

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS – CCET
CURSO DE DESIGN

DANIELLE CRISTINA DOS SANTOS PEREIRA

**AVALIAÇÃO DE FORÇAS MANUAIS EM EMBALAGENS COM TAMPAS DE
ROSCA: UM ESTUDO COM GARRAFAS DE ÁGUA MINERAL.**

São Luís
2017

DANIELLE CRISTINA DOS SANTOS PEREIRA

**AVALIAÇÃO DE FORÇAS MANUAIS EM EMBALAGENS COM TAMPAS DE
ROSCA: UM ESTUDO COM GARRAFAS DE ÁGUA MINERAL.**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Design da Universidade Federal do Maranhão para obtenção de Grau de Bacharel em Design.

Orientadora: Prof.Dra.Lívia Flávia de Albuquerque Campos.

São Luís
2017

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Pereira, Danielle Cristina dos Santos.

Avaliação de forças manuais em embalagens com tampas de rosca / Danielle Cristina dos Santos Pereira. - 2017.
113 f.

Orientador(a): Lívia Flávia de Albuquerque Campos.
Monografia (Graduação) - Curso de Design, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2017.

1. Embalagem. 2. Ergonomia. 3. Idosos. 4. Torque.
I. Campos, Lívia Flávia de Albuquerque. II. Título.

DANIELLE CRISTINA DOS SANTOS PEREIRA

**AVALIAÇÃO DE FORÇAS MANUAIS EM EMBALAGENS COM TAMPAS DE
ROSCA: UM ESTUDO COM GARRAFAS DE ÁGUA MINERAL.**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Design da Universidade Federal do Maranhão para obtenção de Grau de Bacharel em Design.

Orientadora: Prof.Dra.Livia Flávia de Albuquerque Campos.

Aprovada em: 21/ 07 / 2017

Banca de Avaliação

Prof. Dra. Livia Flávia de Albuquerque Campos (Orientadora)
DDET - UFMA

Prof. M.e. André Leonardo Demaison Medeiros Maia
DDET - UFMA

Prof. Dr. Denilson Moreira dos Santos
DDET - UFMA

Dedico este trabalho a Deus por ter me oferecido a oportunidade de viver e evoluir a cada dia. Aos meus pais, irmãos e amigos pelo apoio e carinho oferecidos em todos os momentos de minha vida e principalmente neste.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus meu guia e minha fortaleza.

À minha família base de minha educação, em especial à minha Maria Santana e meu pai Dário Tibúrcio por terem me incentivado a sempre optar pelos estudos e sem os quais eu não teria chegado até aqui.

À Anso da Silva, namorado e amigo, por todo o amor, compreensão, incentivo e companheirismo.

À Ana Cristina Amurim pela amizade, empenho e dedicação a este estudo.

À minha orientadora Livia Flávia de Albuquerque Campos por ter acreditado neste trabalho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento científico do Maranhão – FAPEMA por ter financiado essa pesquisa.

À Samuel Miranda e Tayomara Santos por tornarem mais leves os tensos dias da Graduação.

Aos voluntários, colegas e docentes que contribuíram para a conclusão desse estudo, especialmente a Aline Vieira, Nathália Campos e Ricardson Vieira que foram essenciais para essa pesquisa.

Aos que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento desse trabalho.

A todos, meus sinceros agradecimentos.

“Não se amoldem ao padrão deste mundo, mas transformem-se pela renovação de sua mente, para que sejam capazes de experimentar e comprovar a boa, agradável e perfeita vontade de Deus.”

Romanos 12:2

RESUMO

O foco principal da ergonomia é a constante busca por entender como se estabelece a relação do homem com os diversos artefatos que manuseia em seu cotidiano. A partir disso, estudos ergonômicos apresentam-se como fontes importantes que além de analisar e compreender esta relação buscam formas de solucionar ou minimizar tais problemas sempre focando na satisfação do usuário (Dul e Weerdmeester, 2004; Moraes e Mont'Alvão, 2012). A ergonomia voltada para as atividades do cotidiano vem se destacando e contribuindo significativamente para o desenvolvimento de produtos que respeitam as limitações e restrições dos usuários. Estudos ergonômicos voltados para as embalagens podem ajudar a reduzir o número de acidentes domésticos relacionados à manipulação de diversos produtos de uso domésticos, que muitas vezes exigem que o indivíduo disponha de força excessiva, uso de ferramentas ou de ajuda de terceiros para usufruí-los. A situação torna-se ainda mais preocupante quando se trata de usuários com reduzida força manual capacidade muscular, e o marco para o início da perda da capacidade muscular relacionada à idade está situado entre os 50 e 55 anos de idade (MONTTOYE; LAMPHIYER, 1977; MATHIOWETZ et al., 1986; HANTEN et al., 1999; VOORBIJ; STEENBEKKERS, 2001). Pelos motivos expostos, este trabalho buscou realizar uma avaliação biomecânica (preensão de torque manual) através de atividades simuladas, com mulheres a partir dos 50 anos de idade, a fim de verificar se o desenho de tampas de rosca das garrafas PET de água mineral influencia na atividade de abertura dessas embalagens. Para isso foram realizadas a mensuração de preensão de torque fixo com um transdutor de torque e o dinamômetro digitais acoplados a uma garrafa PET de água mineral. Esta pesquisa contou com a participação de 30 sujeitos e os resultados apontaram que as características da interface das embalagens têm grande influência no nível de preensão de torque manual aplicado à atividade abertura de embalagens por esses indivíduos.

Palavras-Chave: Embalagem, ergonomia, força manual.

ABSTRACT

The main focus of ergonomics is the constant search for understanding how man's relationship with the various artifacts he manipulates in his daily life is established. From this, ergonomic studies are presented as important sources that, besides analyzing and understanding this relationship, seek ways to solve or minimize such problems, always focusing on user satisfaction (Dul and Weerdmeester, 2004; Moraes and Mont'Alvão, 2012). Ergonomics focused on daily activities has been highlighting and contributing significantly to the development of products that respect the limitations and restrictions of users. Ergonomic packaging studies can help reduce the number of household accidents related to the handling of various household products, which often require the individual to have excessive force, use of tools or help from others to enjoy them. The situation becomes even more worrying when it comes to users with reduced manual muscle strength, and the milestone for the onset of age-related muscle capacity loss is between 50 and 55 years old (MONTTOYE, LAMPHIYER, 1977, Manteio et al., 1986, HANTEN et al., 1999, VOORBIJ, STEENBEKKERS, 2001). For these reasons, this work sought to perform a biomechanical evaluation (manual torque hold) through simulated activities, with women from 50 years of age, in order to verify if the design of screw caps of PET bottles of mineral water influences In the opening activity of these packages. For this purpose, a fixed torque grip was measured with a torque transducer and the digital dynamometer coupled to a PET bottle of mineral water. This research had the participation of 30 subjects and the results pointed out that the characteristics of the interface of the packages have a great influence on the level of grip of manual torque applied to the activity of opening of packages by these individuals.

Key words: Packaging, ergonomics, manual force.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Partes do corpo mais afetadas em acidentes de consumo.	21
Figura 2:A. (À esquerda) Dedos da mão conforme a topografia funcional. B. (À direita) Superfície palmar da mão humana.	24
Figura 3: Regiões de contato com uma superfície plana.	25
Figura 4: Movimentos de preensão realizados pela mão humana.	26
Figura 5: Classificação das preensões: A) Preensão propriamente dita; B) Preensão com gravidade e C) Preensão de ação.	26
Figura 6: Preensões propriamente ditas: A) Preensão bidigital; B) Preensão tridigital e C) Preensão tetradigital.	27
Figura 7: Preensões palmares: A) Preensão palmar com toda a mão; B) Preensão digital palmar.	27
Figura 8:Preensões propriamente ditas do tipo centradas.	28
Figura 9: Preensões propriamente ditas do tipo centradas: A) Flexão e B) extensão.....	29
Figura 10:Alguns tipos de controle encontrados no cotidiano: botão rotativo, interruptor e teclado.....	30
Figura 11:Tipos de manejo: A) Grosseiro; e B) Fino.	31
Figura 12:Tipos de desenho de pega: pegas geométricas (à esquerda) e pegas anatômicas (à direita).....	32
Figura 13:Mapeamento da mão direita com letras para indicação da região palmar	34
Figura 14:Participação de PET no mercado de embalagens Plásticas no Brasil em 2012	39
Figura 15:Partes de uma garrafa PET.	39
Figura 16:Detalhes da tampa e acabamento de uma garrafa Pet de água mineral.....	41
Figura 17:Parte interna de tampas de garrafa pet de água mineral.....	41
Figura 18:Variações nas embalagens de água mineral: A) Tamanhos de tampas; B) Ranhuras nas tampas e C) Texturas na região de pega do corpo.	41
Figura 19:Etapas da pesquisa.	43
Figura 20: Classificação das embalagens em grupos.	45
Figura 21:Equipamentos da Etapa 2: (à esquerda) paquímetro e (à direita) fita métrica para circunferência.	48
Figura 22: Teste de Percepção de força manual.	49
Figura 23:Voluntários Etapa 2: Percentil 5 (às esquerda) e Percentil 95 (à direita) realizando o Teste de Erick.	51

Figura 24:Equipamentos Etapa 4: (À esquerda) Dinamômetro digital (AFG 500). (À direita) Transdutor de torque móvel (STT).	52
Figura 25:Embalagem de garrafa Pet com o fundo removido e transdutor de torque acoplado.	52
Figura 26:Tampas selecionadas para terceira etapa.....	53
Figura 27:Tampas modificadas para o teste de mensuração de força.....	53
Figura 28:Tampa modificada para o teste de mensuração de força de torque.....	54
Figura 29: Dificuldade com abertura de embalagens.	57
Figura 30:Dificuldades de abertura de embalagem.	58
Figura 31: Classificação por dificuldade de abertura	59
Figura 32:Grupo C- classificado como “Muito difícil de abrir”.	60
Figura 33:Resultados para o Grupo A.	61
Figura 34: Grupo B classificado como fácil de abrir	62
Figura 35:Níveis de dificuldade do grupo D.	63
Figura 36:Grupo E, embalagens classificadas como “ Muito fácil de abrir”.	64
Figura 37: Porcentagem do uso de materiais no setor de embalagens.	65
Figura 38:A dificuldade ao tentar abrir embalagens de garrafas pet de água mineral, masculino e feminino, respectivamente	66
Figura 39:Constrangimento ao abrir embalagens de garrafas pet de água mineral, feminino (à esquerda) e masculino (à direita).....	67
Figura 40:Trauma físico ao abrir embalagens de garrafas pet de água mineral, feminino e masculino, respectivamente.....	68
Figura 41: GARRAFA 01. Resultados para LPD.	69
Figura 42:GARRAFA 14. Resultados para LPD.	69
Figura 43:GARRAFA 12. Resultados para LPD.	70
Figura 44: GARRAFA 02. Resultados para LDP.	71
Figura 45:GARRAFA 15. Resultados para LPD.	72
Figura 46:Resultados para a área do percentil 05 contato com as tampas das embalagens.	74
Figura 47:Resultados para a área do percentil 95 contato com as tampas das embalagens.	74
Figura 48: Comparação das médias dos valores de força de toque.	75
Figura 49: Comparação entre as tampas 17 (à esquerda) e 21 (à direita).....	78
Figura 50: Detalhes das ranhuras das tampas 13 (à esquerda) e da tampa 21 (à direita).	78
Figura 51:LPD para a tampas 17	80
Figura 52:LPD para a tampas 21.	81

Figura 53:LPD para a tampas 13.....	82
Figura 54: LPD para a tampas 15.....	83

LISTA DE TABELA

Tabela 1:Medidas das mãos dos percentis 5 e 95 comparados aos percentis de Dreyfuss (2005).	50
Tabela 2:Comparação da altura, diâmetro e média de força obtida.....	76
Tabela 3: Correlação de Pearson.	79

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Dimensões do corpo e tampa das embalagens usadas nos testes 1.	72
Quadro 2: Análise estatística das forças de torque obtida.	77

SUMÁRIO

	p.
1	INTRODUÇÃO 17
2	OBJETIVOS 20
2.1	Objetivo Geral..... 20
2.2	Objetivos Específicos 20
3	JUSTIFICATIVA 21
4	REFERENCIAL TEÓRICO..... 24
4.1	A Mão humana e a preensão manual..... 24
4.2	Controles e manejo 30
4.3	Percepção de conforto e desconforto..... 33
4.4	A população em envelhecimento e a ergonomia dos objetos..... 34
4.5	Objeto de estudo: embalagens de água mineral 36
4.6	Sistemas de abertura de embalagens 40
5	MATERIAIS E MÉTODOS 42
5.1	Primeira etapa: estudo preliminar para escolha das embalagens..... 43
5.1.1	Protocolos:
5.1.2	Procedimentos:
5.2.	Segunda etapa: Teste de Percepção de desconforto e teste de Erick..... 46
5.2.1	Protocolos
5.2.1.1	<i>Protocolos utilizados nos Testes 1 e 2:</i> 47
5.2.1.2	<i>Protocolos utilizados nos Testes 1:.....</i> 47
5.2.2	Equipamentos:
5.2.3	Materiais:
5.2.4	Procedimentos:
5.2.4.1	<i>Procedimentos: Teste 1 - Percepção de conforto e desconforto.....</i> 49
5.2.4.2	<i>Procedimentos: Teste 2 - Teste de Erick.</i> 50
5.3	Terceira etapa: aplicação de teste de força manual..... 51
5.3.1	Protocolos
5.4.2	Equipamentos
5.4.3	Materiais
5.4.4	Procedimentos.....

6	ANÁLISE DOS DADOS	55
6.1	Primeira etapa: escolha das embalagens questionário online	55
6.2	Segunda etapa: pesquisa de percepção de conforto.....	56
6.3	Terceira etapa: aplicação de teste de força manual e percepção de conforto e desconforto.	56
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	57
7.1	Questionário online.....	57
7.2	Resultado segunda etapa.....	66
<i>7.2.1</i>	<i>Teste 1: Pesquisa de percepção de conforto e desconforto</i>	<i>66</i>
<i>7.2.2</i>	<i>Resultados teste 2: Teste de Erick.....</i>	<i>73</i>
7.3	Resultados terceira etapa: teste de mensuração de força.	75
8	RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TAMPAS DE EMBALAGENS DE GARRAFAS PET CONSIDERANDO O USUÁRIO FEMININO ACIMA DE 50 ANOS.	84
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
	REFERÊNCIAS.....	89
	APÊNDICES	95

1 INTRODUÇÃO

A ergonomia, termo de origem grega, formado pela junção das palavras *ergon* (trabalho) e *nomos* (regras), surgiu no contexto da Segunda Guerra Mundial na tentativa de melhorar a interação dos soldados com o maquinário bélico. Os esforços para adaptar as máquinas aos homens exigiram que profissionais de diversas áreas das ciências humanas, exatas e sociais se unissem para buscar solucionar os problemas apresentados; isso contribuiu para a formação do caráter multidisciplinar da ergonomia. Com o fim da Segunda Grande Guerra, os conhecimentos adquiridos nos estudos ergonômicos puderam ser utilizados nas indústrias criando postos de trabalhos mais produtivos, seguros e eficientes (DUL E WEERDMEESTER, 2004).

De acordo com Baxter (2011, p.236) "No princípio, a ergonomia estudava o homem no seu ambiente de trabalho, mas agora ela ampliou os objetivos, e estuda as interações entre as pessoas e os artefatos em geral, e o seu meio ambiente", essa evolução na visão de estudo da ergonomia permitiu uma análise mais completa das tarefas realizadas; o foco continua sendo o usuário, mas compreende-se que o contexto no qual ele está inserido bem como, as suas experiências e expectativas em relação ao produto que utiliza, têm influência sobre o seu desempenho e satisfação ao realizar a tarefa.

Quando a ergonomia se volta para a análise de postos de trabalhos e problemas do cotidiano ela demonstra o seu caráter mais social, e são diversas as situações nas quais ela pode atuar traçando estratégias para reduzir fatores que põem em risco a saúde, a segurança e o conforto das pessoas, por exemplo: criando mobiliários e eletrodomésticos mais seguros, melhorando os meios de transportes, adaptando produtos a grupos de usuários com limitações específicas, estudando características fisiológicas e biomecânicas para a elaboração de artefatos mais seguros e com melhor usabilidade (IIDA, 2005; DUL E WEERDMEESTER, 2004).

O aprimoramento da ergonomia voltada para o ambiente doméstico ou de trabalho é de suma importância, pois o usuário, eventualmente, entra em contato com alguma interface mal projetada durante as suas atividades, isso ocorre porque o processo de desenvolvimento de produtos nem sempre é acompanhado de orientações ergonômicas. As consequências disso podem ser observadas a partir dos vários casos de acidentes relatados durante o manuseio de artefatos (WEERDMEESTER, 2004; SILVA, 2012).

O que deve ser sempre levado em consideração é que produtos são projetados para ser utilizados, direta ou indiretamente, por pessoas e mesmo interfaces aparentemente simples podem se revelar complexas após uma análise minuciosa, por isso a importância de se incluir princípios ergonômicos em todas as etapas de criação de um produto a fim de evitar possíveis problemas durante a interação com o usuário (BAXTER, 2011; IIDA, 2005).

Quando se projeta pensando no usuário deve-se pensar nas diversas possibilidades que um produto pode assumir durante o uso (BAXTER, 2011). Iida (2005) cita as qualidades, que do ponto de vista ergonômico todo produto deve possuir, são elas: qualidade técnica, ergonômica e estética. Embora a qualidade técnica e a estética sejam responsáveis pela funcionalidade e pelo prazer de uso, respectivamente, é a qualidade ergonômica que vai garantir uma boa interação do usuário com o produto.

A Revolução Industrial ocorrida no final dos séculos XVIII e XIX abriu novas possibilidades de métodos de fabricação tornando o processo de produção mais dinâmico e aumentando consideravelmente a quantidade de produtos industrializados no mercado. Essas inovações deixaram o mercado mais competitivo e permitiram o surgimento de inovações tanto técnicas quanto estéticas (SCHNEIDER, 2010).

Os novos produtos passaram a requerer invólucros que fossem mais eficientes para sua proteção e transporte, e as embalagens precisaram passar por processos de aperfeiçoamentos para acompanhar essa evolução. Neste contexto, notou-se a necessidade da criação de um setor voltado para o desenvolvimento de embalagens. Com a evolução desse setor percebeu-se que além de materiais e processos havia outro elemento essencial para o bom desempenho das embalagens, o usuário (NEGRÃO E CAMARGO, 2008; MESTRINER, 2002).

A embalagem, na maioria das vezes, é a primeira forma de contato que o indivíduo tem com o produto, essa experiência deve permitir ao usuário usufruir do produto de maneira segura e realizar sua tarefa de maneira satisfatória. Em outras palavras, ao cumprir seus princípios de manter a integridade e segurança do produto a embalagem não pode pôr em risco a segurança e o conforto de quem a utiliza (NEGRÃO E CAMARGO, 2008).

Entre as diversas embalagens manuseadas cotidianamente chama-se a atenção para aquelas com fechamento por tampas rosqueáveis, que assim como a maioria, são desenvolvidas priorizando-se questões de logísticas e custo de produção, o que faz com que os projetos dessas embalagens foquem no desenvolvimento de materiais e tecnologias que privilegiam mais as necessidades do produto, deixando o usuário em segundo plano (SILVA, 2012).

Para Iida (2005) a característica da interface de um produto é um dos fatores responsáveis por garantir a boa interação deste com o usuário, pois tem grande influência sobre a definição da forma de controle e conseqüentemente da forma de introdução de informações nos sistemas.

Para as embalagens com tampa de rosca, a força manual para exercer o torque torna-se essencial para o sucesso da atividade de sua abertura, o que por outro lado compromete consideravelmente o desempenho da atividade quando um usuário que dispõe de pouca força manual, como mulheres e idosos (SILVA, 2012). Por isso, a importância de ao se planejar um produto buscar sempre conhecer as limitações e restrições dos usuários; e para se atingir tais objetivos os critérios como, faixa etária e gênero não devem ser deixados de lado (IIDA, 2005; DUL E WEERDMEESTER, 2004).

A influência da idade na execução de tarefas já foi objeto de vários estudos (GERALDES et al, 2008; SILVA, INOKUTI E PASCHOARELLI, 2012; SILVA, 2013; RAYMUNDO, 2013; SILVA, INOKUTI E PASCHOARELLI, 2013) e com o aumento da expectativa de vida da população mundial é preciso que se dê a devida importância a estudos que priorizem essa parte da população.

A perda de algumas habilidades físicas pelos idosos não pode ser vista como sinônimo de incapacidade, o envolvimento da ergonomia em pesquisas direcionadas a esse público visa promover a criação de postos de trabalhos adaptados às necessidades desses usuários (IIDA, 2005).

A partir dessas análises, e com as devidas considerações, este estudo buscou através de uma avaliação física de prensões manuais associadas ao torque manual, mapear possíveis problemas ergonômicos presente nas tampas e que estejam comprometendo a realização da atividade de abertura de garrafas de água mineral PET com tampa de rosca, por mulheres a partir dos 50 anos de idade. Para isso realizou-se um teste simulado no qual foi utilizado, dentre outras ferramentas, um dinamômetro digital e um transdutor de torque para aferir a força de torque manual aplicada às tampas das garrafas durante a simulação de abertura das embalagens.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O objetivo desse estudo é realizar uma avaliação física de força de preensão manual associada ao torque manual através de atividades simuladas, com mulheres a partir dos 50 anos de idade, a fim de verificar se o desenho de tampas de rosca das garrafas PET de água mineral influencia na atividade de abertura dessas embalagens.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o torque fixo, através de contração voluntária máxima, de indivíduos destros e canhotos, na simulação de uso de garrafas de água mineral com diferentes tampas de rosca.
- Compreender a influência do desenho das tampas na força manual associada a torque, na simulação de uso de embalagens de água mineral com diferentes tampas de rosca.
- Compreender a influência do desenho das tampas na percepção de desconforto, na simulação de uso de embalagem de água mineral com diferentes tampas de rosca;
- Traçar recomendações ergonômicas para o projeto deste produto considerando o usuário acima de 50 anos, feminino.

3 JUSTIFICATIVA

A quantidade de força aplicada em um sistema homem-máquina está relacionada às características da pega. Pegas do tipo empunhadura, aquelas que permitem o uso de todos os dedos se fechando em torno do objeto, podem produzir uma força equivalente a 40 kgf; enquanto as que utilizam o polegar em oposição às pontas dos demais dedos pode gerar uma força de até 10 kgf (IIDA, 2005). Ou seja, as características da pega, além de influenciarem o tipo de manejo usado também influenciam na quantidade de força aplicada a uma interface.

Essas informações tornam-se essenciais para o desenvolvimento de produtos que exigem a aplicação de força em seu manuseio, como é o caso das embalagens de bebidas e conservas que envolvem fechamento por tampas rosqueáveis. Geralmente esse tipo de embalagem exige a aplicação de força excessiva para abri-la, o que muitas vezes pode causar ferimentos e frustrar o usuário que dispõe de força reduzida (BONFIM, 2014; SILVA, 2012).

Uma pesquisa realizada pelo Inmetro (Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia), nas cinco regiões brasileiras, mostrou que 5,4% dos acidentes de consumo relatados no portal da instituição envolviam o uso de embalagens. As partes do corpo mais afetadas foram os membros superiores: dedo da mão 12%, mão 8% e parte inferior do braço 2% (Figura 1) (BRASIL, 2017). Esses dados mostram como produtos com interfaces mal projetadas podem ser danosos aos usuários.

Figura 1: Partes do corpo mais afetadas em acidentes de consumo.



Fonte: Adaptado de BRASIL (2017).

Os acidentes e os constrangimentos relacionados à atividade de abertura de embalagens podem ser minimizados ou evitados se houver mais interesse por parte dos

fabricantes em conhecer sobre o processo de interação dos usuários com as interfaces; e quanto a esses aspectos a ergonomia apresenta preceitos que são fundamentais (BONFIM, 2014).

Como mencionado anteriormente, um fator relevante e de grande influência no desempenho do sistema Usuário x Produto é o desenho da pega (NAPIER, 1985; IIDA, 2005; KONG et al., 2007) e quanto às investigações sobre esta variável, observa-se um grande número de pesquisas sobre a relação do desenho do manejo com a capacidade do sistema musculoesquelético humano, mas poucos são os resultados aplicáveis no design de produtos, seja por conta das situações de investigação dos esforços (os quais nem sempre correspondem à realidade de uso do produto) ou pelo fato dos dados apresentados serem muitas vezes incompletos, já que raramente são medidos em várias faixas etárias (PEEBLES; NORRIS, 2003). Isso traz como consequência o fato de, historicamente, os idosos terem sido ignorados na coleta de dados; e os dados sobre essa faixa etária tornaram-se tradicionalmente raros.

No Brasil, avaliações e análises físicas de atividades manuais ainda são escassas, principalmente quando o objeto de análise é a interferência do desenho do produto nas diferentes faixas etárias e gêneros.

Apesar de alguns avanços pontuais, as informações sobre a população brasileira apresentam ainda grandes lacunas, o que demanda novos estudos; principalmente por ser inviável a aplicação de dados de estudos desenvolvidos fora do Brasil no projeto de produtos nacionais. Tal consideração fundamenta-se principalmente no fato de que as diferenças entre as populações são amplamente conhecidas, de modo que povos de origens diferentes apresentam antropometria distinta (IIDA, 2005). Esta interferência é verificada também nos dados biomecânicos.

Além disso, os aspectos relacionados às diferenças individuais no manejo das interfaces manuais demandam investigação. Há um pico de força no início da fase adulta e um declínio gradual até o início da velhice (MONTTOYE; LAMPHIYER, 1977; MATHIOWETZ et al., 1985; VOORBIJ; STEENBEKKERS, 2001); e dentre as muitas características individuais que podem afetar a força, o gênero apresenta-se como uma das maiores diferenças em valores médios (SANDERS; McCORMICK, 1993).

Sobre interfaces manuais que necessitam de aplicação de força em seu manuseio destacam-se, no uso cotidiano, as embalagens com tampas rosqueáveis. No Brasil ainda são raros os estudos científicos em embalagens de produtos com tampas de rosca, (BONFIM, 2014; SILVA, INOKUTI E PASCHOARELLI, 2013, SILVA, 2012; SILVA, INOKUTI E PASCHOARELLI, 2012; DAHROUJ, 2009; RAZZA, 2007; BASTOS, 2006) os quais ainda

se concentram nas regiões sul e sudeste do país, no entanto, os resultados destes estudos demonstram que a quantidade de força que o indivíduo dispõe é decisiva para o sucesso da atividade de abertura dessas embalagens e as características da interface são essências para a percepção de conforto e desconforto durante o uso.

