

Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação

Programa de Pós-graduação em Design



**AVALIAÇÃO DE FORÇA DE TORÇÃO MANUAL INFANTIL:
O DESIGN ERGONÔMICO APLICADO AO DESENVOLVIMENTO DE
TAMPAS SEGURAS PARA EMBALAGENS DE DOMISSANITÁRIOS**

Laura Schaer Dahrouj

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli
(Orientador)

Bauru – 2009

Laura Schaer Dahrouj

**AVALIAÇÃO DE FORÇA DE TORÇÃO MANUAL INFANTIL:
O DESIGN ERGONÔMICO APLICADO NO DESENVOLVIMENTO DE
TAMPAS SEGURAS PARA EMBALAGENS DE DOMISSANITÁRIOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design (área de concentração: Desenho do Produto; linha de pesquisa: Ergonomia), da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, campus de Bauru, como exigência para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli

Dahrouj, Laura Schaer.

Avaliação de força de torção manual infantil: O design ergonômico aplicado ao desenvolvimento de tampas seguras para embalagens de domissanitários / Laura Schaer Dahrouj, 2009.

82 f.

Orientador: Luis Carlos Paschoarelli

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2009

1. Design. 2. Ergonomia. 3. Tampas. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.



unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO



**ATA DA DEFESA PÚBLICA DE MESTRADO DE LAURA SCHAEER DAHROUJ,
DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO, UNESP -
CAMPUS DE BAURU.**

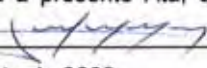
Aos quatorze dias do mês de agosto de dois mil e nove, às quinze horas, na sala da Congregação dos Órgãos Colegiados da UNESP - campus de Bauru, instalou-se a Comissão Examinadora da defesa pública de Mestrado, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli (presidente), docente do programa de pós-graduação em Design da UNESP - campus de Bauru; Prof^a. Dr^a. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, docente da Universidade Federal do Paraná e Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva, docente do programa de pós-graduação em Design da UNESP - campus de Bauru, a fim de proceder à arguição pública da defesa de Mestrado de **LAURA SCHAEER DAHROUJ**, discente do programa de pós-graduação em Design, desta Faculdade, dissertação intitulada: **Avaliação de força de torção manual infantil: o design ergonômico aplicado ao desenvolvimento de tampas seguras para embalagens de domissanitários**. Abertos os trabalhos, foi dada a palavra à Prof^a. Dr^a. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto que arguiu a candidata por quarenta minutos, tendo esta respondido em vinte minutos. Em seguida, o Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva arguiu a candidata por quarenta minutos, tendo esta respondido em vinte minutos. Finalmente, o Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli discorreu sobre o trabalho por vinte minutos. Logo após, reuniu-se a Comissão Examinadora tendo chegado ao seguinte julgamento que de público foi anunciado: Prof^a. Dr^a. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto – conceito: "aprovado"; Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva –

[Handwritten signatures]



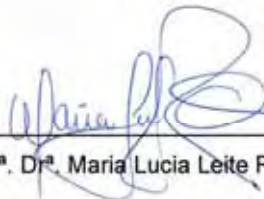
unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO



conceito: "aprovado" e Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli – conceito: "aprovado". A Comissão Examinadora apresentou o conceito final: **"APROVADO"**. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente Ata, que vai por mim assinada, Silvio Carlos Decimone  e pela Comissão Examinadora. Bauru, 14 agosto de 2009.



Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli
(Presidente)



Prof.ª Dr.ª Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto



Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva

BANCA DE AVALIAÇÃO

Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"
Orientador

Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"

Profa. Dra. Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto
Universidade Federal do Paraná

Prof. Dr. Joao Eduardo Guarnetti dos Santos
Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"

Prof. Dr. José Jorge Boueri Filho
Universidade de São Paulo

Dedicatória

Todo o empenho despendido para a realização deste trabalho sempre foi dedicado às pessoas que em mim confiaram.

*E neste momento, não poderia me esquecer de pessoas tão especiais como meu companheiro e incentivador de todas as horas, **Wellington**; minha mãe e porto seguro, **Lúcia**; minha querida irmã **Carina**; minha sempre amiga **Mileni**; e meu amado pai, **Aumar**, sempre presente em minhas lembranças.*

AGRADECIMENTOS

Inicialmente agradeço ao Prof. Dr. Luis Carlos Paschoarelli, meu orientador de longa data, pela confiança e por todos os valiosos ensinamentos durante todo meu desenvolvimento acadêmico e pessoal.

Aos amigos do Laboratório de Ergonomia e Interfaces pelos momentos de convívio e pelo apoio na realização desta pesquisa, especialmente ao Danilo Correa, que me auxiliou na construção dos equipamentos e nos pré-testes, e ao Victor Herrera com quem pude contar nas visitas às escolas e em toda a coleta de dados.

Aos amigos da Pós-Graduação com quem dividi momentos importantes de aprendizado, em especial durante a disciplina ministrada pelo Prof. Dr. José Carlos Plácido da Silva. E, a este professor, sendo para mim um exemplo, agradeço a contribuição para o desenvolvimento desta pesquisa e para minha formação pessoal.

Aos professores: Maria Lucia Leite Ribeiro Okimoto, João Eduardo Guarnetti dos Santos e José Jorge Boueri Filho, por participarem da qualificação e defesa, contribuindo neste trabalho. Ao professor Henrique Salgado pela ajuda no tratamento estatístico dos dados.

A todos os professores da Pós-Graduação e aos funcionários, Helder Gelonezi e Silvio Carlos Decimone, por possibilitarem um ambiente bastante propício e agradável para o desenvolvimento de todos os alunos.

À Rosany Bochner, pesquisadora da Fundação Oswaldo Cruz e coordenadora do SINITOX, que nos recebeu tão cordialmente em seu local de trabalho e colaborou significativamente na compreensão dos aspectos envolvidos na problemática abordada neste estudo, cedendo materiais importantes para sua execução.

À FAPESP – Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo financiamento desta pesquisa, por meio de concessão de bolsa de estudos e compra de equipamentos.

À Secretaria Municipal de Ensino da cidade de Bauru - SP, por autorizar a realização desta pesquisa nas escolas infantis, e às diretoras, professoras e funcionários destas unidades por nos receberem tão prontamente e colaborarem para a viabilização da pesquisa. Aos responsáveis pelas crianças, que compreenderam e autorizaram a participação das mesmas no estudo.

E, por fim, agradeço a minha família e amigos pelo imenso apoio nos momentos difíceis e, por estarem sempre ao meu lado, de uma forma ou de outra, nos momentos de conquista.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1. Embalagens e Interface	3
2.2. Água Sanitária: Agente de intoxicação	5
2.3. EEPC – Embalagens Especiais de Proteção à Criança	8
2.4. Avaliações de Toque na Abertura de Embalagens	10
2.5. Forças Manuais Infantis	13
3. JUSTIFICATIVAS	18
4. OBJETIVOS	20
4.1. Objetivo Geral	20
4.2. Objetivos Específicos	20
5. METODOLOGIA	21
5.1. Aspectos Éticos	22
5.2. Sujeitos	22
5.3. Materiais	25
5.3.1. Equipamentos de Medição	25
5.3.2. Embalagens de Água Sanitária	27
5.3.3. Protocolo	31
5.4. Procedimentos	32
5.4.1. Preparação dos Materiais – Embalagens	32
5.4.2. Coleta de Dados	35
5.4.3. Análise e discussão dos resultados	40
6. RESULTADOS	41
6.1. Resultados Descritivos - Antropometria	42
6.2. Resultados Descritivos – Torque	44
6.3. Resultados Analíticos – Antropometria	45
6.4. Resultados Analíticos – Torque	47
7. DISCUSSÃO	51
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Tampa “ <i>press and turn</i> ” de proteção à criança	9
Figura 2: Embalagem simulada para medição de torque.....	11
Figura 3: Exemplo da mensuração da FPP e FPD	14
Figura 4: Mapa de localização das escolas abordadas.....	24
Figura 5: Equipamentos de Medição - Torquímetro e AFG	25
Figura 6: Apoio para as mãos	26
Figura 7: Apoio para os pés	26
Figura 8: Apoio para a balança.....	27
Figura 9: Desenho das 8 (oito) embalagens de água sanitária.....	28
Figura 10: Local da pega na embalagem	28
Figura 11: Dimensões das embalagens (Dimensões em milímetros)	29
Figura 12: Tampas selecionadas para a coleta de torque.....	30
Figura 13: Tampas utilizadas na coleta	31
Figura 14: Preparação das embalagens – Cano de PVC	33
Figura 15: Preparação das tampas	33
Figura 16: Torquímetro no interior da embalagem.....	34
Figura 17: Garrafas para o teste de torque.....	35
Figura 18: Coleta do máximo torque - Sujeitos	37
Figura 19: Coleta das medidas antropométricas das mãos.....	38
Figura 20: Medição da Estatura e Peso.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Avaliações de Torque - Estudos.....	11
Tabela 2: Força de Preensão Palmar (FPP) e Força de Preensão Digital (FPD) ..	15
Tabela 3: Distribuição dos Sujeitos nas Escolas	23
Tabela 4: Análise estatística entre as coletas de Torque (Test "t" de Student) .	41
Tabela 5: Resultados Descritivos da Antropometria – Peso e Estatura ...	42
Tabela 6: Resultados Descritivos da Antropometria - Mãos	43
Tabela 7: Resultados Descritivos da Coleta de Torque	44
Tabela 8: Resultados Descritivos – Valores Máximos Absolutos	45
Tabela 9: Resultados Analíticos da Coleta de Torque.....	46
Tabela 10: Análise estatística entre variáveis dependentes e independentes ...	48
Tabela 11: Correlação: variáveis antropométricas e torque	49

RESUMO

AVALIAÇÃO DE FORÇA DE TORÇÃO MANUAL INFANTIL: O DESIGN ERGONÔMICO APLICADO NO DESENVOLVIMENTO DE TAMPAS SEGURAS PARA EMBALAGENS DE DOMISSANITÁRIOS. O design de embalagens de produtos de consumo deve atender a vários aspectos como segurança, conforto, eficácia, estética, entre outros. Estes elementos devem contemplar as características e capacidades dos usuários, considerando especialmente a força manual no design ergonômico das embalagens, com o objetivo de disponibilizar produtos confiáveis e seguros, de fácil acesso para usuários com capacidades limitadas (idosos) ou de difícil acesso para aqueles indivíduos que não são usuários e não deveriam acessar o produto (crianças). A falta de parâmetros biomecânicos adequados e confiáveis, de todas as faixas populacionais, incluindo as crianças, parece ser uma das causas que ainda impede os designers e a indústria de embalagens de desenvolver produtos com tampas realmente seguras. Produtos com alto potencial tóxico, como a água sanitária, são disponibilizados em embalagens com tampas que não impedem a ocorrência de acidentes e estão relacionados a elevados números de intoxicações envolvendo crianças. Por este motivo, o propósito desta pesquisa foi verificar as forças de manipulação empregadas durante a abertura de embalagens de água sanitária, especificamente a força de torção, ou torque, exercida por crianças (faixa etária de 2 a 5 anos) na abertura de tampas com sistema de rosca, visando apresentar parâmetros mínimos para o projeto de embalagens com tampas seguras. A metodologia empregada nesta pesquisa envolveu a utilização de três embalagens reais, adaptadas para a mensuração de torque. As três tampas analisadas possuíam dimensões diferentes e os resultados indicam uma forte influência desta variável na capacidade de aplicação de torque pelos sujeitos. Neste sentido, as dimensões recomendadas para as tampas de produtos com potencial tóxico devem ser próximas às apresentadas pela tampa de menor diâmetro desta avaliação, cujo design permitiu menor capacidade de aplicação de torque pelas crianças, o que dificultaria o acesso das mesmas, numa situação real, ao produto tóxico. Visto que o movimento biomecânico analisado nesta pesquisa é empregado em outras atividades da vida diária e considerando que o público infantil realiza interface com diversos produtos, os resultados deste estudo podem, ainda, contribuir para a melhor usabilidade e segurança relacionadas a outros designs.

