativa os receptores no complexo coroide e no hipotálamo, inibindo a ingestão do alimento e aumento o gasto energético e a alguma falha que for detectada nesse sistema, pode estar relacionada a resistência à insulina. Alguns estudos referem que obesos tem níveis séricos aumentados de leptina e está relacionado com massa de tecido adiposo (WELFORT, 2019).

Na regulação da ingestão dos alimentos há identificação de vários neuropeptídios, o Neuropeptídeo Y (NPY) é considerado dentro do sistema nervoso central responsável por

estimular a ingestão dos alimentos. A leptina sinaliza ao cérebro, mas no hipotálamo a secreção de NPY aumenta com a depleção com a gordura corporal estocada. Logo a leptina faz com que haja a inibição da secreção. Períodos de jejum, hipoglicemia e a própria insulina são responsáveis pelo aumento do NPY. O hormônio concentrador de melanina (MCH), as orexinas A e B e a AGRP (proteína relacionada ao gene *Agouti*) são neuropeptídios que também favorecem o aumento da ingestão de alimentos. Quando comparados com AGRP, o NPY que é o potente orexígeno, tem efeitos de menor duração (WELFORT, 2019).

A obesidade é derivada de fatores existentes nas pessoas, bem como diversas alterações no funcionamento do cérebro e dos hormônios, como por exemplo: pelas células há o aproveitamento de alimentos, nas gorduras sendo produzidas. Nos obesos o NPY, neurotransmissor, que indica um aumento do apetite e a grelina um hormônio que o estômago produz e no cérebro aumenta a fome. Na tentativa do organismo se proteger contra a obesidade, há uma redução da grelina. Ao contrário tem-se o aumento da leptina em obesos, hormônio envolvido na ingestão alimentar, regulação do apetite e balanço de energia. A leptina é produzida pelas células adiposas, em grande quantidade nas pessoas.

O nível de leptina está elevado na maioria das pessoas obesas. A deficiência de leptina resulta em uma aumento do neuropeptídeo Y no hipotálamo (NPY), que trabalha aumentando o apetite, causando hipersecreção de insulina e de glicocorticoide, havendo secreção em sequência de leptina. Logo, a leptina torna-se ineficaz para diminuir a produção de NPY, levando um círculo vicioso, gerando um fenótipo marcado pela deposição de gordura ou obesidade, que vai depender exclusivamente também da ingestão alimentar.

O Hormônio Melanócito-estimulante (α MSH), o Hormônio liberador de corticotrofina (CRH) e o Hormônio liberador de tireotrofina (TRH) são também neuropeptídios anorexígenos que geram balanço energético negativo e acontece a síntese sendo acelerada pelo elevação dos sinais de adiposidade no sistema nervoso central (WELFORT, 2019).

A obesidade infantil é classificada de acordo com o escore z superior a +3 ou percentil 99, essas classificações estão de acordo com a OMS, no entanto, estudos nacionais e internacionais devem ser avaliados com cuidado, pois há diversas formas de classificações (CAMARGOS *et al.*, 2019).

A alimentação está ligada diretamente com a qualidade de vida, sendo o alimento considerado, muito mais que um complemento nutricional, mas promove também convívio familiar e social importante. Apresentar uma mastigação adequada, sem restrições ou efeitos

deletérios, envolve vários fatores, como por exemplo: dentição completa, força no músculo que permita triturar o alimento e morder, além de uma boa cavidade oral, sem o aparecimento de lesões (PETRY *et al.*, 2019).

A obesidade infantil vêm crescendo intensamente, sendo considerada um problema de saúde pública, apresentando diversos fatores de risco, como por exemplo: fator atividade física, genético e hábitos alimentares irregulares, gerando aumento na possibilidade de diagnóstico de obesidade (UESSUGUE, P; BRASIL, L, M;SANCHES, H, 2018).

A obesidade infantil, em associação com a situações cardiometabólicas, está relacionada a patologias na vida adulta, como: problemas na saúde mental, dificuldades ortopédicas, esteatose hepática e outras patologias (SARAIVA; MEDEIROS; ARAUJO, 2018).

2.6 ESTUDO COM CARACTERÍSTICAS PRÉ-CLÍNICAS

A junção entre escolhas alimentares e o surgimento de patologias, tem sido feita desde os tempos antigos, correlacionando a dieta e no indivíduo, o estado de saúde. Portanto a observância entre a escolha do consumo de alimentos é proveniente tanto para o diagnóstico nutricional, quanto para as recomendações nutricionais (DE SOUZA *et al.*, 2016).

No hipotálamo o centro da saciedade é ativado, quanto maior o número de mastigadas haverá relação direta com a liberação da ativação da histamina, que regula o alimento consumido, tanto a velocidade que oingere, quanto o volume, sendo assim estudada essa relação de ciclos mastigatórios em números e à saciedade (ALVES, 2014).

Os programas de promoção à saúde, devem apresentar intervenções direcionadas aos pais, para uma alimentação saudável, incentivo a atividade física e regulação das horas de sono, favorecendo a redução e prevalência da obesidade (AJEJAS BAZÁN *et al.*, 2018).

Os hábitos alimentares e ambientes de vivência, tanto das crianças quanto dos adultos, têm impactos importantes no sobrepeso e ou obesidade. A qualidade dos alimentos consumidos, é voltada a alimentos ricos em calorias que favorecem o comer rápido e muitas vezes a mastigação, fica deficiente ou rapidamente realizada.

Logo a escolha da pesquisa de bancada, estudo pré-clínico foi pensado com intuito de analisar primeiramente, se todas as análises pesquisadas favoreceriam, contribuiriam para ajuda e controle no diagnóstico de sobrepeso e/ou obesidade. Os alimentos saudáveis e dentro

do grupo alimentar escolhido gera uma importância, pois são grupos alimentares contendo macronutrientes e micronutrientes que favorecem a qualidade de vida de quem os consome.

A simulação de coleta das refeições, almoço e lanche da tarde (contendo macronutrientes e micronutrientes) foram feitas durante o período de uma semana, e logo após estendida a pesquisa para 30 dias, sendo escolhido o lanche da tarde, para uma avaliação mais profunda, ambos foram avaliadas as seguintes dinâmicas: i) Duração média da refeição (x); ii) Velocidade média de alimentação (y) (porções de garfo por minuto); iii) Número de porções de garfo (z) e iv) Intervalo médio entre as porções do garfo (w). Além do mais, a pesquisa foi estendida para testar diversos grupos alimentares e diversas texturas.

Os dados coletados foram interpolados para determinar como as variáveis dinâmicas, suas relações e características espaciais. Relacionado por meio de análises gráficas e usando a função `XXX`, inferir no ritmo mastigatório que sofre influência de padrão em função do hábito adotado. Foi realizada a análise do (*qqplot*) *Quantile-quantile plot do MatLab (trial student)* das 24 combinações para comparar duas distribuições de probabilidade, traçando, seus quantis uns contra os outros, nessa simulação as duas de igual variável, foram descartadas e foi incluso as combinações com variável temporal dias da semana (d). Para avaliar as funções que podem descrever as relações das variáveis, foi usado a interpolação e aproximação polinomial.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa exploratória pré-clínica, com objetivo de proporcionar maior familiaridade com a problemática do estudo do ritmo mastigatório, do sobrepeso e a obesidade, com vistas a torná-lo mais explícito e construir hipóteses para ensaios futuros em humanos. A construção da análise desse estudo, foi feita simulação em bancada de cenário, padrão para auxiliar na construção de um desenho clínico adequado. Uma pesquisa qualitativa e quantitativa (tipologia mista), respectivamente, para buscar informações e coletar dados, sendo uma pesquisa pré-clínica tipo exploratória, onde a testagem com um único protagonista, para que posteriormente possa ser feita em um número maior de participantes.

O trabalho em tela é uma evidência científica que poderá ser consultado por gestores em saúde e ou profissionais da clínica médica.

Destaca-se que, na Engenharia Biomédica, uma etapa pré-clínica, para desenvolvimento de tecnologias aplicadas a saúde, deve passar por um estudo pré-clínico rigoroso. O uso de simulações em bancada, colabora para se cumprir a Resolução 466/2012 que destaca: “As pesquisas envolvendo seres humanos, podem ser realizadas somente quando o conhecimento que se pretende obter não possa ser obtido por outro meio (item III.c)”. Assim as etapas que apresentam as variáveis que influem na questão em tela-ritmo mastigatório serão exploradas (BRASIL, 2012).

3.1 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA- PESQUISA 1 (ALMOÇO)

A primeira pesquisa foi composta pelo almoço, considerado uma refeição principal, composto por macronutrientes (carboidrato, proteínas e lipídeos) e micronutrientes (vitaminas e minerais), o almoço contendo arroz, feijão, carne vermelha, verduras e ou legumes, considerado uma alimentação de baixo custo e fácil acesso ao alimento comum da população brasileira com macronutriente como arroz, com objetivo de ser um nutriente energético, denominado carboidrato, o feijão sendo uma proteína vegetal e a carne uma proteína animal, sendo que ambas com funções semelhantes, importantes para o crescimento e desenvolvimento

entre outros e os lipídeo que são gorduras presentes nas carnes, mas desde que não haja gordura aparente que são consideradas, gorduras saturadas, que podem interferir no aumento do Lipoproteína de baixa densidade (LDL), identificado como colesterol não saudável, pelo fato de elevar taxas, haverá risco de infarto e acidente vascular cerebral (AVC) e entupimento de veias e artérias. E as vitaminas e minerais diversas, presentes nos legumes e ou verduras, como por exemplo beterraba, repolho cozido e ou alface.

Logo, o experimento foi realizado com 150 gramas por dia, pesado em uma mini balança digital de precisão à 10 kg cozinha comércio- *eletronic Kitchen scale*, após a preparação e em seguida o consumo foi realizado com o garfo *HAPI fork* e monitorado.

O horário das refeições foi próximo, diariamente e foram realizados 7 dias de coleta, com essas refeições semelhantes, para que não houvesse diferença no grau de dificuldade ou demora na mastigação, para não interferir no resultado.