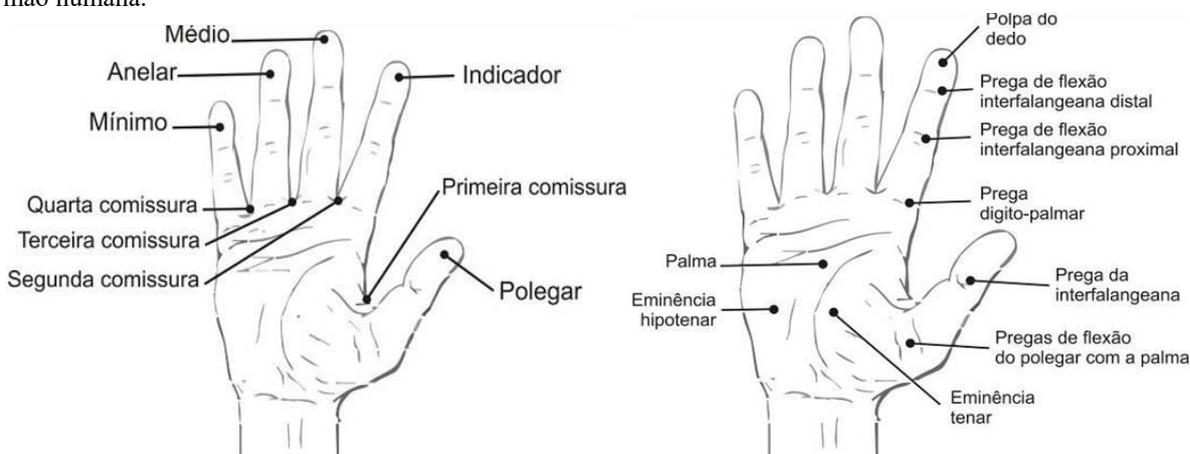
Desta forma, observa-se a necessidade de conhecer os níveis de esforço no manejo desses produtos para ambos os gêneros e diferentes faixas etárias, além do tipo de desenho que facilita/dificulta a manipulação. Tais questionamentos podem ser respondidos em uma análise mais aprofundada e que envolva o estudo das capacidades musculoesqueléticas humanas; e quanto a esta demanda, propõe-se tal avaliação no presente estudo com direcionamento para as questões relacionadas aos usuários com mais de 50 anos de idade, uma vez que a idade é fator de relevante influência nas forças manuais, já que o período em que se obtém a força máxima está na faixa dos 25-29 anos (MONTTOYE; LAMPHIYER, 1977; VOORBIJ; STEENBEKKERS, 2001) e o marco para o início da perda da capacidade muscular relacionada à idade está situado entre os 50 e 55 anos de idade (MONTTOYE; LAMPHIYER, 1977; MATHIOWETZ et al., 1986; HANTEN et al., 1999; VOORBIJ; STEENBEKKERS, 2001).

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 A Mão humana e a preensão manual

A mão humana é dotada de grande riqueza funcional que lhe proporciona uma variedade de possibilidades de posições, movimentos e ações. A topografia funcional da mão humana permite dividi-la em três partes dependendo da sua utilização (Figura 2.A): o polegar (responsável por quase todas as funções da mão devido à sua propriedade de oposição em relação aos outros dedos); o dedo indicador e o médio (constituem junto com o polegar preensões de precisão); e o anelar e o dedo mínimo (são indispensáveis para as preensões palmares, bloqueando os objetos, mantendo a firmeza do movimento). O polegar, situado na base do lado externo da mão está separado pela primeira comissura e os outros quatro dedos estão separados pela segunda, terceira e quarta comissuras (KAPANDJI, 2000).

Figura 2:A. (À esquerda) Dedos da mão conforme a topografia funcional. B. (À direita) Superfície palmar da mão humana.



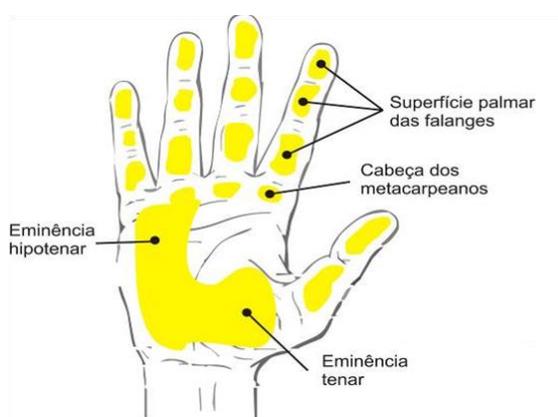
Fonte: adaptado de Kapandji (2000).

A superfície palmar consta de duas áreas (Figura 2.B): a palma e a superfície palmar dos dedos. A palma inclui três partes: a palma propriamente dita, o “oco da mão”; a eminência tenar; e a eminência hipotenar. A superfície palmar dos dedos tem origem na prega digito-palmar. A superfície palmar dos dedos é distribuída pelas pregas de flexão. A prega de flexão da interfalangeana proximal é dupla e se situa um pouco acima de sua articulação e separa a primeira falange da segunda. A prega da interfalangeana distal é simples e também localizada um pouco acima da sua articulação; constitui o limite superior da polpa do dedo, superfície anterior da terceira falange. O polegar está unido à eminência tenar mediante duas

pregas de flexão do polegar com a palma que estão ao redor da metacarpolângiana; a primeira falange está separada pela polpa do polegar, superfície anterior da segunda falange, pela prega da interfalangeana localizada um pouco acima da sua articulação (KAPANDJI, 2000).

Quando a mão entra em contato com um objeto, uma superfície plana por exemplo, esta superfície entra em contato com várias regiões da mão, conforme mostra a Figura 3. Neste caso, com a eminência tenar, com a eminência hipotenar, a cabeça dos metacarpeanos e a superfície palmar das falanges.

Figura 3: Regiões de contato com uma superfície plana.

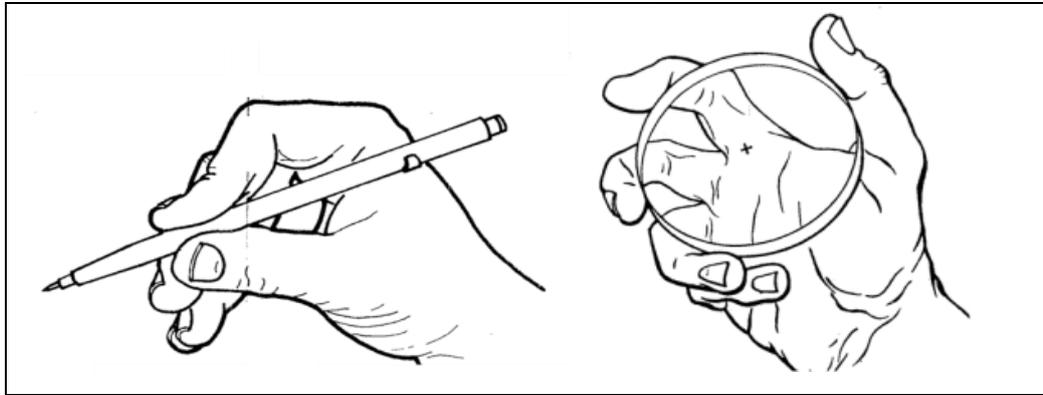


Fonte: Adaptado de Kapandji (2000).

Napier (1985, p.20) relatou que “fora da natureza não existe nada que seja comparável à mão humana”; e Kapandji (2007, p. 198) se referiu à mão do homem como uma “[...] ferramenta maravilhosa capaz de realizar inúmeras ações graças à sua função essencial: a preensão”. Kapandji (2007, p. 200) esclarece que “[...] a capacidade de preensão da mão do ser humano é devida à sua arquitetura, que permite que ela esteja amplamente espalmada, ou fechada sobre ela mesma ou ao redor de um objeto”.

A mão humana é uma ferramenta complexa, completa e capaz de realizar vários movimentos que são essenciais para a realização das atividades do cotidiano. A sua função principal é a preensão (capacidade de agarrar, segurar algo), que varia de acordo com a intensidade e interface de contato e pode ser utilizada tanto em atividades que exijam força quanto naquelas que necessitam de mais precisão (FERREIRA, 2011; KAPANDJI, 2000) (Figura 4).

Figura 4: Movimentos de preensão realizados pela mão humana.



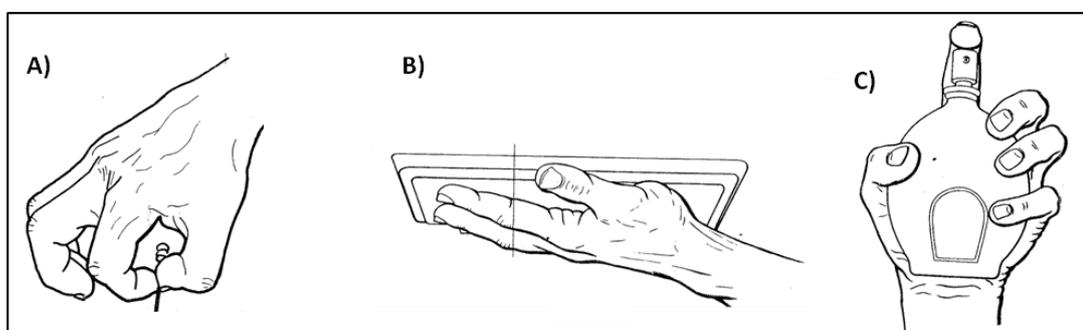
Fonte: Adaptado de Kapandji (2000).

A preensão (ou pinça) pode ser realizada devido ao posicionamento de oposição do dedo polegar em relação aos demais dedos, que permite à mão executar variadas possibilidades de movimentos, ações e posições. A oposição do dedo polegar é feita com relação a cada um dos dedos; dependendo do tipo de oposição e dos dedos envolvidos é possível gerar significativas variações de preensões (KAPANDJI, 2000).

Kapandji (2000) classifica as preensões em três grandes grupos (Figura 5):

- a) Preensões propriamente ditas: não necessitam da ação da gravidade para ocorrer;
- b) Preensões com a gravidade: só podem ser utilizadas em meios com gravidade;
- c) Preensão com ação ou ativas: a mão realiza ação de apertar, fazer nós, etc.

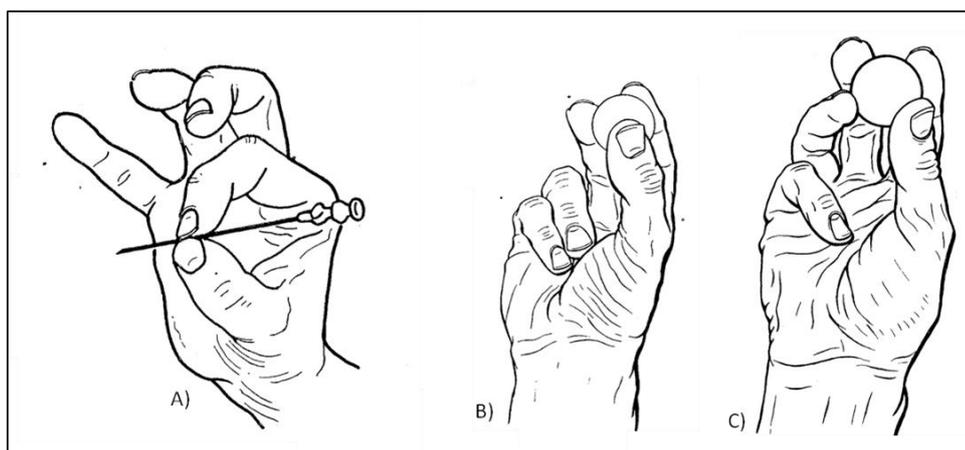
Figura 5: Classificação das preensões: A) Preensão propriamente dita; B) Preensão com gravidade e C) Preensão de ação.



Fonte: Adaptado de Kapandji (2000).

As preensões propriamente ditas se subdividem em três grupos: preensões digitais, palmares e centradas. As digitais podem ser bi ou pluridigitais, há predomínio das polpas digitais (KAPANDJI, 2000) (Figura 6).

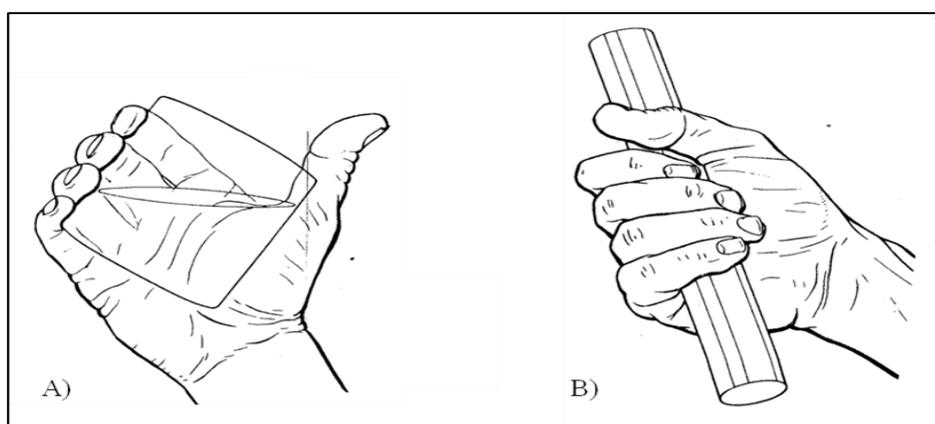
Figura 6: Preensões propriamente ditas: A) Preensão bidigital; B) Preensão tridigital e C) Preensão tetradigital.



Fonte: Adaptado de Kapandji (2000).

A preensão palmar é o movimento realizado pela ação dos dedos e da palma da mão. Varia quanto à participação ou não do polegar, classificando-se como preensão palmar com toda a mão ou preensão digital-palmar, respectivamente (KAPANDJI, 2000) (Figura 7).

Figura 7: Preensões palmares: A) Preensão palmar com toda a mão; B) Preensão digital palmar.

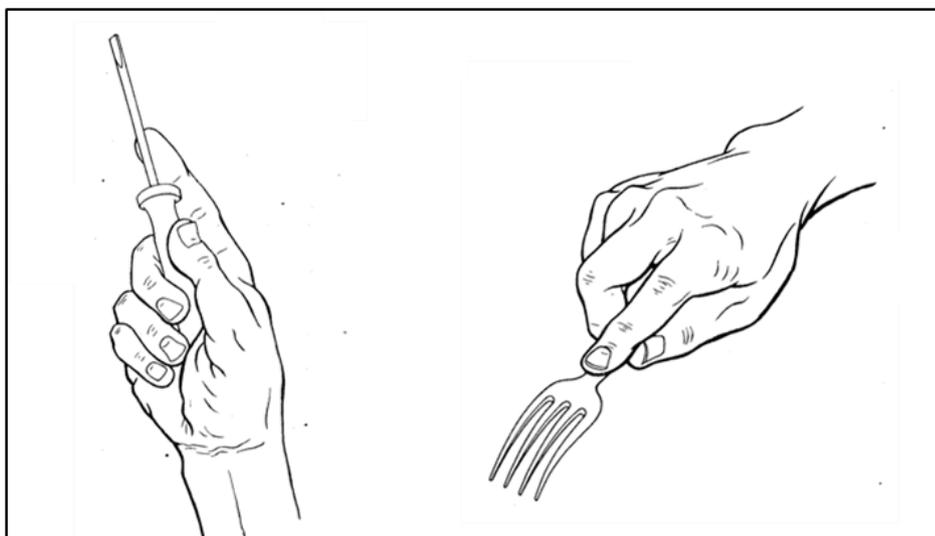


Fonte: Adaptado de Kapandji (2000).

A preensão do tipo centrada é essencial para a utilização de ferramentas manuais como a chave de fenda há "uma simetria em torno do eixo longitudinal que em geral se confunde com o eixo do antebraço" (Kapandji, p. 278, 2000), ou seja, é como se houvesse um

prolongamento do membro na realização da tarefa, na preensão de um garfo, por exemplo, tem a função de prolongar a mão para longe do corpo (KAPANJI, 2000). (Figura 8).

Figura 8:Preensões propriamente ditas do tipo centradas.



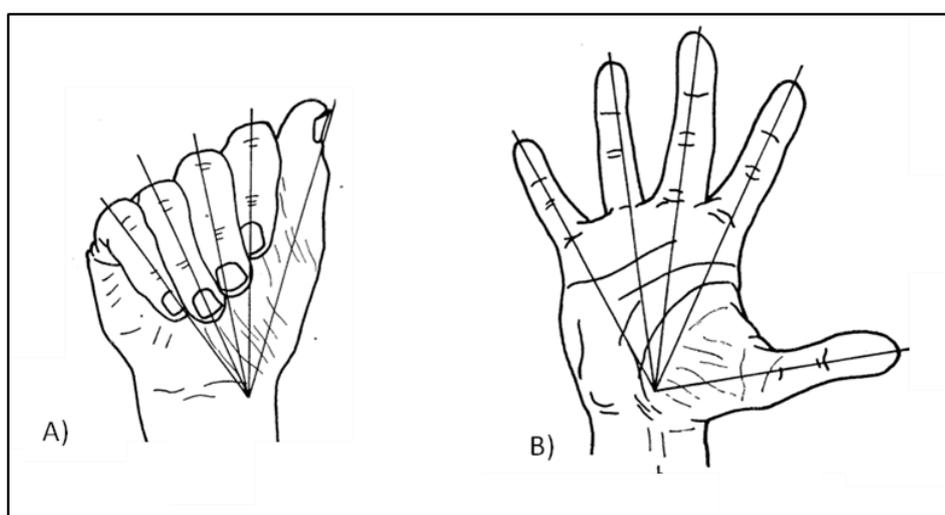
Fonte: Adaptado de Kapandji (2000).

Cada tipo de pinça possui níveis de aplicações de forças diferentes, por exemplo, a força exercida em uma empunhadura na qual se utiliza a mão toda pode ser até quatro vezes superior à força realizada apenas com os dedos (KROEMER E GRANDJEAN, 2005). Buscando compreender a relação entre a aplicação de força das mãos e a usabilidade das interfaces, estudos como os de (SILVA, 2012; BONFIM, 2014; SILVA, INOKUTI E PASCHOARELLI, 2012; FERREIRA et al., 2011; DAHROUJ, 2009; FERNANDES, 2011) utilizaram equipamentos para mensurar a força de preensão manual (FPM) aplicada em várias superfícies.

Fernandes *et al* (2011) estudou a correlação entre força de preensão manual e variáveis antropométricas da mão de jovens adultos, utilizando paquímetro (para aferir as medidas lineares) e a fita métrica (para as de circunferências). As medidas de força de preensão foram realizadas por meio de um dinamômetro hidráulico. Ao todo, participaram da pesquisa 73 sujeitos de ambos os sexos. A análise dos resultados constatou que há correspondências entre a força e os valores antropométricos nas medidas das mãos. O estudo concluiu que a maior medida transversal e o maior trofismo (capacidade da fibra muscular de se contrair ou não) da mão masculina corroboram para a maior aplicação de força; nas mulheres a força está relacionada ao maior comprimento longitudinal das mãos.

Os testes de forças de preensão manual (FPM) utilizando dinamômetros são considerados de grande ajuda para avaliação de força pelo fato de serem relativamente de simples aplicação e de não exigirem dos sujeitos grandes esforços físicos, podendo ser realizados com usuários de diversas faixas etárias. O torque manual varia de acordo com as ações do antebraço e do punho, cada uma dessas variações recebe denominações diferentes dadas pela fisiologia, por exemplo: flexão (mão fechando) e extensão (mão abrindo) (Figura 9); desvio ulnar (mão deslocando-se na horizontal no sentido do dedo mínimo) e desvio radial (mão deslocando-se na horizontal no sentido do dedo polegar) (SILVA *et al.*, 2013; RAZZA, 2007; IIDA, 2005).

Figura 9: Preensões propriamente ditas do tipo centradas: A) Flexão e B) extensão.



Fonte: Adaptado de Kapandji (2000).

Bonfim (2014) usou a força de preensão manual em um estudo para avaliar a usabilidade de embalagens com tampa de segurança, no qual foi coletada a preensão de torque (com o auxílio de um dinamômetro digital e do transdutor de torque) realizada na abertura de embalagens de enxaguantes bucais com tampas de segurança com sistema de abertura do tipo aperte e gire. O teste foi realizado com 67 sujeitos de várias faixas etárias e os resultados mostraram que o design da tampa influenciou significativamente no processo de abertura. A embalagem considerada mais fácil de abrir pelos sujeitos foi a que apresentou tampa com maiores dimensões e ranhuras (ou estrias), que aumentaram o atrito entre a tampa e os dedos aumentando a aplicação de força na superfície da tampa.

A avaliação da força de preensão manual pode também ser utilizada como indicador de saúde física. Segundo Geraldles *et al.* (2008) a redução da FPM é uma das alterações corporais advindas do processo de envelhecimento e pode interferir negativamente

na funcionalidade dos idosos comprometendo a realização de atividades que exijam habilidades motoras, como por exemplo, tirar e recolocar a lâmpada no bocal e colocar e girar chaves em porta. Sendo, a força de preensão manual, uma boa preditora do desempenho funcional de idosos frágeis.

O conhecimento das estruturas e arquitetura das mãos tornam-se essenciais ainda para o desenvolvimento e aprimoramento de interfaces. Kroemer e Grandjean (2005) falam sobre a relevância de se conhecer o tamanho das mãos para desenvolvimento, por exemplo, de controles, já que estes são formas de alimentação das diversas máquinas manipuladas pelo usuário. E uma das formas de controles mais utilizadas diariamente são os manejos - controles realizados com mãos e dedos (IIDA, 2005).

4.2 Controles e manejo

Para Kroemer e Grandjean (2005) os controles podem ser divididos em dois amplos grupos: controles que necessitam de pouca aplicação de força, que podem ser acionados apenas com os dedos (botões, interruptores, pequenas, manivelas, etc.) e controles que precisam de maior aplicação de força, exigem o uso de músculos dos braços e das pernas em seu acionamento (rodas, pedais, manivelas, alavancas, volantes) (Figura 10).

Figura 10: Alguns tipos de controle encontrados no cotidiano: botão rotativo, interruptor e teclado.

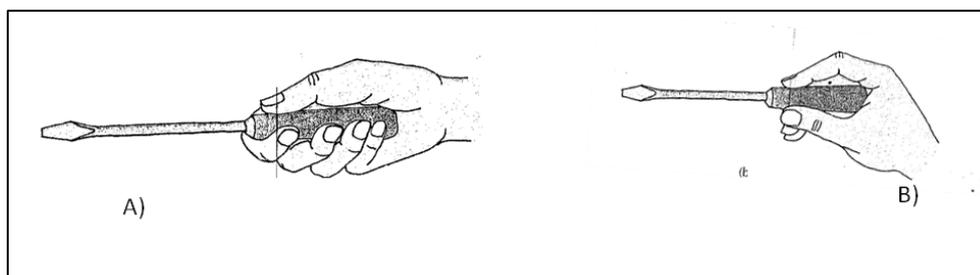


Fonte: Elaborado pela autora.

O manejo é uma forma de controle, normalmente realizada por membros superiores, que é essencial em inúmeras Atividades da Vida Diária (AVD's). Ele é realizado com auxílio dos dedos e das palmas das mãos executando alguma atividade de pegar, prender ou manipular algo (IIDA, 2005; SILVA, 2012).

Os manejos podem ser classificados de duas formas: manejo fino e manejo grosseiro (Figura 11). O fino é utilizado em tarefas de maior precisão, há predomínio das pontas dos dedos na execução dos movimentos. O grosseiro é executado prioritariamente com as palmas das mãos. Nas atividades diárias geralmente são utilizadas as duas formas de manejo. O uso de uma forma ou outra de manejo é influenciado pelo desenho da pega (IIDA, 2005).

Figura 11: Tipos de manejo: A) Grosseiro; e B) Fino.



Fonte: Adaptado de Iida (2005).

Observando a Figura 9, percebe-se que o formato da pega tem grande influência sobre o tipo de manejo que é utilizado. Iida (2005) fala sobre a evolução que a pega de alguns objetos, como o bisturi de dissecação, sofreu da Idade Média aos dias atuais. Inicialmente com cabos grossos exigiam o tipo de pega grosseira prevalecendo o uso da força com os punhos; atualmente o desenho da pega mais leve e com lâminas mais cortantes possibilitou o uso do manejo mais preciso.

Iida (2005) cita ainda que quanto à forma as pegas podem ser classificadas basicamente de duas formas: geométricas e antropomorfas. Geométricas possuem formas semelhantes às figuras geométricas e pouca área de contato com a superfície das mãos quando comparadas às pegas antropomorfas ou anatômicas. Pegas anatômicas possuem estruturas (saliências ou depressões) que favorecem o encaixe dos membros aumentando a superfície de contato destes com as pegas (Figura 12).

Figura 12: Tipos de desenho de pega: pegas geométricas (à esquerda) e pegas anatômicas (à direita).



Fonte: Adaptado de Morais (2014).

Há testes que buscam compreender como o desenho da pega pode ser relevante para o desempenho do usuário ao executar suas atividades, para isso é feita uma análise das áreas de contato das mãos com a superfície dos produtos. Pheasant e O'Neill (1975) apud Iida (2005) realizaram um estudo para saber a relação do diâmetro da pega com a aplicação de força; para isso foi feito um teste com duas etapas: uma de medição de área de contato através de manchas de tintas deixadas pelas mãos dos usuários nos cilindros de aço envolvidos com papel; e outra na qual foi medida a força usada para girar e empurrar os cilindros. Constataram que o tamanho da área de contato da pega influencia a capacidade de aplicação de força, no entanto, pegas com diâmetros maiores que 5 cm, apesar de permitirem uma boa área de contato, dificultam a aplicação de pressão pelos dedos.

Iida (2005) lista alguns pontos, baseados em preceitos ergonômicos, que devem ser observados no desenvolvimento de pegas; um deles é a capacidade de adaptação à usuários canhotos. PASCHOELLI et al. (2007) realizou um estudo com 30 sujeitos no qual analisou as diferenças antropométricas das mãos de indivíduos com ambas dominâncias a fim de demonstrar a influencia no design ergonômico de instrumentos manuais. Os resultados apontaram que não existiam diferenças antropométricas estatisticamente significativas entre as mãos de destros e canhotos.

No entanto, Ferreira et al (2011) em seu estudo com 199 participantes de ambos os sexos avaliou, com o uso de um dinamômetro, as suas forças de preensão manual e constatou que em todos os sujeitos houve diferença entre os dados da mão dominante e não-dominante tanto na preensão das pinças quanto na palmar quando avaliou a aplicação de força.

Estes estudos corroboram para reforçar a necessidade de atrelar o estudo da mão humana ao desenvolvimento e aprimoramento das características das interfaces de instrumentos manuais.

Sobre as características das interfaces ressalta-se que o acabamento das superfícies das pegas tem importância fundamental no desempenho das atividades manuais. Enquanto a presença de ranhuras ou estrias pode melhorar o atrito das mãos e aplicação de forças, os cantos "vivos" e as rebarbas podem lesionar os usuários (IIDA, 2005).