Palavras-chaves: design ergonômico, embalagem, tampas, força manual, torque.

ABSTRACT

EVALUATION OF INFANTILE MANUAL TORSIONAL FORCE: THE APPLIED ERGONOMIC DESIGN IN THE DEVELOPMENT OF SAFE COVERS FOR DOMISANITARY PACKS.

The Design of consumption products packs must take care of some aspects, as security, comfort, effectiveness, aesthetic, among others. These elements must especially contemplate the characteristics and capacities of the users, being considered the manual force in ergonomic design of the packs, with the objective of to make available trustworthy and safe products, or still, easy access for those users with limited capacities (aged) or difficult access for those individuals that are not using and they must not have access the product (children). The lack of adequate and trustworthy biomechanic parameters, of all the population bands, including the children, seems to be one of the causes that still designers hinders and the industry of packs to develop products with really safe covers. Products with high toxic potential, as the sanitary water, are available in packs with covers that do not hinder the occurrence of accidents and, for this and other reasons are related the raised numbers of poisonings involving children. In this way, the intention of this research was to verify the used forces of manipulation during the opening of sanitary water packs, specifically the torsional force, or torque, exerted for children (age band between 2 and 5 years) in the opening of covers with thread system, aiming at to present minimum parameters for the project of packs with safe covers. The methodology used in this research involved the use of three real packs, adapted for the measure of torque. The three analyzed covers had different dimensions and the results indicate one strong influence of this variable in the capacity of application of torque for the citizens. In this direction, the dimensions recommended for the covers of products with toxic potential must be next to the presented ones for the cover to lesser diameter of this evaluation, whose design allowed to minor capacity of application of torque for the children. This would make the access difficult to the same ones, in a real situation, to the toxic product. Since the analyzed biomechanic movement in this research is used in other activities of daily life and, considering that the infantile public carries through interface with diverse products, the results of this study can still contribute for the best usability and security related to other designs.

Key words: ergonomic design, packs, coverings, manual strength, torque.

1. INTRODUÇÃO

O uso de embalagens de produtos de consumo deve ocorrer de forma eficiente, confortável e segura. Para que isto ocorra, o design destes produtos deve considerar a interface entre o usuário e a embalagem.

Evoluções tecnológicas vêm possibilitando o design de sistemas de aberturas que pretendem facilitar o uso dos produtos. No entanto, quando as reais capacidades dos usuários não são consideradas, é comum a ocorrência de acidentes durante a utilização das embalagens, podendo inutilizar ou desperdiçar o produto e, mais gravemente, ocasionar ferimentos.

O design de embalagens deve, ainda, considerar os indivíduos que não são usuários e, por este motivo, não deveriam ter acesso ao produto, mesmo em contato com a embalagem. Esta situação ocorre com produtos de potencial tóxico, disponibilizados pela indústria em embalagens que atendem satisfatoriamente aos aspectos mercadológicos (cores e rótulos atraentes), mas cujas tampas, normalmente inadequadas, não impedem possíveis acidentes de intoxicação. As maiores vítimas de intoxicação por ingestão são crianças que, naturalmente, levam os objetos à boca.

Muitos são os produtos capazes de provocar intoxicação no ambiente doméstico, como medicamentos, cosméticos e domissanitários e, dentre estes, a água sanitária é a principal.

A questão das forças empregadas no manuseio destes produtos pode ser utilizada no design ergonômico das embalagens com o objetivo de disponibilizar produtos confiáveis e seguros, de fácil acesso para aqueles usuários com capacidades limitadas (idosos) ou de difícil acesso para aqueles indivíduos que não são usuários e não deveriam acessar o produto (crianças).

A falta de parâmetros biomecânicos adequados e confiáveis, de todas as faixas populacionais, incluindo os idosos e as crianças, especificamente sobre as forças manuais, parece ser uma das causas que ainda impede os designers e a indústria de embalagens de oferecer produtos com tampas realmente seguras.

Um dos objetivos do design ergonômico é proporcionar a segurança na interface usuário/produto e, portanto, o propósito desta pesquisa foi verificar as forças de manipulação, especificamente a força de torção, empregadas por crianças durante a abertura de embalagens de água sanitária de tampas com sistema de rosca, visando apresentar parâmetros mínimos para o projeto de embalagens com tampas seguras.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Embalagens e Interface

O Design de sistemas de aberturas para embalagens de produtos de consumo deve atingir a eficácia de sua função, ou seja, permitir o acesso do usuário ao produto de forma confortável e segura. Para isso, seus elementos devem considerar, entre outros fatores, as capacidades dos usuários.

Em alguns países são conduzidas pesquisas constantes para se avaliar o uso e a interface com embalagens. Desde 1975, o Swedish Packaging Research Institute da Suécia registra relatos de consumidores acerca de problemas encontrados durante a interface com as embalagens, dos quais se destacam a dificuldade de manuseio das mesmas e informações inadequadas em seus rótulos (BERNS, 1981). As informações contidas nos rótulos devem instruir o usuário, maximizando sua conveniência e minimizando possíveis erros. Quanto às dificuldades no manuseio, estão associadas as questões físicas relacionadas à força e às habilidades dos usuários.

Os problemas na interface com as embalagens de produtos de consumo podem ser graves e ocasionar ferimentos nos usuários, porém, o que ocorre com maior frequência são as dificuldades de abertura e a abertura inadequada das embalagens, havendo desperdício ou tornando o produto inutilizável.

Ivergard *et al.* (1978 *apud* IMRHAN, 1994) observaram em seus estudos que as pessoas preferem mecanismos de abertura que não exijam o uso de nenhum tipo de ajuda. Estes mecanismos devem permitir o acesso ao produto de forma adequada, caso contrário o usuário recorre ao auxílio de facas, tesouras ou outros instrumentos.

Zerbetto e Silva (2006) realizaram uma análise ergonômica do manuseio de embalagens de molho de tomate, fabricadas em folhas-de-flandres. O estudo analisou três embalagens com sistemas de abertura diferentes: *easy open*, *full open-top* e sanitária. Foram registradas diversas queixas dos usuários em relação aos sistemas de abertura. O sistema *full open-top* apresenta problemas em relação ao diâmetro do anel para a extração da tampa, inferior ao recomendado pelos padrões ergonômicos. Já o sistema *easy open* normalmente requer o auxílio de outro instrumento para a retirada do lacre.

Observa-se que muitas destas dificuldades envolvem pessoas canhotas, uma vez que a grande maioria das aberturas das embalagens é projetada para ser aberta por sujeitos destros (WINDER *et al.*, 2002).

De acordo com este autor, os índices de acidentes, em geral, declinam com a idade, provavelmente refletindo o fato de que pessoas idosas passam menos tempo com afazeres domésticos e, portanto, com menor contato com as embalagens. Além disso, com o aumento da idade as pessoas se tornam mais prudentes e passam a adotar estratégias para abrirem com maior facilidade determinados tipos de embalagens (BUTTERS e DIXON, 1998 *apud* WINDER *et al.*, 2002).

Mesmo assim, no Canadá, estima-se que 67 mil pessoas, a cada ano, procuram hospitais devido a acidentes envolvendo embalagens. Recipientes de plástico estão relacionados a 14% dos acidentes dos quais, uma grande proporção envolve intoxicações, que ocorrem quando crianças ingerem todo ou parte do conteúdo tóxico (WINDER, 2002).

2.2. Intoxicação

Dados brasileiros do SINITOX (Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas) apontaram que em 2003 crianças menores de 5 anos representaram significativos 24,7% (um quarto) do total de casos de intoxicações (BOCHNER, 2005), o que demonstra que acidentes de intoxicação se concentram naquela faixa etária.

Também nos EUA são registrados, a cada ano, em Centros de Controle de Intoxicação, mais de cem milhões de casos de intoxicações acidentais envolvendo crianças na mesma idade (BEIRENS *et al.*, 2006).

Quanto aos agentes de intoxicação, destacam-se, no Brasil, os medicamentos (38,3%), os domissanitários (18,0%) e os produtos químicos industriais (8,7%) (SINITOX, 2003). Observa-se que os medicamentos são os mais significativos responsáveis pelos acidentes de intoxicação, no entanto, os domissanitários, ou seja, produtos de uso domiciliar destinados à limpeza, desinfecção e desodorização de superfícies fixas (FERRAZ, 1982 apud FERREIRA *et al.*, 2006) apresentaram-se perigosos, mesmo que muitas vezes aparentem ser inofensivos.

Segundo Ozanne-Smith (2001), depois das quedas a intoxicação é a maior causa de acidentes com crianças na faixa etária de 0 a 4 anos.

Segundo o IDEC – Instituto de Defesa do Consumidor (2004), 60% dos casos de intoxicação registrados no Brasil em 1998 ocorreram acidentalmente, ou seja, poderiam ter sido evitados. Dentre eles, 42% das vítimas foram crianças, que tiveram contato com produtos tóxicos no ambiente doméstico, sejam medicamentos, produtos de limpeza ou pesticidas domésticos.

Estudos apontam que o momento mais vulnerável para ocorrer um acidente de intoxicação é quando o produto tóxico está em uso durante as atividades de limpeza (OZANNE-SMITH, 2001), permanecendo no chão ou em locais de fácil

acesso às crianças, o que demonstra o grande perigo de embalagens inseguras para domissanitários.

Segundo Bochner (2005), o CEATOX/SP (Centro de Atendimento Toxicológico de São Paulo) registrou, em 2003, 13.344 casos de intoxicação humana, sendo que os principais agentes tóxicos foram os medicamentos (28,2%), os animais peçonhentos (24,1%) e os domissanitários (8,2%). Considerando que as embalagens tanto dos medicamentos quanto dos domissanitários são produtos resultantes de projeto (design), representam um fator potencial capaz de determinar a minimização desses casos.