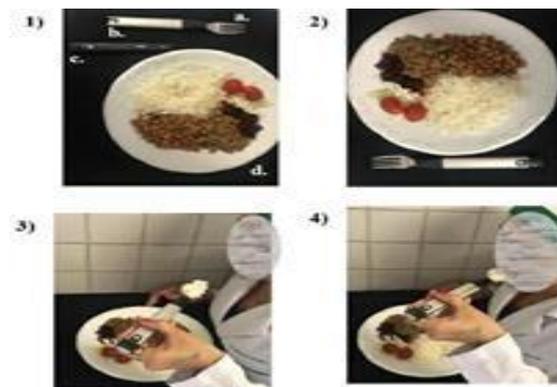


Figura 3. Bancada experimental -Refeição principal (Almoço)- Pesquisa 1

Na Figura 3 representada por 4 imagens, podem-se descrever: 1 a) os dentes, 1 b) o corpo, em aço inoxidável para ser higienizado, 1 c) chave eletrônica, associada a micro USB, sendo que essa chave não poderá entrar em contato com a água. Prato com refeição principal e parte dos garfos desconectados, sinalizando que o mesmo pode ser higienizado após o uso, sem colocar em risco o conector eletrônico do cabo USB, que transmite os dados para o aplicativo do *HAPI fork*, exemplo do prato completo, contendo macronutrientes (carboidrato, proteínas e lipídeos) e micronutrientes (vitaminas e minerais). 2) Prato completo com o garfo ao lado, pronto para realizar a refeição e coletar dados novos pelo *HAPI fork*. 3) Refeição realizada e o garfo levado até a boca. 4) Garfo sendo levado a boca e o que difere da figura 2, pois o *HAPI*

fork ao tocar na boa do usuário que está testando, ele é adicionado, podendo colocar na opção mudo e não vibrar para iniciar a pesquisa.

3.2 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA-PESQUISA 2 (LANCHE DA TARDE)

O segundo experimento de bancada, foi composto pelo lanche da tarde. O lanche escolhido foi o cuscuz, um alimento comum à população brasileira, de fácil acesso e de baixo custo. Sendo escolhido como uma refeição de fácil mastigação, podendo ser ingerido por qualquer grupo populacional.

O cuscuz é considerado um prato do norte da África, no Maghreb, é um preparo de sêmola de cereais, como trigo, farinha, polvilho, milho ou mandioca. Podendo ser adicionado outros ingredientes/nutrientes a sua preparação. Já no Brasil, é descrito como massa de milho, adicionada de sal, cozida ao vapor, podendo ser umedecida com leite de coco, com açúcar ou sem açúcar. Em tempos anteriores a fabricação da farinha de milho, era feito moendo o milho, depois produzido industrialmente e vendido no Brasil todo e recomendado para o consumo em qualquer horário. Há uma preferência pelo consumo de milho em torno de 95%, mas podendo ser preparado com mandioca, arroz, aipim (macaxeira). Apresenta alguns opções do seu consumo, com manteiga ou leite de vaca ou na sopa (FARIAS *et al.*, 2014).

O cuscuz é o alimento típico brasileiro de fácil e rápida produção, utilizado e apreciado em alguns planos alimentares para controle do peso e como opção de um nutriente energético chamado carboidrato.

Contém macronutriente específico em destaque, o carboidrato complexo, gerando energia e contendo fibras e vitaminas A e B1, que ajudam nos impulsos nervosos e na regeneração das células, possui ácido fólico que previne doenças cardíacas. Além do mais, contém proteína que ajuda na reconstrução da massa muscular após a prática de exercícios físicos, o potássio que ajuda a controlar a pressão arterial e os batimentos cardíacos e selênio que possui funções antioxidantes, ajuda na proteção dos vasos sanguíneos. A *Food and Drug Administration* (FDA) é o órgão governamental dos Estados Unidos da América responsável pelo controle dos alimentos e medicamentos, recomenda uma porção de 50 gramas por dia de cuscuz (FARIAS *et al.*, 2014).

Logo o experimento foi realizado com o dobro da recomendação (100 gramas por dia), com intuito de analisar um tempo maior devido a gramatura que se eleva, como também o número de mastigadas, intensidade e duração. O cuscuz pesado em uma mini balança digital de precisão à 10 kg cozinha comércio- *eletronic Kitchen scale*, após a preparação e logo em seguida o consumo foi ingerido com a ajuda do utensílio o garfo *HAPI fork* e monitorado, pelo seu sistema *HAPI Labs*.



Figura 4. Bancada experimental - Lanche da Tarde, Pesquisa 2

A Figura 4, representada pelo Lanche da Tarde, tem-se um cuscuz com 100 gramas, contendo macronutrientes, sendo que o principal é o carboidrato, responsável pelo fornecimento de energia no corpo. Representado por ser de fácil mastigação. Cuscuz foi pesado e colocado em um prato para ser consumido com auxílio do garfo *HAPI Fork*.

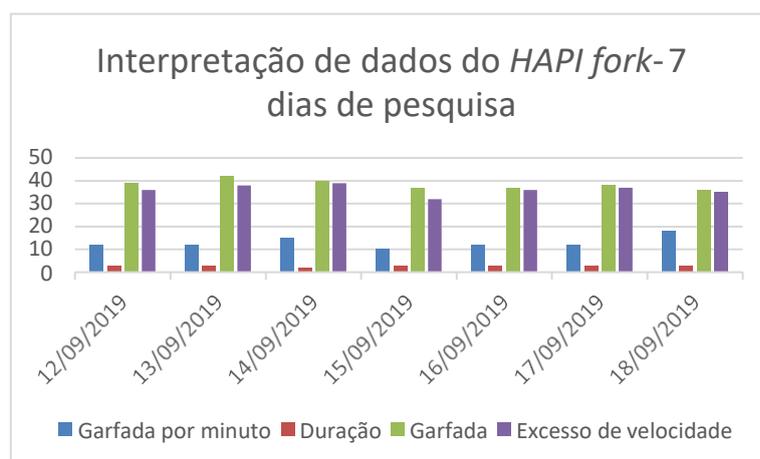


Gráfico 2. Análise do lanche da tarde (cuscuz) através do sistema *Survio- 7* dias.

Durante 7 dias da semana seguidos, foi realizado o lanche da tarde, o cuscuz. Percebe-se através dos dados obtidos no sistema *HAPI fork*, captados através do cabo *Universal Serial Bus* (USB) e transferidos esses dados para o sistema *Survio*. Onde a duração desse lanche se assemelha a todos os dias, em torno aproximadamente de 3 minutos, com relação ao número de garfadas, nota-se que em dois dias da semana ele se eleva mais, podendo verificar uma questão de hábito ou frequência, pois o conteúdo dos dias são todos iguais, bem como a quantidade. O excesso de velocidade acontece também todos os dias, pois percebe-se que o lanche da tarde escolhido, não apresenta um alimento que exige grande esforço na mastigação, percebido muitas vezes que o alimento de proteína em especial animal, exige-se um pouco mais de esforço ao mastigar até ser deglutido. Então o alimento escolhido para o segundo teste de bancada, facilita muitas vezes o aumento desse número de garfadas e podendo aumentar o comer rápido, podendo contribuir sim, para não saciedade do alimento consumido, devido a não resposta do cérebro.

3.3 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA- PESQUISA 3 (LANCHE DA TARDE E GARFO VAZIO)

A pesquisa 3, foi composta por dois momentos, o primeiro momento foi o lanche da tarde da pesquisa 2, com a mesma gramatura, 100 gramas de cuscuz, com a modificação apenas da extensão da pesquisa, para 30 dias, com o mesmo alimento, mesmo horário e com os mesmos macronutrientes e micronutrientes. E o segundo momento foi realizado com o garfo vazio, mas com intuito de apresentar mais clareza e qualidade no aumento da pesquisa. Mas ao realizar a análise do garfo *HAPI fork*, cada coleta foi anotada e verificado o tempo de análise e também foi filmando os 30 dias, para que os dados da quantidade de mastigação possam ser comparados com o sistema do *HAPI labs*, ou seja, foi contabilizada a quantidade de vezes que foi necessário mastigar o alimento levado até a boca.

Baseado nos experimentos anteriores, verificou-se também a necessidade de realizar o experimento por 30 dias, com o garfo vazio, com intuito de analisar se há diferença ou não no ritmo mastigatório, quando se tem um alimento que exige mais tempo e número de mastigadas, ou seja se exige ou não esforço, dependendo do grupo alimentar e se quando o

alimento não é empurrado à boca, apenas imaginável, lembramos de mastigar o suficiente como um dever diário ou somente quando exige esforço ou mesmo exigindo esforço a percepção de mastigação pode ser vago, levando a desvantagens.



Figura 5. Garfo inteligente vazio conectado ao cabo USB

A Figura 5 representada pelo garfo conectado ao cabo USB, apresentada por uma pesquisa de bancada com o garfo vazio, para mostrar se há diferença no número de mastigação, velocidade de mastigação, bem como processamento de mensagem ao cérebro ao mastigar o conteúdo vazio ou, mais devagar ou rapidamente.

3.4 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA- PESQUISA 4 (GRUPO DE ALIMENTOS-SEPARADOS)

A Pesquisa 4 foi escolhida para análise pré-clínico no intuito de pesquisar dentro de diversos grupos alimentares Ii, sendo alimentos considerados, ricos em nutrientes e com padrão de um plano alimentar saudável da população brasileira, contendo vários macronutrientes e micronutrientes e com diferentes texturas e apresentação, representando ou não maior necessidade de mastigação. Dentro desse quarto ensaio, tem-se também a pesquisa Ili garfo vazio, para análise de período aonde não há a presença do alimento, mas ao colocar o garfo na boca, a presença de mastigação acontece, mas em menor proporção, por não conter o alimento que exige esforço na mastigação, na fase que chamamos anteriormente de trituração

associada a pulverização. Sendo fases importantes neste processo em busca da saciedade, melhorando a possibilidade de alteração do peso, devido aumento na ingestão de nutrientes.

3.4.1 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA- PESQUISA 4 (GRUPO DE ALIMENTOS-) II-ALFACE



Figura 6. Bancada experimental do Grupo de Alimentos- Verduras (Ii-Alface)

No último ensaio pré-clínico 4, caracterizado como grupo de alimentos-verduras, Ii-alface, percebe-se apesar de ser uma pequena quantidade de ingestão de alface, experimento com apenas 15 gramas, verifica se a necessidade de triturar, mastigar bem essa verdura, antes de engolir. Algumas literaturas até sugerem a ingestão de saladas, folhas antes das refeições, para que com a mastigação possa ser estimulada à saciedade, levando um menor consumo de alimentos após a entrada de salada, ou seja alimentos mais calóricos que vem após a salada do brasileiros. O tempo máximo de ingestão diária de 15 gramas foi aproximadamente 2 minutos, apresentando diferença no número de garfadas, sendo maior, dando a entender que por ser um alimento leve, ele é levado várias vezes a boca, mas lembrando que quando chega a boca, ao ser triturado antes da digestão, gera tempo e número de mastigações aumentada.