O importante para o desenvolvimento de uma boa pega é compreender a relação entre o seu desenho e as mãos dos usuários e traçar estratégias para evitar ou minimizar os traumas físicos gerados nas atividades.

Entender a relação mão/pega é essencial para o estudo de fatores subjetivos como o conforto e desconforto percebidos durante o uso, que também influenciam no sucesso da tarefa.

4.3 Percepção de conforto e desconforto

O conforto é algo difícil de ser conceituado e mensurado, isso porque os problemas ergonômicos relacionados a ele envolvem uma série de fatores subjetivos que englobam o bem-estar físico e psicológico do indivíduo, o contexto e as experiências de uso, satisfação entre outros (GOMES E FILHO, 2012).

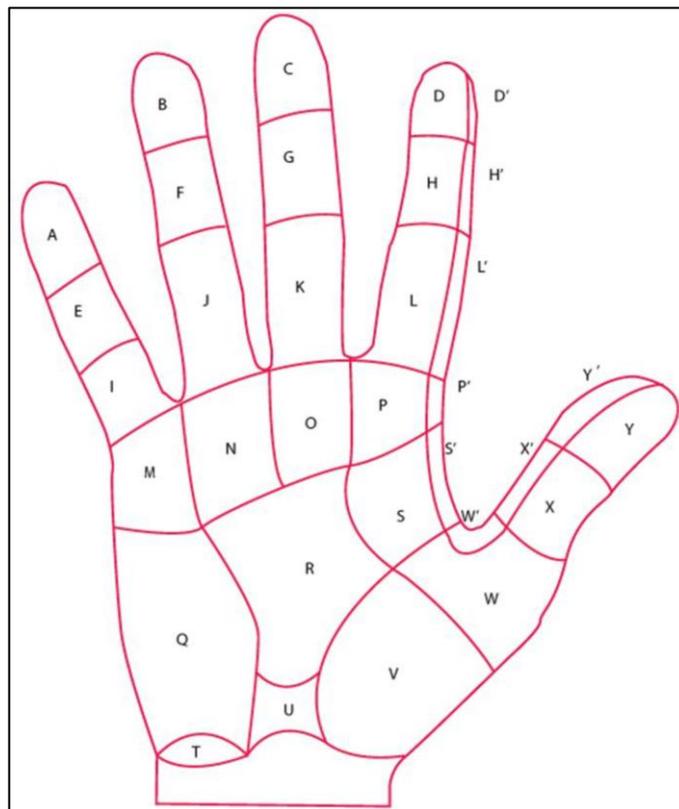
Van der Liden (2004, p.22) ressalta a importância do parâmetro conforto no desenvolvimento de projetos citando que "Como um construto da modernidade, o conforto passou a ser um índice de bom projeto, para um automóvel, para um ambiente industrial, ou qualquer outro produto", nota-se que esse quesito é primordial em qualquer invento. Foi o que observaram também Silva, Inokuti e Paschoarelli (2012, n.p.) "conforto não é apenas um adicional ao projeto, mas um fator determinante na produtividade".

Iida (2005, p.150) define conforto como "Uma sensação subjetiva produzida quando não há nenhuma pressão localizada sobre o corpo", para o autor essa subjetividade faz com que seja mais fácil avaliar a ausência de desconforto através de "frequências das mudanças de posturas" (Iida, 2005, p.150) e mapas corporais.

Silva, Inokuti e Paschoarelli (2012) realizaram uma pesquisa para avaliar o método de mapeamento da mão como ferramenta de análise de percepção de desconforto. Para isso construíram um mapa da região palmar que foi dividido em 33 áreas, para cada uma

foi atribuída uma letra, as regiões laterais indo da falange distal do dedo indicador ao polegar receberam letras acompanhadas por apóstrofos (Figura 13). Após a aplicação de testes de abertura de garrafas PET de refrigerantes de 2 litros com usuários idosos, constataram que o uso de mapas de percepção de desconforto da face palmar apresenta-se como uma excelente ferramenta para o desenvolvimento de interfaces mais adequadas.

Figura 13: Mapeamento da mão direita com letras para indicação da região palmar.



Fonte: Adaptado de Silva, Inokuti e Paschoarelli (2012).

Silva, Inokuti e Paschoarelli (2012) acrescentam que avaliações de desconforto percebido podem ser usadas como critério de avaliação de atividades manuais, e a faixa etária exerce grande influência sobre a percepção de conforto e desconforto dessas ferramentas.

4.4 A população em envelhecimento e a ergonomia dos objetos

A população brasileira assim como a população mundial está envelhecendo, órgãos de abrangência mundial e nacional, como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e a OMS (Organização Mundial da Saúde) apontam para o aumento da

expectativa de vida da população e o conseqüente aumento no número de idosos na sociedade. Para o IBGE, idosos são os indivíduos com idade igual ou superior a 60 anos. Em 2011, a quantidade de idosos no Brasil era de 23,5 milhões e até 2025 estima-se que esta população chegue a aproximadamente 33 milhões. No entanto, é importante que essa longevidade seja acompanhada de um fator fundamental, a saúde; ela permitirá à pessoa idosa ter um envelhecimento saudável podendo realizar suas atividades de forma eficiente contribuindo com resultados positivos para a sociedade (BRASIL, 2016; OMS,2015)

A OMS (2015, n.p.) define envelhecimento saudável “como o processo de desenvolvimento e manutenção da capacidade funcional que permite o bem-estar em idade avançada”. E cita que nesse processo estão envolvidos dois fatores: os fatores intrínsecos (as capacidades físicas e mentais do indivíduo) e os fatores ambientais (que representam o local onde ele vive e com o qual interage). No fator ambiental encontram-se os recursos e as barreiras presentes no cotidiano do indivíduo e que determinarão se ele conseguirá realizar suas atividades de forma satisfatória.

Os obstáculos impostos aos idosos influenciam em sua forma de enxergar a vida e no desenvolvimento de sua autoestima e independência. Brasil (2006, n.p.) através da portaria nº 2.528, que institui a Política Nacional de Saúde da Pessoa Idosa afirma que “o conceito de saúde para o indivíduo idoso se traduz mais pela sua condição de autonomia e independência que pela presença ou ausência de doença orgânica”, em outras palavras sentir-se útil e independente contribui significativamente para a saúde e bem-estar da pessoa idosa.

Para compreender os idosos no contexto atual é preciso que se abandonem os estereótipos negativos popularizados pela sociedade, no qual ele é alguém que constantemente necessita do auxílio de terceiros para realizar seus afazeres. O idoso atualmente busca fugir desses estereótipos e cada vez mais tenta alcançar sua independência desempenhando novos papéis - como o de trabalhador, chefe de família e estudante - logo precisa ter ao seu alcance artefatos que facilitem, ou pelo menos não dificultem, a realização de suas atividades diárias (RAYMUNDO, 2013).

É preciso lembrar também que a pessoa idosa é um caso especial de usuário, pois com o aumento da idade o indivíduo passa a apresentar uma série de alterações biológicas progressivas como: diminuição da acuidade visual, perda progressiva das forças musculares e das flexibilidades das articulações. O surgimento dessas limitações faz com que esse público demande necessidades especiais - rótulos com boa legibilidade, embalagens com mecanismos que facilitem sua abertura, etc - no entanto eles são os que mais sofrem com a falta de conveniência dos produtos (BORGES JÚNIOR, 2009; IIDA, 2005).

Os meios de produção e o modo de vida atual acabam criando barreiras que dificultam a conquista da independência do indivíduo idoso e reafirmam a suas limitações. O notável crescimento dessa população passa a exigir incentivos para criação de produtos que priorizem suas necessidades específicas (GONÇALVES, PASSOS, BIEDRZYCKI, 2008; OMS, 2015).

Um estudo realizado por Silva, Inokuti e Paschoarelli (2013) buscou avaliar a influência da faixa etária na percepção de dificuldade na abertura de embalagens de garrafas Pet para refrigerantes. Concluíram que com o avanço da idade o nível de percepção de dificuldade para abertura das embalagens aumentou e um dos fatores que contribuiu para isso foi o mau design das interfaces das embalagens.

A interface é a principal forma de o usuário interagir com os produtos. Conforme Imrhan e Jenkins (1999) as características do objeto tais como o acabamento superficial; dimensões; materiais; ou desenho, são variáveis que interferem na atividade de manejo que envolve o torque manual.

A ergonomia deve contribuir com a realização de pesquisas que possibilitem o desenvolvimento de produtos e ferramentas que colaborem com a mudança na visão do idoso como um indivíduo incapaz (IIDA, 2005).

Ressalta-se a importância do desenvolvimento de estudos direcionados aos usuários idosos, pois apesar de ser uma população que vem aumentando com o aumento da qualidade de vida da população mundial, carecem de produtos que atendam as suas limitações. "Por isso é importante saber as capacidades desses indivíduos para que o desenvolvimento de projetos atenda parâmetros ergonômicos que venham garantir segurança, conforto e acessibilidade aos usuários" (BONFIM, 2014, p.53).

4.5 Objeto de estudo: embalagens de água mineral

A embalagem surgiu juntamente com a necessidade de transportar e de preservar alimentos, bebidas e objetos. Desde os primeiros materiais utilizados em suas confecções (couro, chifres de animais, folhas e caules de plantas) até os atuais (biopolímeros, alumínio, fibra mais lata), observa-se a evolução pela qual passaram o mercado e os métodos de conformação (NEGRÃO E CAMARGO, 2008; MESTRINER, 2002).

Os primeiros materiais eram encontrados na natureza e sua produção exigia apenas o conhecimento de alguns métodos artesanais, como por exemplo, os cestos feitos com

cipós ou palhas trançadas. No entanto, os posteriores processos de desenvolvimento industrial, aliados a estudos científicos e avanços tecnológicos, permitiram o surgimento de novas matérias-primas e insumos que exigiam novos métodos de conformação. As necessidades do mercado e as inovações científicas e tecnológicas forneceram as bases para o desenvolvimento de um setor focado na criação e aperfeiçoamento de embalagens (MARIANO; FROEMMING, 2004; MESTRINER, 2002).

Atualmente as embalagens superaram as suas funções primárias de preservação e transporte buscando atender as necessidades e desejos dos consumidores “possibilitando a acessibilidade a produtos frágeis, perecíveis, de alto ou baixo valor agregado” (PELLEGRINO, 2016). Ainda segundo Pellegrino (2016) a embalagem pode ser definida como: “Um recipiente ou envoltura que armazena produtos temporariamente, individualmente ou agrupando unidades, tendo como principal função protegê-lo e estender o seu prazo de vida (shelf life), viabilizando sua distribuição, identificação e consumo” (PELLEGRINO, 2016, n.p.).

Essa definição demonstra a diversidade de funções que uma embalagem pode apresentar, acrescenta-se ainda que elas devam respeitar a relação de interação com o usuário, uma vez que, para o usuário, embalagem e produto costumam ser confundidos como um só (CARVALHO, 2008).

O desenvolvimento do setor de embalagens pode ser percebido pela diversificação estética e funcional apresentada pelos produtos no mercado. Uma pesquisa apresentada pela ABRE (Associação Brasileira de Embalagens) em 2015 estimou que o ramo de embalagens, mesmo sofrendo retração, teria uma produção com valor bruto em torno de 60,6 bilhões de reais contribuindo com 0,98% do PIB nacional. Sendo que deste total 40,17% correspondia às embalagens feitas de polímeros (ABRE, 2016).

O polímero é um material que tem se destacado no mercado de embalagens, é possível encontrá-lo substituindo invólucros que anteriormente eram confeccionadas em metal, vidro ou papel, como por exemplo, as embalagens para alimentos de conservas, doces, bebidas e detergente em pó. Há uma grande diversidade de materiais poliméricos no mercado que se diferenciam quanto ao tipo de material e composição estrutural, podendo de acordo com suas propriedades, serem utilizados para embalar variados tipos de produtos. (JORGE, 2013).

Segundo Oliveira e Gomes (2013) os polímeros podem ser classificados de várias formas (origem, estrutura química, comportamento mecânico, etc.), quanto à fusibilidade (capacidade de passar do estado sólido para o líquido) e/ou solubilidade (capacidade que um

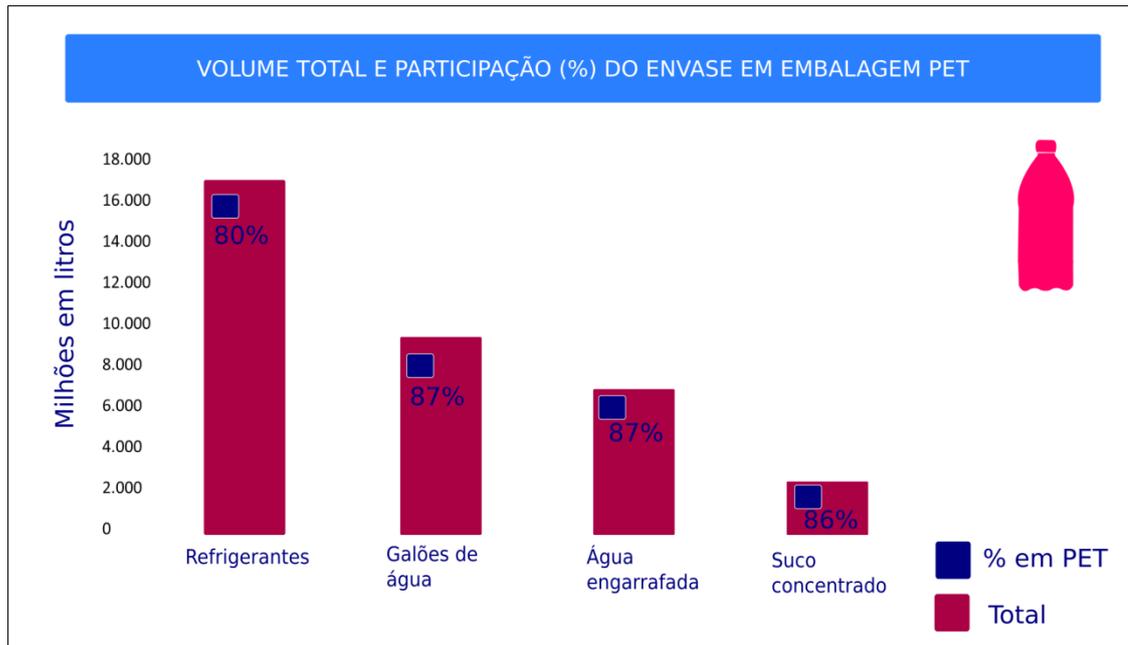
material – soluto – apresenta de ser dissolvido em outro – solvente) do polímero, ele pode ser denominado: termoplástico ou termorrígido. Os termorrígidos, também chamados de termofixos, são polímeros que não são capazes de fundirem e nem serem solubilizados.

Algumas vantagens trazidas com a utilização dos polímeros podem justificar o crescimento de seu uso no mercado de embalagens, são elas: leveza; resistência mecânica e térmica relativa; possibilidade de combinação com outros materiais e outros plásticos. Ressalta-se que o tipo de material, a composição estrutural, a estrutura química do polímero são algumas das variáveis que podem causar alterações em suas características tornando-os mais propícios ou não para acondicionar determinado tipo de produtos (JORGE, 2013; MESTRINER, 2002).

Um tipo de plástico comumente encontrado no mercado é o PET (Poli (Tereftalato de Etileno)). Em 1970, esse polímero começou a ser utilizado na fabricação de embalagens nos Estados Unidos e na Europa, mas só chegou ao Brasil em 1988. A utilização do Pet no Brasil teve início na indústria têxtil e apenas em 1993 passou a ser utilizado na indústria de embalagens de refrigerantes, desde então o seu uso tem se aplicado a uma série de produtos e revolucionado o mercado de embalagens. Suas qualidades e resistência permitem que ele seja utilizado para acondicionar bebidas, alimentos, cosméticos, medicamentos, produtos de higiene e limpeza, entre vários outros (ABIPET, 2016; BASTOS, 2006).

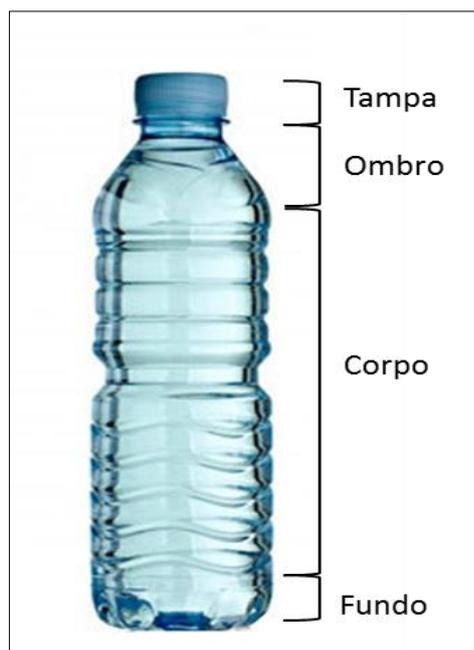
O PET é um material leve; reciclável; de alta resistência mecânica (impacto), térmica e química; além de ser uma excelente barreira contra gases e odores. Em 2012, de todo o PET fabricado no Brasil 90% era utilizado para a produção de embalagens para bebidas e alimentos. O principal eixo consumidor desse tipo de embalagem era o de refrigerantes, com destaque também para o de água mineral, pois em 2012, 87% das águas eram envasadas em garrafas PET (ABIPET, 2017; PELLEGRINO, 2016) (Figura 14).

Figura 14: Participação de PET no mercado de embalagens Plásticas no Brasil em 2012 .



Uma embalagem de garrafa Pet apresenta duas partes principais, o corpo e a tampa. A distribuição do produto durante o processo de moldagem das embalagens faz com que o corpo possa ser subdividido em três partes: ombro, corpo e fundo (BASTOS, 2006). (Figura 15).

Figura 15: Partes de uma garrafa PET.



Fonte: Elaborado pela autora.

As tampas e os dispositivos de fechamento e abertura juntamente com o material da embalagem apresentam-se como uns dos principais modos de zelar pela integridade e proteção do produto, uma vez que são formas de evitar o contato do conteúdo das embalagens com o ambiente externo (MESTRINER, 2002; NEGRÃO E CAMARGO, 2008).

Jorge (2013) cita que as principais funções de uma embalagem são: proteção, conservação, informação e conveniência ou serviço; nesta última função está incluída abertura fácil e possibilidade de fechamento entre utilizações, condições atribuídas a um bom sistema de abertura.

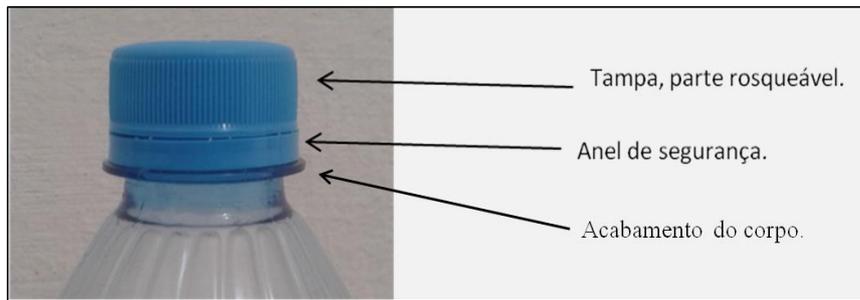
4.6 Sistemas de abertura de embalagens

Algumas embalagens, principalmente as de alimentos e bebidas que envolvem fechamento por tampas rosqueáveis, exigem a aplicação de força excessiva para abri-las, o que muitas vezes causa ferimentos, desperdício do produto além de frustrar o usuário que dispõe de pouca força. Outras vezes diante uma embalagem difícil de abrir o indivíduo recorre ao uso de ferramentas impróprias para auxiliar na abertura o que pode ocasionar sérias lesões (BONFIM, 2014; SILVA, 2012).

Embalagens quando abertas conforme indicação de uso não devem causar qualquer tipo de lesão ao usuário, sob pena de responsabilização do fornecedor ou fabricante. Por isso, elas devem trazer indicações de como realizar o processo de sua abertura levando em consideração que o usuário nem sempre estará acompanhado durante a manipulação do produto ou da embalagem (CARVALHO, 2008).

Nas garrafas do tipo PET é possível identificar pelo menos duas partes, em seu dispositivo de abertura: a tampa e o acabamento (que faz parte do corpo da garrafa), ambos são responsáveis por um eficiente sistema de fechamento (Figura 16). As tampas são comumente fabricadas em policloreto (PP) e os anéis retentores em Policloreto de Vinila (PVC) (BASTOS,2006; SILVA, 2012).

Figura 16: Detalhes da tampa e acabamento de uma garrafa Pet de água mineral.



Fonte: Elaborado pela autora.

A parte interna da tampa possui filetes de rosca, essenciais para a segurança e vedação do produto (Bastos, 2006) (Figura 17).

Figura 17: Parte interna de tampas de garrafa pet de água mineral.



Fonte: Elaborado pela autora.

Todavia, as tampas e os corpos das embalagens de água mineral do tipo PET apresentam características que variam de acordo com a empresa fabricante. Essas variações podem ser observadas nas dimensões diferenciadas, presença de diferentes tipos de ranhuras ou estrias nas tampas, texturas na região da pega, forma do corpo das embalagens, dentre outras (Figura 18).

Figura 18: Variações nas embalagens de água mineral: A) Tamanhos de tampas; B) Ranhuras nas tampas e C) Texturas na região de pega do corpo.



Fonte: Elaborada pela autora com base na pesquisa realizada.

Nas garrafas de água mineral com tampas de rosca percebe-se uma preocupação com a manutenção da qualidade e integridade do produto, sobretudo nos dispositivos de abertura e fechamento das garrafas, no entanto, há pouca ou nenhuma preocupação com a forma como o usuário irá abrir estas embalagens. Silva (2012, p.18) fez uma importante consideração sobre as tampas e dispositivos de aberturas e fechamentos, dizendo que “Entre os fatores mais preocupantes estão os esforços extremos, como os exigidos por alguns vidros de conserva e, possivelmente, algumas garrafas de bebidas”.

Dependendo do tipo de embalagem o sistema de fechamento pode ser fator essencial para a segurança do usuário, por isso suas características são definidas a partir do produto que contém. Por exemplo, tampas de embalagens de bebidas carbonatadas devem ser resistentes o bastante para reter a pressão interna das embalagens; certos medicamentos que podem causar intoxicação em crianças exigem tampas de segurança com mecanismos que dificultem a sua abertura por elas (BASTOS, 2006; DAHROUJ, 2009).

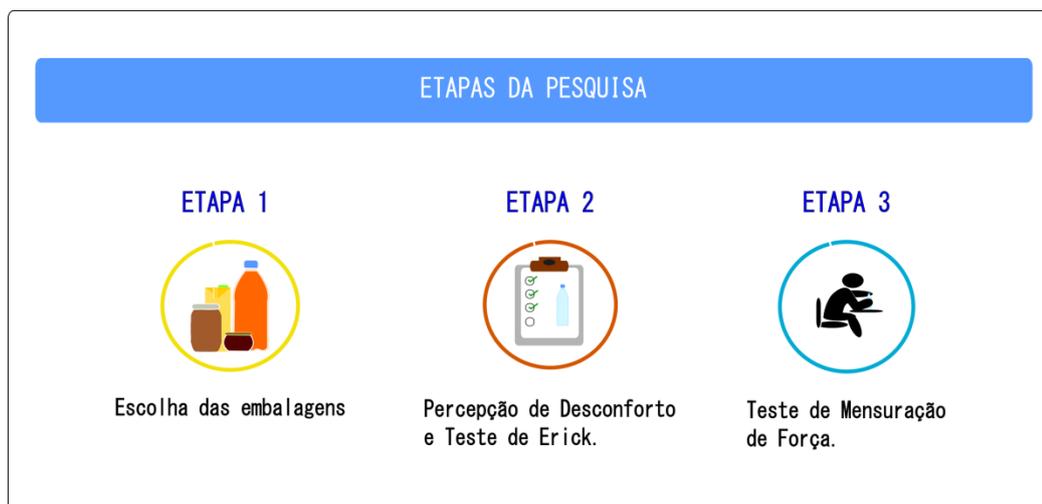
Percebe-se então que quando se busca desenvolver uma embalagem que permita ao usuário interagir satisfatória e eficientemente os dispositivos de abertura e fechamento e as tampas são componentes que merecem uma atenção especial. Mestriner (2002, p. 86) aponta que “Em sua evolução, a indústria de embalagem sempre enfrentou o desafio e solucionar a questão da abertura e do fechamento do produto, sendo esta ainda hoje uma de suas principais preocupações”.

Daí a necessidade de um projeto de design de embalagens que se preocupe não apenas com a segurança dos produtos como também com questões ergonômicas que busquem identificar as principais limitações dos usuários e garantir a sua segurança e conforto durante a realização de suas atividades.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

As fases deste estudo, que envolviam experimentação com sujeitos, foram submetidas ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Maranhão. Além disso, todos os sujeitos leram e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). No desenvolvimento desta pesquisa foram realizadas as seguintes etapas (Figura 19):

Figura 19: Etapas da pesquisa.



Fonte: Elaborado pela autora.

As etapas são detalhadas a seguir:

5.1 Primeira etapa: estudo preliminar para escolha das embalagens.

Nesta etapa foram realizados estudos visando a definição do grupo de embalagens que seria priorizado neste estudo.

5.1.1 Protocolos:

- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) 1, conforme recomendações do Conselho Nacional de Saúde (1996), informando sobre os objetivos da pesquisa, dos riscos envolvidos durante a execução dos testes, de sua confidencialidade além de outros esclarecimentos (Apêndice A);
- Questionário *online*, contendo o Protocolo de Identificação 1, que deveria ser preenchida com os dados pessoais dos participantes, como: nome, faixa etária (Apêndice B);
- Protocolo de Investigação sobre a experiência com embalagens, com perguntas referentes à experiência com a atividade de abertura de embalagens com tampa de rosca (Apêndice C).