Informações do CCI-SP (Centro de Controle de Intoxicações de São Paulo) apontam que dentre os domissanitários, a água sanitária é a maior responsável pelos acidentes de intoxicação (CALDEIRA, 2007). De acordo com o CEATOX/SP, entre os meses de agosto de 2003 e março de 2004, ocorreram 483 casos de intoxicação por água sanitária, em média 54 por mês. O problema é agravado pela existência de produtos clandestinos, que não contêm informações sobre os componentes da fórmula e que utilizam corantes para torná-los mais atrativos no momento da venda. Tais corantes além de nocivos à saúde, tornam os produtos alvo do consumo pela criança por confundi-los com uma bebida, já que existe a reutilização de embalagens de refrigerantes para o armazenamento dos mesmos (INMETRO, 2007).

A água sanitária é produzida a partir da mistura de água com hipoclorito de sódio e é destinada à limpeza de superfícies, branqueamento de tecidos, desinfecção de alimentos como verduras, legumes e frutas, eliminando germes e bactérias, evitando doenças. A comercialização da água sanitária só é permitida perante o registro na Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária (INMETRO, 2007).

Em 2004, o IDEC avaliou embalagens de domissanitários, dispensando especial atenção às tampas. As avaliações das características técnicas demonstraram que a maioria dos produtos existentes no mercado não oferece condições de segurança necessárias ao seu comércio, transporte, ou mesmo ao uso, por apresentar tampas sem quaisquer dispositivos de lacre, facilitando assim vazamentos e acidentes domésticos. Testes como os realizados pelo IDEC são relevantes, no entanto, não consideram a interface do usuário com os produtos. Nesse sentido, o design ergonômico apresenta ferramentas importantes, as quais procuram conhecer as capacidades e limitações dos usuários, disponibilizando dados adequados para o design de produtos, caso em que pode apresentar soluções mais apropriadas para a mudança no design das embalagens e tampas.

No Brasil, os métodos mais convencionais para a redução do número de acidentes de intoxicação infantil são as advertências presentes nos rótulos das embalagens de produtos com potencial tóxico. Tais advertências, muitas vezes pouco evidenciadas nos rótulos, não são elementos suficientes para evitar acidentes dessa natureza.

Embalagens com tampas possuindo mecanismos de manipulação e/ou força acima das capacidades infantis são obrigatórias para determinados produtos em alguns países, e são utilizadas com o objetivo de evitar acidentes de intoxicações. No entanto, de acordo com Ivergard *et al.* (1978 *apud* BERNES, 1981), um dos maiores incômodos relatados pelos usuários é a sua dificuldade para abrir as embalagens com sistemas de proteção à criança, quando apenas estas deveriam encontrar resistência para fazê-lo.

2.3. EEPC – Embalagens Especiais de Proteção à Criança

No Brasil, o projeto de Lei nº 4841-A/94, em tramitação no Congresso Nacional, visa a adoção da Embalagem Especial de Proteção à Criança (EEPC) em medicamentos e produtos químicos de uso doméstico que apresentem risco potencial à saúde. Segundo a legislação, a embalagem deverá ser confeccionada de modo que seja significativamente difícil para uma criança com menos de cinco anos de idade abri-la, e que não seja difícil sua abertura por um adulto (BOCHNER, 2005). Tal projeto da Lei brasileira é baseado em legislações estrangeiras. Nos EUA, as embalagens de proteção à criança são adotadas desde 1970, a partir de quando foi constatado um grande declínio dos casos de intoxicação infantil.

Naquele país, para se avaliar a eficácia das embalagens especiais, *CRP - Child Resistant Prevention*, foi desenvolvida uma metodologia que considera crianças, adultos e idosos. O teste deve ocorrer com 50 a 200 crianças com idade de 3,5 anos a 4,5 anos. Durante cinco minutos, no mínimo 85% das crianças não devem conseguir abrir a embalagem, isto sem a demonstração de como é o sistema de abertura. Depois de demonstrar como é o processo de abertura, no mínimo 80% das crianças ainda não devem conseguir abrir a embalagem. Os adultos devem ser distribuídos em um grupo de 100 pessoas com idade de 18 a 45 anos e outro grupo também de 100 pessoas com idade de 50 a 70 anos; a embalagem especial deve ter eficiência de 90%, ou seja, no máximo até 10% dos adultos podem não conseguir abrir a embalagem (PATTIN, 2003).

Thien e Rogmans (1984) observam que indústria e governo de muitos países ainda relutam em adotar medidas regulamentadoras para embalagens seguras às crianças, bem como de se estender tais medidas a outros grupos de produtos.

Em um estudo sobre problemas encontrados na interface com produtos de consumo, Winder *et al.* (2002) apontaram que, de 200 sujeitos entrevistados, 31,5%

disseram que os mecanismos de proteção à criança dificultam a abertura de embalagens. Este tipo de problema ocorre principalmente com pessoas idosas, já que a maioria dessas embalagens exige demasiada força muscular; esta, por sua vez, aos 65 anos de idade é cerca de 80% do que era dos 20 aos 30 anos (ASTRAND e RODAHL, 1977 *apud* IMRHAN, 1994).

O mesmo problema é constatado em outros estudos: uma pesquisa realizada com consumidores pelo CPSC – Consumer Product Safety Commission, nos EUA em 1980, apontou que pessoas idosas preferem embalagens com tampas normais, por encontrarem dificuldades na abertura de embalagens com sistema de proteção à criança (THIEN e ROGMANS, 1984). Estes autores testaram o acesso dos idosos a embalagens com sistemas de proteção à criança e constataram que apenas embalagens muito fáceis de abrir passariam no teste para o acesso dos idosos.

Existem diversos tipos de sistemas desenvolvidos para dificultar o acesso de crianças a produtos com potencial tóxico. Entre eles, estudos demonstram que o dispositivo de abertura *press and turn* (Figura 1) é apontado como o mais difícil do ponto de vista de força solicitada dos consumidores (IVERGARD *et al.*, 1978, *apud* BERNIS, 1981).



Figura 1: Tampa “*press and turn*” de proteção à criança (Fonte: SKS-SCIENCE, 2008)

Apesar dos problemas encontrados, as embalagens especiais de proteção à criança têm se mostrado, nos países em que são obrigatórias, eficientes na redução do número dos casos de intoxicações. E que apesar das dificuldades na abertura, a grande maioria dos pais de crianças pequenas atesta que as embalagens especiais

são importantes na redução dos acidentes e, segundo eles, problemas encontrados durante a abertura por algumas pessoas são aceitáveis quando comparado à segurança das crianças (THIEN e ROGMANS, 1984).

Observa-se, no entanto, que é preciso considerar durante o design de tampas seguras que, quanto menor é o grau de complexidade do sistema de abertura da embalagem, maior será o grau de aceitação pelos adultos e também pelos idosos.

Assim, é importante que se conheçam as reais capacidades de força manual da população, incluindo crianças e idosos, envolvidas na tarefa de abertura de embalagens.

2.4. Avaliações de Toque na Abertura de Embalagens

O corpo humano apresenta articulações esqueléticas que podem ser dispostas de modo a assumir diferentes posturas de todo o corpo ou de segmentos locais que aperfeiçoam a capacidade de aplicação das forças manuais, (IMRHAN, 1994). Esta propriedade humana ocorre a todo momento, em diversas atividades da vida diária, como por exemplo, durante a abertura de embalagens.

Neste sentido, a força de torção manual, ou torque, está relacionada ao esforço exercido na abertura de tampas com sistema de rosca, e a unidade de medida desta força é Newton-metro (N.m).

Diversos estudos (Tabela 1) vêm sendo realizados num esforço em conhecer melhor os aspectos que interferem na aplicação do torque durante a abertura de embalagens de medicamentos e de outros produtos similares.

A Tabela 1 expõe as características de três estudos similares sobre a mensuração de torque, envolvido na abertura de embalagens.

Tabela 1: Avaliações de Torque - Estudos

Autor País do Estudo	População do estudo	Equipamentos utilizados	Observações
Peebles e Norris (2000) Inglaterra	2 a 90 anos (144sujeitos)	Célula de carga (strain gauges) acondicionada em embalagens simuladas (tampas com e sem textura, $\varnothing$ 45, 65 e 85 mm).	Verificaram o torque (sentido anti- horário) com a mão dominante. Os sujeitos adotaram postura livre e foram orientados a exercer sua máxima força e mantê-la por alguns segundos.
Berns (1981) Suécia	20 a 71+ anos (198 sujeitos "normais" e 87 com "desordem" que afeta as mãos)	Célula de carga (strain gauges) acondicionada em embalagens simuladas (tampas com e sem textura, $\varnothing$ 73, 85 e 28 mm).	Testes divididos em torque "confortável" e "máximo", sem repetição. Utilizou-se uma bancada de apoio de 85 cm de altura.
Voorbij e Steenbekkers (2002) Holanda	20 a 80+ anos (750sujeitos)	Transdutor de torque acondicionado em uma embalagem simulada com tampa de 66 mm de diâmetro	Verificaram o torque (sentido anti- horário) com as duas mãos, houve repetição do teste (sem diferença significativa). Os sujeitos adotaram postura livre.

Observa-se na Tabela 1 que todos os estudos simulam a abertura de embalagens para a avaliação do torque. Para isso são confeccionadas embalagens simuladas dentro das quais é acondicionado o equipamento utilizado para a mensuração da força aplicada. A Figura 2 apresenta tal simulação.

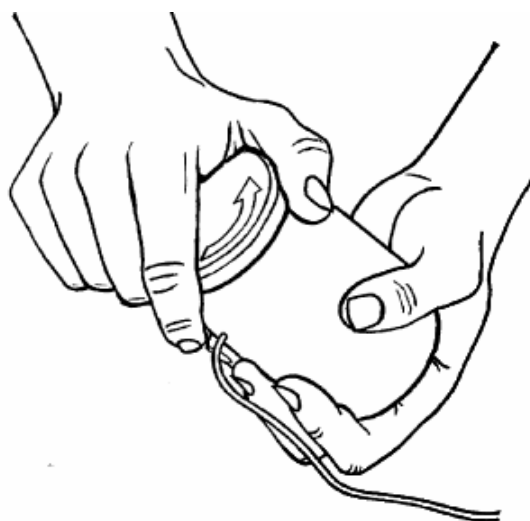


Figura 2: Embalagem simulada para medição de torque
(Fonte: VOORBIJ e STEENBEKKERS, 2002)

No estudo de Peebles e Norris (2000), até os 60 anos de idade não foram encontradas diferenças significativas nos torques entre os gêneros, porém os sujeitos masculinos acima dos 60 anos apresentaram torques mais elevados que as mulheres. Dos 2 aos 15 anos de idade o máximo torque aumenta gradativamente, atingindo o pico durante a maturidade e decrescendo a partir dos 50 anos. Quanto ao diâmetro das tampas, todos os sujeitos exerceram sua força máxima na tampa com maior diâmetro, 85 mm. Comparando a aplicação do torque por crianças de até 5 anos de idade e por idosos com mais de 81 anos, ressalta-se que o teste apontou que estes últimos são capazes de exercer torques maiores que as crianças.

Para Berns (1981), 95% dos sujeitos normais, quando exercem sua força confortável, são capazes de abrir as embalagens. Assim, o autor sugere que requisitos normativos de valores de torque necessários para abrir embalagens devem ser determinados com base nos valores de força exercidas de forma confortável do 5ºil dos indivíduos normais, e mais eficazmente baseados nos 1ºil ou 2ºil da máxima força exercida pelos indivíduos com necessidades especiais.