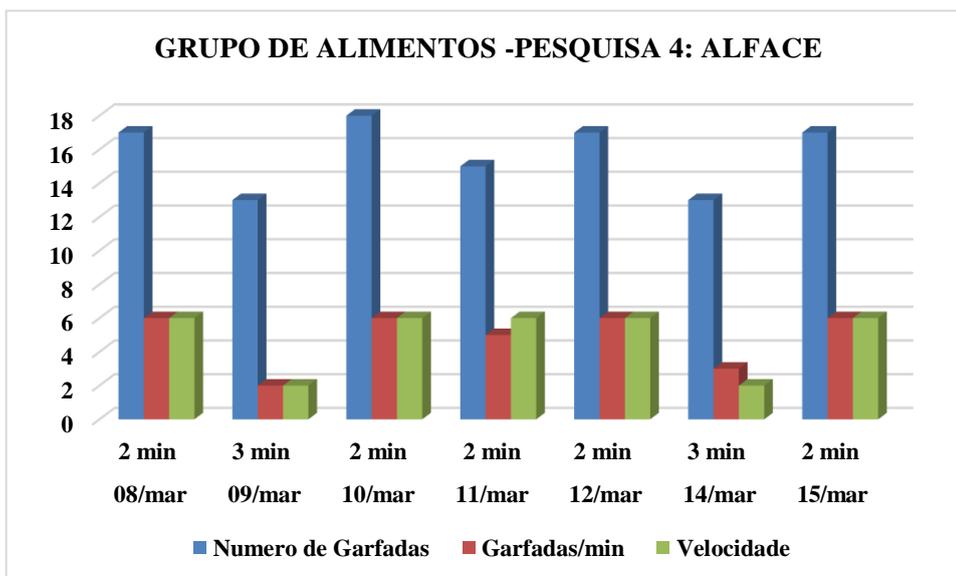


Gráfico 3. número de garfadas x garfadas por min x velocidade

O gráfico 3 representado pelo grupo de alimentos da pesquisa 4, verdura: alface, representado pelo número de garfadas, garfadas por minuto e a velocidade de elevação do garfo à boca. Nota-se observando para o gráfico os dias com maiores diferenças, o dia 08/03 aonde o tempo em minutos foram 2 minutos, com 17 garfadas e no dia 09 verifica-se que durou mais tempo, 3 minutos, mas com menos garfadas por minuto e menor velocidade. Logo, verifica-se que apesar de serem 2 dias apenas com maior tempo 3 minutos, se o tempo é maior e o número de garfadas menor, subentende-se que houve mastigação, mesmo sendo neste gráfico representado por apenas 2 dias, esse menor tempo, menor número de garfadas .

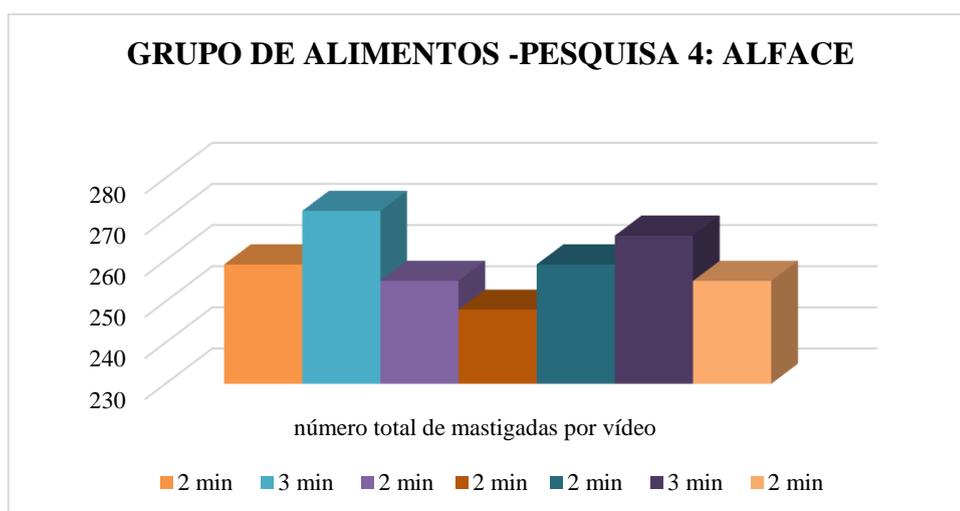


Gráfico 4. Tempo x número de mastigadas por vídeo

O Gráfico 4 representado pelo tempo (minutos) com o número total de mastigadas por vídeo, verificando e comparando as discrepâncias mais acentuadas ao olhar o gráfico, percebe-se que o 1º apresenta menor tempo 2 minutos e um 259 mastigadas e o 2ª apresenta um tempo maior 3 minutos , com 272 mastigadas, representando assim uma lógica, quando maior o tempo eu tempo, mas mastigadas posso dar, ou seja, mas lentamente essas mastigadas, maior o número.

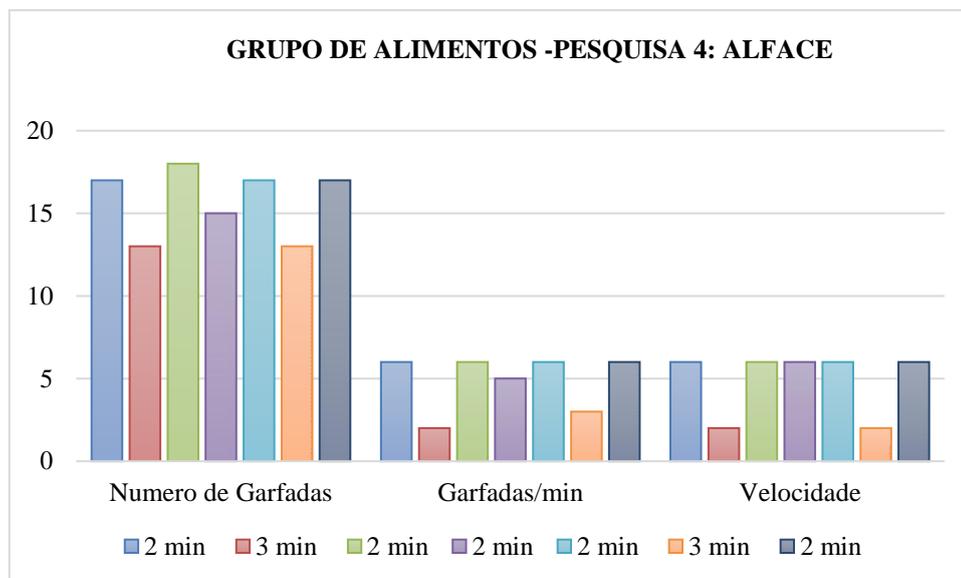


Gráfico 5. De acordo com os minutos com as variáveis se comportam

O Gráfico 6 representa uma comparação dos minutos com as variáveis. Nota-se que, quando se tem um maior tempo para a pesquisa, por exemplo 3 minutos, observa-se que o número de garfadas será menor, pois haverá mais tempo para mastigação, a elevação das garfadas e a velocidade também será menor, favorecendo assim um maior número de mastigações.

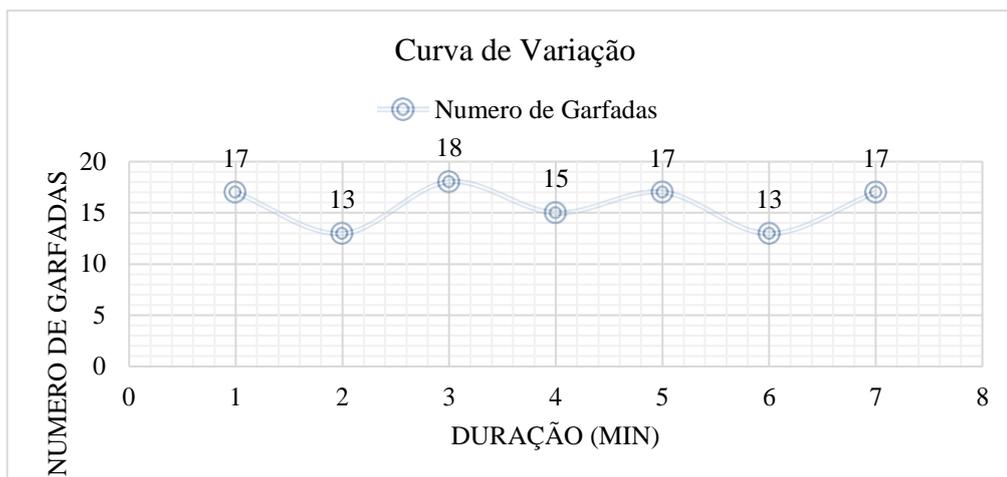


Gráfico 6. Curva de variação (número de garfadas x duração -m)

A variação do número 1 para o número 2 apresenta grande diferença, levando em conta que, quanto maior o número de garfadas, a duração é menor. Representando esse gráfico, o comer rápido como uma desvantagem para qualquer faixa etária, em especial para o objetivo do estudo, as crianças, devendo ter olhar atento, para que se prevenção do sobrepeso e ou obesidade. Quanto mais mastigações, maior possibilidade de saciedade e menor incidência de aumento de peso.