5.1.2 Procedimentos:

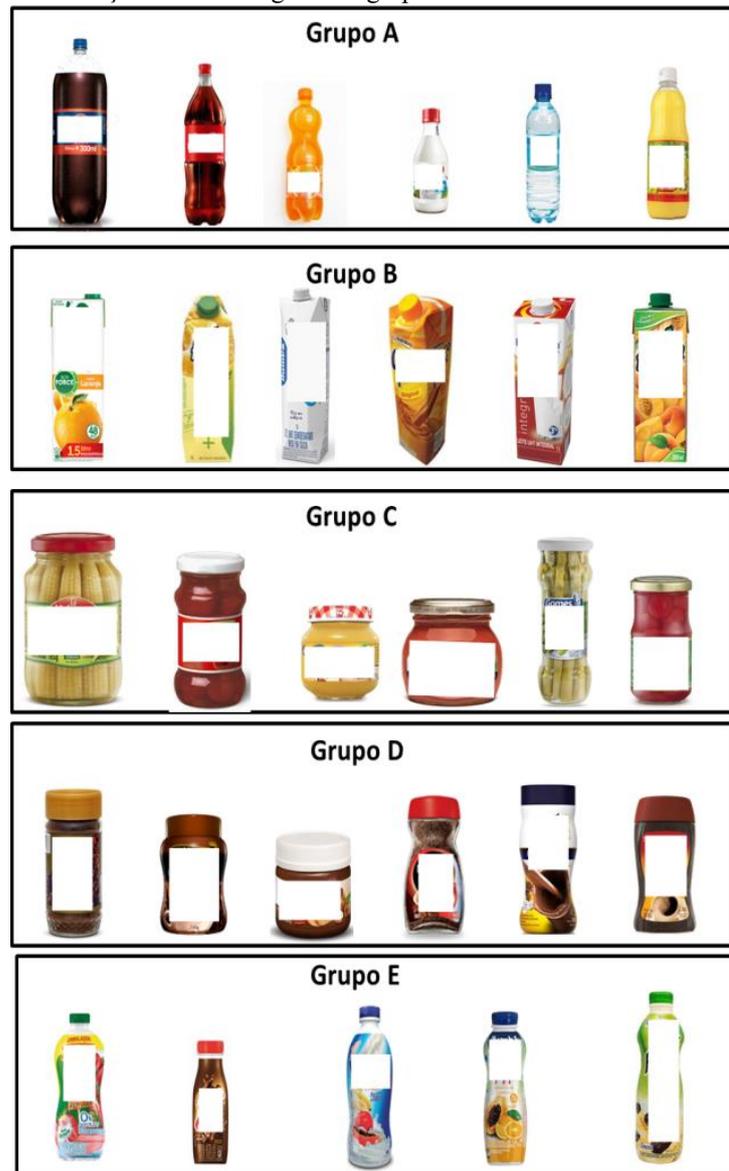
Nesta fase inicial da pesquisa, levando em consideração a relação entre a percepção de conforto e o design das embalagens com tampas de rosca, buscou-se identificar quais as embalagens os usuários consideravam mais difíceis de abrir. Para isso elaborou-se um questionário que possibilitou também traçar o perfil dos usuários que mais têm dificuldades com o manuseio de embalagens com tampa de rosca, identificando ainda o grau de dificuldade encontrado por estes. Tais informações serviram como norteadoras das próximas etapas da pesquisa que envolve simulação de uso do produto com o público-alvo.

Foi feita uma coleta de dados em sites e em supermercados locais a fim de selecionar as embalagens mais utilizadas pelos usuários em seu cotidiano. De posse das informações os produtos foram selecionados e distribuídos em categorias de acordo com o seu conteúdo. Selecionou-se 12 categorias: achocolatado, água, água de coco, café solúvel, comida para bebês, condimentos, conservas, doces, laticínios, leite de coco, refrigerantes, sucos (Apêndice D).

Percebeu-se que havia produtos semelhantes de marcas diferentes, mas que possuíam embalagens parecidas; optou-se então por selecionar apenas um exemplar de cada uma dessas embalagens.

Em seguida as embalagens passaram por um novo processo de divisão, dessa vez elas foram classificadas em cinco grupos diferentes que receberam as seguintes denominações: A, B, C, D e E. A classificação foi feita levando-se em consideração a semelhança e material das tampas de todas as embalagens. Usando-se esse critério, produtos alimentícios diferentes passaram a pertencer ao mesmo grupo (Figura 20).

Figura 20: Classificação das embalagens em grupos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Após a catalogação elaborou-se um questionário *online*, para averiguar qual a relação dos usuários com as embalagens com tampa de rosca. O uso deste tipo de questionário é um meio de investigação conhecida como telematizada, pois envolve o uso de computador ou telecomunicações na busca por informações o que confere certa agilidade ao processo (MORESI, 2003).

Segundo Malhotra (2006 apud VIEIRA; CASTRO; SCHUCH JÚNIOR, 2010) algumas vantagens oferecidas pela pesquisa *online* são: “menores custos, rapidez e a capacidade de atingir populações específicas, assim como, do ponto de vista do respondente, é possível responder da maneira que for mais conveniente, no tempo e local de cada um”.

Nesta pesquisa o *link* para o questionário foi enviado aos participantes por meio

de *e-mail* e de outras redes sociais.

A primeira seção do questionário continha o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 1 (em atendimento a resolução 196/96 - CNS-MS), o qual assegura a confidencialidade das informações coletadas, contendo o objetivo da pesquisa, nome e e-mail dos responsáveis pela pesquisa. Após ler e estar ciente dos termos da pesquisa o sujeito deveria indicar se aceitava ou não participar da pesquisa.

A segunda seção do questionário solicitava os dados pessoais dos participantes (nome, faixa etária, escolaridade, etc.) (Apêndice B). Na terceira seção, o participante deveria responder perguntas relacionadas com sua experiência de uso de embalagens com tampas de rosca, informando, por exemplo, se já passou por alguma dificuldade com embalagens de tampa de rosca; em caso positivo deveria indicar com qual dos grupos de embalagens se deu a dificuldade e qual o grau de dificuldade encontrada (Apêndice C).

Para graduação do nível de dificuldade foi utilizada a escala de *Likert*. Para Silva Júnior e Costa (2014, p.5) “A escala de verificação de *Likert* consiste em tomar um construto e desenvolver um conjunto de afirmações relacionadas à sua definição, para as quais os respondentes emitirão seu grau de concordância”.

A escala foi numerada de 1 a 5, no qual 1 correspondia a “Muito fácil de abrir” e 5 correspondia a “Muito difícil de abrir”, o participante deveria atribuir um número a cada grupo.

O questionário foi aplicado a 170 usuários e a análise dos dados foi feita através de estatística descritiva.

4.2. Segunda etapa: Teste de percepção de desconforto e Teste de Erick.

Os resultados da primeira etapa orientaram o desenvolvimento desta pesquisa para as embalagens do grupo A.

Nesta etapa realizaram-se dois testes de simulação de uso para verificar como ocorria a interação entre usuário e o produto. Para melhor entendimento eles serão classificados como Teste 1 (percepção de conforto e desconforto) e Teste 2 (Teste de Erick). Lista-se a seguir os materiais usados nos testes, identificando os que foram utilizados para os dois.

5.2.1 Protocolos

5.2.1.1 Protocolos utilizados nos Testes 1 e 2:

- Termos de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) 2 (Apêndice E);
- Protocolos de Recrutamento e Identificação, contendo perguntas referentes aos dados pessoais dos participantes, tais como: nome, gênero, idade, etc. (Apêndice F);

5.2.1.2 Protocolos utilizados nos Testes 1:

- Protocolo de investigação abertura de embalagens de garrafas PET: composto de questões interrogando o voluntário sobre situações de dificuldades, constrangimentos e traumas físicos sentidos durante a atividade de abertura de embalagens com tampas de rosca (Apêndice G);
- Protocolo de Percepção de Desconforto Percebido Local (DPL) baseado em Groenesteijn et al (2004): neste protocolo foi apresentado o desenho de uma mão onde o usuário deveria marcar se sentiu algum desconforto e em caso afirmativo indicar a região e a intensidade desse desconforto. O grau de intensidade para desconforto foi apresentado em uma escala que variava de 1 (algum desconforto) a 5 (extremamente desconfortável). Para cada embalagem havia o desenho de uma mão que correspondia ao número da embalagem utilizada (Apêndice H).

5.2.2 Equipamentos:

- Paquímetro analógico com precisão de 1mm, 60 cm, metálico, marca: Cescorf (Figura 17), usados para aferir as medidas de altura das tampas, das embalagens e das mãos dos participantes do Teste 2;
- Fita métrica para circunferência, plástica, 2 m, marca: Wiso, modelo T87 (Figura 21), utilizada para aferir as medidas da circunferência das tampas e do corpo das embalagens, utilizadas nos Testes 1 e 2.

Figura 21: Equipamentos da Etapa 2: (à esquerda) paquímetro e (à direita) fita métrica para circunferência.



Fonte: Arquivo pessoal.

5.2.3 Materiais:

- Tinta lavável à base d'água, usadas na pintura das garrafas de água mineral durante o Teste 2;
- 5 garrafas pet de água mineral com tampas de rosca, para o Teste 1 (Apêndice J).
- 16 garrafas pet de água mineral com tampas de rosca, para o Teste 2 (Apêndice K).

5.2.4 Procedimentos:

A partir das informações obtidas na primeira etapa da pesquisa, realizou-se um levantamento das embalagens de água mineral a serem avaliadas. Para isto fez-se uma coleta de dados nas principais lojas físicas da cidade de São Luís - MA à procura dos mais variados modelos de embalagens para água mineral com as capacidades de 250 ml a 500 ml. Nesta pesquisa foram catalogadas 21 garrafas de água mineral, registrando-se: capacidade, dimensões das embalagens e da tampa, material de fabricação e sobre a presença de gás (Apêndice I).

5.2.4.1 Procedimentos: Teste 1 - Percepção de conforto e desconforto.

Dentre estes modelos, verificou-se que as embalagens de uma determinada marca possuíam variações significativas em suas tampas de acordo com as fontes de captação da água mineral, embora o material e o corpo das embalagens se mantivessem relativamente constantes, com variações mínimas. Assim, para atingir o objetivo deste estudo foram selecionadas 5 garrafas de água mineral da mesma marca, para entender qual a influência das características da tampa no processo de abertura de embalagens (Apêndice J).

Nesta etapa do estudo o objetivo foi avaliar através de um experimento, que simulava o esforço para abertura das embalagens, a percepção de desconforto considerando as diferentes tampas (Figura 22). O sucesso na tarefa foi uma variável controlada, ou seja, nenhum dos sujeitos deveria conseguir abrir as embalagens, mas esforçar-se para tal. Para isto as tampas das embalagens foram fixadas com cola permanente.

Figura 22: Teste de Percepção de força manual.



Fonte: Arquivo pessoal.

Os procedimentos de teste ocorreram na seguinte ordem:

- 1) Esclarecimentos sobre os objetivos da pesquisa, materiais e procedimentos a serem realizados;
- 2) Leitura e assinatura do TCLE 2 (Apêndice E);
- 3) Preenchimento do Protocolo de Recrutamento e Identificação (Apêndice F);
- 4) Preenchimento do Questionário de Investigação sobre abertura de garrafas pet de água mineral (Apêndice G);
- 5) Simulação de uso;

6) Preenchimento do Protocolo DPL (Apêndice I);

Deste estudo participaram 30 sujeitos adultos, sendo 15 homens (média da idade 24,3 e desvio padrão 5,1) e 15 mulheres (média da idade 23,3 e desvio padrão 7,2).

5.2.4.2 *Procedimentos: Teste 2 - Teste de Erick.*

Para analisar a área de contato das mãos do usuário com a pega das garrafas foi utilizado o Teste de Erick. Para o teste, a tampa e o corpo das embalagens foram pintados de cores diferentes, para facilitar a identificação das imagens obtidas.

Participaram do estudo dois voluntários, um do gênero feminino, com comprimento da mão próximo ao percentil 5%; e um do gênero masculino, com comprimento da mão próximo ao percentil 95% (HENRY DREYFUSS ASSOCIATE, 2005) (Quadro 1).

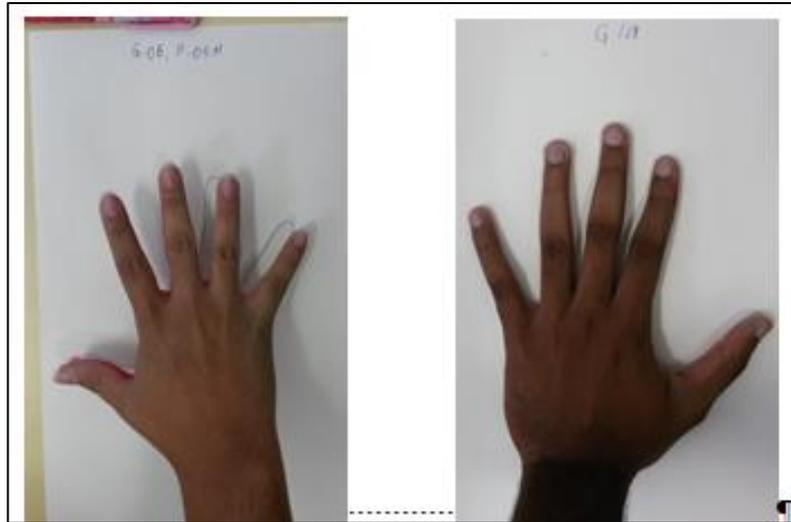
Tabela 1: Medidas das mãos dos percentis 5 e 95 comparados aos percentis de Dreyfuss (2005).

Dimensão (cm)	Mão Esquerda	Mão Direita	HENRY DREYFUSS ASSOCIATE, 2005
Comprimento da mão (P95 Masculino)	21	21,1	21,3
Comprimento da mão (P5 Feminino)	15,6	15,9	15,2

Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa realizada.

O teste compreendeu os seguintes procedimentos: o usuário deveria pegar uma garrafa por vez e simular a sua abertura. Ao entrar em contato com a tinta ainda fresca o voluntário manchava as mãos com a tinta. Em seguida, foi solicitado a ele que pressionasse as suas mãos sobre uma folha de papel A4 limpa, identificada com o número da garrafa que estava sendo utilizada e com o percentil do sujeito que realizava o teste; a mão era então contornada com caneta (Figura 23).

Figura 23: Voluntários Etapa 2: Percentil 5 (às esquerda) e Percentil 95 (à direita) realizando o Teste de Erick.



Fonte: Arquivo pessoal.

A imagem que ficava no papel representava a área de contato das mãos do usuário com a tampa da embalagem (Apêndice L). Após a captura das imagens das mãos no papel o usuário lavava-as e iniciava o teste com outra garrafa, até que houvesse testado todas elas.

5.3 Terceira etapa: aplicação de teste de mensuração de força de torque

5.3.1 Protocolos

- Termos de Consentimento Livre e Esclarecido 3 (TCLE) (Apêndice M);
- Protocolo de Recrutamento e Identificação 1 (Apêndice N);
- Protocolo de Percepção de Desconforto Local Percebido (Apêndice H).
- Protocolo de Mensuração de Força (Apêndice O).

5.4.2 Equipamentos

➤ Dinamômetro Digital AFG Advanced Force Gauge - AFG 500N - Mecmesin Ltd., UK), capacidade máxima de 500N, precisão de 0,1% (Figura 22);

- Transdutor de torque estático (Static Torque Transducer - STT - Mecmesin Ltd., UK) Modelo ST 100-872-003, com capacidade máxima de 100 N.m , utilizado para mensurar a força de torque manual durante a atividade de simulação de abertura das embalagens (Figura 24).

Figura 24: Equipamentos Etapa 4: (À esquerda) Dinamômetro digital (AFG 500). (À direita) Transdutor de torque móvel (STT).



Fonte: MECMESIN (2010).

5.4.3 Materiais

- 1 Garrafa PET de água mineral com tampa de rosca, o rótulo foi retirado para que a marca não fosse identificada pelo entrevistado, evitando respostas tendenciosas.
- Preparação das embalagens:
 - Corpo: a embalagem escolhida foi a de 250 ml, pois devido às suas dimensões essa garrafa possibilitou o bom encaixe do transdutor de torque. Para permitir o acoplamento do transdutor de torque (STS) foi necessário esvaziar as embalagens e remover o fundo e parte da região rosqueável onde se encaixavam as tampas, a parte interna da embalagem foi pintada com tinta spray para que o transdutor não fosse visualizado durante o teste. Foi colocado um cano PVC, de 9 cm, que serviu como canal para o transdutor de torque (STS) e o espaço entre o cano e embalagem foi preenchido com espuma expansível de poliuretano. Acoplou - se então o transdutor de torque pela parte inferior da embalagem, usando-se um parafuso para deixá-lo fixo durante a aplicação do teste (Figura 25).

Figura 25: Embalagem de garrafa Pet com o fundo removido e transdutor de torque acoplado.



Fonte: Arquivo pessoal.

- Tampas: Foram selecionadas 4 tampas para a aplicação dos testes (Figura 26):

Figura 26: Tampas selecionadas para terceira etapa.



Fonte: Elaborado pela autora.

No teste de percepção de desconforto local parte interna das tampas foi preenchida com massa plástica para sustentar os soquetes metálicos (Figura 27) que se encaixaram no transdutor de torque, conforme Bonfim (2014) e Silva (2012).

Figura 27: Tampas modificadas para o teste de mensuração de força.



Fonte: Arquivo pessoal.

5.4.4 Procedimentos

Os procedimentos desta etapa obedeceram a seguinte ordem:

1. Preenchimento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE 3 (Apêndice M);
2. Preenchimento dos Protocolos de Recrutamento e Identificação 1 (Apêndice N)
3. Preenchimento dos Protocolos de Percepção de Desconforto Local Percebido (Apêndice H);
4. Realização do teste de mensuração de força manual de torque;

Os testes de aferição de força foram realizados individualmente. O participante deveria ler o TCLE e preencher o Protocolo de Recrutamento e Identificação. Em seguida, a embalagem era apresentada ao sujeito; informava-se que na parte interna da embalagem havia um transdutor de torque e que as tampas não seriam abertas, mas que ele deveria realizar a tarefa como se fosse abrir a garrafa aplicando o máximo de força e utilizando a mão dominante (Figura 28). O indivíduo ficava na posição sentada para facilitar a manutenção da postura fixa e após o registro da força ele deveria responder ao Protocolo DPL (Apêndice H) indicando em qual região da mão sentiu algum desconforto e qual a intensidade dele (Figura 28). Após o teste era dado um descanso mínimo de 30 segundos ou até que o voluntário se sentisse capaz de realizar o teste com a próxima tampa. A ordem de uso das tampas foi determinada por sorteio randômico.

Figura 28: Tampa modificada para o teste de mensuração de força de torque.



Fonte: Arquivo pessoal.

5.4 Análise Estatística

A análise dos dados ocorreu através de estatística descritiva. E para verificação das diferenças significativas entre as tampas podem ser utilizados testes não paramétricos (Kruskall-Wallis, Mann-Whitney, Friedman, Wilcoxon, dentre outros) e testes paramétricos (Teste t, ANOVA).

Inicialmente, os dados coletados foram tabulados no Microsoft Excel®. A partir do programa obtiveram-se os valores das médias e desvios padrão. Em seguida, foram inseridos os dados no software STATISTICA® para realizar testes estatísticos.

Com o objetivo de averiguar a ocorrência de diferenças significativas entre os valores de forças de torque obtidos, os dados foram submetidos à verificação da condição de normalidade com o teste de Shapiro-Wilk. Caso o valor de “p” fosse maior que 0,05 ($p > 0,05$) nos dois dados comparados, comprovava-se a hipótese de normalidade e utilizava-se em seguida testes paramétricos.

Para a análise estatística utilizou-se nesse estudo os testes não paramétricos Friedman e pos hoc Fisher.

Após as análises estatísticas, os dados foram novamente transferidos ao Microsoft Excel® para a formulação de gráficos com os resultados.

A análise de correlação foi realizada através da função correlação de Pearson e R^2 . As variáveis avaliadas na correlação foram: altura x torque e diâmetro x torque.

5 ANÁLISE DOS DADOS

6.1 Primeira etapa: escolha das embalagens questionário online

Os dados gerados pelo questionário *online* foram transferidos para o *software Microsoft Excel* no qual foi possível analisar através de estatística descritiva a porcentagem de respostas dadas a cada questionamento e relacioná-lo com os objetivos deste estudo.

6.2 Segunda etapa: pesquisa de percepção de conforto

- **Teste 1:** Percepção de conforto e desconforto.

A análise dos dados dos questionários iniciou-se com a tabulação dos dados no *Microsoft Excel* e posterior análise através de estatística descritiva. A fim de analisar as regiões onde cada indivíduo indicou desconforto a região palmar foi mapeada e dividida em trinta e três (33) partes de (A-Z), segundo critérios anatômicos e de interface, como propôs SILVA, INOKUTI E PASCHOARELLI (2012).

- **Teste 2:** Teste de Erick.

A análise foi feita no *Sketchup*, software CAD (*Computer Aided Design* - Desenho Auxiliado por Computador) que opera num ambiente tridimensional, que calculou a área formada pela mancha da tinta deixada no papel e comparou com a área total da mão. Quanto maior o tamanho da área deixada maior o contato das mãos dos usuários com as embalagens. Os dados foram lançados no *Microsoft Excel®* gerando gráficos com as áreas das mãos de cada um dos percentis para facilitar a visualização e compreensão dos resultados.

6.3 Terceira etapa: aplicação de teste de força de torque e percepção de conforto e desconforto.

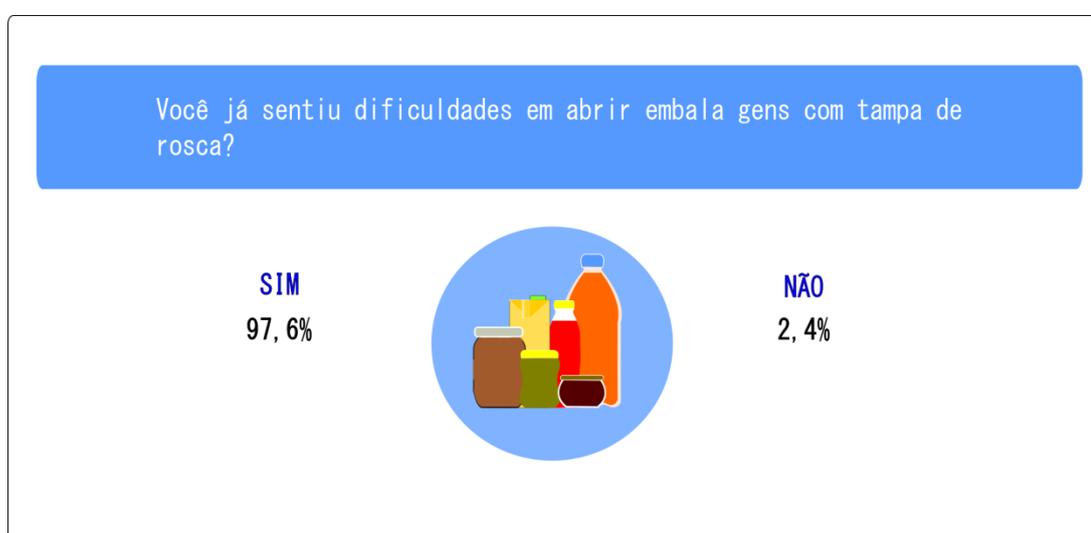
Nesta etapa da pesquisa os resultados obtidos durante o teste de simulação foram transferidos para o *Microsoft Excel®* e posteriormente analisados através de estatística descritiva, foram avaliadas as forças de torque manual no sentido anti-horário e também a média das idades das participantes. Foi feita também a correlação através entre as variáveis Torque X Altura e Torque X diâmetro das tampas.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Questionário online

Através da análise das respostas do questionário percebeu-se a relevância do tema, pois dos 170 participantes 97,6% afirmaram já ter tido dificuldade em abrir embalagens com tampa de rosca (Figura 29).

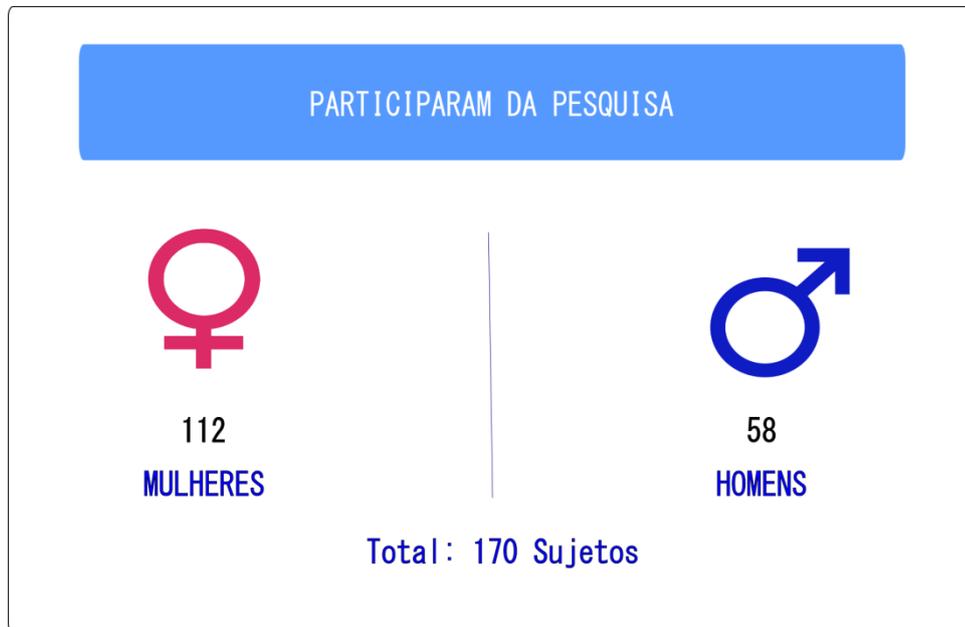
Figura 29: Dificuldade com abertura de embalagens.



Fonte: Elaborado pela autora.

Dentre os participantes da pesquisa 65,9% declararam-se do gênero feminino e 34,3% do sexo masculino; outros gêneros não foram declarados (Figura 30). Além disso, a maioria pertencia à faixa etária de 18 a 24 anos (42,9%) e 25 a 35 (36,5%).

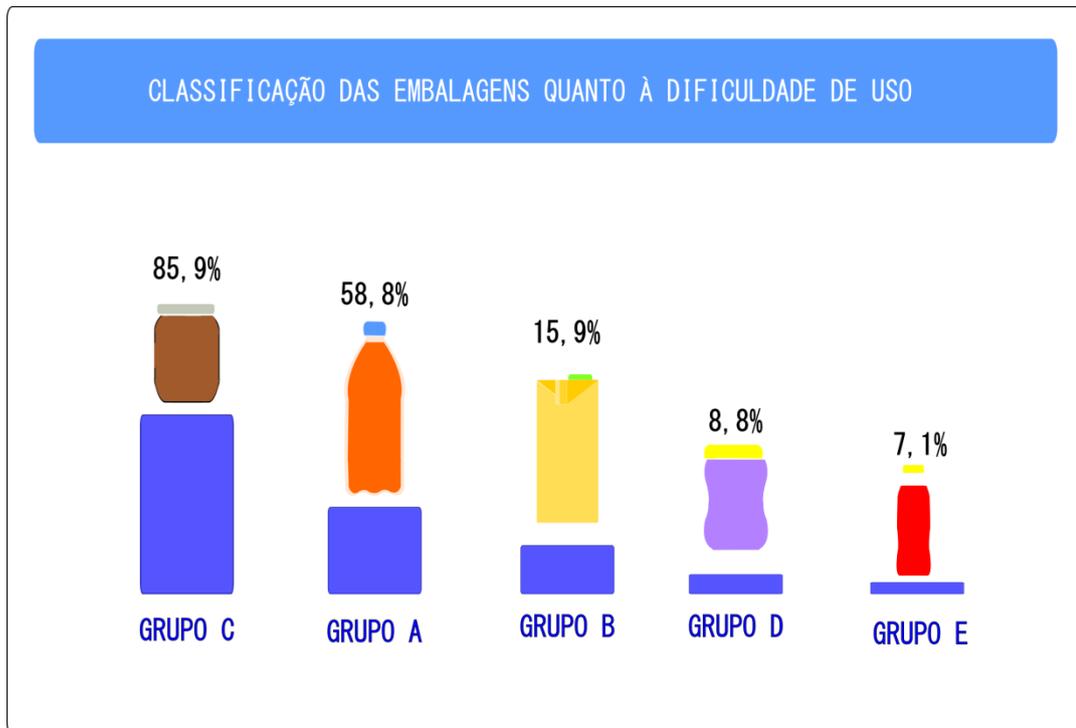
Figura 30:Dificuldades de abertura de embalagem.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os participantes deveriam indicar com qual (is) do (s) grupos apresentados já havia (m) sentido alguma dificuldade durante a atividade de abertura das embalagens. Dos grupos apresentados no questionário *online* o Grupo C foi apontado como o que gerou maior dificuldade de abertura (85,9%), seguido dos: Grupo A (58,8%), Grupo B (15,9%), Grupo D (8,8%) e Grupo E (7,1%) (Figura 31). Uma minoria (1,8%) afirmou nunca ter sentido dificuldades de abertura com nenhum dos grupos apresentados.