Voorbij e Steenbekkers (2002) constataram que se o torque necessário para abrir potes similares aos avaliados em seu estudo (tampas com $\varnothing$ aproximado de 66 mm) fosse reduzido para 2 N.m, então 97.6% dos usuários entre 50 e 94 anos de idade e 100% das pessoas de 20 a 30 anos não encontrariam dificuldade para abrir este tipo de embalagem.

Outro autor, Imrhan (1994), descreve algumas considerações de Ivergard *et al.* (1979) acerca do torque necessário durante a abertura de determinadas tampas. Para as tampas circulares com superfície lisa, tanto homens como mulheres transmitem seu maior torque quando o diâmetro é de cerca de 80 mm. Para tampas com diâmetros inferiores a 74 mm, a aplicação do torque não é melhorada com aplicação de ranhuras na superfície. Com relação à comparação de torque exercido

por crianças e idosos em tampas com diâmetros maiores, uma menor porcentagem das crianças é capaz de transmitir torque comparável ao dos idosos, ou seja, os idosos transmitiram maiores valores de torque em tampas com diâmetros maiores enquanto que as crianças transmitiram menores valores de torque para estas tampas, assim, tampas com diâmetros maiores são melhores para a segurança das crianças.

Neste mesmo sentido, Rohles *et al.* (1983 apud IMRHAN, 1994) recomendam tampas com diâmetros de, no mínimo, 70 mm para embalagens de produtos que necessitam de embalagens especiais de proteção à criança.

Nas avaliações apresentadas pôde-se observar que os efeitos da altura e a forma da tampa, bem como a forma da embalagem, no torque aplicado, não são completamente conhecidos, ou seja: a melhor combinação de características para se desenvolver tampas seguras é ainda desconhecida.

2.5. Forças Manuais Infantis

Existem diversos estudos realizados com o objetivo de mensurar as forças manuais infantis. No entanto são, em geral, estudos realizados por profissionais da área clínica, pois, segundo Pereira (2001 apud Esteves *et al.*, 2005), a força manual pode ser um indicador do desenvolvimento da coordenação e ser utilizada no diagnóstico de disfunções neurológicas relacionadas à aprendizagem motora e também na identificação de patologias do membro superior.

Segundo Bear-Lehman *et al.* (2002) a força manual pode ser medida pela Força de Preensão Palmar (FPP) e pela Força de Preensão Digital (FPD).

A FPP é a força necessária para agarrar um objeto e a capacidade de mantê-lo preso e pode ser medida utilizando-se o equipamento Dinamômetro Jamar (em A na Figura 06). A FPD é a força exercida pelo polegar sobre a lateral do dedo

indicador, como se estivesse girando uma chave, esta força pode ser medida utilizando-se o Dinamômetro de Pinça Jamar (em B na Figura 06).

A Figura 3 apresenta um exemplo da utilização destes equipamentos.

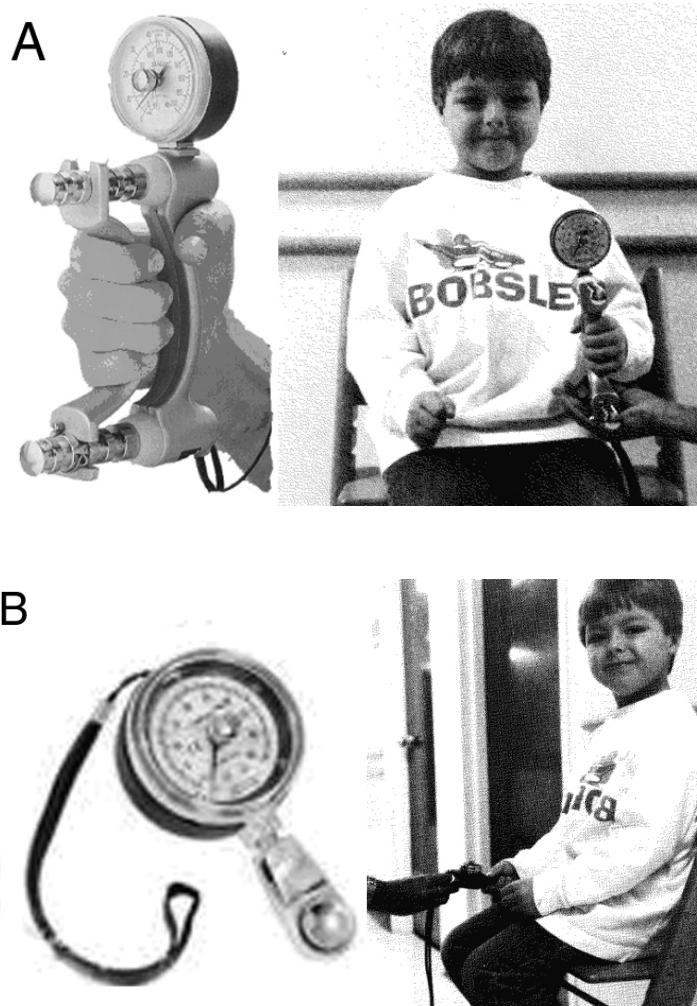


Figura 3: Exemplo da mensuração da FPP e FPD (Fonte: BEAR-LEHMAN *et al.*, 2002)

A Tabela 2 apresenta as características de cinco estudos nacionais e internacionais que avaliaram as FPPs e as FPDs de crianças.

Tabela 2: Força de Preensão Palmar (FPP) e Força de Preensão Digital (FPD) - Estudos

Autor País do Estudo	População do Estudo	Equipamentos utilizados	Observações	Alguns Resultados
Fullwood (1986) Austrália	5 a 12 anos (240 sujeitos)	Dinamômetro <i>Jamar</i> (FPP) e <i>Pinsco Pinchmeter</i> (FPDs)	Força máxima uma vez para cada mensuração. Posicionamento dos sujeitos: sentados cotovelo em 90 ° de flexão.	Meninos são mais fortes em 94% dos testes de preensões
Bear-Lehman <i>et al.</i> (2002) EUA	3 a 5 anos (81 sujeitos)	Dinamômetro <i>Jamar</i> (FPP) e Dinamômetro de Pinça <i>Jamar</i> (FPD).	Posicionamento dos sujeitos: sentados, cotovelo em 90 ° de flexão. Três repetições.	A média da FPP das meninas foi menor nas duas mãos em relação aos meninos, porém com diferenças não significativas.
Peebles e Norris (2000) Inglaterra	2 a 90 anos (153 sujeitos)	<i>Hand grip dynamometer</i> (FPP) com larguras da pega de 30, 50 e 70 mm	Sujeitos adotaram posturas livres, em pé. Exerceram sua máxima força estática durante cinco segundos.	Não houve diferenças significativas entre meninos e meninas de 2 a 15.
Esteves <i>et al.</i> (2005) Brasil	7 e 14 anos	Dinamômetro resistivo com <i>strain gauges</i> (FPP), empunhadura variável	Posicionamento dos sujeitos: antebraço supinado e apoiado na mesa com ângulo de 90°. Três repetições.	A força de preensão foi maior para os meninos em todas as idades.
Moura (2008) Brasil	4 a 5 anos (100 sujeitos)	Dinamômetro <i>Jamar</i> (FPP)	Posicionamento do sujeito: sentado e colovelo em 90 ° de flexão. Três repetições.	Não se observou diferença significativa entre os gêneros para a força de preensão.

No estudo de Fullwood (1986), o efeito da idade em relação ao aumento da força manual foi proporcional, sendo que houve um grande aumento entre as idades de 9 e 10 anos, em ambos os gêneros. Neste estudo, sujeitos canhotos mostraram menores diferenças entre a força de sua mão esquerda e direita em relação aos destros. Isto pode ser explicado pelo fato de que no mundo feito para destros, os canhotos desenvolveram as habilidades com a mão direita, mais do que os sujeitos

destros o fizeram com a mão esquerda, mesmo se tratando de crianças. Em uma comparação realizada por Fullwood (1986), entre os resultados de seu estudo e os de Ager *et al.* (1984), observou-se que os sujeitos Australianos têm maior força manual que os sujeitos norte americanos, particularmente as crianças de 7 a 8 anos.

Bear-Lehman *et al.* (2002), retiraram medidas antropométricas das mãos das crianças e não encontraram diferenças significativas entre os meninos e as meninas. Também não encontraram diferença significativa entre as forças de preensão manual com relação à dominância, bem como apontaram que naquela faixa etária, a dominância ainda não está bem estabelecida.

Observa-se que no estudo de Peebles e Norris (2000) foi constatado que a força manual aumentou com a idade durante a infância e decresceu por volta dos 50 anos. Adultos (16-50 anos) foram, em geral, significativamente mais fortes que idosos (51-90) que, por sua vez, são significativamente mais fortes que as crianças até 10 anos.

No Brasil, a força manual infantil foi estudada por Esteves *et al.* (2005). Em relação à dominância, entre as meninas não foram encontradas diferenças significativas nas crianças de 7, 11, 12 anos quando realizada a comparação das médias da força de preensão palmar entre mão direita e esquerda. Já para os meninos, foram encontradas diferenças para as faixas etárias de 7 a 11 anos quando realizadas comparações de médias da força de preensão entre mão direita e esquerda. Comparando-se os gêneros, a força de preensão foi maior para os meninos em todas as idades, encontrando diferenças significativas para os grupos de 8, 9, 10, 13, 14 anos, porém entre as crianças com 8, 9 e 10 anos as diferenças são pequenas, mas entre aquelas com 13 e 14 anos esta diferença aumenta.

Ainda outro estudo brasileiro realizado por Moura (2008) abordou 600 sujeitos de diferentes idades de ambos os gêneros, dentre eles, 100 crianças na fase pré-

escolar. No estudo, não se observou diferença significativa entre os gêneros para a força de preensão: as forças médias de preensão palmar nestas crianças foram, na mão direita 7,19 Kg/f e 6,95 Kg/f na mão esquerda para meninos e 6,67 Kg/f e 6,51Kg/f, respectivamente mãos direita e esquerda para meninas. A diferença hormonal entre os gêneros parece afetar o desempenho da força manual, o que explica o fato de os sujeitos, nessa faixa etária, não apresentarem diferenças significativas de preensão.

Diversos fatores influenciam nas diferenças encontradas entre os resultados de avaliações de força, tais como os aspectos metodológicos adotados (posicionamento biomecânico dos sujeitos, estímulos verbais, instrumentos de medição e, obviamente o tipo de atividade mecânica analisada) e características particulares da amostra (gênero, idade, dominância e nacionalidade).

Considera-se que estudos sobre as forças manuais ainda são restritos entre as faixas extremas da população. Mesmo quando o estudo procura abordar o público infantil, como é o caso dos estudos apresentados, as crianças com pouca idade, menores de 5 anos, ainda são pouco estudadas. O público infantil realiza uma série de interfaces com os produtos disponíveis no mercado e, por esse motivo, deveríamos conhecer melhor suas capacidades na manipulação de produtos.