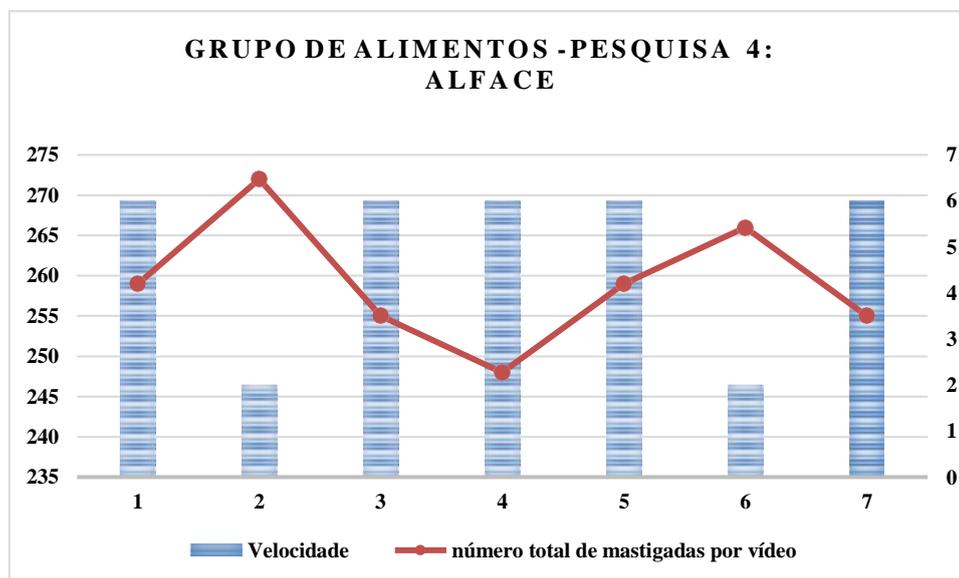


Gráfico 7. Velocidade x número total de mastigadas por vídeo

O Gráfico 7 mostra que, quanto maior a velocidade, maior o número de mastigadas e o contrário também e, quanto menor a velocidade, menor o número de mastigações. Logo a

velocidade pode ser comparada com as mastigações presentes e não com a rápida maneira de ingestão, sendo assim, se há várias mastigações em uma refeição, como essa por exemplo, a alface, que apesar de ser uma folha, leve e com baixa gramatura, é rica em fibras insolúveis (no intestino não digere), sendo necessário um número maior de mastigação para triturar, pulverizar essa fibra. Isso explica por que em alguns planos alimentares recomenda-se na entrada, por exemplo do almoço o consumo de saladas contendo alface e ou folhas, antes da refeição principal, para gerar saciedade, reduzindo o consumo de alimentos na refeição principal, pois são considerados mais calóricos.

3.4.2 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA- PESQUISA 4 (GRUPO DE ALIMENTOS) - OVOS II

O ovo, o alimento proteico escolhido II, por ser o segundo maior proteico, sendo que o primeiro nós não consumimos mais que é o leite materno. Por isso um alimento de fácil e rápido preparo e querido também das reeducações alimentares. O ovo no experimento pode ser considerado de fácil mastigação, mas a sua consistência, lentifica um pouco esse processo de deglutição.



Figura 7. Bancada experimental do grupo de alimentos- Proteico II- Ovos

O ovo, o alimento proteico escolhido, por ser o segundo maior proteico, sendo que o primeiro nós não consumimos mais que é o leite materno. Por isso um alimento de fácil e rápido preparo e querido também das reeducações alimentares. O ovo no experimento pode ser considerado de fácil mastigação, mas a sua consistência, lentifica um pouco o processo de deglutição.

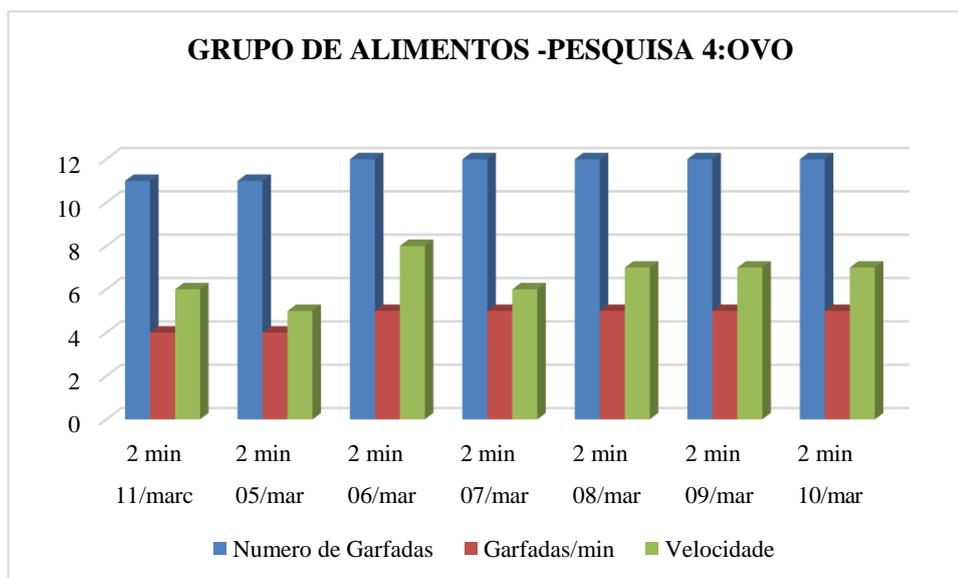


Gráfico 8. Número de garfadas x garfadas por min x velocidade

O gráfico 8 representado pelo número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade, apresenta desde a velocidade em minuto semelhantes, ou seja, velocidade e número de garfadas e garfadas por minutos andam em conjunto. Além do mais, diferencia do próximo, pois mostra as datas da pesquisa, o que não interfere no resultado.

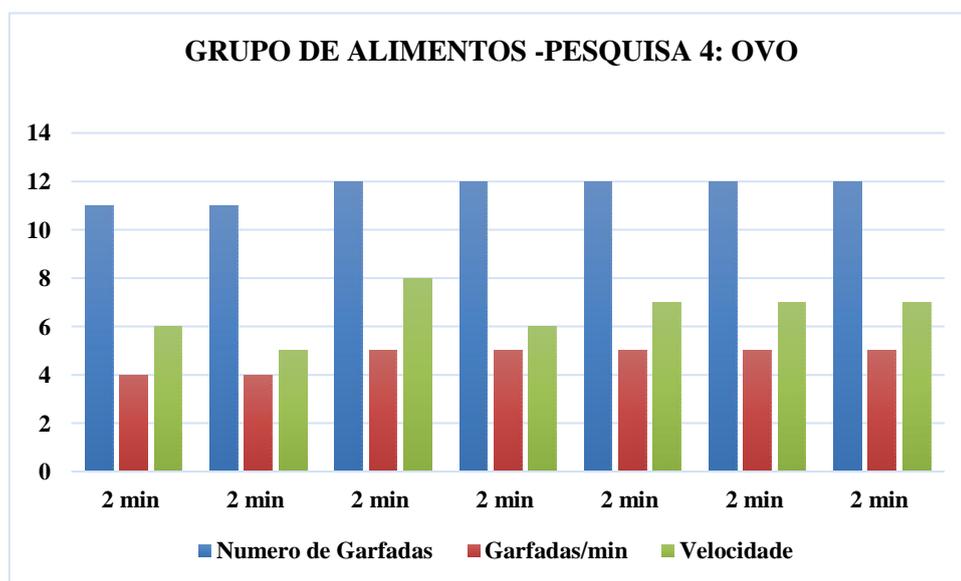


Gráfico 9. Número de garfadas x garfadas por min x velocidade

O gráfico 9, bem semelhante ao gráfico 9, não mostrando datas, mas verificando que a velocidade das refeições e número de garfadas andam proporcionalmente.

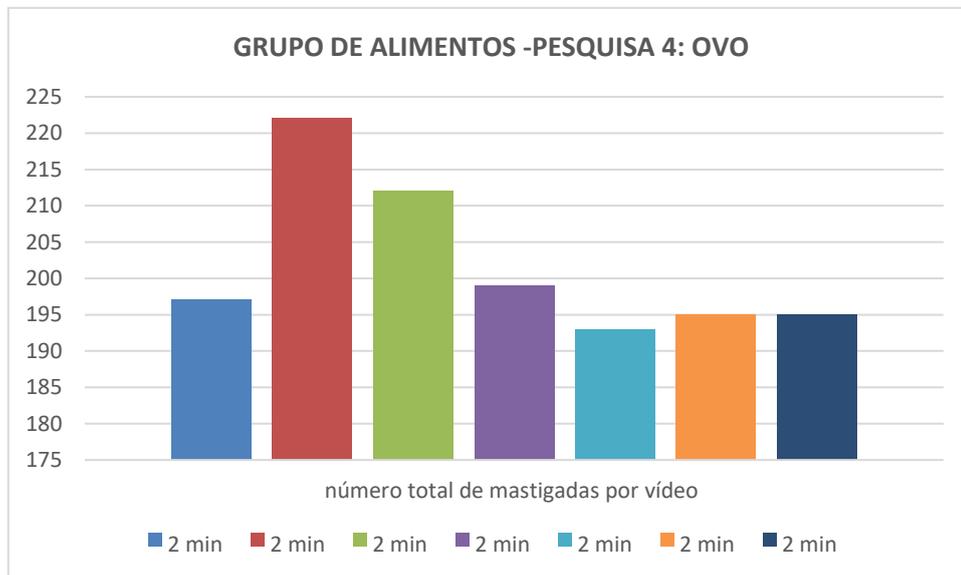


Gráfico 10. Tempo x número de mastigadas por vídeo

O gráfico 10, representado por tempo em minutos associados ao número de mastigadas por vídeo, tem-se uma diferença grande no segundo dia inexplicado, pois o conteúdo em gramatura do ovo é o mesmo e o modo de preparo é o mesmo e considera que o ovo de forma cozida é de fácil mastigação.