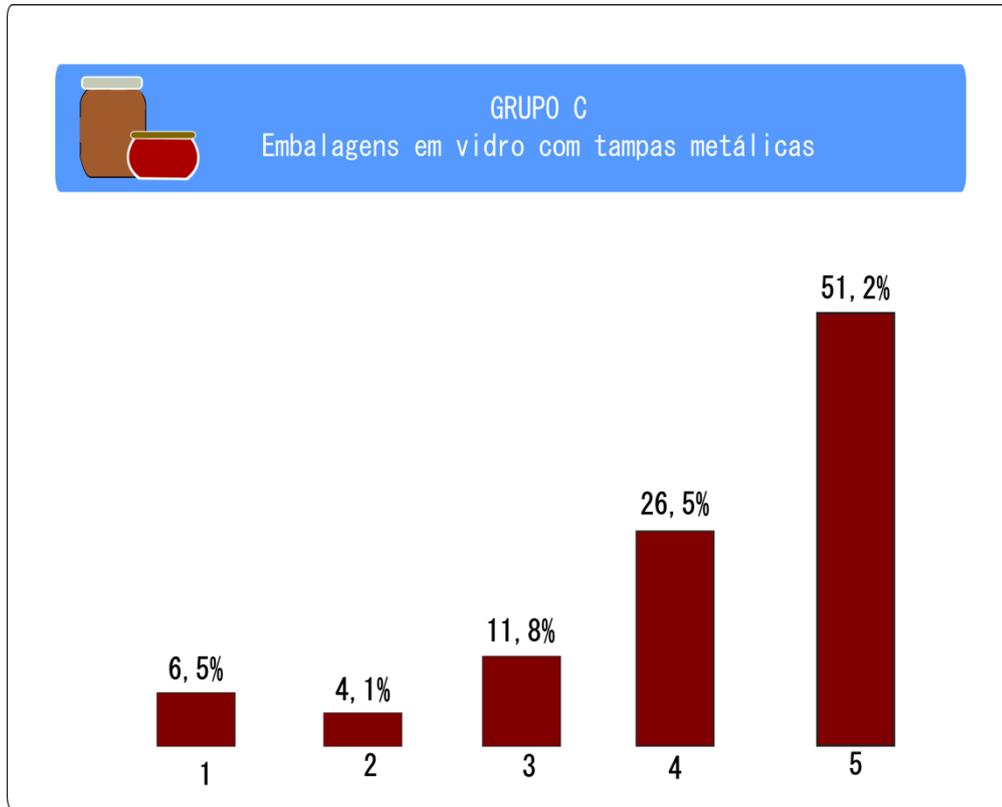
Figura 31: Classificação por dificuldade de abertura.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quando solicitado aos participantes que classificassem cada grupo de embalagens de acordo com o grau de dificuldade em abri-los, em uma escala que variava de 1(Muito fácil de abrir) a 5 (Muito difícil de abrir), o Grupo C (embalagens de conserva) foi classificado por 51,2% dos participantes como “muito difícil de abrir” e por 26,5% como “Difícil de abrir”; foram os maiores índices observados para esses dois níveis de dificuldade (Figura 32), o que pode servir de estímulo para a realização de estudos voltados para este tipo de embalagens.

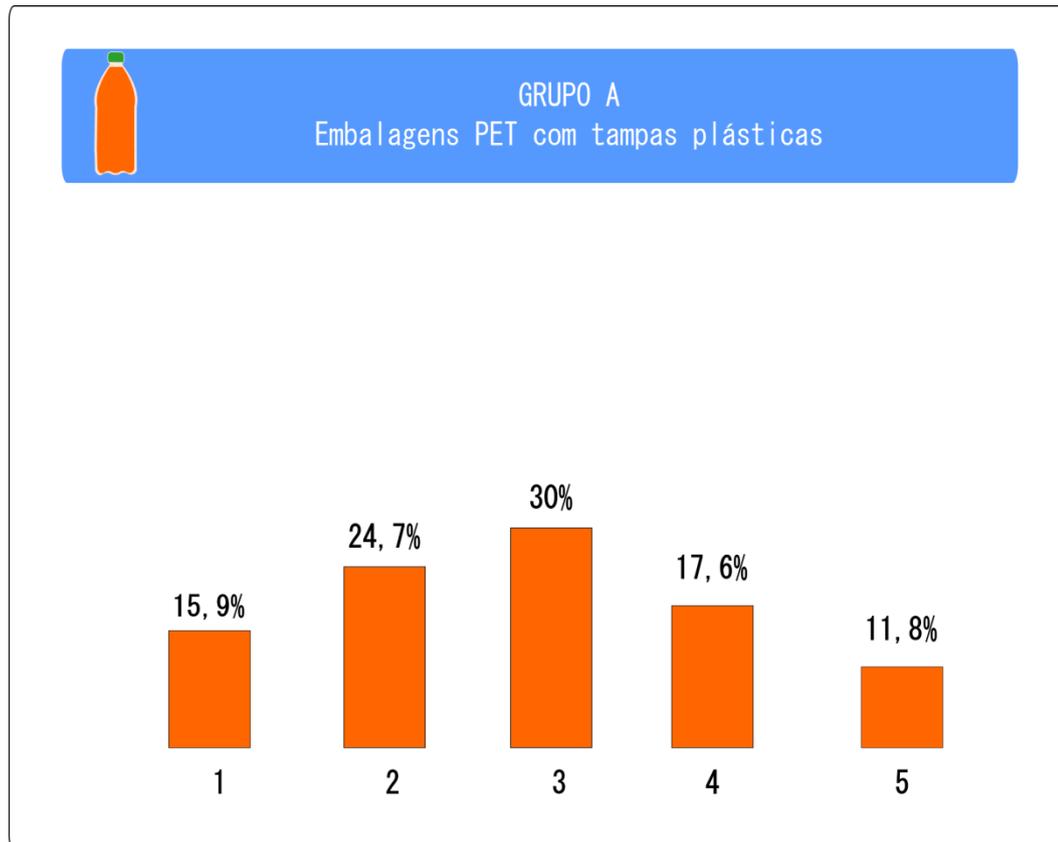
Figura 32: Grupo C- classificado como “Muito difícil de abrir”.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Grupo A (embalagens de refrigerantes, água, suco fabricados em materiais de vidro e pet, com tampas plásticas) também obteve pontuações significativas quanto à dificuldade de abertura: 11,8% a classificaram como “Muito difícil de abrir” e 17,6% como difícil de abrir (Figura 33), mostra-se como um excelente foco de estudo, pois neste grupo estão as embalagens feitas em PET, que ocupam grande percentual da produção de embalagens no Brasil. Em 2016 a produção de embalagens PET chegou a 840 Toneladas (ABIPET, 2017).

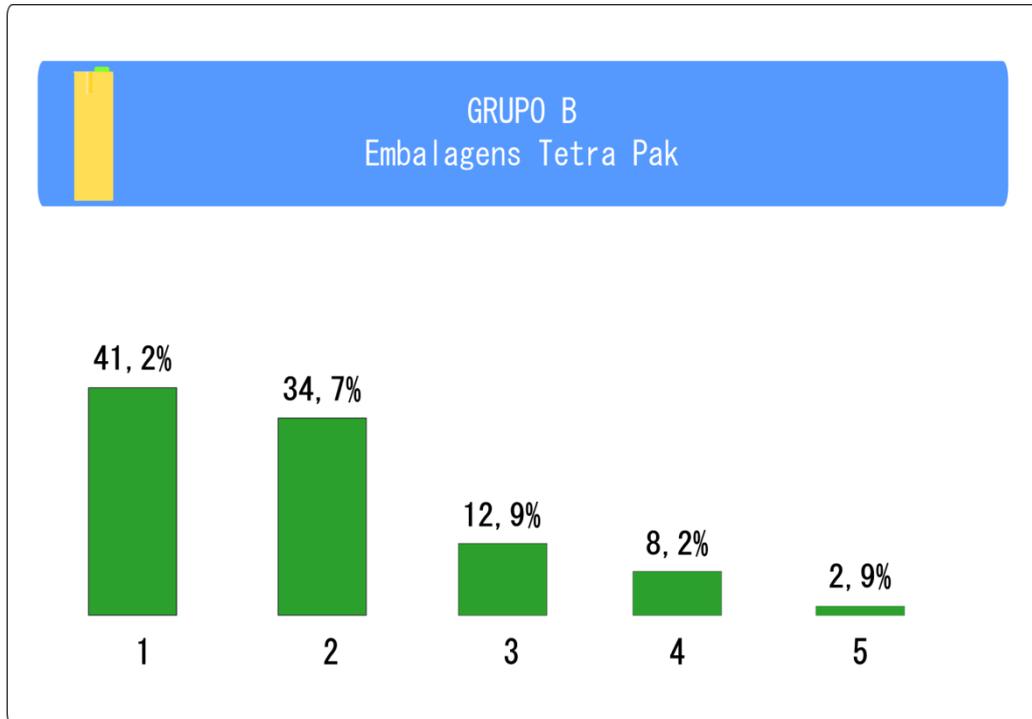
Figura 33: Resultados para o Grupo A.



Fonte: Elaborado pela autora.

O Grupo B (embalagem Tetra Pak), foi indicado por 41,2% dos participantes como “Fácil de abrir” e apenas 2,9% a consideraram “Muito difícil de abrir” (Figura 34).

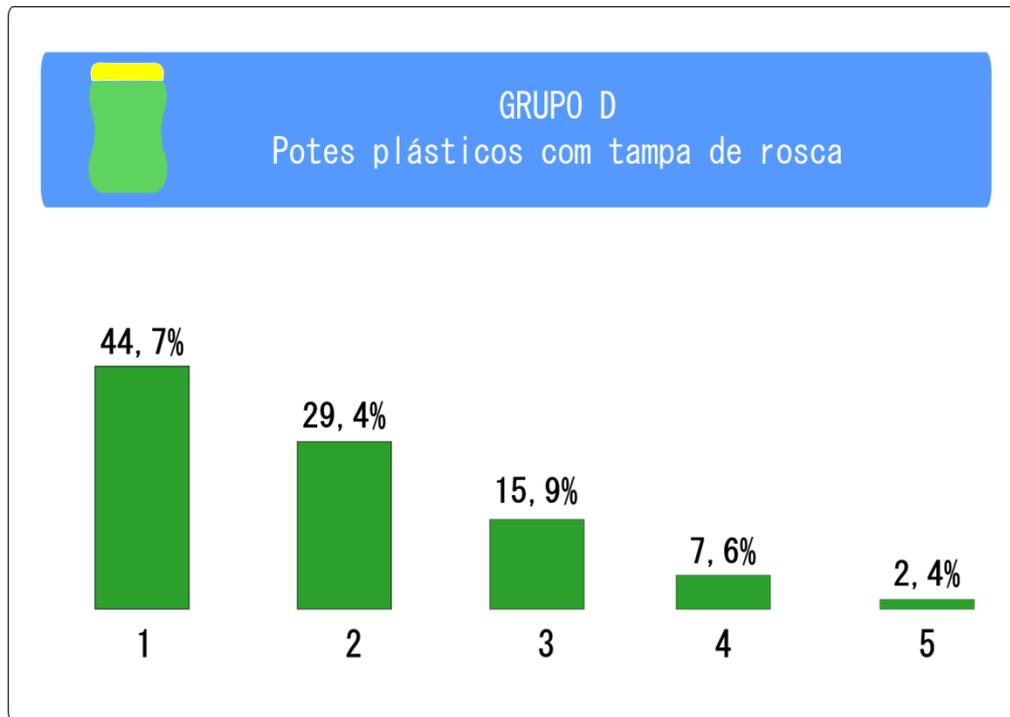
Figura 34: Grupo B classificado como fácil de abrir.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

O grupo D foi apontado por 44,7% das pessoas, como “Muito fácil de abrir” (Figura 35). São embalagens cujas tampas não apresentam lacre de segurança e tem uma maior área de contato se comparado com os demais grupos estudados, são características que podem ter contribuído para a boa classificação do grupo.

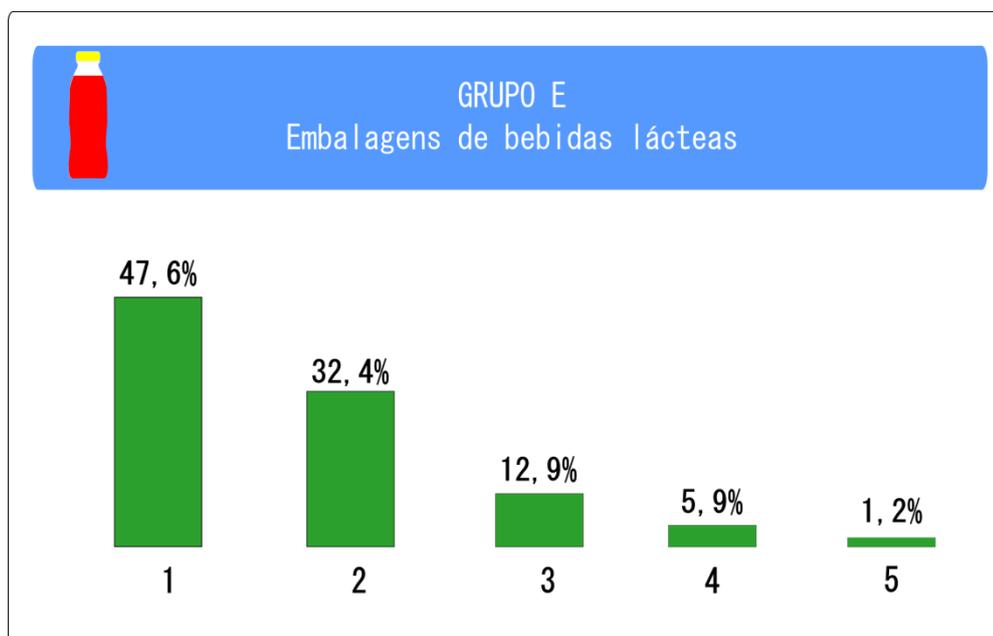
Figura 35: Níveis de dificuldade do grupo D.



Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa realizada.

O grupo E (produtos lácteos) obteve 47,6% dos votos o classificando como “Muito fácil de abrir” (Figura 36), são embalagens com tampas e corpos plásticos, as tampas possuem algumas ranhuras ou estrias, estudos posteriores podem auxiliar a identificar se quais as características destas embalagens influenciam no bom desempenho na atividade de sua abertura.

Figura 36: Grupo E, embalagens classificadas como “Muito fácil de abrir”.



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

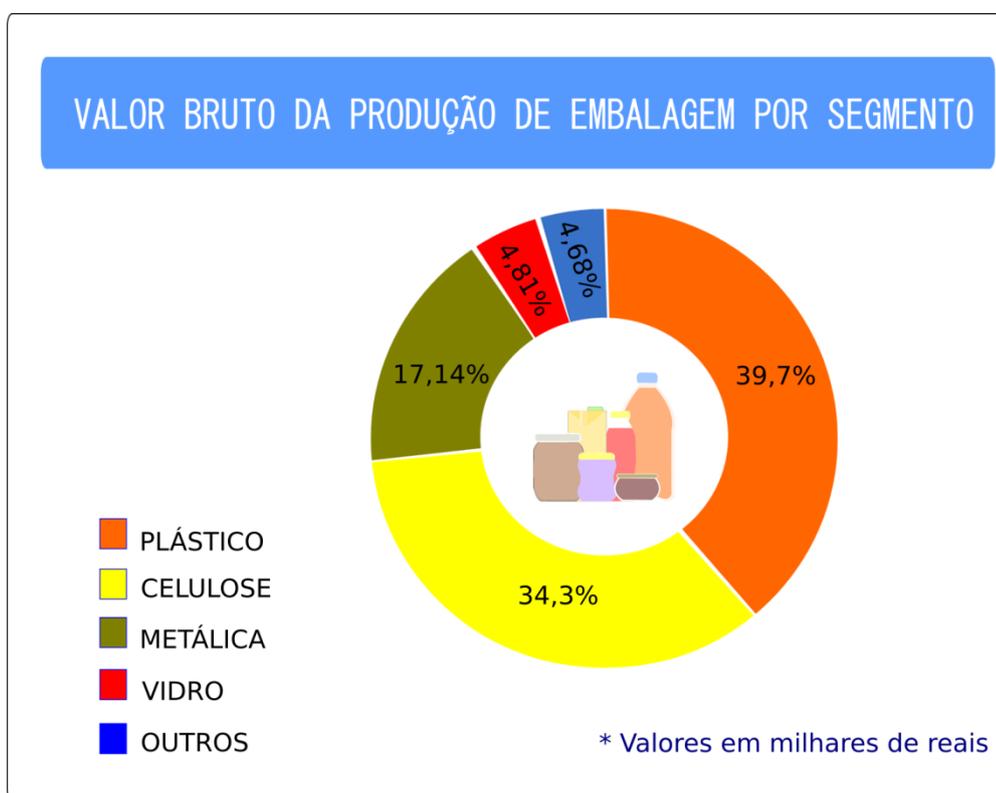
São necessários mais estudos para averiguar quais características das tampas dos Grupos D e E facilitam sua abertura. O Grupo D embora apresente tampas com áreas maiores que a dos outros grupos não foi considerada a mais fácil de abrir, classificação que foi atribuída ao grupo E.

Embora os resultados tenham mostrado o Grupo C como mais difícil de abrir, as próximas etapas deste estudo seguem com as embalagens do Grupo A, que ficou em segundo lugar quanto ao grau de dificuldade de abertura.

No Grupo A estão os tipos de embalagens mais encontradas no mercado. De acordo com a ABRE (2017) os plásticos representam a maior parte da produção do mercado de embalagens correspondendo a 39,07% o segundo material mais utilizado é a celulose 34,3% (Figura 37). Na produção de embalagens, chama-se a atenção para o setor de embalagens para bebidas, pois mesmo diante de uma retração sofrida em 2014 foi um dos poucos que se manteve em crescimento, 0,8%.

Esses dados vêm ao encontro do que se observou durante as pesquisas realizadas em mercados e supermercados da região, onde se encontrou número significativo de embalagens feitas em material plástico, sobretudo no setor de bebidas.

Figura 37: Porcentagem do uso de materiais no setor de embalagens.



Fonte: Adaptado de ABRE (2016).

Segundo a ABIPET (2017) de toda a resina PET produzida no Brasil, em 2009, 90% foi utilizada para fabricar embalagens para refrigerantes, água e óleo e os principais mercados que utilizam PET são os de água e refrigerante.

Dentro desse grupo as embalagens PET de água mineral merecem especial atenção, pois é um setor que cresce 7,6% ao ano no mundo e tem se destacado no mercado de bebidas no Brasil, que se tornou o quarto maior produtor de água engarrafada do mundo ficando atrás apenas dos Estados Unidos da América, México e China (FRASÃO, 2009).

O crescimento do consumo de água mineral no Brasil foi notável entre 2010 e 2014 no qual cresceu 45% superando o de refrigerantes que apresentou uma queda de 6% nos índices de consumo (EUFRÁSIO, 2016).

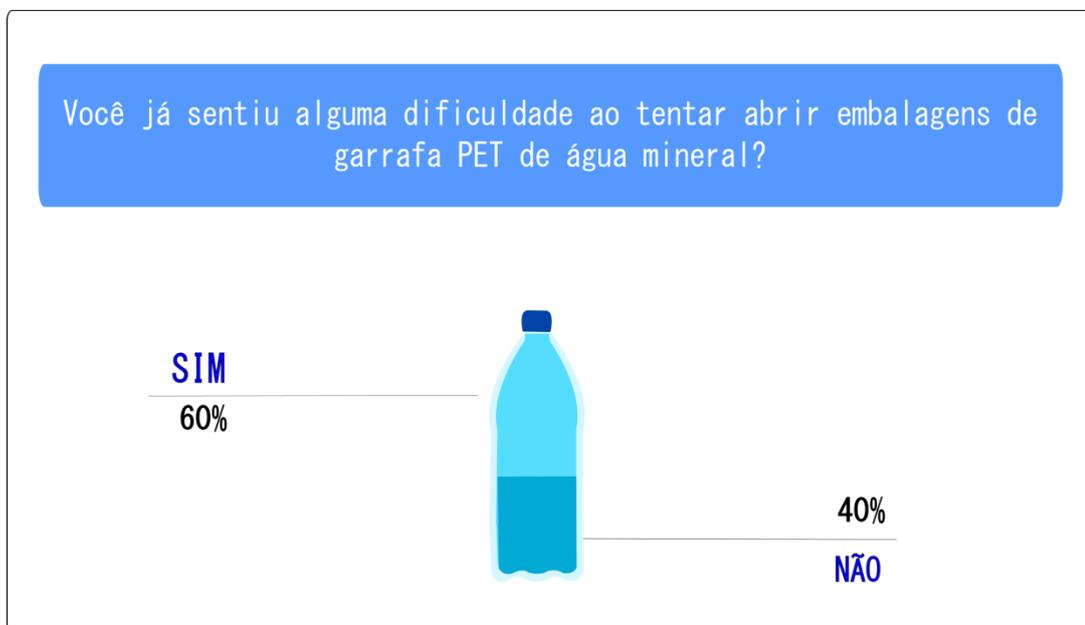
Embora ocupe uma parcela considerável do mercado de embalagens de bebidas são escassos os estudos voltados para as embalagens desses produtos, fator que também motivou o desenvolvimento dessa pesquisa. Outro ponto a se considerar é o fato das embalagens de água mineral permitirem maior adaptabilidade aos equipamentos de medição de torque manual sem sofrerem deformações devido às propriedades do seu material de fabricação.

7.2 Resultado segunda etapa

7.2.1 Teste 1: Pesquisa de percepção de conforto e desconforto

Quanto à pergunta: “Você já teve alguma dificuldade ao abrir embalagens de garrafa pet de água mineral?”, 60% dos voluntários afirmaram já terem sentido dificuldade em abrir as embalagens (Figura 38).

Figura 38: A dificuldade ao tentar abrir embalagens de garrafas pet de água mineral, masculino e feminino, respectivamente.



Sobre o possível constrangimento na abertura de embalagens de garrafa pet de água mineral 73,3% das mulheres afirmaram já terem passado por constrangimento e apenas 20% dos homens afirmaram já ter sofrido constrangimentos ao manipular as embalagens (Figura 39). Embora não houvesse local para especificação do tipo de constrangimento, as participantes relataram que frequentemente necessitavam de ajuda de terceiros na abertura das embalagens.

Figura 39:Constrangimento ao abrir embalagens de garrafas pet de água mineral, feminino (à esquerda) e masculino (à direita).



Fonte: Elaborado pela autora, com base na pesquisa realizada.

Os voluntários foram questionados sobre possíveis traumas físicos obtidos enquanto abriram embalagens de garrafa de água mineral e os resultados são apresentados na Figura 40. Como resposta 66,7% das mulheres afirmaram já terem sofrido algum trauma físico. No grupo masculino apenas 20% dos voluntários responderam afirmativamente a essa pergunta.

Figura 40: Trauma físico ao abrir embalagens de garrafas pet de água mineral, feminino e masculino, respectivamente.



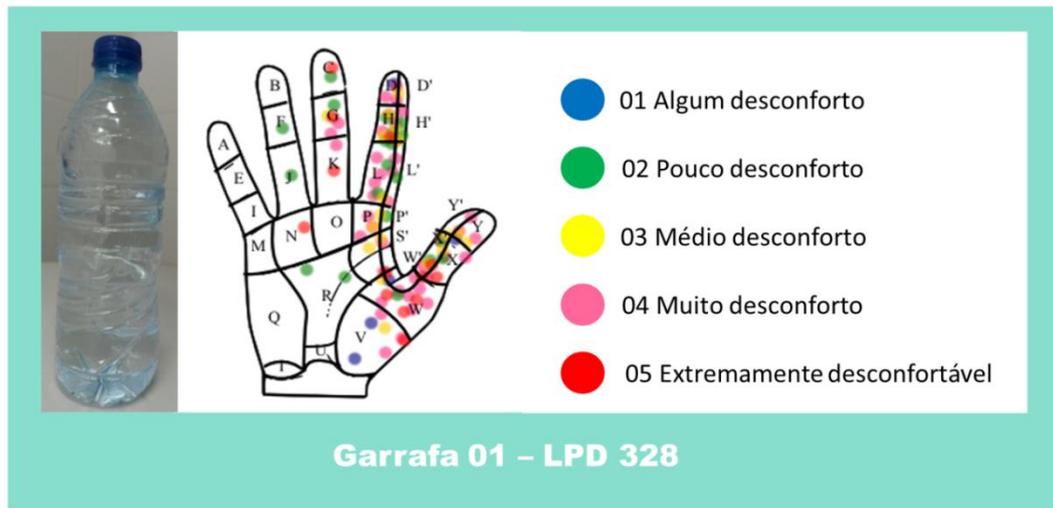
Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa realizada.

Comparando os resultados dos entrevistados do sexo masculino e do sexo feminino, é possível perceber que as mulheres possuem maior dificuldade em abrir as embalagens de garrafa pet de água mineral. Assim como quando comparada aos homens, já sofreram bem mais constrangimentos e traumas físicos ao realizarem tal tarefa. Tais resultados estão fortemente relacionados às capacidades biomecânicas que distinguem estes dois grupos de indivíduos, já que, quanto às forças manuais, o gênero apresenta-se como uma das maiores diferenças em valores médios (SANDERS; McCORMICK, 1993).