3. JUSTIFICATIVAS

O elevado índice de acidentes relacionados à intoxicação infantil apresentado anteriormente, aponta para a necessidade de iniciativas a fim de minimizar sua ocorrência. A não observância de requisitos de segurança no design das embalagens para os produtos com alto potencial tóxico parece ser um importante fator de risco. A análise em embalagens de água sanitária a ser realizada nesta pesquisa justifica-se pela informação de que este é o produto, dentre os domissanitários, responsável pela maioria dos acidentes de intoxicação, bem como pelo fato de ser um produto de consumo intensivo e extensivo pela população, utilizado de diversas formas, recomendadas ou não, pelo rótulo do produto.

É preciso que, durante a realização de testes da segurança das embalagens, considere-se a interface entre o usuário e o produto para uma avaliação adequada não apenas da embalagem, mas também das tampas. No entanto, de acordo com Soares e Bucich (2000) não é suficiente apenas projetar produtos que sejam seguros quando utilizados da forma pretendida: o uso impróprio também deve ser considerado. A intoxicação infantil ocorre a partir do uso impróprio, portanto a importância deste estudo consiste na prevenção de acidentes desta natureza.

Existe no Brasil a NBR 13390: 05/1995 que regulamenta as embalagens para águas sanitárias e alvejantes à base de cloro. De acordo com Iida (2005), a avaliação dos produtos do ponto de vista técnico (considerando características como peso, dureza, resistência, estabilidade, entre outros) é uma atividade bem estabelecida, ao contrário das avaliações de aspectos da usabilidade, embora sejam até mais importantes que os primeiros para os produtos de consumo. Ainda de acordo com o mesmo autor, nem todos os produtos que apresentam conformidade com as normas técnicas podem ser considerados de boa qualidade, sob o ponto de vista da usabilidade.

Além dos aspectos anteriormente descritos, os dados biomecânicos de origem internacional (SMITH *et al.*, 2000) parecem não ser compatíveis com a população brasileira, uma vez que diversos fatores como migração, genética, fatores ambientais e processos históricos determinam as diferentes características das populações humanas (PHEASANT, 1996) e por este motivo não são adequados para serem aplicados a produtos nacionais, o que justifica o desenvolvimento de um estudo deste tipo com indivíduos brasileiros.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo Geral

Desenvolver um estudo biomecânico envolvendo indivíduos de uma amostra populacional, objetivando especificar a força manual de torção máxima exercida por crianças (faixa etária de 2 a 5 anos) durante a abertura de embalagens de água sanitária, através de simulação, possibilitando apresentar parâmetros mínimos para o design ergonômico de tampas seguras.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar a revisão bibliográfica e tecnológica, considerando respectivamente: a problemática dos acidentes com crianças e embalagens de domissanitários e o estado da arte do objeto de pesquisa, além de analisar pesquisas semelhantes para o aprimoramento dos procedimentos experimentais e de análise, comparando e discutindo resultados e metodologias;
- Realizar a preparação e execução da abordagem experimental, considerando os aspectos éticos, de materiais e de procedimentos;
- Realizar o tratamento dos dados, bem como sua análise estatística, permitindo a discussão dos mesmos face ao conhecimento teórico disponível;
- Apresentar os parâmetros biomecânicos para o design ergonômico de tampas de embalagens para domissanitários.

5. METODOLOGIA

Os procedimentos desta pesquisa, exceto a realização da abordagem experimental, ocorreram no Laboratório de Ergonomia e Interfaces, pertencente ao Departamento de Desenho Industrial, da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, da UNESP (campus de Bauru). É importante destacar que esta pesquisa foi realizada com apoio da FAPESP (processo n. 07/53668-8 – ANEXO A).

Os procedimentos metodológicos adotados são apresentados nos subitens posteriores e compreendem:

- Os **Aspectos éticos** que envolvem os pedidos de autorização aos órgãos competentes, bem como a elaboração do Termo de Consentimento Livre e esclarecido (Subitem 5.1.);
- Os **Sujeitos** abordados são caracterizados e apresentados no subitem 5.2.;
- Os **Materiais** utilizados no estudo compreendem os Equipamentos de Medição, as Embalagens de água sanitária e o Protocolo utilizado para registro dos dados, suas particularidades são apresentadas no subitem 5.3.; e
- Os **Procedimentos** adotados na Preparação dos Materiais (adaptação do torquímetro no interior das embalagens de água sanitária), na Coleta de dados (antropométricos e de torque), na Análise e discussão dos resultados são apresentados no subitem 5.4.

5.1. Aspectos Éticos

Experimentações com seres humanos devem contemplar as diretrizes do Conselho Nacional de Saúde (BRASIL, 1996), sob Resolução 196-1996 e da Norma ABERGO de Deontologia ERG BR 1002 (ABERGO, 2003). Esta pesquisa realizou testes com seres humanos e, assim, atende a estes requisitos. O projeto desta pesquisa foi encaminhado ao Comitê de Ética em Pesquisa da USC - Universidade do Sagrado Coração e os procedimentos da pesquisa foram aprovados (Protocolo: 32/07 – ANEXO B). Foi aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), por meio do qual os responsáveis pelos sujeitos da pesquisa foram informados da espécie do experimento e que seria realizado de forma voluntária (não remunerada), sendo apontados todos os procedimentos a que a criança seria submetida, e que esta não estaria sujeita a nenhum tipo de desconforto e/ou risco, concedendo liberdade para que deixasse de participar da pesquisa a qualquer momento.

Os procedimentos desta pesquisa foram autorizados pela Secretaria Municipal da Educação da cidade de Bauru – SP, órgão responsável pelas EMEIs – Escolas Municipais de Ensino Infantil Integrado (ANEXO C).

5.2. Sujeitos

Foram definidos como sujeitos da pesquisa, alunos regularmente matriculados nas EMEIs da cidade de Bauru (SP), os quais totalizam, segundo o IBGE (2005) 10.962 indivíduos, ou **N = 10.962**. O grau de confiança pretendido foi o de 90% ($\alpha = 0,10$), e portanto, $z_{\alpha/2} = 1,645$. O desvio-padrão populacional é desconhecido. Segundo Triola (1999, p. 149), normalmente “... não se conhece σ sem se conhecer μ ”, ou média populacional, entretanto σ pode ser estimado a partir de outro estudo

com o mesmo projeto metodológico e objetivos, podendo ser obtido pela expressão “ $\delta \approx \text{amplitude} / 4$ ” (p. 41). Se tomarmos o estudo apresentado por Smith *et al.* (2000), considerado um dos mais completos na avaliação de forças manuais em atividades simuladas, particularmente nos resultados para a força de torção (diâmetro 45 mm, ranhurada), com sujeitos com idade entre 2 e 5 anos, temos como amplitude 1,73 N.m e, conseqüentemente, **$\delta = 0,43\text{N.m}$** . A margem de erro, ou diferença máxima provável entre a média amostral e a média populacional, foi definida em **$E = 0,0697 \text{ N.m}$** (aproximadamente 7,5% da média encontrada por Smith *et al.* 2000). Portanto, **$n = 101,90$** , ou **102**: optou-se por aproximar para **51 (cinquenta e um)** sujeitos do gênero masculino e **51 (cinquenta)** sujeitos do gênero feminino.

A abordagem ocorreu em seis escolas de ensino infantil, sendo uma creche vinculada à UNESP e cinco EMEIs (Escolas Municipais de Ensino Infantil Integrado) da cidade de Bauru (SP). A Tabela 3 aponta a distribuição numérica dos sujeitos de acordo com as escolas e a Figura 4 apresenta a localização geográfica das mesmas, distribuídas no espaço urbano do município de Bauru-SP.

Tabela 3: Distribuição dos Sujeitos nas Escolas

Escolas	Distribuição dos Sujeitos	
	N	%
A	13	12,75
B	26	25,49
C	9	8,82
D	22	21,57
E	20	19,61
F	12	11,76
N = 102		



- A - EMEII Glória Cristina Melo De Lima
- B - EMEII Maria Helena Piçolato Amantini
- C - EMEII Prof. Hubert Rademakers
- D - Centro de Convivência Infantil "Gente Miúda"
- E - EMEII Luzia Therezinha De Oliveira Braga
- F - EMEII Iara Conceição Vicente

Figura 4: Mapa de localização das escolas abordadas

As escolas que participaram da pesquisa estão distribuídas por todo o território da cidade de Bauru-SP, atendendo assim a um universo bastante representativo, com características sócio-econômicas diferentes.

5.3. Materiais

5.3.1. Equipamentos de Medição

Os equipamentos de medição utilizados nesta pesquisa são:

- Torquímetro - *Static Torque Screwdriver* – STS (Mecmesin Ltd, UK), Modelo ST10-871-101 (10 N.m), adquirido por meio do processo FAPESP 05/59941-2 (indicado por A na Figura 4);
- AFG – *Advanced Force Gauge* (indicado por B na Figura 4);
- Paquímetro de metal, marca MAUb® ;
- Fita métrica (*MaidenForm®*, *Hoechstmass* - Alemanha);
- Balança digital pesadora;
- Instrumentos de apoio (Confeccionados em “Etil Vinil Acetato – E.V.A.”)

O Torquímetro é ligado ao AFG, equipamento que registra o torque (unidade representada por Newton-metro – N.m), aplicado na tampa, tal ligação se dá como mostra a indicação C na Figura 5.



Figura 5: Equipamentos de Medição - Torquímetro e AFG

Com o objetivo de facilitar a abordagem dos sujeitos e realizar as mensurações de maneira lúdica, foram confeccionados utensílios de apoio utilizando-se o material “Etil Vinil Acetato – E.V.A.”, a saber: três bases de apoio nas cores amarelo, vermelho e azul. A primeira foi utilizada na mensuração das variáveis antropométricas das mãos (Figura 6), para a qual os sujeitos dispunham as mãos de maneira adequada (as mãos e os dedos retos e planos, com a palma voltada para cima) para serem medidas com a utilização do paquímetro, o qual foi revestido e disfarçado com o mesmo material. As outras duas bases de apoio, para o posicionamento dos sujeitos na medição do peso (base de apoio fixada na balança, Figura 7) e estatura (base de apoio fixada no solo, Figura 8).



Figura 6: Apoio para as mãos



Figura 7: Apoio para os pés



Figura 8: Apoio para a balança

5.3.2. Caracterização das Embalagens de Água Sanitária

Nas avaliações de torque simulando a abertura de embalagens, revisadas no item 2.4, observa-se que as diferentes morfologias das tampas, bem como das embalagens, interferem na capacidade de aplicação do torque, tornando-se, assim, importante para uma avaliação desta natureza estudar previamente tais características a fim de delimitar os procedimentos metodológicos.

Desta maneira, foram coletadas oito marcas de água sanitária mais comumente encontradas nos supermercados da cidade de Bauru-SP, a saber: *Daclor*, *Candura*, *Cândida*, *Qboa*, *Búfalo*, *Brilhante*, *Flops* e *Varek*. Todas as embalagens têm o conteúdo de 1 litro, e foram selecionadas de maneira que apresentassem certas características similares, por exemplo: garrafas com alças, ou pegas laterais não foram coletadas. Todas as embalagens são fabricadas em Polietileno.