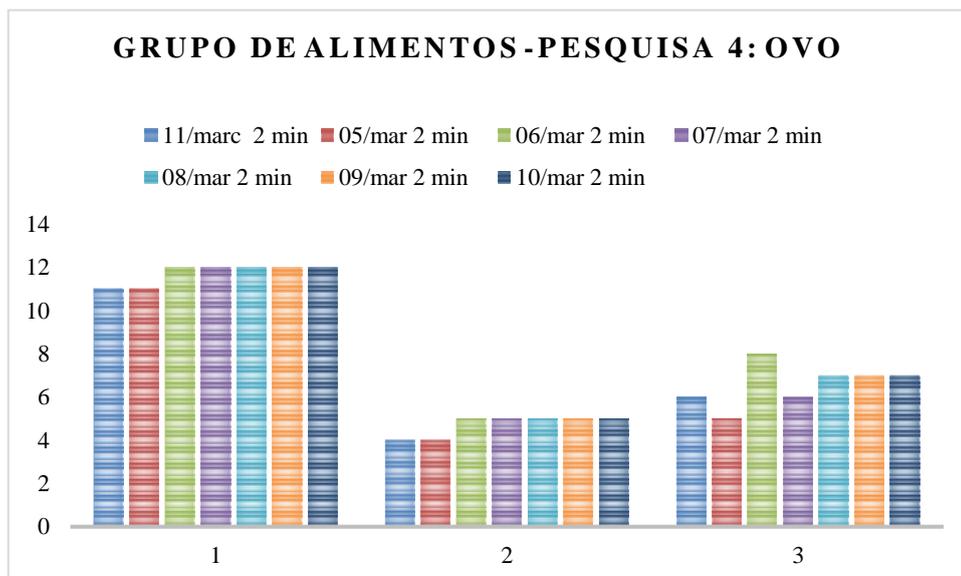


Gráfico 11. Intensidade das garfadas por semana

O gráfico 11 faz um comparativo de intensidade de garfadas por dia e compara as semanas, sendo o primeiro item uma intensidade maior de garfadas, não tem uma explicação específica por que esse aumento apenas no primeiro, sendo que o produto e a consistência é o mesmo.

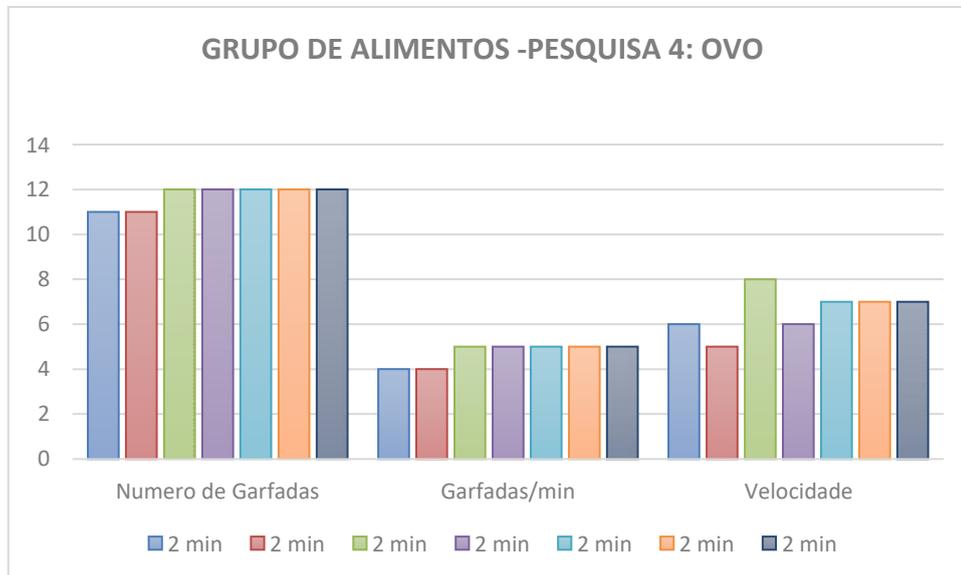


Gráfico 12. Visualização semanal do número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade

O gráfico 12 representa por semana a intensidade das garfadas e velocidade desse movimento, em 2 minutos, demonstrando ser proporcionais. Quando maior o número de garfadas, maior a velocidade.

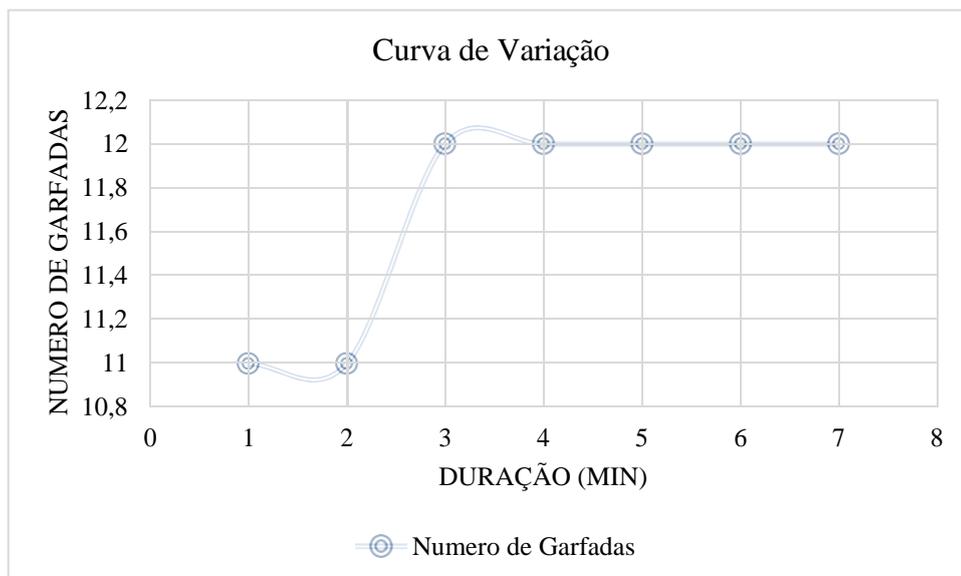


Gráfico 13. Curva de variação: duração x número de garfadas

Quando maior a duração, maior o número de garfadas, permitindo assim que nesse intervalo de tempo se tenha, mas mastigações.

3.4.3 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA- PESQUISA 4 (GARFO VAZIO II)

A simulação do garfo vazio-IIi, levado até a boca, em minutos pré-estabelecidos, favorece uma velocidade no número de garfadas maior e garfadas por minutos em menor tempo de espaço possível, mas por ser um garfo vazio não há um número acentuado de mastigação e nota-se uma necessidade de levar o garfo a boca por diversas vezes, pois não se tem o alimento que exige esforço para triturar, diminuir o que está no início do processo digestivo, ou seja o que está na boca pronto para ser triturado e digerido.



Figura 8. Bancada experimental do grupo de alimentos com o Garfo Vazio.

Na Figura 8, representada pelo garfo vazio, pode-se observar resultados não contabilizados com a mastigação, pois o fato de não apresentar o alimento, essa função, essa fase de trituração, pulverizar é simbólica, o que pode favorecer também uma maior intensidade no número de garfadas.

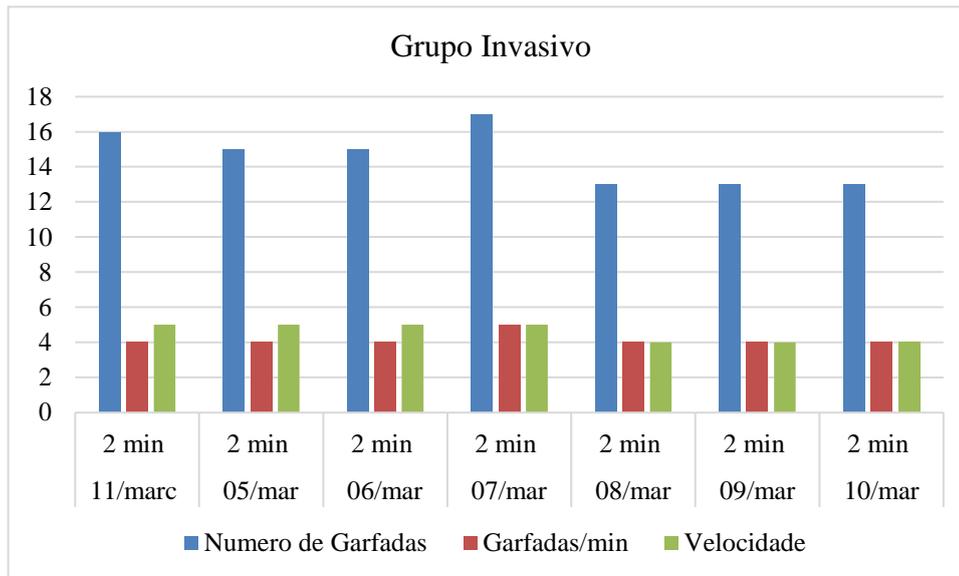


Gráfico 14. Número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade

O gráfico 14, mesmo no grupo invasivo apresentou dados semelhantes, podendo ser justificado como ação automática, por teste com o garfo, garfo vazio, número de garfadas elevadas e a velocidade e garfada por minuto, nem tanto elevada, devido não ter conteúdo para estimular a mastigação.

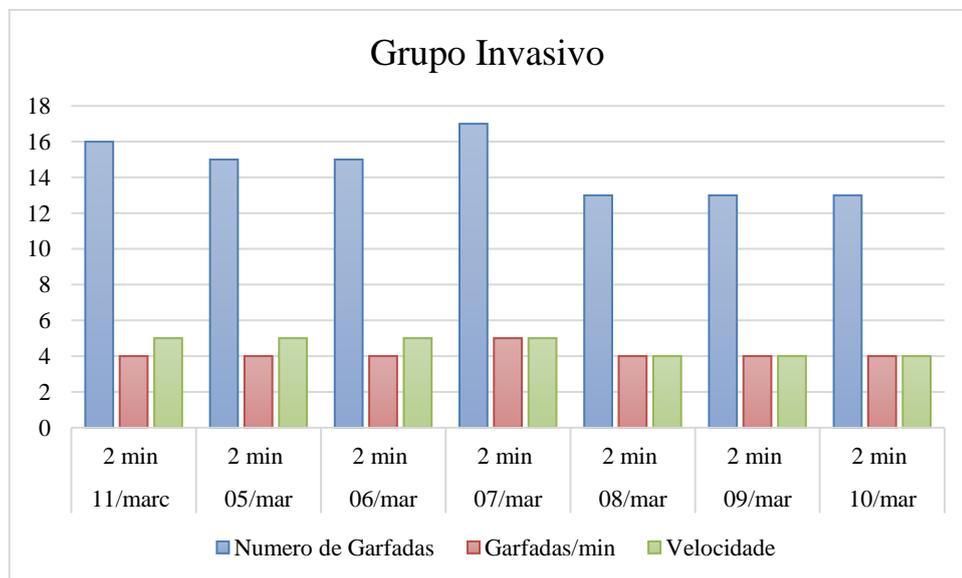


Gráfico 15. Número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade- Semanal

O gráfico 15, semanal apresenta informações semelhante e mostra que o garfo vazio, leva a um aumento no número de garfadas, sendo que a velocidade e a garfada por minutos não se elevam.