Quanto à simulação de uso os resultados foram os seguintes: A garrafa 01 teve a menor ocorrência de regiões apontadas como extremamente desconfortável (Figura 41), que se distribuíram na eminência tênar, nas superfícies palmares das falanges distais e proximais do dedo médio e da falange proximal do dedo polegar e na eminência tenar (C, G, K, X, X', W), com alguns pontos isolados na cabeça dos metacarpeanos, próximo ao dedo anelar e na falange proximal do dedo indicador (N, H).

Regiões apontadas com muito desconforto e médio desconforto se concentraram nas superfícies palmares das falanges distais e proximais dos dedos polegar e indicador e próximo à primeira comissura (X, W, W', S, S', L, L', H, H', D); com alguns pontos isolados na eminência tenar e na falange proximal do dedo médio (V, G). O resultado do LPD que indica o nível do desconforto foi 328 (Figura 41).

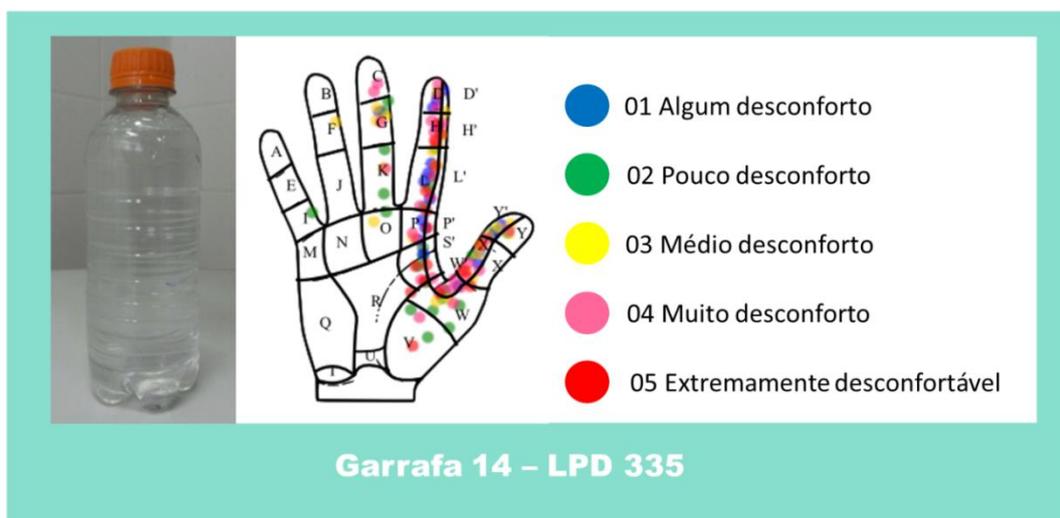
Figura 41: GARRAFA 01. Resultados para LPD.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a garrafa 14 houve poucos apontamentos como extremamente desconfortável que se distribuíram nas superfícies palmares das falanges distais e proximais dos dedos polegar e indicador; próximo à primeira comissura e na eminência ténar (X', X, H, L, P', S, W', V, S). Os apontamentos de muito desconforto e médio desconforto se concentraram nas falanges distais e proximais das superfícies palmares dos dedos polegar e indicador e próximo à primeira comissura (D, H, L, P, S, S', W, W', X, X') e em pontos isolados, na eminência tenar e superfície palmar das falanges distais e proximais do dedo médio (W, V, K, G, C). O resultado do LPD foi 335 (Figura 42).

Figura 42: GARRAFA 14. Resultados para LPD.



Fonte: Elaborado pela autora .

A garrafa 12 caracterizou-se como a embalagem com segunda menor ocorrência de regiões extremamente desconfortáveis, apontadas de maneira distribuída nas superfícies palmares das falanges distal e proximal dos dedos indicador, médio e polegar; na cabeça dos metacarpeanos, próximas aos dedos indicador e médio e na região próxima à primeira comissura e eminência tenar (C, G, K, D, F, L, X, O, P, W, V). As maiores ocorrências foram de regiões apontadas com médio desconforto e muito desconfortáveis que se concentraram próximo a primeira comissura e nas superfícies palmares das falanges distais e proximais dos dedos polegar e indicador (W, W', Y, X, X', D, H, H', L, L'); com algumas ocorrências nas falanges proximal e distal do dedo médio (C, G, K) e pontos isolados na cabeça dos metacarpeanos, próxima ao dedo indicador e médio (O, P); outros pontos isolados foram pontuados como muito desconforto na palma; nas superfícies palmares das falanges distal e proximal do dedo anelar e na eminência tênar (F, J, R, V). Resultado do LPD: 367 (Figura 43).

Figura 43: GARRAFA 12. Resultados para LPD.



Fonte: Elaborado pela autora com base na pesquisa realizada.

A garrafa 02 apresentou resultados com regiões com apontamentos de médio desconforto, muito desconforto e extremamente desconfortável se concentraram nas superfícies palmares das falanges proximal e distal do dedo polegar, que correspondem às letras (X, X') no mapa, com algumas ocorrências nas superfícies palmares das falanges distal e proximal do dedo indicador; eminência tenar e próximos à primeira comissura (D, H, L', S, W). Regiões apontadas como extremamente desconfortáveis tiveram alguns pontos isolados na cabeça dos metacarpeanos, próximo ao dedo indicador; na eminência tênar e nas superfícies palmares das falanges proximais e distais do dedo anelar (P', S' V, F, J). Foram apontadas regiões como muito desconfortáveis nas superfícies palmares das

falanges distal e proximal do dedo médio e na palma (R, K, G, C,) e pontos isolados nas eminências ténar e hipoténar (V, Q). Resultado do LPD: 399 (Figura 44).

Figura 44: GARRAFA 02. Resultados para LDP.



Fonte: Elaborado pela autora.

Na garrafa 15, as regiões apontadas como muito desconfortáveis foram indicadas de forma distribuída, nas superfícies palmares das falanges distal e proximal dos dedos polegar, indicador e médio e na eminência ténar (Y, Y', X, X', D, H, L, L', G, K, V, W). Regiões apontadas com médio desconforto e muito desconfortáveis se concentraram nas superfícies palmares das falanges distal e proximal dos dedos indicador e polegar, (D, D', H, H', L, L', X, X', Y, Y') houve também a ocorrência de pontos próximos à primeira comissura, (S, W) e pontos isolados na cabeça dos metacarpeanos, próximo aos dedos indicador e médio (O, P). Resultado, LPD igual a 424 (Figura 45).

Figura 45:GARRAFA 15. Resultados para LPD.



Fonte: Elaborado pela autora.

As garrafas 01 e 15 tiveram respectivamente o menor e o maior índice de LPD, é interessante verificar as características dessas duas embalagens (Quadro 1).

Quadro 1: Dimensões do corpo e tampa das embalagens usadas nos testes 1.

EMBALAGENS SELECIONADAS						
Nº das Garrafas	CORPO			TAMPA		GÁS
	Capacidade/ ml	Altura (mm)	Circunferência (mm)	Altura (mm)	Circunferência (mm)	
01	500	182	*Menor – 20 *Maior - 21	8	90	Não
02	330	166	Menor – 19 Maior – 19,5	11	94	Não
12	500	191	Menor – 20,3 Maior – 21,2	10	97	Sim
14	330	174	19,5	12	99	Não
15	330	161	Menor - 18 Maior - 19,2	8	88	Não

Fonte: Elaborado pela autora.

* As embalagens que possuíam formas diferenciadas tiveram todas as suas circunferências registradas.

As tampas das embalagens possuem características semelhantes então às dimensões do corpo podem ter causados as disparidades nos resultados obtidos para essas duas embalagens.

Observam-se então as embalagens 01 e 12, ambas com a mesma capacidade (500 ml), mas com diferentes dimensões para o corpo e para a tampa. Nessa análise embora a embalagem 12 tenha dimensões maiores, apresentou LPD maior que a garrafa 01.

As embalagens 02 e 15 possuem a mesma capacidade (330 ml) com dimensões diferentes para corpo e tampa o LPD (399) mais baixo e, portanto, mais aceitável foi obtido pela garrafa 02. As características da tampa da embalagem 15 podem ter contribuído para o seu alto índice de LPD, 424.

A garrafa 14 foi a única do grupo analisado que possuía gás, essa peculiaridade fez com que a sua tampa apresentasse maiores dimensões se comparadas às demais. O seu LPD (335) se aproximou do melhor LPD encontrado, o da garrafa 01 (328). Embora tenha capacidade de 330 ml a embalagem 14 apresenta dimensões do corpo superior à apresentadas pelas as outras de mesma capacidade selecionadas para o grupo analisado, isso pode ter contribuído para conseguir o melhor LPD.

Entende-se, a partir desses resultados, que as embalagens pet de água mineral carecem de um dispositivo de abertura que cause menos desconforto durante a sua manipulação. Daí a necessidade de estudos mais aprofundados para dar embasamentos para o desenvolvimento de tais dispositivos.

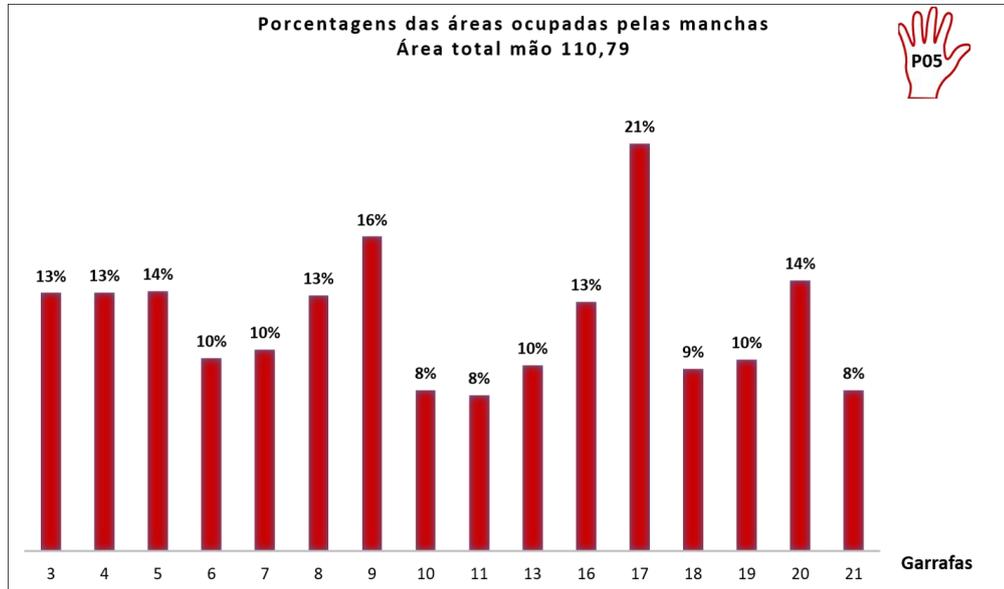
7.2.2 Resultados teste 2: Teste de Erick.

A análise dos dados mostrou que as dimensões da tampa e do corpo da embalagem influenciam na interação do usuário com a embalagem durante a sua abertura. Foram criados gráficos comparando a área aproximada deixada pelas manchas com a área total das mãos de cada um dos percentis.

A área total da mão direita do percentil 05 foi 110,79 cm². Quanto à área de contato das tampas, a garrafa 17 apresentou maior área de contato para o percentil 5, ocupando 21% da área total das mãos. As menores áreas de contato foram das garrafas 10,11 e 21 com áreas que ocuparam aproximadamente 8% da área total das mãos. As garrafas 10 e 11 são ambas de vidro com tampas metálicas com ondulações que causavam alteração em suas circunferências, essas características podem ter contribuído para a pouca área de contato. A garrafa 17 e 21 têm a mesma circunferência (96 mm), mas a 17 tem altura inferior à 21, no

entanto esse fato não proporcionou o maior contato das mãos com a tampa da embalagem 21, o que contribui para o entendimento que, referente às tampas o aumento das dimensões não significam maior adaptabilidade das mãos às interfaces (Figura 46).

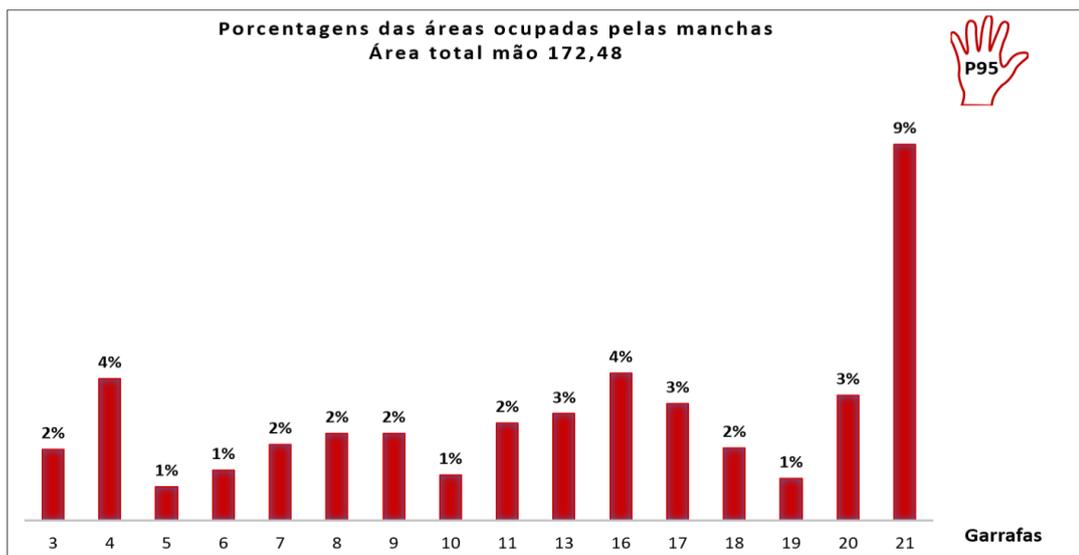
Figura 46: Resultados para a área do percentil 05 contato com as tampas das embalagens.



Fonte: Elaborado pela autora.

A área total da mão direita do percentil 95 foi 172,48 cm. Comparando-se a área das manchas de tinta deixadas pelo contato com cada uma das tampas com a área total, a tampa da garrafa 21 foi a que possibilitou maior área (Figura 47).

Figura 47: Resultados para a área do percentil 95 contato com as tampas das embalagens.



Fonte: Elaborado pela autora.

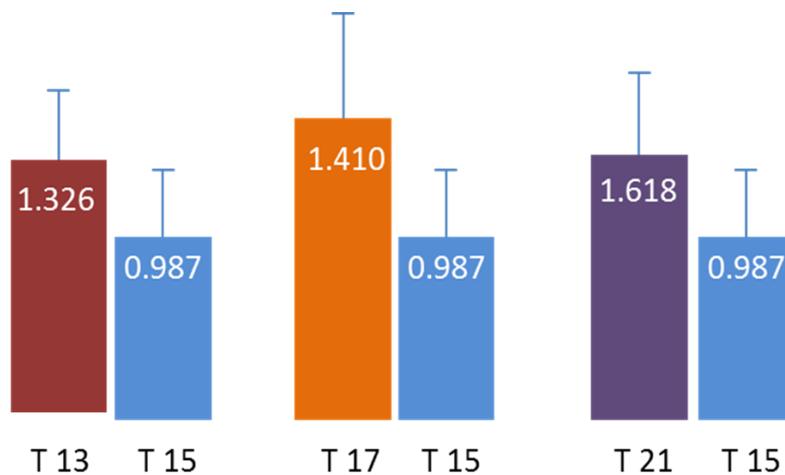
Observa-se com os dados obtidos apenas o aumento da circunferência não garante maior grau de adaptação da tampa com as mãos. Os dados das tampas das garrafas 05 e 11 ambas com a mesma altura, mas com circunferências diferentes permitem discutir esta constatação. O fato da circunferência da garrafa 11 ser maior que o da garrafa 05 não proporcionou o maior contato das mãos com a tampa, o que revela que para a área de contato uma variável de grande relevância é a sua altura.

O percentil 95 teve pouca área de contato com a tampa, concentrando-se principalmente na superfície palmar do polegar. Observa-se que conforme se diminui a circunferência e a altura da tampa a área de contato também se reduz, tornando-se mínima. As alturas das tampas variaram de 10 mm a 19 mm, a influência da tampa na área de contato das mãos foi mais acentuada quando acompanhada do aumento da circunferência (Garrafas: 1 e 21).

7.3 Resultados terceira etapa: teste de mensuração de força de torque.

Participaram desta etapa 30 voluntárias a média das idades foi de 59,7 anos (d.p. 6 anos). A maior média de força de torque manual alcançado foi com a utilização da tampa 21, seguido pelas tampas 17, 13 e 15, respetivamente (Figura 48). As voluntárias conseguiram a pior média de força, quando utilizaram a tampa 15 (0,987) e o melhor resultado foi proporcionado pela tampa 21 (1,618).

Figura 48: Comparação das médias dos valores de força de toque.



*valores em N.m.

Fonte: Elaborado pela autora.

A tampa que obteve menor média foi a tampa 15. Para a análise dos dados comparou-se a média de força de torque obtida para a tampa 15 com as das outras tampas.

Observou-se que a altura da tampa parece ter grande influência na aplicação de força de torque, uma vez que, a tampa 15 (menor média de força alcançada) é também a tampa com menor altura dentre as quatro tampas estudadas, possuindo 8 mm de altura (Tabela 2).

Tabela 2: Comparação da altura, diâmetro e média de força obtida.

Tampa	Média das forças de torque obtidas	Altura (mm)	Diâmetro (mm)
Tampa 13	1,326	12	30
Tampa 15	0,987	8	29
Tampa 17	1,410	11	30
Tampa 21	1,618	14	30

Fonte: Elaborado pela autora.

As médias das forças também foram comparadas através de análise estatística inferencial para comprovar se as diferenças obtidas foram estatisticamente significativas e as variáveis definidas para este estudo foram comparadas através do coeficiente de correlação.

Para identificar entre quais médias de força houve diferenças estatisticamente significativas, inicialmente a normalidade foi verificada. Após isto utilizou-se o teste não paramétrico de Friedman e o pos hoc Fisher LSD. Para os valores obtidos de $p \leq 0,05$ constata-se que há diferença estatisticamente significativa. A tampa 15 apresentou valor de aplicação de força de torque com diferença estatisticamente significativa quando comparada com todas as outras tampas (Quadro 2).

Quadro 2: Análise estatística das forças de torque obtida.

	Tampa 13 	Tampa 15 	Tampa 17 	Tampa 21 
Tampa 13 	—	0,004	0,464	0,012
Tampa 15 	0,004	—	0,000	0,000
Tampa 17 	0,464	0,000	—	0,071
Tampa 21 	0,012	0,000	0,071	—

Fonte: Elaborada pela autora.

Quando os valores de força da tampa 15 foram comparados com o das tampas 17 e 21 o valor de $p=0,000$, ou seja, abaixo de 0,05; isso demonstra que há diferença estatisticamente significativa entre as forças que as usuárias conseguiram aplicar nessas tampas. Entre a tampa 15 e a tampa 13 também foi encontrada diferença significativa para a quantidade de força aplicada ($p=0,004$).

Além das comparações com a tampa 15, é possível verificar diferença estatisticamente significativa para os resultados de força aplicados entre a tampa 13 e a tampa 21 ($p=0,012$) que apresentavam uma pequena diferenças entre suas alturas de apenas 2 mm. Observa-se, no entanto, que entre a tampa 17 e a tampa 21 não houve diferença estatisticamente significante ($p=0,071$), embora a diferença entre suas alturas seja de 3 mm.

Uma hipótese para estes resultados pode ser o tipo de ranhura (ou estrias) apresentado nas tampas. As ranhuras das tampas 17 e 21 são semelhantes, o que pode ter contribuído para uma melhor aplicação de força nessas tampas (Figura 49).

Figura 49: Comparação entre as tampas 17 (à esquerda) e 21 (à direita).



Fonte: Elaborado pela autora.

As ranhuras da tampa 13 eram divididas em pequenos grupos separados por sulcos maiores, isso inclusive tornou a percepção das ranhuras mais evidentes pelas usuárias que fizeram observações sobre o aspecto da tampa 13 durante a aplicação do teste de percepção de desconforto. Essa diferença na interface da tampa 13 (Figura 50).

Figura 50: Detalhes das ranhuras das tampas 13 (à esquerda) e da tampa 21 (à direita).



Fonte: Arquivo pessoal.

Conforme Lira (2004), um estudo através do Coeficiente de Correlação Linear de Pearson pode ser utilizado para estudar o grau de relacionamento entre variáveis. Neste estudo ele foi realizado a fim de verificar a correlação entre as variáveis: Torque, Altura e Diâmetro um estudo da correlação foi realizado (Tabela 2).

Segundo Cohen (1988) correlações com valor de R de 0,10 a 0,29 são consideradas pequenas, de 0,30 a 0,49 são consideradas médias e de 0,50 a 1 são consideradas grandes. Observa-se que o torque apresenta uma grande correlação com a altura (0,956) e com o diâmetro das tampas. No entanto, a correlação Torque x Altura é a que mais se aproxima de 1 o que torna esse tipo de correlação mais forte que a correlação Torque X Diâmetro (0,867) (Tabela 3).

Tabela 3: Correlação de Pearson.

Correlação de Pearson	
Torque x Altura	0,956
Torque x Diâmetro	0,867

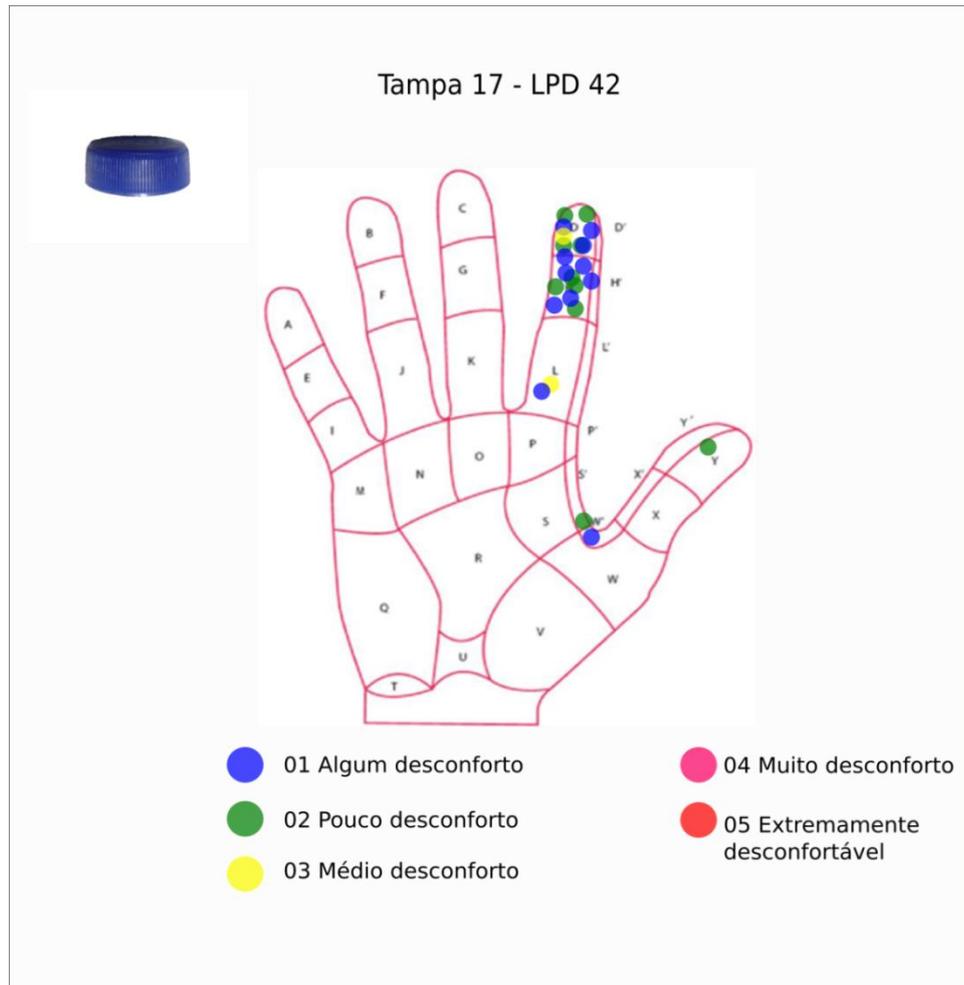
Fonte: Elaborada pela autora.

As diferenças entre as médias de forças corroboram com a literatura apresentada nesse estudo de que os tamanhos das interfaces têm influência sobre a quantidade de força obtida (BONFIM, 2014; SILVA, 2012) e este resultado influencia na análise das tampas de rosca de embalagens de água mineral. Observou-se que à medida que a altura e o diâmetro das tampas aumentaram houve o aumento das médias de momentos de força aplicados.

7.4 Resultados terceira etapa: teste de percepção de desconforto.

Os resultados do teste de percepção de desconforto mostraram que a tampa 17 teve menor LPD (42) com poucas áreas de desconforto apontadas pelas usuárias, concentrando-se principalmente nas regiões das superfícies palmares das falanges distais do dedo indicador; as indicações nessa área foram de algum ou pouco desconforto. Houve marcação de algum desconforto e desconforto médio próximo à comissura W' e S'. Algumas voluntárias relataram não sentir desconforto ao utilizar a tampa 17, isso contribuiu para o valor de seu LPD (Figura 51).