A Figura 9 apresenta o desenho, com destaque aos contornos das embalagens. Na base inferior do desenho das garrafas pode ser observado o nome da marca da respectiva embalagem de água sanitária. Os círculos, em cinza, apontam os locais onde se localizam os rótulos.

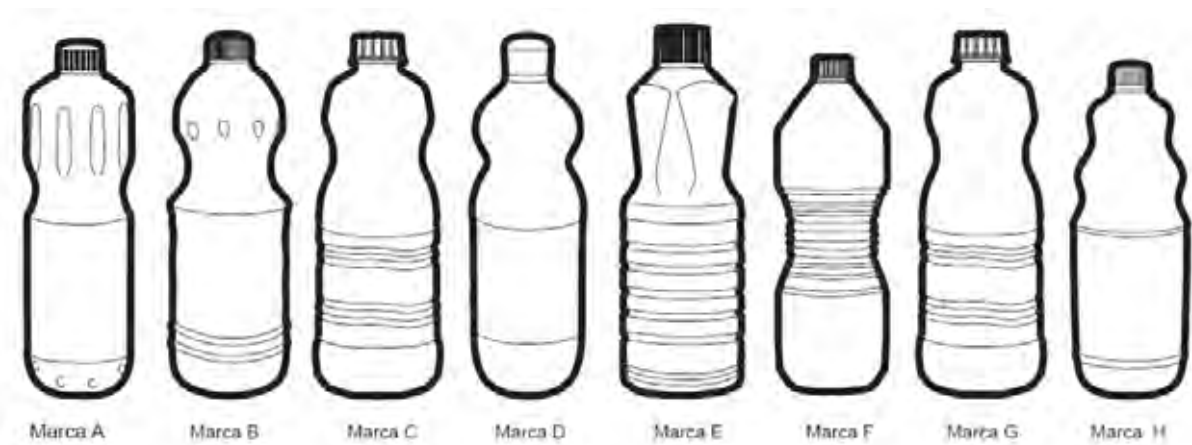


Figura 9: Desenho das 8 (oito) embalagens de água sanitária

Comparando os contornos das embalagens, observa-se a grande variedade de formas. As linhas mais finas nos desenhos representam os cortes e as nervuras presentes nas embalagens, tais elementos aumentam a resistência das mesmas.

O uso do produto ocorre, em geral, durante situações em que as mãos do usuário estão molhadas, de modo a perceber que a pega se dá nos locais onde há um estreitamento da circunferência nas embalagens (Figura 10), aumentando a estabilidade e firmeza da pega durante o uso.

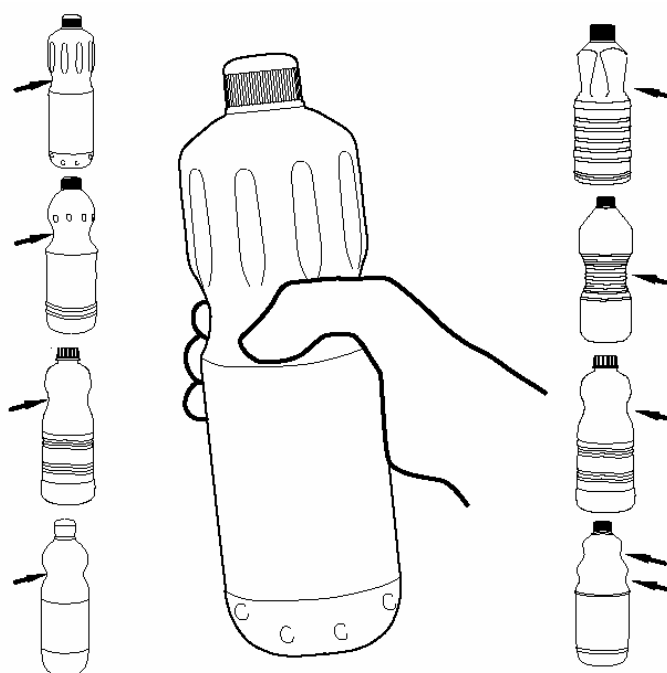


Figura 10: Local da pega na embalagem

A Figura 11 apresenta alguns detalhamentos dimensionais das embalagens, como: altura total da garrafa, maior e menor diâmetro do corpo da garrafa e altura e diâmetro da tampa.

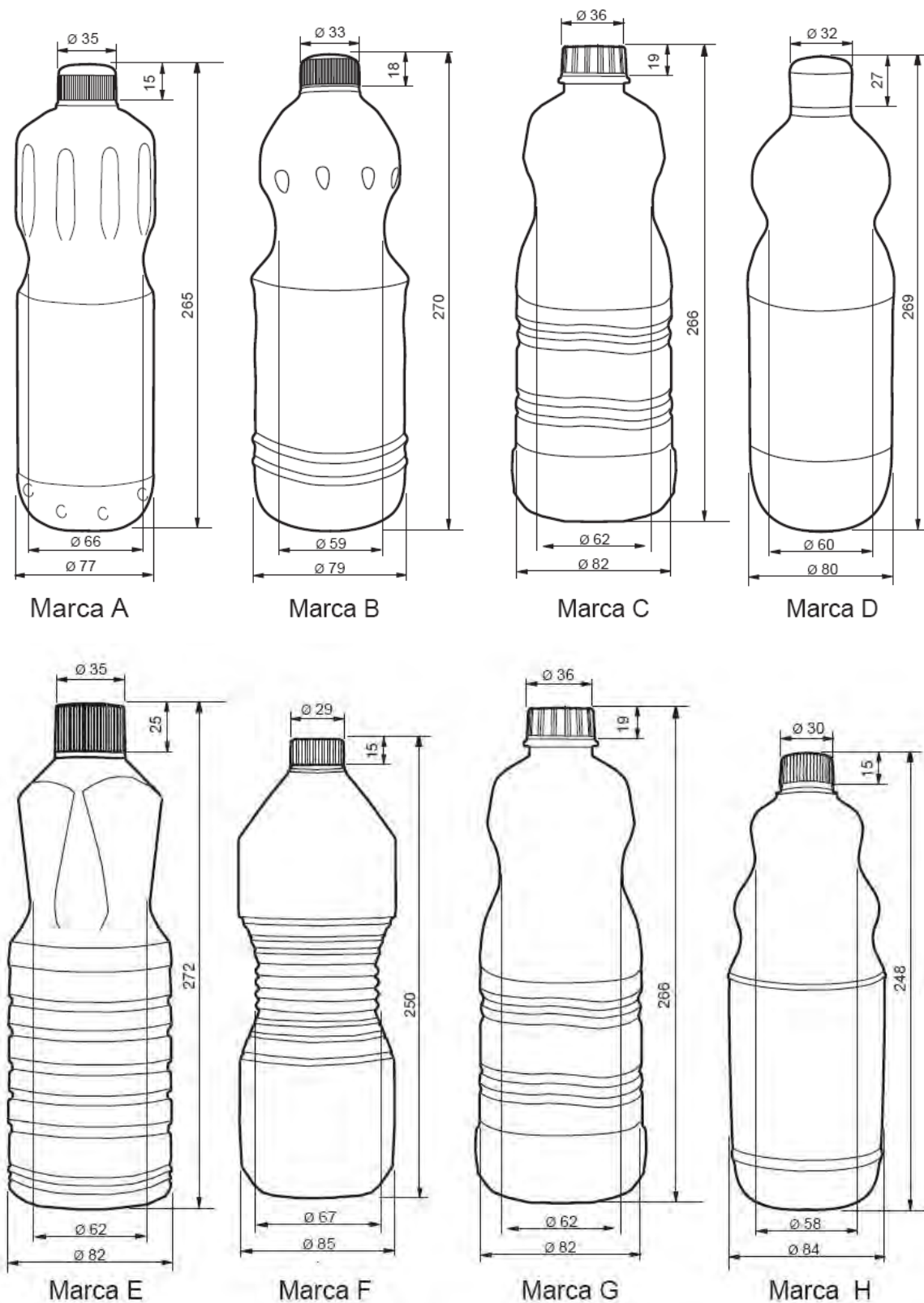


Figura 11: Dimensões das embalagens (Dimensões em milímetros)

Quanto aos sistemas de abertura, dois tipos estão presentes nas embalagens de água sanitária analisadas: rosca e *flip-top*. O sistema mais comum é a tampa de rosca, a qual permite o acesso ao produto com total abertura da embalagem. O sistema *flip-top* pode ser aberto com apenas uma das mãos, levantando a “lingueta” lateral da tampa. Neste sistema o acesso ao produto se dá por meio de um pequeno orifício que direciona a saída do líquido.

Dentre as oito embalagens de água sanitária analisadas, três foram selecionadas para serem utilizadas no estudo experimental de medição do torque. A utilização das três embalagens, com características formais diferentes, especialmente com relação às dimensões das tampas, possibilitou a coleta do máximo torque exercido pelos sujeitos e propiciou o estudo da relação entre a capacidade de aplicação da força e o design das tampas. Assim, o critério de seleção das embalagens ocorreu a partir da análise das características dimensionais das mesmas, além de terem sido excluídas as que apresentavam tampas com sistema *flip-top*, uma vez que o movimento biomecânico aplicado para a abertura deste sistema não é o analisado no presente estudo. As tampas selecionadas são apresentadas na Figura 12.



Figura 12: Tampas selecionadas para a coleta de torque

A embalagem da marca C foi selecionada por possuir a tampa com maior diâmetro (36 mm) (as embalagens das marcas C e G apresentam as mesmas

dimensões). A marca E apresenta a maior altura entre as tampas analisadas, 25 mm. E, por fim, a marca F apresenta o menor diâmetro de tampa, 29 mm.

Estas embalagens foram adaptadas para serem utilizadas na abordagem experimental, e foram pintadas nas cores: amarela, vermelha e laranja (Figura 13). Os procedimentos de preparação das mesmas apresentam-se descritos no item 5.4.1 (Preparação dos Materiais).



Figura 13: Tampas utilizadas na coleta

5.3.3. Protocolo

Foi desenvolvido um protocolo de abordagem onde foram registrados os dados coletados (APÊNDICE B). O protocolo apresenta, no cabeçalho, a identificação da UNESP – FAAC, o nome desta pesquisa e seu número de Processo FAPESP.

Na parte superior do protocolo são registrados os dados de identificação dos sujeitos: nome, idade, gênero, turma e dominância. No entanto, não foi possível determinar qual a mão dominante dos sujeitos, devido a pouca idade dos mesmos.

Na parte central do protocolo foram registrados os dados antropométricos: estatura, peso e medidas das mãos (direita e esquerda).

Os valores de torque foram registrados na parte inferior do protocolo. Neste local a tabela divide-se em: embalagem amarela, vermelha e laranja, onde foram transcritos os torques máximos aplicados pela mão direita e esquerda (duas coletas para cada mão) em cada uma das embalagens.