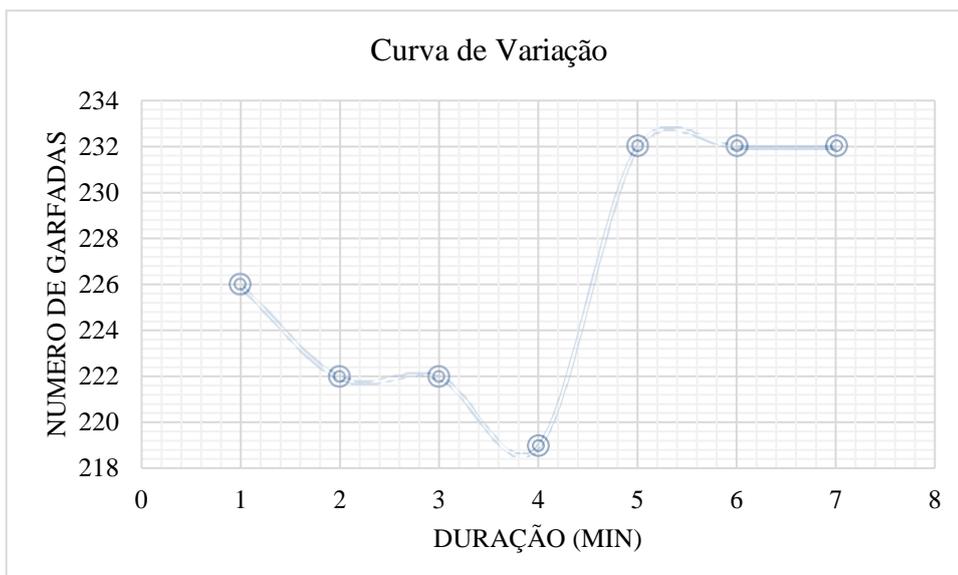


Gráfico 16. Curva de variação x número de garfadas x duração.

O gráfico 16 apresenta a variação da curva, onde o o tempo de duração aumenta, possibilitando maior número de mastigação, favorece o objetivo, melhorar o tempo de resposta ao cérebro dando saciedade, mesmo com o garfo vazio, há essa percepção.

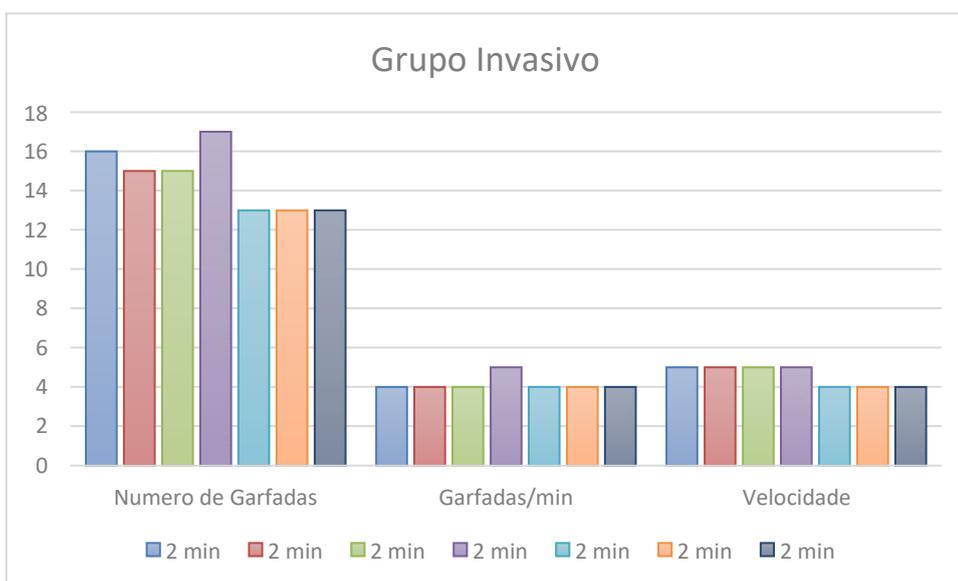


Gráfico 17. Representado por semanas número de garfadas, garfadas por minutos e velocidade

O gráfico 17 representa excesso no número de garfadas e velocidade e garfadas por minutos na normalidade. O garfo vazio por ser leve, não tendo conteúdo, pode fazer com que o número de garfadas sejam alto em todos os dias da semana.

3.4.4 UTENSÍLIOS E TÉCNICAS DE BANCADA- PESQUISA 4 (GRUPO DE ALIMENTOS)IIIi- PRATO COMPLETO EM FRENTE À TELEVISÃO-TV

Em frente à televisão IIIi, no minuto estabelecido, mais ou menos padrão, nota-se uma frequência maior no número de garfadas a boca, podendo necessitar poucas vezes da mastigação, o que algumas literaturas já relatam, pois se não há mastigação suficiente, esse alimento não envia comando ao cérebro dizendo que está saciado.

O prato completo, composto pelos macros e micronutrientes diversificou das pesquisas anteriores, por ter várias opções, consistências e formas de apresentação, necessitando mais ou menos de velocidade ou intensidade de mastigação. A duração do consumo do prato completo se deu em torno de 2 minutos, um tempo mais ou menos, estipulado e semelhante dos outros grupos alimentares, com intuito da pesquisa gerar resultados diversos, nos diferentes tipos de grupos alimentares, gerando em torno de 4 a 5 garfadas por minuto, numa velocidade mediana se comparada com outros grupos.



Figura 9. Bancada experimental do grupo de alimentos com o prato completo.

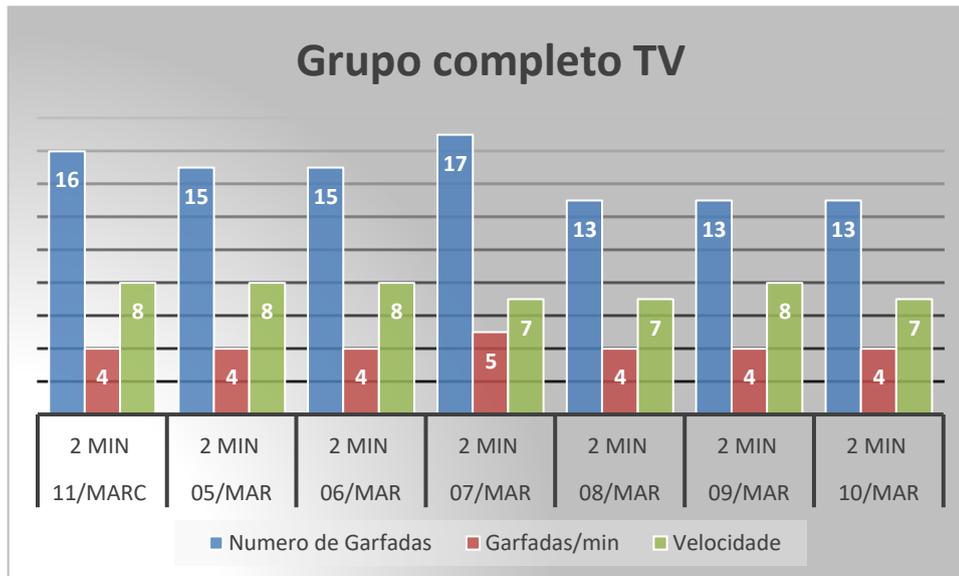


Gráfico 18. Número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade

No gráfico 18 percebe-se um aumento igual das variáveis, ao consumir uma refeição completa e em frente à televisão, pode aumentar sim velocidade, o número de garfadas e consegue sim, fazer com que a mastigação fique mais rápida podendo interferir.

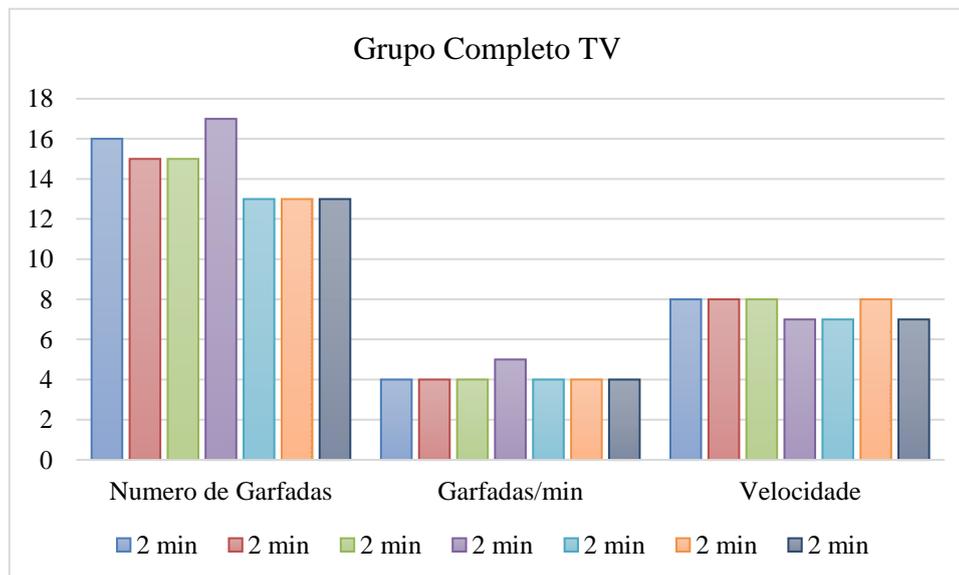


Gráfico 19. Semanal com número de garfadas, garfadas por minuto e velocidade

Gráfico 19 semanal, apresenta se comparando com o garfo vazio, um número de garfadas maior, comprovando o conteúdo líquido na refeição completa, exigindo um maior número de garfadas.