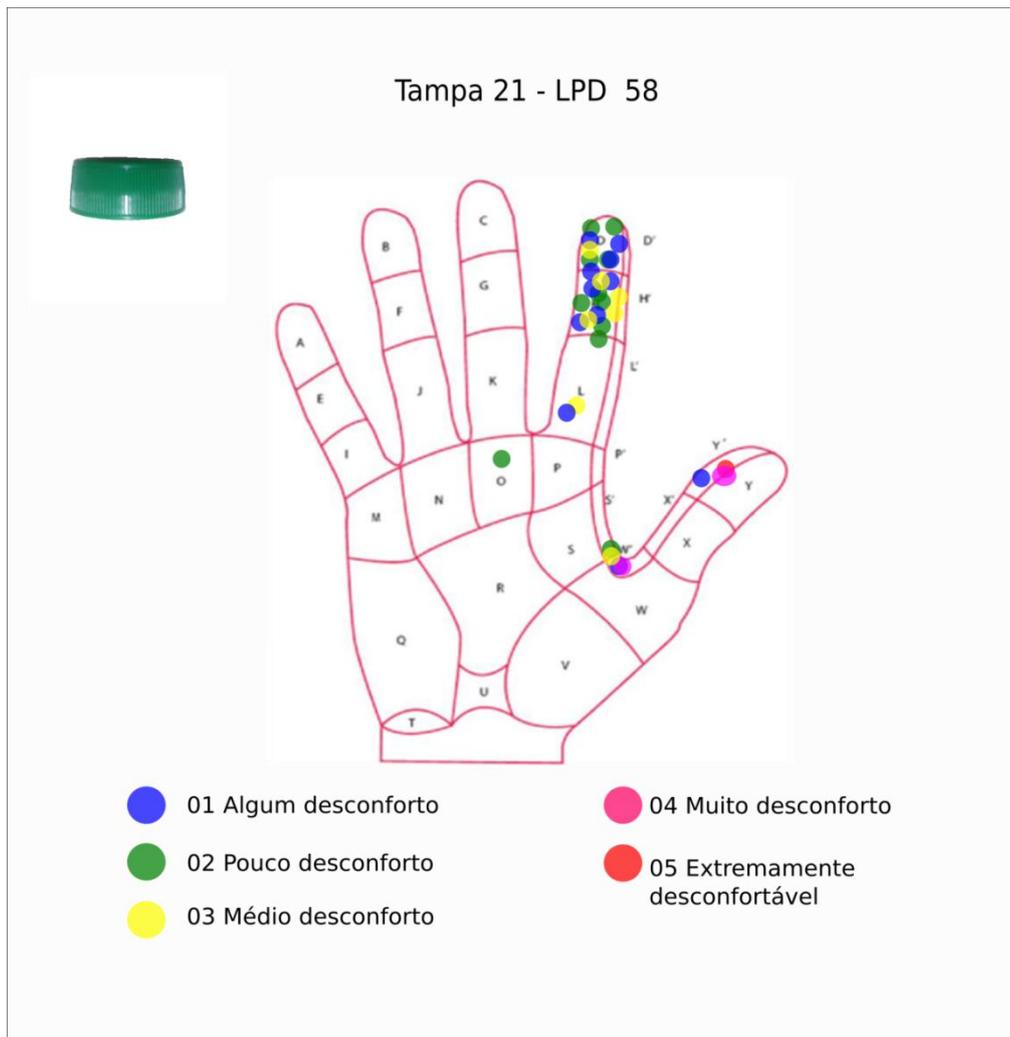
Figura 51:LPD para a tampas 17.



Fonte: Elaborada pela autora.

O LPD da tampa 21 foi 58, com algum e pouco desconforto concentrados na região palmar do dedo da falange distal do indicador, e alguns pontos de muito desconforto próximo à comissura X' (Figura 52)

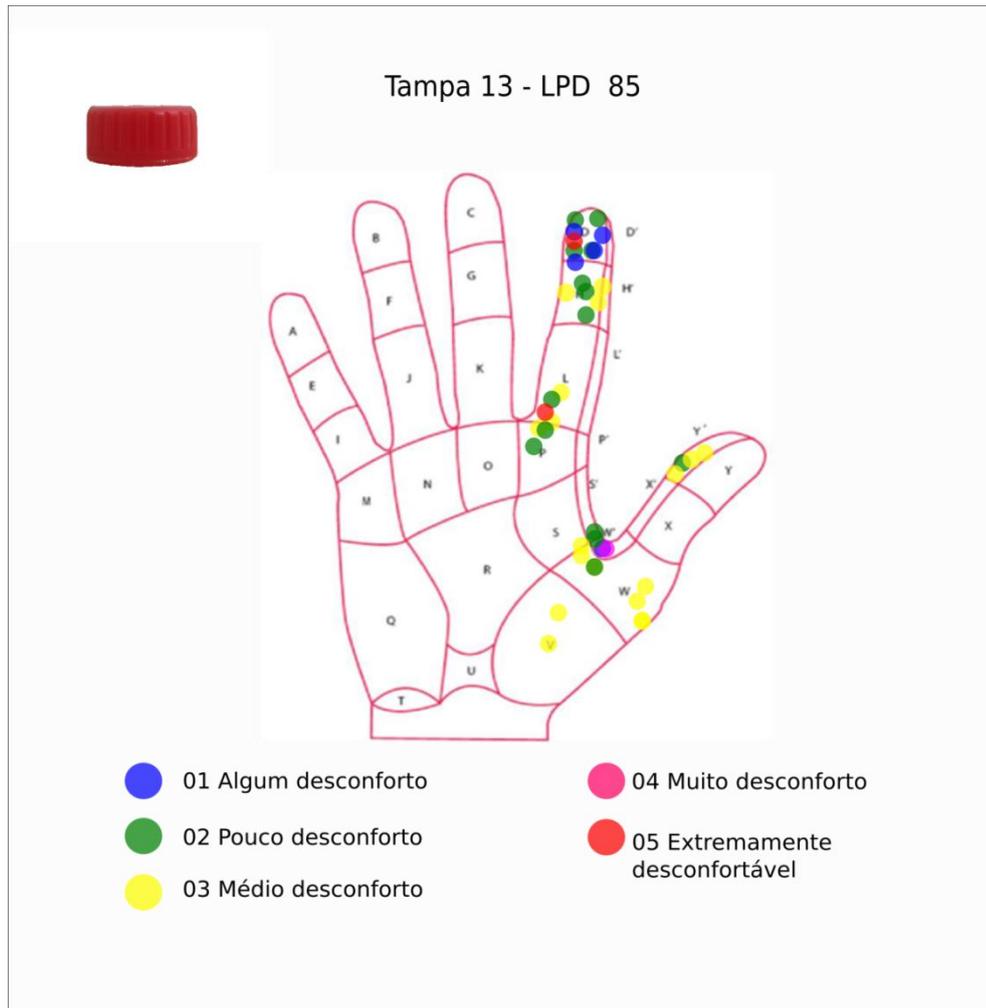
Figura 52:LPD para a tampas 21.



Fonte: Elaborado pela autora.

A tampa 13 apresentou LPD 85 com áreas de médio desconforto espalhadas pelas regiões palmares das falanges proximais, distais e médias do indicador e na comissura do dedo indicador D'. Com alguns pontos de extremo desconforto na falange distal do indicador e com pequena concentração de áreas de pouco desconforto próximo à comissura W' (Figura 53).

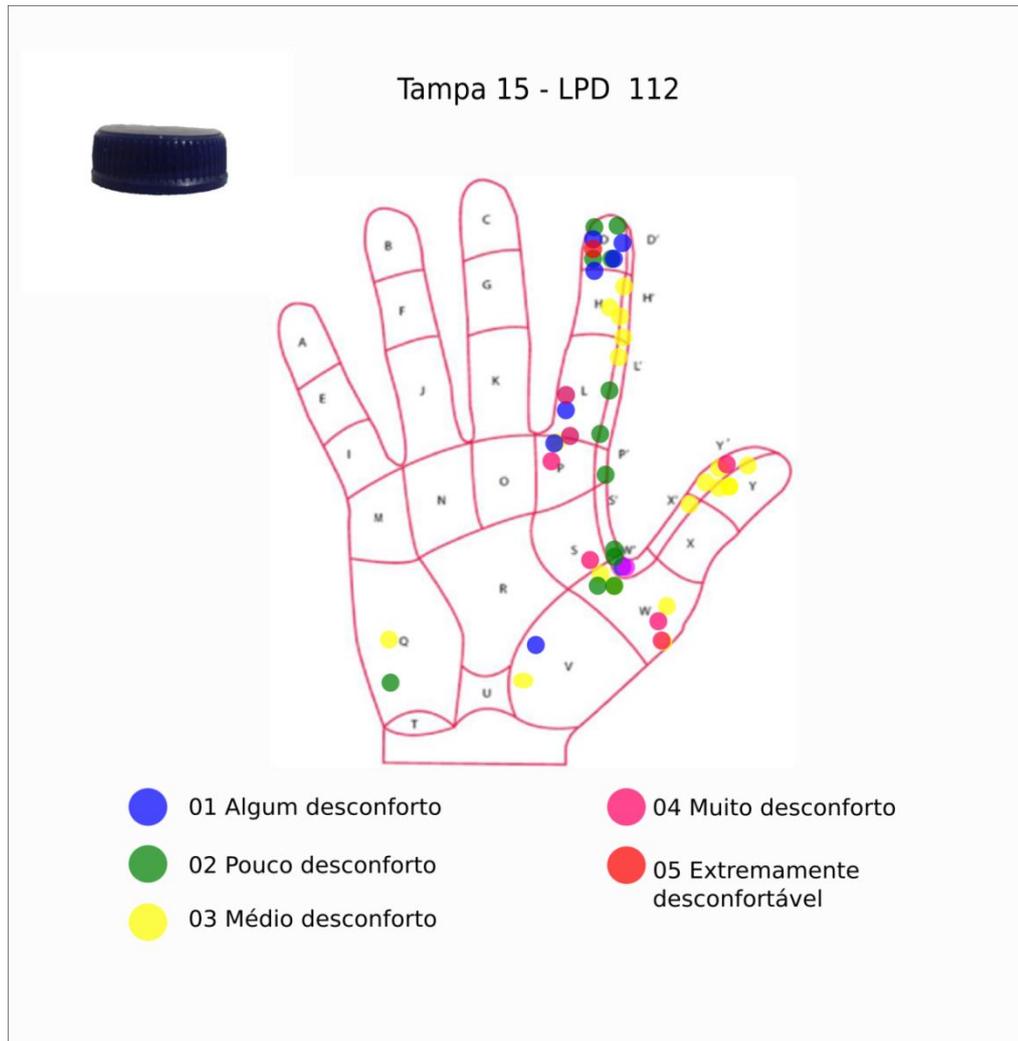
Figura 53:LPD para a tampas 13.



Fonte: Elaborado pela autora.

A tampa 15 obteve LPD 112, maior LPD entre as quatro tampas analisadas, com áreas de muito desconforto nas regiões palmares das falanges proximais do dedo indicador e desconforto médio na superfície palmar da falange distal do dedo polegar. Pontos isolados de pouco e médio desconforto foram apontados na eminência hipotênar (Q). As dimensões da tampa, quando comparadas às demais, permitiram menor área de contato com as mãos aumentando os pontos de pressão durante a aplicação de força de torque e causando desconforto durante o uso (Figura 54).

Figura 54: LPD para a tampas 15.



Fonte: Elaborado pela autora.

Houve maior concentração de pontos de desconforto nas superfícies palmares do dedo indicador e próximo à região da comissura W' e na comissura D' do dedo indicador. Em todas as tampas houve marcação de algum nível de desconforto na superfície palmar da falange distal do dedo indicador.

8 RECOMENDAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE TAMPAS DE EMBALAGENS DE GARRAFAS PET CONSIDERANDO O USUÁRIO FEMININO ACIMA DE 50 ANOS.

A partir do que foi observado nesse estudo com sujeitos femininos com idade superior a 50 anos foi possível propor recomendações a fim de melhorar a interação dessas usuárias com as embalagens de água mineral:

- Incluir o uso de preceitos ergonômicos em todas as fases do processo de produção de embalagens a fim de reduzir os acidentes e constrangimentos causados por produtos que exigem força para a sua abertura não condizente com a da maioria da população atual;
- Ter especial atenção às dimensões das tampas, sobretudo a altura e ao diâmetro, pois essas características influenciaram nos valores dos momentos de força obtidos;
- Os produtos devem ser projetados de forma que os usuários que disponham de pouca força não dependam exclusivamente da ajuda de terceiros para usufruí-los.
- As ranhuras das tampas merecem especial atenção, pois interferem na atividade de abertura das embalagens: quando usadas de forma adequada melhoraram a aplicação de força de torque e quando mal usadas causaram desconforto nas mãos das usuárias, pois diminuíram a área de contato e houve o aumento da pressão no local de aplicação de força.

Os resultados dessa etapa foram considerados satisfatórios, pois responderam ao questionamento proposto por esse estudo, de que o desenho das tampas de rosca de embalagens de água mineral influencia na aplicação de força manual de mulheres com idade superior a 50 anos.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar a interação do usuário com um produto do cotidiano verificando de que forma a aplicação de força manual e as características da interface do produto interferem, de forma positiva ou não, no desempenho da tarefa.

O estudo da ergonomia dos objetos, nesta pesquisa, tem como objetivo complementar a avaliação de força manual em embalagens com tampas de rosca com indivíduos idosos a fim de promover a sensibilização para o desenvolvimento de produtos que sejam condizentes com a realidade da população atual que é composta em sua maioria por mulheres e por idosos, e que se contrapõe aos padrões adotados, por exemplo, na produção de embalagens com tampas rosqueáveis as quais exigem um nível de força para a sua abertura que é geralmente encontrado em homens na faixa etária adulta (PASCHORELLI, 2003). Em se tratando especialmente dos indivíduos idosos, a pesquisa bibliográfica realizada neste estudo constatou que eles têm sido ignorados na coleta de dados; e os dados sobre essa faixa etária têm sido tradicionalmente raros.

Na primeira etapa deste trabalho foi desenvolvida uma pesquisa exploratória através de um questionário online cujos resultados apontaram que os indivíduos têm tido dificuldades em abrir embalagens com tampas de rosca, especialmente as embalagens de conserva e as embalagens pets e com tampas plásticas. A maioria dos respondentes dessa pesquisa, 65,9%, era do gênero feminino e pertencia a faixa etária jovem de 18 a 24 anos.

Desta forma, observou-se a necessidade de conhecer os níveis de esforço no manejo desses produtos para ambos os gêneros e diferentes faixas etárias, além do tipo de desenho que facilitava/dificultava a manipulação dessas embalagens. Diante de tais questionamentos percebeu-se a necessidade de uma análise mais aprofundada e que envolvesse o estudo das capacidades musculoesqueléticas humanas, bem como um estudo sobre a percepção de conforto e desconforto durante o uso; quanto a esta demanda, apresenta tal avaliação no presente estudo.

Proseguiu-se a segunda etapa realizando-se estudos de percepção de conforto e desconforto com as embalagens do Grupo A, o segundo mais votado como difícil de abrir, pois essas embalagens são comumente encontradas no mercado principalmente no de bebidas.

Optaram-se dentro desse grupo pelas garrafas de água mineral com tampas de rosca cujo consumo tem crescido nos últimos anos superando o de outras bebidas populares como os refrigerantes, o que explica a relevância deste estudo (EUPHRASIO, 2016; FRASÃO, 2009).

O objetivo do teste de percepção de conforto e desconforto foi investigar a percepção de dificuldade de abertura de garrafas de água mineral, bem como a percepção do desconforto na abertura de 5 (cinco) modelos de embalagens de água mineral. A hipótese levantada foi que quanto maior a área de contato maior seria a transmissão de força e menor a percepção de desconforto.

Os resultados apresentaram que as mulheres possuem maior dificuldade em abrir as embalagens, assim como são as que sofrem os maiores constrangimentos na interação com este produto. Quanto à análise do desconforto, as garrafas 01, 14 e 12, apresentaram menor nível de desconforto com níveis de LPD 328, 335 e 367 respectivamente.

Percebeu-se que não apenas as dimensões das tampas, mas também as do corpo foram responsáveis pela percepção de desconforto, isso pode ser observado pelos resultados de LPD das garrafas 01 (328) e 15 (424), respectivamente o menor e o maior nível encontrado. Essas garrafas possuíam dimensões semelhantes para a circunferência e tamanho de tampa apresentado diferenças significativas em seu corpo.

O Teste de Erick teve como objetivo avaliar a influência do desenho das pegas de embalagens de garrafa de água mineral na área de contato com o produto. Para isso comparou-se a área total das mãos com as áreas de contato, deixadas pelas manchas de tinta. Os resultados mostraram que o tamanho da tampa e do corpo das embalagens influencia na área de contato das mãos com a interface. A circunferência e a altura das tampas têm influência direta na forma de manuseio, podendo melhorá-lo ou prejudicá-lo, no entanto, a variável altura apresentou mais interferência na área de contato que a variável à circunferência.

Os resultados da segunda etapa mostraram que havia problemas ergonômicos causando desconforto durante o uso de garrafas PET de água mineral. As características da interface da tampa e do corpo das embalagens podem estar dificultando a aplicação de força e conseqüentemente prejudicando a realização da atividade de aberturas das garrafas.

Percebe-se que os estudos ergonômicos podem melhorar a ergonomia de produtos tornando-os, mais eficiente e permitindo que as tarefas sejam realizadas com mais segurança e conforto, por isso, para averiguar tais suposições partiu-se para a Etapa 3 desta pesquisa focando em mulheres com idade acima de 50 anos, usuárias com capacidade de força muscular em processo de redução, a fim de identificar qual a relação dos problemas da interface com a FPM necessária para abrir as embalagens de água mineral.

Na terceira etapa, utilizou-se um dinamômetro digital e um transdutor de torque acoplado a uma embalagem vazia de água mineral com tampa de rosca (adaptada) com a

finalidade verificar a preensão de torque manual exercida pelas participantes. Os níveis de força atingidos permitiu que fossem feitas comparações com as características das tampas, e a partir daí identificou-se que as variações das interfaces das tampas podem comprometer a atividade de abertura de embalagens de água mineral PET com tampas de rosca.

As dimensões das tampas exercem influência significativa na aplicação de força manual, como já havia sido observado em outros estudos. A tampa 15, que dentre as tampas usadas na Terceira etapa, possuía menor diâmetro (28 mm) e altura (8 mm) foi a que permitiu o alcance de menores índices de força pelas participantes. A média das forças máximas alcançadas com a utilização dessa tampa foi 0,9 N.m. A tampa 21, maior altura (14 mm) e diâmetro (3 cm) igual as outras duas analisadas (13 e 17), possibilitou que a média das forças de torque fosse a maior atingida fosse a maior entre as tampas analisadas, 14 N.m. Força de torque é a medição de força X área, com o aumento da área de contato das tampas com as mãos houve o aumento da possibilidade do valor de força de torque aplicada.

No teste de Percepção de desconforto Local Percebido, as regiões mais indicadas pelas usuárias com zonas de desconforto, foram as falanges distais do dedo indicador e a regiões próximas à comissura W'. Os dedos: médio, indicador e polegar foram apontados com áreas de pelo menos “Algum desconforto” durante a utilização de todas as tampas.

A tampa 15, de menor dimensão, foi a que obteve maior LPD dentre todas as tampas analisadas na terceira etapa. A menor área de contato com as mãos das usuárias causou o aumento de pressão durante a aplicação da força, causando o aumento da percepção de desconforto.

Portanto, a partir dos resultados nota-se que as características das interfaces das tampas de embalagens de garrafas de água mineral com tampas de rosca têm grande influência nos níveis de aplicação de força manual durante a atividade de abertura dessas embalagens. Tampas com diâmetros maiores possibilitaram maiores índices de aplicação de forças, como já havia sido observado nos estudos de Bonfim (2014) e Darouj (2009). Outra característica observada foi a presença de ranhuras, quando associadas às dimensões da tampa podem proporcionar o aumento ou a diminuição nos níveis de aplicação de força, como nos estudos de Bonfim (2014), Silva (2012). Os aperfeiçoamentos dessas características podem contribuir de modo significativo para o desenvolvimento de tampas rosqueáveis para garrafas Pet de água mineral que tornem menos difíceis a sua atividade de abertura por indivíduos que dispõe de pouca força ou que estão em processo de perda de sua capacidade muscular, como é o caso as mulheres acima dos 50 anos de idade.

A partir do que foi analisado foi possível fazer recomendações para o

desenvolvimento de tampas de embalagens de garrafas PET considerando o usuário feminino acima de 50 anos. As características das tampas, como altura, diâmetro e ranhuras contribuem para aplicação de força manual, por isso merecem especial atenção no processo de fabricação.

REFERÊNCIAS

ABIPET, Panorama do setor. Disponível em:

<<http://www.abipet.org.br/uploads/File/Market%20Overview%202013.pdf>>. Acesso em: 07 de janeiro de 2017.

ABIPET, Resina PET – o que é PET? Disponível em:

<<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarInstitucional&id=81>>. Acesso em: 12 de novembro de 2016.

ABRE, Estudo macroeconômico da embalagem ABRE/FGV. Disponível em:<

<http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/>>. Acesso em: 25 de outubro de 2016.

ARANHA, M. L. de A., MARTINS, M.H.P. **Filosofando**: introdução á filosofia. São Paulo: Editora Moderna, 2005.

BASTOS, Heliane Betune. **Avaliação de sistema de fechamento para embalagens de polietileno teraftalato PET na retenção de CO₂**. 2006. 116 f. Dissertação (Mestrado) -

Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em:

<<http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000385915>>. Acesso em: 20 nov. 2016.

BAXTER, Mike (Comp.). **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. 3. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 342 p. Tradução de: Itiro Iida.

BONFIM, Gabriel Henrique Cruz. **AVALIAÇÃO DE FORÇA DE PREENSÃO MANUAL E TESTE DE USABILIDADE EM EMBALAGENS COM TAMPAS DE SEGURANÇA: PARÂMETROS PARA O DESIGN ERGONÔMICO**. 2014. 147 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Design, Universidade Estadual Paulista "julio de Mesquita Filho", Bauru, 2014. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/110863>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

BORGES JÚNIOR, Noé Gomes et al. Estudo comparativo da força de preensão isométrica máxima em diferentes modalidades esportivas. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, Florianópolis, v. 11, n. 3, p.292-298, maio 2009. Bimestral.

Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/rbcdh/article/viewFile/1980-0037.2009v11n3p292/16496>>. Acesso em: 02 set. 2016.

BRASIL. Inmetro. Instituto Nacional de Metrologia Qualidade e Tecnologia. **Infográfico resultados de acidentes de consumo**. 2017. Disponível em:

<http://inmetro.gov.br/consumidor/acidente_consumo.asp>. Acesso em: 14 mar. 2017.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Perfil dos idosos responsáveis pelos domicílios no Brasil**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <

<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/perfilidoso/>>. Acesso em: 26 de nov. de 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de saúde da pessoa idosa. Portaria n. 2.528, de 19 de outubro de 2006. Disponível em:

<http://www.saudeidoso.iciet.fiocruz.br/pdf/PoliticaNacionaldeSaudeIdosa.pdf>.

Acesso em: 20 de nov. de 2016.

CARVALHO, Maria Aparecida. **Engenharia de embalagens**: uma abordagem técnica do desenvolvimento de projetos de embalagens. São Paulo: Novatec, 2008. 284 p.

COHEN, J. Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1988 (2ª ed.).

DAHROUJ, Laura Schaer. **Avaliação de força de torção manual infantil**: o design ergonômico aplicado ao desenvolvimento de tampas seguras para embalagens de domissanitários. 2009. 69 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho", Bauru, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.unesp.br/handle/11449/89717>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

DULL, Jan; WEERDMEESTER, Bernard. **Ergonomia prática**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2004. 137 p. Tradução de: Itiro Iida.

EUPHRASIO, Andre. **Estilos de vida mais saudáveis impulsionam vendas de água engarrafada**. 2016. Disponível em: <<http://brasil.mintel.com/blog/noticias-mercado-alimentos-bebidas/estilos-de-vida-mais-saudaveis-impulsionam-vendas-de-agua-engarrafada>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

IIDA, Itiro. **Ergonomia**: Projeto e produção. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 614 p.

FERNANDES, Luciane Fernanda Rodrigues Martinho et al. Correlações entre força de preensão manual e variáveis antropométricas da mão de jovens adultos. **Fisioterapia e Pesquisa**, São Paulo, v. 18, n. 2, p.151-156, Não é um mês valido! 2011. Trimestral. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-29502011000200009>. Acesso em: 10 nov. 2016.

FERREIRA, Andréa Campos de Carvalho et al. Força de preensão palmar e pinças em indivíduos sadios entre 6 e 19 anos. **Acta Ortopédica Brasileira**, São Paulo, v. 19, n. 2, p.92-97, mar. 2011. Bimestral. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/aob/v19n2/a06v19n2.pdf>>. Acesso em: 01 jul. 2016.

FRASÃO, Lucas. **O mercado de 7 bi de litros**. 2009. Disponível em: <<http://www.estadao.com.br/noticias/vidae,o-mercado-de-7-bi-de-litros,342621>>. Acesso em: 14 jun. 2017.

GERALDES, Amandio A. R. et al. A Força de Preensão Manual é Boa Preditora do Desempenho Funcional de Idosos frágeis: um estudo correlacional múltiplo. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 14, n. 1, p.12-16, fev. 2008. Bimestral. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922008000100002>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

GOMES FILHO, João. **Ergonomia do objeto**. 2. ed. São Paulo: Escrituras, 2012. 271 p.
GOMES, Maria Elásir S.; BARBOSA, Eduardo F. **A técnica de grupos focais para a obtenção de dados qualitativos**. 1999. Disponível em:
<<https://www.tecnologiadeobjetos.com.br>>. Acesso em: 14 jan. 2017.

GONÇALVES, Alex Augusto; PASSOS, Marcelo Gonzalez; BIEDRZYCKI, Aline. Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências. **Estudos Tecnológicos**, São Leopoldo, v. 4, n. 3, p.271-283, dez. 2008. Bimestral. Disponível em:
<http://www.revistas.unisinos.br/index.php/estudos_tecnologicos/article/view/5549/2756>. Acesso em: 25 nov. 2016.

JORGE, Neuza. **EMBALAGENS PARA ALIMENTOS**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2013. 194 p. Disponível em:
<<http://www.santoandre.sp.gov.br/pesquisa/ebooks/360234.PDF>>. Acesso em: 26 set. 2016.

KAPANDJI, A.i.. **Fisiologia articular**: Esquemas comentados de mecânica humana. 5. ed. São Paulo: Panamericana, 2000. 550 p.

KONG, Y.K.; LOWE, B.D.; LEE, S.J.; KRIEG, E.F. Evaluation of handle design characteristics in a maximum screwdriving torque task. **Ergonomics**, v. 50, n. 9, p. 1404–1418, 2007.

K.H.E.KROEMER; E.GRANDJEAN. **Manual de ergonomia**: Adaptando o trabalho ao homem. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005. 327 p. 327 f. Tradução de Lia Buarque de Macedo Guimarães.

LINDEN, Júlio Carlos de Souza van Der. **Um modelo descritivo da percepção de conforto e de risco em calçados femininos**. 2004. 412 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004. Disponível em:
<<http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/4746/000459487.pdf>>. Acesso em: 5 out. 2016.

LIRA, S.A. Análise de correlação: Abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações [Dissertação de Mestrado]. Curitiba: UFPR, 2004.

MARIANO, Maria José; FROEMMING, Lourdes Marlene Seide. Considerações sobre a história da embalagem de alimentos: a evolução de uma poderosa ferramenta de marketing. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 6., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo: P&D Design, 2004. Disponível em:<
<https://www.escavador.com/sobre/2599411/maria-jose-mariano> >. Acesso em: 28 de jan. de 2017.

MATHIOWETZ, V.; KASHMAN, N.; VOLLAND, G.; WEBER, K.; DOWE, M.; ROGERS, S. Grip and pinch strength: normative data for adults. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, n. 66, p. 69-74, 1985.

MATHIOWETZ, V.; WIEMER, D. M.; FEDERMAN, S. M. Grip and pinch strength: norms for 6 to 19-year- olds. **The American Journal of Occupational Therapy**, v. 10, n. 40, p. 705-

711, 1986.

MESTRINER, Fábio. **Design de embalagem: curso básico**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2002.