5.4. Procedimentos

5.4.1. Preparação dos Materiais – Embalagens

Diferentemente de outras pesquisas de avaliação de torque, as quais confeccionam *mock-up* de embalagens para a adaptação interior do equipamento de medição, esta pesquisa adaptou a própria embalagem para isso, o que possibilitou uma simulação mais próxima da realidade.

Durante as etapas de preparação, foi inserida e fixada no interior da embalagem, com o uso do adesivo “Araldite®”, uma seção de tubo de PVC com diâmetro de 50 mm e comprimento suficiente para alcançar toda a extensão da embalagem, o que permitiu o adequado posicionamento do equipamento de medição “Torquímetro – *Static Torque Screwdriver* – STS” próximo à tampa (Figura 14).



Figura 14: Preparação das embalagens – Cano de PVC

Ressalta-se que o torque aplicado na tampa é transmitido para o torquímetro por meio de uma ligação entre os dois sistemas. Para isso, foram utilizadas curtas seções de perfil de aço ABNT 1010 (# 10 mm), as quais foram fixadas às tampas com o uso de massa plástica (Figura 15).



Figura 15: Preparação das tampas

A Figura 16 apresenta o “Torquímetro - *Static Torque Screwdriver* – STS” inserido na embalagem e demonstra como a tampa é ligada ao equipamento. Demonstra também que para melhor fixação do torquímetro utilizou-se um parafuso na lateral da embalagem.



Figura 16: Torquimetro no interior da embalagem

Com o objetivo de evitar uma possível relação que a criança pudesse fazer entre as embalagens “falsas” utilizadas nos testes e uma embalagem de água sanitária verdadeira, as embalagens foram pintadas na cor amarela (utilizando tinta esmalte), uma vez que não há no mercado embalagens de água sanitária nessa cor. Observe-se que as tampas não foram pintadas a fim de impedir qualquer modificação em sua superfície capaz de interferir na aplicação do torque, uma vez que uma importante influência na aplicação de forças manuais é a presença de texturas e ranhuras no local onde tal força é exercida, posto que permitem um maior atrito de contato mão/equipamento e, conseqüentemente, necessitam de menor aplicação de forças (PASCHOARELLI e COURY, 2000).

No entanto, durante a realização dos pré-testes, a pintura das três embalagens na mesma cor (amarela) não demonstrou ser atrativa para as crianças, pois estas não perceberam se tratar de três embalagens diferentes, questionando a realização do teste várias vezes com a mesma embalagem. Desta maneira, as embalagens foram novamente pintadas, desta vez na cor vermelha e laranja, além da cor amarela (Figura 17).



Figura 17: Garrafas para o teste de torque

5.4.2. Coleta de Dados

Com a finalidade de testar os procedimentos metodológicos e a sequência da coleta de dados, foi realizado um pré-teste no Centro de Convivência Infantil "Gente Miúda", vinculado à UNESP - Campus Bauru. Dos 20 sujeitos abordados, com idades entre 2 e 5 anos, 7 eram do gênero masculino e 13 do gênero feminino. A realização desta abordagem preliminar foi fundamental para o aprimoramento metodológico para a coleta dos dados, assim, mudanças nos procedimentos foram realizadas já durante esse pré-teste e os sujeitos abordados nessa etapa foram incluídos na amostra.

Todos os procedimentos do estudo experimental ocorreram em ambientes localizados no interior das escolas escolhidas.

Assim, depois de selecionada a escola, era primeiramente realizado o contato (via telefone) com a diretora da escola, quando todos os objetivos e procedimentos

da pesquisa eram esclarecidos e solicitada sua autorização para a realização da pesquisa. Havendo o consentimento da diretora, ocorria a abordagem dos responsáveis pelas crianças, sendo então aplicado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Assim, somente as crianças que tiveram a autorização dos responsáveis eram abordadas.

Para a realização da coleta de dados eram recrutados três sujeitos para o local do estudo experimental determinado pela diretora da escola. O recrutamento de mais de um sujeito possibilitou haver intervalo entre uma medição de torque e outra, como pode ser observado na descrição da sequência dos procedimentos.

Primeiramente, com o objetivo de estimular os sujeitos a colaborarem com a pesquisa, eles eram convidados a participarem de uma “brincadeira” na qual deviam tentar abrir uma garrafa e as embalagens eram então apresentadas. Era solicitado ao sujeito que girasse a tampa na direção apontada por uma flecha fixada na embalagem (sentido anti-horário), fazendo o máximo de força que pudessem, utilizando uma mão para segurar a embalagem e a outra para girar a tampa, e em seguida esta situação era invertida, ocorrendo assim a avaliação da aplicação do torque com as duas mãos (Figura 18). A sequência das mãos era livre e determinada pelos sujeitos. Neste momento alguns estímulos verbais foram apresentados: “vamos ver se você tem força para abrir esta embalagem?”, “faça bastante força...”, “gira bem forte, isso... muito bom...”.



Figura 18: Coleta do máximo torque - Sujeitos

Após o registro dos torques máximos aplicados pelo primeiro sujeito, com as mãos direita e esquerda, a mesma embalagem era apresentada ao segundo sujeito, repetindo os procedimentos, e por fim o terceiro sujeito era solicitado a exercer sua máxima força. Os procedimentos foram repetidos, havendo uma segunda medição com a mesma embalagem. Observou-se que a presença de três sujeitos possibilitou haver um intervalo entre as repetições.

Após a coleta utilizando a primeira embalagem, ocorria a transferência do equipamento de medição para a segunda e, por fim, para a terceira. A sequência de utilização das embalagens ocorreu de forma randomizada, determinada quando os sujeitos eram solicitados a apontarem a cor (amarelo, vermelho ou laranja) de sua preferência.

No primeiro intervalo entre a medição do máximo torque com uma embalagem e outra, foram coletadas as medidas antropométricas das mãos dos sujeitos.

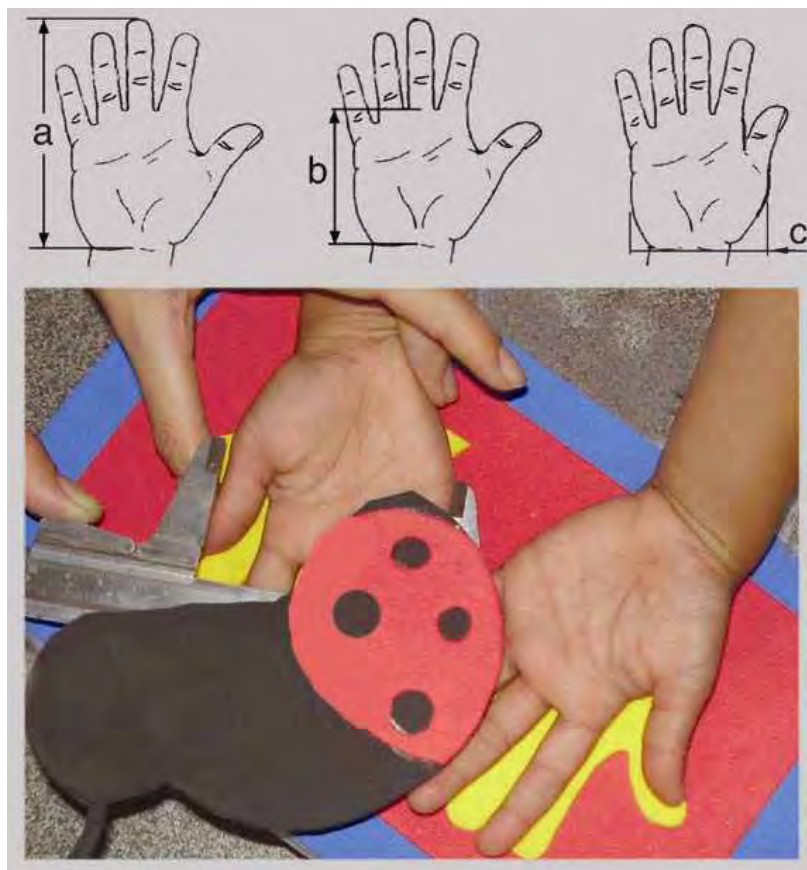


Figura 19: Coleta das medidas antropométricas das mãos

Conforme demonstra a Figura 19, três variáveis antropométricas foram medidas, a saber:

- “a” - Comprimento da mão: medida a partir da dobra do pulso até a ponta do dedo médio;
- “b” - Comprimento palmar: medida a partir da dobra do pulso até a base do dedo médio; e
- “c” - Largura da mão: medida a partir do metacarpo do dedo mínimo (metacarpo ulnar) até o metacarpo do polegar (metacarpo radial), mantendo o polegar encostado à palma da mão.

A mensuração de tais variáveis puderam ser utilizadas para correlacionar os aspectos dimensionais das mãos dos sujeitos com a capacidade de aplicação de torque e ainda contribuir para a ampliação da base de dados sobre a antropometria infantil brasileira.

Para a medição do peso e da estatura dos sujeitos foram utilizados utensílios de apoio, como pode ser observado na Figura 20. Tais elementos indicaram o local onde deveriam se posicionar.



Figura 20: Medição da Estatura e Peso

A estatura e o peso dos sujeitos foram coletados no segundo intervalo das medições de torque, ou seja, entre a coleta com a segunda e a terceira embalagem. A estatura dos sujeitos foi medida a partir da fixação vertical da fita métrica em uma parede regular, desde sua base; o sujeito foi posicionado em pé, olhando para frente e alinhado à fita métrica e com o auxílio de um esquadro de acrílico foi medido o ponto mais alto da cabeça. Para a medição de peso, os sujeitos posicionaram-se sobre a balança pesadora com os pés sobre o apoio, distribuindo regularmente o peso sobre o equipamento, e permaneceram estáveis por alguns segundos.

5.4.3. Análise e discussão dos resultados

A análise dos dados obtidos com o experimento foi realizada através da estatística descritiva, aplicação de análise dos parâmetros da média aritmética e aplicação de testes paramétricos para avaliação física, empregando o **Test "t"** de *Student* ($p \leq 0,05$) na verificação da presença de diferenças estatisticamente significativas entre as mãos, os gêneros, as faixas etárias, bem como entre as coletas com as três embalagens. Ressalta-se ainda que foi aplicado o **Test "t"** de *Student* ($p \leq 0,05$) na verificação da presença de diferenças estatisticamente significativas entre as repetições de torque, para cada embalagem empregada.

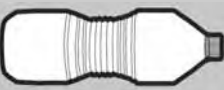
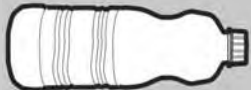
Também se correlacionou os dados obtidos na coleta de torque com os dados antropométricos dos sujeitos, obtendo-se para isso o coeficiente de correlação de Pearson (r^2) entre as três variáveis antropométricas e o torque exercido nas três embalagens.

6. RESULTADOS

Os resultados foram divididos em duas etapas: a primeira compreende os **resultados descritivos**, para antropometria e para torque, e apresenta os dados dispostos em tabela, analisados através de estatística descritiva, por meio da aplicação de análise dos parâmetros da média aritmética. A segunda etapa compreende os **resultados analíticos**, apresentando em tabelas os dados analisados empregando o *Test "t" de Student* ($p \leq 0,05$) na verificação da presença de diferenças estatisticamente significativas, entre as mãos, os gêneros, e cada grupo de idade, para a antropometria, bem como entre as embalagens analisadas.