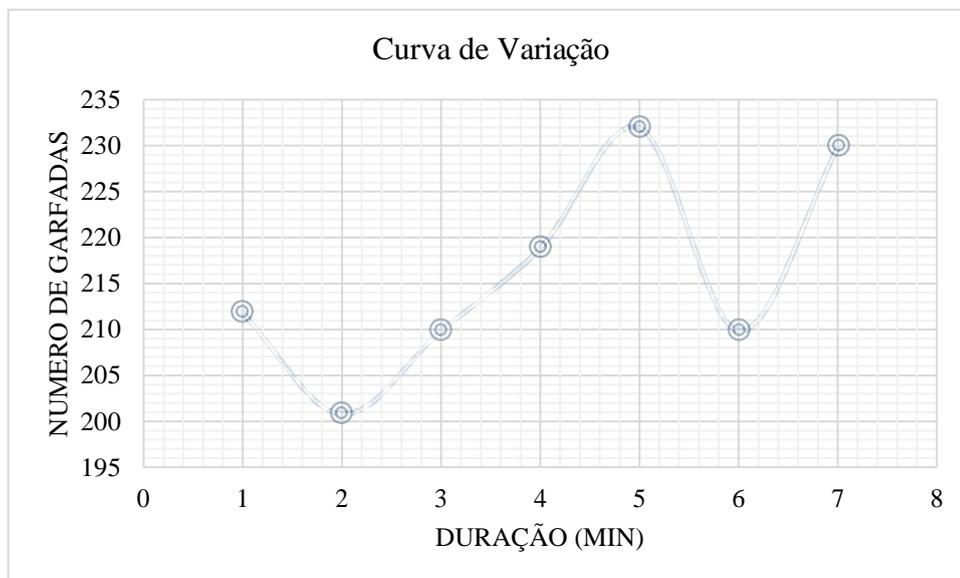


Gráfico 20. Curva de Variação -Duração x número de garfadas

O gráfico 20 apresenta oscilações no decorrer da semana, chamando atenção para uma duração elevada em torno de 5 minutos com pico maior no número de garfadas.

4. TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

O Sistema Especialista (SE), desenvolvido para o problema em estudo, necessitou de uma pesquisa inicial, chamado *Shell Expert Sinta* é uma ferramenta computacional, que opera através de técnicas de Inteligência Artificial, que gera de modo automático um SE, sendo sua principal função simplificar a implementação.

Utilizou-se para aquisição do conhecimento na coleta e interpretação da taxa de alimentação, variáveis como a garfada por minuto, duração (tempo de refeição), quantidade de garfadas e excesso de velocidade, podendo assim gerar um sinalizador do ritmo mastigatório. Comparar também fatores ambientais/alimentares que interferem na diminuição do metabolismo. Se o tempo de mastigação/velocidade mais rápido, favorece a não chegada da mensagem ao cérebro, não sinalizando saciedade, contribuindo para um maior consumo de alimentos, elevando o peso.



Figura 10. *Expert Sinta*- Árvore de decisão- Variáveis- Excesso de peso- Ritmo Mastigatório elevado.

Uma árvore de decisão para criação do SE, através das variáveis. A obesidade e o sobrepeso podem ser influenciados por diversos fatores. Através das variáveis acima nota-se que o número de garfadas por minuto, excesso de velocidade de uma refeição, fatores alimentares e ambientais, podem ser determinantes da detecção de risco de sobrepeso e

obesidade. Sendo que através dessa árvore de decisão, as respostas sinalizadas com sim, aproximam-se de um risco de excesso de peso (sobrepeso), tanto do almoço como refeição principal, como lanche da tarde e também com fatores alimentares e ambientais que podem interferir e contribuir para o aumento do peso.

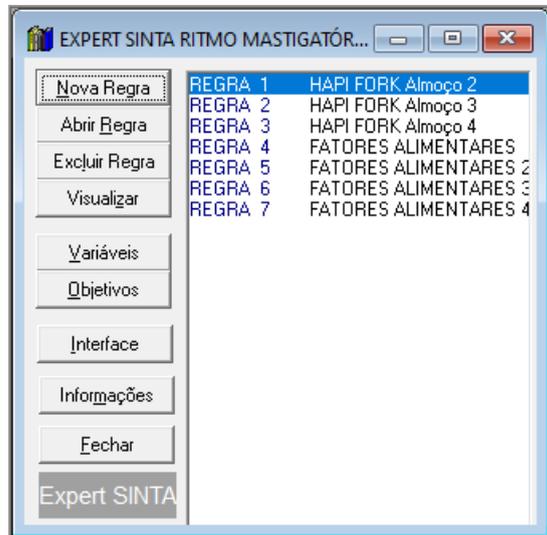


Figura 11. *Expert Sinta* – Regras elaboradas a partir de variáveis para analisar o ritmo mastigatório.

O SE, *Expert Sinta*, representado por regras, desenvolvidos através de variáveis que representam fatores de risco e/ou fatores que podem favorecer a detecção de risco de sobrepeso/obesidade, bem como ser interferido por processo mastigatório rápido, bem como, estilo de vida da população.



Figura 12. *Expert Sinta* – Abertura do SE validado, introduzindo o ritmo mastigatório.

O Expert Sinta, ao ser disponibilizado regras através das variáveis, apresenta-se validado, sinalizando que está apto a rodar, abrindo a tela introdutória acima.

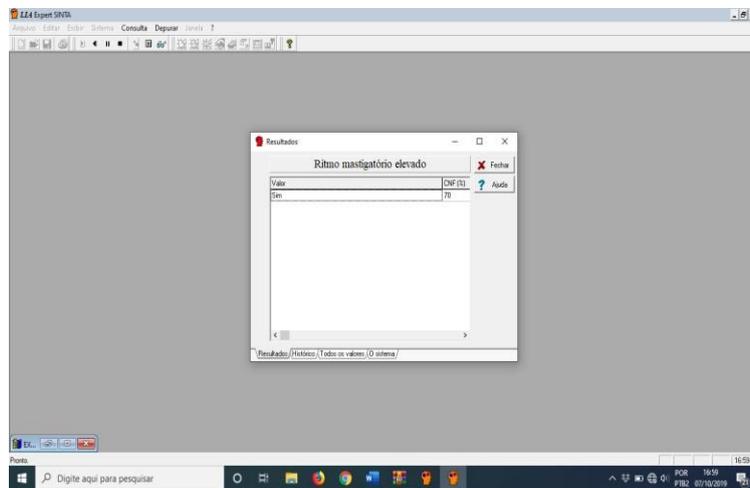


Figura 13. *Expert Sinta* – Resposta do apontamento Ritmo Mastigatório, após análise das regras e variáveis.

5 INSTRUMENTO DE MEDIDAS *HAPIFORK*

O *HAPI fork* que tem como função avaliar a duração de uma refeição, tendo como um dos resultados, o controle do peso, o controle da ingestão. É um dispositivo eletrônico (Figura 14) que possui três partes importantes contendo; os dentes (14.1.a), o corpo (14.1.b), ambos confeccionados com aço inoxidável, para ser higienizados, e a chave eletrônica (14.1.c), associada ao micro *USB*, sendo que a parte eletrônica não pode entrar em contato com água.

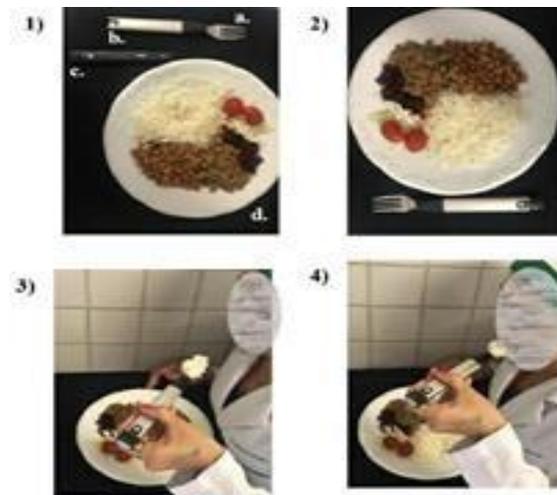


Figura 14: Garfo *HAPI fork* e suas partes

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados apresentados, podem contribuir para a compreensão, sobre como os dados coletados pelo *HAPIfork* pode se relacionar com a função ritmo mastigatório. As variáveis dinâmicas, podem se organizar em resposta à alguns fatores comportamentais, alimentares e extrínsecos.

Assim, as curvas mostram que podemos adotar uma correlação desse parâmetros e utilizando técnicas de IA para a adoção do ritmo mastigatório, que possa interferir na alteração do peso.

Com os presentes resultados, as variáveis como velocidade de mastigação elevada e o maior número de garfadas, entende-se que o processo mastigatório é rápido, demorando mais tempo para dar saciedade ao cérebro, podendo causar mais fome, ao indivíduo, que poderia melhorar sua mastigação e fazer com que o cérebro entendesse que está saciado. A busca, em utilizar o Expert Sinta no futuro, tem grande valia, pois através de perguntas e respostas de fatores de risco que geram o sobrepeso e ou obesidade, facilita assim a detecção de risco. Logo tornando essa detecção de risco de sobrepeso e ou obesidade preciso, mais rápido para poder iniciar o tratamento e podendo haver prevenção na velhice, por exemplo ou até mesmo um adulto com menos comorbidades.

7 CONCLUSÃO

A avaliação do ritmo mastigatório, através das variáveis que indicam que a ingestão rápida de alimentos, com a redução da mastigação e a associação ao SE para facilitar a identificação da detecção de risco, ou seja, maior risco de sobrepeso e ou obesidade.

Este trabalho é uma continuidade de um estudo realizado no Laboratório de Engenharia e Biomaterial (BioEngLab), associado ao tema, com relação as variáveis, fatores alimentares, com o controle de peso.

Verificou-se que a velocidade de refeição, com a número maior de mastigações, favorece a saciedade e melhora no controle de peso. Apesar de alguns resultados e números se apresentarem semelhantes, percebe-se sempre uma relação positiva, com aumento no número de mastigadas, nos alimentos que exigem mais esforço e os que não exige, podemos estudar formas de controle da mastigação, para que haja resultados positivos.

Sugere-se, para trabalhos futuros o desenvolvimento de um conectivo semelhante ao garfo *HAPIfork*, com intuito de criação de um produto brasileiro, que possa ajudar no controle de ingestão alimentar em especial aqueles que já possuem as DCNT's, para que possa nitidamente associar com a melhora do quadro clínico, gerando qualidade de vida e prevenção de sobrepeso e ou obesidade.