MONTOYE, H. J.; LAMPHIYER, D. E. Grip and arm strength in males and females, age 10 to 69. **The Research Quarterly**, v. 1, n. 48, p. 107-120, 1977.

MORAES, A. de; MONT'ALVÃO, C. **Ergonomia: conceitos e aplicações**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: 2AB, 2009. 224p.

MORAIS, Natã. **Pegas e manejos**. Campina Grande: Universidade Federal de Campina Grande, 2014. 30 slides, color. Disponível em: <<https://natamoraes.files.wordpress.com/2010/10/manejos2014.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

MORESI, Eduardo. **Metodologia da Pesquisa**. Brasília, 2003. Disponível na internet por http em: <http://ftp.unisc.br/portal/upload/com_arquivo/1370886616.pdf>. Acesso em 29 mai. 2016.

NAPIER, J. **A mão do homem: anatomia, função e evolução**. Rio de Janeiro: Universidade de Brasília, 1985.

NEGRÃO E CAMARGO, C; CAMARGO, E. **Design de embalagem: do marketing à produção**. São Paulo: Novatec Editora, 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Relatório mundial de envelhecimento e saúde**. Estados Unidos da América: Serviço de publicações da Organização Mundial da Saúde, 2015. Disponível em: <<http://sbgg.org.br/wp-content/uploads/2015/10/OMS-ENVELHECIMENTO-2015-port.pdf>>. Acesso em: 02 de mai. de 2016.

PASCHOARELLI, L. C. **Usabilidade aplicada ao design ergonômico de transdutores de ultra-sonografia: uma proposta metodológica para avaliação e análise do produto** [Tese de Doutorado]. São Carlos: UFSCar, 2003.

PASCHOARELLI, Luís Carlos et al. A influência da variedade antropométrica entre mãos de destros e canhotos no design ergonômico de instrumentos manuais: um estudo preliminar. **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 15, n.p., jan. 2007. Semestral. Disponível em: <<https://estudosemdesign.emnuvens.com.br/design/article/view/7>>. Acesso em: 21 ago. 2016.

PEEBLES, L.; NORRIS, B. Filling 'gaps' in strength data for design. **Applied Ergonomics**, v. 34, p. 73 - 88, 2003.

PELLEGRINO, Luciana. **Embalagem: O que é embalagem**. 2016. Disponível em: <<http://www.abre.org.br/setor/apresentacao-do-setor/a-embalagem/>>. Acesso em: 18 nov. 2016.

RAYMUNDO, Taiuani Marquine. **A aceitação de tecnologia por idosos**. 2013. 89 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Bioengenharia, Escola de Engenharia de São Carlos da

Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013. Disponível em:
<www.teses.usp.br/teses/disponiveis/82/82131/.../TDE_TaiuaniMarquineRaymundo.pdf>.
Acesso em: 25 out. 2016.

RAZZA, Bruno Montanari. **AVALIAÇÃO DE FORÇAS MANUAIS EM ATIVIDADES FUNCIONAIS COTIDIANAS: UMA ABORDAGEM ERGONÔMICA**. 2007. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Desenho Industrial, Universidade Estadual Paulista "julio de Mesquita Filho", Bauru, 2007. Disponível em:
<<http://livros01.livrosgratis.com.br/cp046143.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2017.

SANDERS, M. S.; MCCORMICK, E. J. **Human factors in engineering and design**. New York: McGraw- Hill, 1993.

SCHNEIDER, Beat. **DESIGN UMA INTRODUÇÃO: o design no contexto social, cultural e econômico**. São Paulo: Blucher, 2010. 304 p. Tradução de George Bernard Sperber e Sonali Bertuol.

SILVA, Danilo Corrêa. **A influência do design na aplicação de forças manuais para abertura de embalagens plásticas de refrigerantes**. 2012. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Design, Universidade Estadual Paulista "julio de Mesquita Filho", Bauru, 2012. Disponível em: <<http://web.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/MestradoeDoutorado/Design/Dissertacoes/danilo-correa-silva.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2016.

SILVA, Danilo Corrêa; INOKUTI, Élen Sayuri; PASCHOARELLI, Luis Carlos. Avaliação de desconforto em atividades manuais a partir do uso de mapas da região palmar: a influência da idade. **Human Factors in Design: PPGDesign UDESC**, Florianópolis, vol. 1, no 2, n.p., abr. 2012.

SILVA, Danilo Correa; INOKUTI, Élen Sayuri; PASCHOARELLI, Luís Carlos. A Influência da Idade na Percepção de Dificuldade de abertura de Embalagens Pet para Refrigerantes. **Human Factors Design: PPGDesign UDESC**, Florianópolis, v. 2, n. 4, p.1-18, dez. 2013. Mensal. Disponível em:
<<http://www.revistas.udesc.br/index.php/hfd/article/view/5856>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

SILVA JÚNIOR, Severino Domingos da; COSTA, Francisco José. Mensuração e Escalas de Verificação: uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion. **Revista Brasileira de Pesquisa de Marketing, Opinião e Mídia**, São Paulo, v. 15, p.1-16, out. 2014. Mensal. Disponível em:
<http://www.revistapmkt.com.br/Portals/9/Volumes/15/1_Mensuração e Escalas de Verificação uma Análise Comparativa das Escalas de Likert e Phrase Completion.pdf>. Acesso em: 25 set. 2017.

SILVA, Nathalie de Almeida et al. Força de prensão manual e flexibilidade e suas relações com variáveis antropométricas em idosos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, São Paulo, v. 59, n. 2, p.128-135, 2013. Bimestral. Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302013000200011>. Acesso em: 10 fev. 2017.

VIEIRA, H. C.; CASTRO, A. E. de; SCHUCH JÚNIOR, V. F. O uso de questionários via e-mail em pesquisas acadêmicas sob a ótica dos respondentes. In: **XII Semead- Seminários em administração**. 2010. Disponível na internet por http em:

<<http://www.pucrs.br/famat/viali/recursos/inquiries/O%20uso%20de%20question%C3%A1rios%20via%20email%20em%20pesquisas%20acad%C3%A1micas%20sob%20a%20%C3%B3tica%20dos.pdf>>. Acesso em: 29 set. 2016.

VOORBIJ, A. I. M.; STEENBEKKERS, L. P. A. The composition of a graph on the decline of total strength with age based on pushing, pulling, twisting and gripping force. **Applied Ergonomics**, n. 32, p. 287-292, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 1

Pesquisa sobre embalagens com tampas de rosca

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(Terminologia obrigatória em atendimento a resolução 196/96 –CNS-MS)

A pesquisa “AVALIAÇÃO DE FORÇAS MANUAIS EM EMBALAGENS COM TAMPAS DE ROSCA: ASPECTOS DO DESIGN ERGONÔMICO DE PRODUTOS DE USO COTIDIANO” tem como objetivo avaliar tampas de rosca presentes em embalagens do cotidiano. A razão de estudar este assunto é que trabalhos apontam que os usuários necessitam realizar grandes esforços físicos para utilizar tais produtos e o projeto adequado é responsável por facilitar o uso. Na etapa atual da pesquisa objetiva-se conhecer as embalagens de uso cotidiano para produtos alimentícios que mais apresentam problemas ao usuário, no que se refere às forças manuais para abertura. Informamos que nenhum dos procedimentos será invasivo e os riscos são minimizados. Além disso, os resultados desta pesquisa serão utilizados somente para fins científicos. O registro de sua participação será mantido confidencialmente. Em caso de dúvidas, você poderá entrar em contato com os responsáveis da pesquisa através dos contatos abaixo. A sua participação é voluntária e pode contribuir para a elaboração de recomendações para o projeto de tampas de rosca mais eficazes.

Lívia Flávia de Albuquerque Campos

livia.albuquerque@ufma.br

Danielle Cristina dos Santos Pereira

dansantospereira13@gmail.com

Nathália Luiza de Carvalho Campos nathalia Luizacarvalho@gmail.com

APÊNDICE B – Protocolo de Identificação 1

Você aceita participar desta pesquisa? * Marcar apenas uma oval.

- Sim Não

Qual a sua idade?

- De 18 a 24 anos
 De 25 a 35 anos
 De 36 a 50 anos
 A partir de 50 anos

Qual o seu gênero?

- Feminino Masculino
 Outro: _____

Qual a sua escolaridade?

- Fundamental incompleto
 Fundamental completo
 Ensino médio incompleto
 Ensino médio completo
 Superior incompleto
 Superior completo
 Pós- graduação incompleto
 Pós- graduação completo

Em qual cidade você mora?

APÊNDICE C – Protocolo de Investigação de Experiência com embalagens.

Você já teve alguma dificuldade ao tentar abrir embalagens com tampas de rosca?

Sim Não

Dos grupos de embalagens apresentados abaixo quais você já teve alguma dificuldade em abrir?

Grupo A

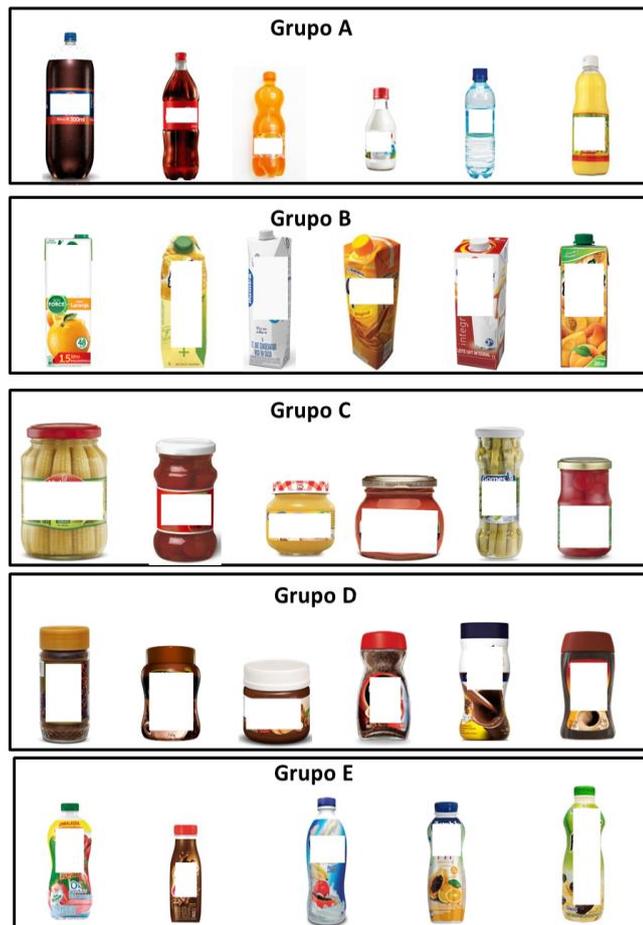
Grupo B

Grupo C

Grupo D

Grupo E

Nenhum



Classifique de acordo com o grau de dificuldade para abrir os grupos de embalagens apresentados. Sendo 1 (Muito difícil de abriri) e 5 (Muito fácil de Abriri).

Grupo A

	1	2	3	4	5	
Muito fácil de abrir	<input type="radio"/>	Muito difícil de abrir				

Grupo B

	1	2	3	4	5	
Muito fácil de abrir	<input type="radio"/>	Muito difícil de abrir				

Grupo C

	1	2	3	4	5	
Muito fácil de abrir	<input type="radio"/>	Muito difícil de abrir				

Grupo D

	1	2	3	4	5	
Muito fácil de abrir	<input type="radio"/>	Muito difícil de abrir				

Grupo E

	1	2	3	4	5	
Muito fácil de abrir	<input type="radio"/>	Muito difícil de abrir				

Obrigado!

Sua participação foi muito importante para o nosso estudo! Caso queira contribuir, divulgue nossa pesquisa entre seus amigos compartilhando o email enviado ou o link da nossa pesquisa. Além disso, iniciaremos novas fases da pesquisa em breve.

APÊNDICE D – Classificação dos Produtos em Categorias.

- Achocolatados;
- Água;
- Água de coco;
- Café solúvel;
- Comida para bebês;
- Condimentos (Catchup ou Ketchup, Maionese, Molho Inglês Worcestershire, etc.);
- Conservas – Hortaliça (milho, ervilha, Salada ou Seleta, etc.), frutas (azeitonas, etc.) e Palmito;
- Doces (geleias, etc.);
- Laticínios (leite, iogurte,);
- Leite de coco;
- Refrigerantes;
- Sucos.

APÊNDICE E - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 2.

Título da Pesquisa: **“Avaliação de forças manuais em embalagens com tampas de rosca: aspectos do design ergonômico de produtos de uso cotidiano”**

Responsável pela Pesquisa: Orientadora Prof^a Dra. Livia Flávia de Albuquerque Campos..

Justificativa

Sua participação será responder 1(um) questionário sobre a facilidade de uso de garrafas pet e preencher 2 (dois) protocolos sobre sua percepção de conforto e desconforto ao usar embalagens de água mineral e também fazer uma simulação no uso de embalagens de água mineral. Os pesquisadores coletarão as manchas da palma de suas mãos, que serão pintadas com tinta d'Água.

Riscos

Os riscos serão mínimos e haverá esclarecimentos prévios sobre a pesquisa, pela aplicação de pré-testes e por reuniões explicativas anteriores ao preenchimento dos questionários, considerando o grau de formação dos indivíduos a serem pesquisados. Além disso, a garantia do anonimato será assegurada.

Confidencialidade do Estudo

Os resultados desta pesquisa serão utilizados somente para fins científicos. O registro de sua participação será mantido confidencialmente. Nas publicações e/ou relatórios resultantes deste trabalho a identificação dos participantes não será revelada.

Participação Voluntária

A sua participação é voluntária. A recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação a forma em que é atendido pelo pesquisador.

Esclarecimentos

Você será esclarecido sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Em caso de dúvidas pode entrar em contato com a Prof^a Livia F. de Albuquerque Campos, (DeDET-UFMA), no NEPP – Núcleo de ergonomia em Processos e Produtos, na Av. dos Portugueses, S/N, Bloco 8, Sala 104 – São Tel: 3272-8289. Ou se houver questões éticas poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa, na Avenida dos Portugueses s/n, Campus Universitário do Bacanga, Prédio do CEB Velho, Bloco C Sala 07. E-mail: cepufma@ufma.br. Tel: 3272-8708. Declaro que concordo em participar desse estudo e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Luís, _____ de _____ de 2016.

Assinatura do voluntário

Pesquisador responsável

APÊNCICE F - Protocolo de Recrutamento e Identificação.

PROTOCOLO DE RECRUTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO

NOME: _____ CODIGO _____ IDADE: _____

GÊNERO: feminino masculino

E-MAIL: _____ TELEFONE: _____

APÊNCICE G - Protocolo de investigação: abertura de embalagens de garrafas PET.

QUESTIONÁRIO DE INVESTIGAÇÃO: ABERTURA DE GARRAFAS PET DE ÁGUA MINERAL

1. Você já teve alguma dificuldade ao tentar abrir embalagens de garrafas pet de água mineral?

Sim Não

2. Você já passou por algum constrangimento quando precisou abrir uma embalagem de garrafa de água mineral?

Sim Não

Se sim, qual? _____

4. Você já sofreu algum trauma físico ao abrir uma embalagem de garrafa de água mineral?

Sim Não

5. Classifique de acordo com o grau de dificuldade para abrir as embalagens apresentadas. Sendo 1 muito fácil de abrir e 5 muito difícil de abrir.

- Garrafa 12 _____
- Garrafa 01 _____
- Garrafa 14 _____
- Garrafa 15 _____
- Garrafa 02 _____

<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>
----------	----------	----------	----------	----------

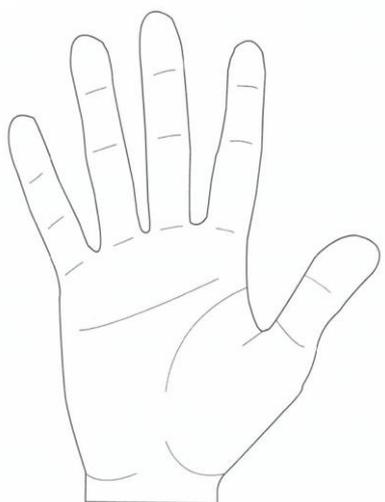
Muito fácil

Muito difícil

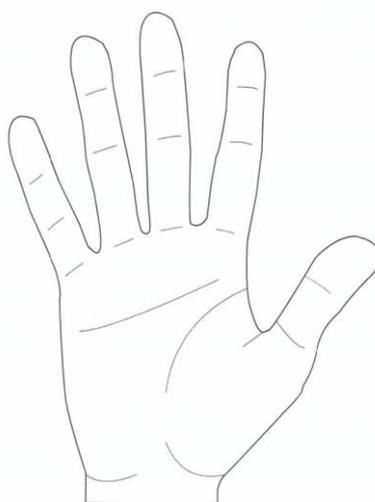
APÊNCICE H - Protocolo de Percepção de Desconforto (DPL).

PROTOCOLO DE PERCEPÇÃO DE DESCONFORTO (DPL)

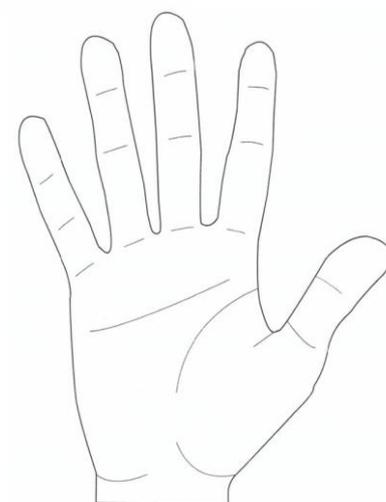
1. Considerando a atividade que você acabou de realizar, marque na imagem abaixo os locais onde sentiu desconforto. Para isso utilize o marcador criando pontos no local do desconforto percebido. Após marcar o local do desconforto, classifique-o de acordo com a escala abaixo, considerando os extremos: 1 para algum desconforto e 5 para extremamente desconfortável (coloque o número correspondente ao lado do ponto marcado).



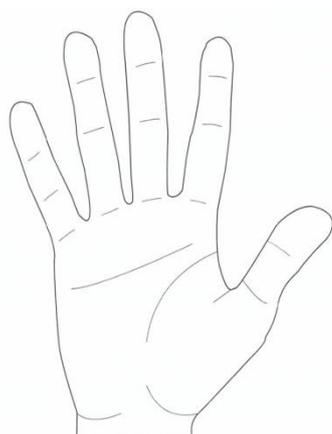
GARRAFA 12



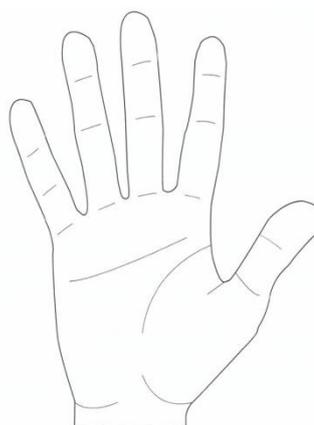
GARRAFA 01



GARRAFA 14



GARRAFA 15



GARRAFA 02

APÊNDICE I – Catalogação de embalagens de água mineral

EMBALAGENS DE ÁGUA MINERAL								
Total: 22 embalagens								
Embalagem	Marca	Capacidade	Material	Embalagem		Tampa		Gás
				Altura (cm)	Circunferência (cm)	Altura (cm)	Circunferência (cm)	
1	Indaiá	500 ml	Pet	18,2	Menor – 20 Maior - 21	0,8	9	-
2	Indaiá	330 ml	Plástico	16,6	Menor – 19 Maior – 19,5	1,1	9,4	-
3	You Happy	500 ml	Plástico	22,3	Menor – 20,3 Maior – 22,1	1,9	9,6	-
4	Mar Doce	500 ml	Plástico	20,5	Menor – 19 Maior – 20,5	1,1	9,4	-
5	São Lourenço	510 ml	Plástico	20,1	Menor – 22,8 Maior - 23	1,2	9,5	-
6	São Lourenço	300 ml	Pet	17,8	Menor – 19,8 Maior - 20	1,2	9,5	-
7	Crystal	500 ml	Plástico	21,5	Menor – 19,3 Maior - 21	1	9,6	-

8	Crystal	330 ml	Pet	17,6	Menor – 18,7 Maior – 19,1	1	9,6	-
9	Acqua Panna	250 ml	Vidro	17,5	Menor – 18,9 Maior - 19	1,5	Menor – 9 Maior - 10,4	-
10	Perrier	330 ml	Vidro	18,2	Menor – 20,5 Maior – 22,5	1,2	9,3	Sim
11	S.Pellegrino	250 ml	Vidro	17,6	Menor – 19,8 Maior – 19,9	1,2	Menor – 9 Maior - 10,4	Sim
12	Indaiá	500 ml	pet	19,1	Menor – 20,3 Maior – 21,2	1	9,7	-
13	Mar Doce	330 ml	pet	16,4	Menor - 9,2 Maior - 19,6	1,2	9,5	-
14	Indaiá	330 ml	pet	17,4	19,5	1,2	9,9	sim
15	Indaiá	330ml	pet	16,1	Menor - 18 Maior - 19,2	0,8	8,8	-
16	Psu	330 ml	pet	18,1	Menor - 13,2 Maior - 18,2 Média -	1,1	9,5	-

					17,8			
17	Psiu	500 ml	pet	20,9	Menor - 15,2 Maior - 20,5 Média - 19,4	1,1	9,6	-
18	Schin	500 ml	pet	21,3	Menor - 20,1 Maior - 20,8 Média - 20,3	1,1	9,5	-
19	Schin	300 ml	pet	17,9	Menor - 18,7 Maior - 19,1	1,1	9,5	sim
20	Nestle	510 ml	pet	20,9	Menor - 17,3 Maior - 20,6	1,1	9,7	-
21	you happy	250 ml	pet	17,6	Menor - 16,2 Maior - 17,4 Media - 17,2	1,4	9,6	-

APÊNCICE J – Garrafas selecionadas para o teste d percepção de conforto.

		CORPO			TAMPA		Gás
		Capacidade	Altura	Circunferência	Altura	Circunferência	
01		500ml	18,2cm	menor: 20cm maior: 21cm	0,8cm	9cm	não
02		330ml	16,6cm	menor: 19cm maior: 19,9cm	1,1cm	9,4cm	não
12		500ml	19,1cm	menor: 20,3cm maior: 21,2cm	1cm	9,4cm	não
14		330ml	17,4cm	19,5cm	1,2cm	9,9cm	sim
15		330ml	16,1cm	menor: 18cm maior: 19,2cm	0,8cm	9cm	não

APÊNDICE K – Garrafas selecionadas para o Teste de Erick.



03

04

05

06



07

08

09

10



11

13

16

17



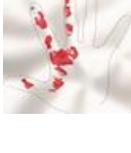
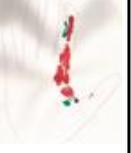
18

19

20

21

APÊNDICE L – Resultado Teste de Erick.

Gar.	Dimensões da tampa (cm)		P5	P95	Gar.	Dimensões da tampa (cm)		P5	P95
	Alt.	Circ.				Alt.	Circ.		
03	1,9	9,6			11	1,2	10,4		
04	1,1	9,4			13	1,2	9,5		
05	1,2	9,5			16	1,1	9,5		
06	1,2	9,5			17	1,1	9,6		
07	1	9,6			18	1,1	9,5		
08	1	9,6			19	1,1	9,5		
09	1,5	10,4			20	1,1	9,7		
10	1,2	9,3			21	1,4	9,7		

APÊNDICE M – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido 3

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Título da Pesquisa: “**Avaliação de forças manuais em embalagens com tampas de rosca: aspectos do design ergonômico de produtos de uso cotidiano**”

Responsável pela Pesquisa: Orientadora Prof^ª Dra. Livia Flávia de Albuquerque Campos.

Justificativa

A pesquisa “AVALIAÇÃO DE FORÇAS MANUAIS EM EMBALAGENS COM TAMPAS DE ROSCA: ASPECTOS DO DESIGN ERGONÔMICO DE PRODUTOS DE USO COTIDIANO” tem como objetivo avaliar tampas de rosca presentes em embalagens do cotidiano. A razão de estudar este assunto é que trabalhos apontam que os usuários necessitam realizar grandes esforços físicos para utilizar tais produtos e o projeto adequado é responsável por facilitar o uso. Na etapa atual da pesquisa objetiva-se avaliar o uso de embalagens de água mineral através da mensuração de força de torque aplicada durante a atividade de abertura, bem como o conforto, desconforto durante a simulação de uso das embalagens.

Procedimento

Sua participação será responder 1(um) questionário sobre a facilidade de uso de garrafas pet e preencher 2 (dois) protocolos sobre sua percepção de conforto e desconforto ao usar embalagens de água mineral e também fazer uma simulação no uso de embalagens de água mineral.

Riscos

Os riscos serão mínimos e haverá esclarecimentos prévios sobre a pesquisa, pela aplicação de pré-testes e por reuniões explicativas anteriores ao preenchimento dos questionários, considerando o grau de formação dos indivíduos a serem pesquisados. Além disso, a garantia do anonimato será assegurada.

Confidencialidade do Estudo

Os resultados desta pesquisa serão utilizados somente para fins científicos. O registro de sua participação será mantido confidencialmente. Nas publicações e/ou relatórios resultantes deste trabalho a identificação dos participantes não será revelada.

Participação Voluntária

A sua participação é voluntária. A recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação a forma em que é atendido pelo pesquisador.

Esclarecimentos

Você será esclarecido sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se a participar. Poderá retirar seu consentimento ou interromper a participação a qualquer momento. Em caso de dúvidas pode entrar em contato com a Prof^ª Livia F. de Albuquerque Campos, (DeDET-UFMA), no NEPP – Núcleo de ergonomia em Processos e Produtos, na Av. dos Portugueses, S/N, Bloco 8, Sala 104 – São Tel: 3272-8289. Ou se houver questões éticas poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa, na Avenida dos Portugueses, s/n, Campus Universitário do Bacanga, Prédio do CEB Velho, Bloco C Sala 07. E-mail: cepufma@ufma.br. Tel: 3272-8708. Declaro que concordo em participar desse estudo e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

São Luís, _____ de _____ de 2016.

Assinatura do voluntário

Pesquisador responsável

APÊNDICE N – Protocolo de Recrutamento e Identificação 1.

PROTOCOLO DE RECRUTAMENTO E IDENTIFICAÇÃO

NOME: _____ SUJEITO: _____ IDADE: _____

—

GÊNERO: Feminino Masculino

E-MAIL: _____ TELEFONE: _____

APÊNDICE O – Protocolo de Mensuração de Força Manual.

PROTOCOLO DE MENSURAÇÃO DE FORÇA

Sujeito N°: _____

• TAMPA 01

Força máxima atingida: _____

• TAMPA 07

Força máxima atingida: _____

• TAMPA 13

Força máxima atingida: _____

• TAMPA 15

Força máxima atingida: _____

• TAMPA 17

Força máxima atingida: _____

• TAMPA 21

Força máxima atingida: _____