Além do mais, esse estudo, bem como variáveis apresentadas, possam ser objetos de utilização em práticas e clínicas gestoras, como ferramenta facilitadora.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- AJEJAS BAZÁN, M. J. et al. Factors associated with overweight and childhood obesity in Spain according to the latest national health survey. **Escola Anna Nery**, v. 22, n. 2, p. 1–6, 2018.
- ANGOORANI, P. *et al.* The association of parental obesity with physical activity and sedentary behaviors of their children: the CASPIAN-V study. **Jornal de Pediatria**, v. 94, n. 4, p. 410–418, 2018.
- ALVES, M. P. **Associação entre Mastigação e Excesso de Peso: Uma Revisão Sistemática.** Universidade Federal do Mato Grosso Instituto de Saúde Coletiva, 2014.
- BENTHAM, J. et al. Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128·9 million children, adolescents, and adults. **The Lancet**, v. 390, n. 10113, p. 2627–2642, 2017.
- BRASIL. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012. Aprova normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Brasília: **Diário Oficial da União**, 2012.
- BRASIL. Orientações para coleta e análise de dados antropométricos em serviços de saúde: Norma Técnica do Sistema de Vigilância Alimentar e Nutricional-SISVAN-Ministério da Saúde, 76p, 2011.
- CAISAN. Câmara Interministerial de Segurança Alimentar e Nutricional Estratégia Intersetorial de Prevenção e Controle da Obesidade: recomendações para estados e municípios. **Ministério do Desenvolvimento Social**, p.39, 2014.
- CAMARGOS, A. C. R. et al. Prevalência de sobrepeso e de obesidade no primeiro ano de vida nas Estratégias Saúde da Família. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 27, n. 1, p. 32–38, 2019.
- CASTRO, J. A. C.; NUNES, H. E. G.; SILVA, D. A. S. Prevalência de obesidade abdominal em adolescentes: associação entre fatores sociodemográficos e estilo de vida. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 34, n. 3, 2016.
- CONASS. A atenção primária e as Redes de Atenção à Saúde. **Conselho Nacional de Secretários de Saúde**, p. 127, 2015.
- CORREA, M. Determinantes da composição corporal em crianças e adolescentes. **Revista Cuidarte**. v. 5, n. 2, p. 564–568, 2014.
- COSTA, J. Excesso de peso, padrão de consumo alimentar, parto cesáreo e pressão arterial em pré-escolares. p. 1–121, 2018.
- DE SOUZA, R. G. M. et al. Validação de fotografias de alimentos para estimativa do consumo alimentar. **Revista de Nutricao**, v. 29, n. 3, p. 415–424, 2016.
- DIAS, J. D. et al. Serious games as an educational strategy to control childhood obesity: A systematic literature review. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 26, 2018.
- DIAS, P. C.; BURLANDY, L. Obesidade e políticas públicas: concepções e estratégias adotadas pelo governo brasileiro. **Caderno de Saúde Pública**, v. 33, n. 7, p. 1–12, 2017.

- FARIAS, P. DE O. L. et al. O cuscuz na alimentação brasileira. **Revista Contextos da Alimentação**, v. 3, n. 1, p. 35–49, 2014.
- FERRARI, G. L. DE M. et al. Factors associated with objectively measured total sedentary time and screen time in children aged 9–11 years. **Jornal de Pediatria**, v. 95, n. 1, 2019.
- FERREIRA, M. M. . ET AL. Aplicação do Software Expert Sinta objetivando o auxílio da tomada de decisão em situação de acidente de trabalho em uma madeireira. **Simpósio de Engenharia Gestão e Inovação**, p. 1–10, 2019.
- FREIRE, J. . Centro de educação e saúde frente aos fatores determinantes para hipertensão arterial sistêmica e diabetes mellitus em crianças, Cuité-PB, 2019.
- GUEDES, M. R. . Ensino de anatomia e fisiologia do sistema digestório humano mediado por sala ambiente. **Centro Universitário de Volta Redonda**, 2015.
- JUNKES-CUNHA, ET AL. Implementation of expert systems to support the functional evaluation of stand-to-sit activity. **Bio Medical Engineering On Line**, v. 13, n. 1, p. 1–12, 2014.
- LOURENÇO, P. M. B. Sistema especialista para auxílio no diagnóstico de diabetes mellitus. **Un. Presidente Antônio Carlos**, 2003.
- MENDONÇA ET AL. Consumo de grupos de alimentos em adultos com excesso de peso. **Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e emagrecimento.**, v. 8, n. 43, p. 245–252, 2018.
- MURAKAMI, M. et al. Distinct Sources of Deterministic and Stochastic Components of Action Timing Decisions in Rodent Frontal Cortex. **Neuron**, v. 94, n. 4, p. 908- 919.e7, 2017.
- NASCIMENTO, G. K. B. A mastigação nos diferentes ciclos de vida. **Centro de Ciência da Saúde**, p. 0–176, 2017.
- NOGUEIRA-DE-ALMEIDA, C. A.; MELLO, E. D. DE. Correlation of body mass index Z-scores with glucose and lipid profiles among overweight and obese children and adolescents. **Jornal de Pediatria**, 2018.
- OHKUMA, T. et al. Association between eating rate and obesity: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Obesity**, v. 39, n. 11, p. 1589–1596, 2015.
- PASINATO, F. et al. Study of the kinematic variables of unilateral and habitual mastication of healthy individuals. **Codas**, v. 29, n. 2, p. 1–8, 2017.
- PETRY, J.; LOPES, A. C.; CASSOL, K. Autopercepção das condições alimentares de idosos usuários de prótese dentária. **Codas**, v. 1782, n. 3, p. 1–9, 2019.
- RENTZ-FERNANDES, A. R. et al. Autoestima, imagem corporal e depressão de adolescentes em diferentes estados nutricionais. **Revista de Salud Publica**, v. 19, n. 1, p. 111–120, 2017.
- RODRIGUES, E. AL. Fatores relacionados potencialmente causais da obesidade e sobrepeso no campo universitário. **Journal of Chemical Information and Modeling**, vol.4, n.2, p.1-9, 2019.
- SANTOS, R, E, A. Desempenho mastigatório de crianças com sobrepeso e obesidade da zona da mata do estado de pernambuco. **Journal of Chemical Information and Modeling**, v. 53, n. 9, p. 1689–1699, 2019.
- SANTOS, B. V. Análise da mastigação e da saciedade em escolares. **J. Health Biol Sci**, v. 7, n. 1, p. 47–52, 2019.
- SARAIVA, N. C. G.; MEDEIROS, C. C. M.; ARAUJO, T. L. DE. Serial album validation for

promotion of infant body weight control. **Revista Latino-Americana de Enfermagem**, v. 26, n. 0, 2018.

SERAFIM, J. et al. Associação entre a velocidade de alimentação e sobrepeso/obesidade: uma revisão integrativa. **RBONE - Revista Brasileira de Obesidade, Nutrição e Emagrecimento**, v. 10, n. 58, p. 199–204, 2016.

SILVA, ET AL. Sistema Especialista Contribuindo com peopleware indireto no diagnóstico de hardware. **Journal of Food System Research**, p. 1–6, 2018.

TOMEDI, G. O. Sistema especialista para auxílio em exames ortopédicos da cabeça e do pescoço. **UNIFACVEST**, 2016.

TORRES, A.A.L.;FURUMOTO, R.A.V.;ALVES, E. D.Avaliação antropométrica e dietética de crianças de 0 a 10 anos atendidas no ambulatório de pediatria do hospital universitário de Brasília, p. 1–18, 2018.

UESSUGUE, P; BRASIL, L, M;SANCHES, H, M. Utilização do Sistema Especialista para diagnóstico de Obesidade Infantil em uma creche no DF. **Brazilian Journal of Health**, v. 1, n. 2, p. 477–484, 2018.

VIEIRA, C. et al. Caracterização da mastigação segundo tempo , predominância de lateralidade e número de ciclos mastigatórios em adultos jovens. **Distúr Comum**, v. 26, n. 2, p. 304–315, 2014.

WELFORT, V. R. . Manual de Orientação Obesidade na Infância e Adolescência. **Sociedade Brasileira de Pediatria, Departamento Científico de Nutrologia**, 3^a ed, 236p, 2019.

WHITAKER, M.; JÚNIOR, A.; GENARO, K. Proposta de protocolo de avaliação clínica da função mastigatória. **Rev. CEFAC**, n. 1, p. 1-13, 2009.

ANEXOS

ANEXO I

ANÁLISE PRÉ-CLÍNICA							
GRUPO-1- VERDURAS (alface)	08/mar	09/mar	10/mar	11/mar	12/mar	14/mar	15/mar
Duração Total	2 min	3 min	2 min	2 min	2 min	3 min	2 min
Número de Garfadas	17	13	18	15	17	13	17
Garfadas/min	6	2	6	5	6	3	6
Velocidade	6	2	6	6	6	2	6
Número total de mastigadas por vídeo	259	272	255	248	259	266	255
GRUPO-2 E 3- PÃES MASSAS E LEGUMINOSAS (Arroz e feijão)	11/marc	05/mar	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar
Duração Total	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min
Número de Garfadas	11	11	12	12	12	12	12
Garfadas/min	4	4	5	5	5	5	5
Velocidade	6	5	8	6	7	7	7
Número total de mastigadas por vídeo	197	222	212	199	193	195	195
GRUPO-4- CARNES E OVOS - (ovos)	11/marc	05/mar	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar
Duração Total	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min
Número de Garfadas	11	12	12	12	11	12	12
Garfadas/min	4	5	5	5	4	5	5
Velocidade	4	4	4	4	4	4	4
Número total de mastigadas por vídeo	181	189	185	190	177	188	185
GRUPO DE ALIMENTOS COMPLETO- (Macro e micronutrientes)	11/marc	05/mar	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar
Duração Total	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min
Número de Garfadas	16	15	15	17	13	13	13

Garfadas/min	4	4	4	5	4	4	4
Velocidade	5	5	5	5	4	4	4
Número total de mastigadas por vídeo	226	222	222	219	232	232	232
GRUPO INVASIVO (Garfo Vazio) -	11/marc	05/mar	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar
Duração Total	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min
Número de Garfadas	10	10	10	10	10	10	10
Garfadas/min	6	5	5	5	6	6	6
Velocidade	2	2	2	2	2	2	2
Número total de mastigadas por vídeo	126	122	121	122	123	125	126
GRUPO DE ALIMENTOS COMPLETO- (EM FRENTE DA TELEVISÃO)	11/marc	05/mar	06/mar	07/mar	08/mar	09/mar	10/mar
Duração Total	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min	2 min
Número de Garfadas	16	15	15	17	13	13	13
Garfadas/min	4	4	4	5	4	4	4
Velocidade	8	8	8	7	7	8	7
Número total de mastigadas por vídeo	212	201	210	219	232	210	230

ANEXO II – PRÉ-CLÍNICO COMPLETO