Como já ressaltado no item 5.4.3, foi aplicado o teste estatístico na verificação da presença de diferenças estatisticamente significativas entre as repetições de torque para cada embalagem empregada. Os resultados são apresentados na Tabela 4, onde estão descritos os valores médios da primeira coleta e de sua repetição, bem como o resultado ("p") da aplicação do teste estatístico.

Tabela 4: Análise estatística entre as coletas de Torque (Test "t" de Student)

Coletas de Torque	Embalagens					
						
	Média (D.P.)	"p"	Média (D.P.)	"p"	Média (D.P.)	"p"
Coleta 1 (N =102)	0,989 (D.P. 0,434)	0,04	0,634 (D.P. 0,282)	0,01	0,796 (D.P. 0,353)	0,29
Coleta 2 (N=102)	1,024 (D.P. 0,421)		0,606 (D.P. 0,266)		0,812 (D.P. 0,353)	

Observação: Quando "p" $\leq 0,05$ há diferença estatisticamente significativa

Observa-se que houve pequenas diferenças entre os valores médios de torque entre as duas coletas, no entanto, foram significativas para as embalagens amarela e vermelha.

Desta maneira, sendo o objetivo desta pesquisa especificar a força manual de torção máxima exercida pelos sujeitos, optou-se por considerar, dentre as duas coletas, apenas o maior valor de torque exercido pelo sujeito.

6.1. Resultados Descritivos - Antropometria

Tabela 5 apresenta as médias, desvios padrão e amplitude do peso e estatura dos sujeitos, e a Tabela 6 apresenta as medidas antropométricas (médias, desvios padrão e amplitude) das mãos dos sujeitos, e isso de acordo com o gênero e a idade dos mesmos. Apresentam também resultados gerais em relação aos gêneros feminino e masculino para cada idade (2, 3, 4 e 5 anos), resultados totalizados dos sujeitos do gênero feminino (♀) de 2 a 5 anos e do gênero masculino (♂) de 2 a 5 anos e ainda resultados totalizados de ambos os gêneros para a faixa etária de 2 a 5 anos.

Tabela 5: Resultados Descritivos da Antropometria – Peso e Estatura

Gênero/ Idade (a)	n	Peso			Estatura		
		Média (Kg)	D.P.	Amplitude (Kg)	Média (cm)	D.P.	Amplitude (cm)
♀/2	6	12,81	0,54	12,40 - 13,80	91,58	1,80	89,00 - 94,00
♂/2	5	15,71	2,37	13,40 - 18,45	98,10	3,75	94,50 - 103,00
Geral/2	11	14,13	2,16	12,40 - 18,45	94,55	4,34	89,00 - 103,00
♀/3	12	14,83	1,46	12,40 - 16,80	97,45	4,95	89,00 - 103,50
♂/3	13	16,41	2,39	12,30 - 22,30	101,77	4,52	96,00 - 111,00
Geral/3	25	15,65	2,12	12,3 - 25,4	99,70	5,13	89,00 - 111,00
♀/4	15	18,10	3,59	12,90 - 25,40	105,30	4,61	99,50 - 116,50
♂/4	18	18,67	3,11	14,40 - 28,10	107,14	4,68	99,50 - 119,00
Geral/4	33	18,41	3,29	12,9 - 28,1	106,30	4,67	99,50 - 119,00
♀/5	18	20,95	3,45	16,30 - 30,80	114,10	5,35	105,00 - 124,50
♂/5	15	21,36	4,36	15,40 - 29,90	113,47	5,57	104,00 - 123,50
Geral/5	33	21,13	3,83	15,4 - 30,8	113,81	5,37	104,00 - 124,50
Total♀ / 2-5	51	17,71	4,11	12,4 - 30,8	104,95	9,30	89,00 - 124,50
Total♂ / 2-5	51	18,59	3,85	12,3 - 29,9	106,75	7,05	94,50 - 123,50
Total/2-5	102	18,15	3,98	12,40 - 30,80	105,85	8,26	89,00 - 124,50

Tabela 6: Resultados Descritivos da Antropometria - Mãos

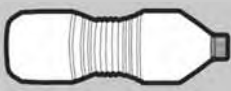
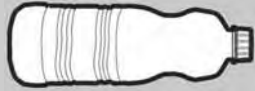
Gênero/ Idade (a)	n	Mão									
			Comprimento da mão			Comprimento palmar			Largura da Mão		
			Média (cm)	D.P.	Amplitude (cm)	Média (cm)	D.P.	Amplitude (cm)	Média (cm)	D.P.	Amplitude (cm)
♀/2	6	D	10,40	0,32	9,9 - 10,7	5,92	0,16	5,7 - 6,2	6,05	0,28	5,8 - 6,4
		E	10,50	0,36	9,8 - 10,8	5,88	0,18	5,7 - 6,2	6,12	0,41	5,7 - 6,8
♂/2	5	D	10,58	0,94	9,1 - 11,6	6,20	0,34	5,8 - 6,6	6,36	0,45	5,8 - 7,0
		E	10,74	0,63	9,8 - 11,5	6,20	0,25	5,9 - 6,6	6,32	0,42	5,9 - 7,0
Geral/2	11	D	10,48	0,64	9,1 - 11,6	6,05	0,28	5,7 - 6,6	6,19	0,38	5,8 - 7,0
		E	10,61	0,49	9,8 - 11,5	6,03	0,26	5,7 - 6,6	6,21	0,41	5,7 - 7,0
♀/3	12	D	10,91	0,49	9,8 - 11,3	6,24	0,29	5,7 - 6,7	6,48	0,38	5,6 - 6,9
		E	11,01	0,49	9,9 - 11,7	6,30	0,28	5,8 - 6,7	6,49	0,34	5,9 - 6,9
♂/3	13	D	11,18	0,52	10,4 - 12,3	6,52	0,4	6 - 7,2	6,68	0,36	6,2 - 7,5
		E	11,40	0,52	10,5 - 12,6	6,56	0,36	6,2 - 7,3	6,82	0,46	6,2 - 7,6
Geral/3	25	D	11,05	0,52	9,8 - 12,3	6,39	0,37	5,7 - 7,2	6,58	0,38	5,6 - 7,5
		E	11,21	0,53	9,9 - 12,6	6,44	0,35	5,8 - 7,3	6,66	0,43	5,9 - 7,6
♀/4	15	D	11,57	0,65	10,4 - 12,4	6,68	0,37	6,1 - 7,2	6,71	0,47	5,9 - 7,7
		E	11,59	0,68	10,1 - 12,6	6,69	0,45	6 - 7,4	6,70	0,45	6,1 - 7,5
♂/4	18	D	12,04	0,61	10,9 - 12,9	6,89	0,49	6,2 - 7,6	7,12	0,34	6,5 - 7,7
		E	12,02	0,71	10,4 - 13,2	6,90	0,44	6,2 - 7,7	7,04	0,34	6,5 - 7,5
Geral/4	33	D	11,83	0,66	10,4 - 12,9	6,79	0,45	6,1 - 7,6	6,94	0,45	5,9 - 7,7
		E	11,83	0,72	10,1 - 13,2	6,80	0,45	6,0 - 7,7	6,88	0,42	6,1 - 7,5
♀/5	18	D	12,52	0,62	11,4 - 13,8	7,22	0,42	6,5 - 8,0	7,06	0,42	6,3 - 7,6
		E	12,61	0,64	11,6 - 13,7	7,23	0,35	6,6 - 8,1	7,18	0,44	6,3 - 7,9
♂/5	15	D	12,47	0,8	11,3 - 13,7	7,19	0,51	6,2 - 8	7,30	0,56	6,0 - 8,4
		E	12,54	0,68	11,5 - 13,7	7,19	0,46	6,5 - 8,1	7,21	0,59	6,1 - 8,5
Geral/5	33	D	12,50	0,70	11,3 - 13,8	7,20	0,45	6,2 - 8	7,17	0,49	6,0 - 8,4
		E	12,58	0,65	11,5 - 13,7	7,21	0,40	6,5 - 8,1	7,20	0,50	6,1 - 8,5
Total♀ / 2-5	51	D	11,61	0,95	9,8 - 13,8	6,68	0,58	5,7 - 8,0	6,70	0,52	5,6 - 7,7
		E	11,68	0,96	9,8 - 13,7	6,69	0,58	5,7 - 8,1	6,75	0,55	5,7 - 7,9
Total♂ / 2-5	51	D	11,81	0,92	9,1 - 13,7	6,82	0,55	5,8 - 8	6,99	0,52	5,8 - 8,4
		E	11,89	0,85	9,8 - 13,7	6,83	0,51	5,9 - 8,1	6,96	0,52	5,9 - 8,5
Total/2-5	102	D	11,71	0,94	9,1 - 13,8	6,75	0,57	5,7 - 8,0	6,85	0,54	5,6 - 8,4
		E	11,79	0,91	9,8 - 13,7	6,76	0,55	5,7 - 8,1	6,86	0,54	5,7 - 8,5

Pode-se observar que em todas as variáveis coletadas o gênero masculino apresentou medidas maiores que o feminino, exceto para a idade de cinco anos, para as variáveis: comprimento da mão e palmar, as quais se apresentaram maiores para o gênero feminino. Observa-se também que para todas as variáveis antropométricas houve um aumento gradual com relação à idade dos sujeitos.

6.2. Resultados Descritivos – Torque

Os resultados do estudo experimental da coleta de torque, exercido pelos sujeitos nas três embalagens, estão apresentados na Tabela 7.

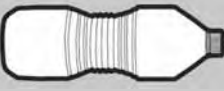
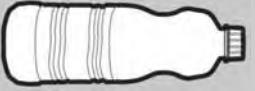
Tabela 7: Resultados Descritivos da Coleta de Torque

Gênero/ Idade (a)	n	Mão	 Embalagem Amarela			 Embalagem Vermelha			 Embalagem Laranja		
			Média (N.m)	D.P.	Amplitude (N.m)	Média (N.m)	D.P.	Amplitude (N.m)	Média (N.m)	D.P.	Amplitude (N.m)
♀/2	6	D	0,543	0,047	0,466-0,608	0,294	0,092	0,194-0,400	0,425	0,116	0,292-0,612
		E	0,494	0,176	0,260-0,674	0,356	0,109	0,208-0,530	0,464	0,114	0,316-0,630
♂/2	5	D	0,720	0,373	0,374-1,234	0,470	0,146	0,282-0,640	0,636	0,255	0,264-0,858
		E	0,732	0,259	0,432-1,092	0,367	0,181	0,196-0,634	0,527	0,235	0,292-0,906
Geral/2	11	D	0,624	0,256	0,374-1,234	0,374	0,146	0,194-0,640	0,521	0,212	0,264-0,858
		E	0,602	0,240	0,260-1,092	0,362	0,138	0,196-0,634	0,493	0,172	0,292-0,906
♀/3	12	D	0,766	0,155	0,558-1,058	0,519	0,127	0,343-0,720	0,669	0,155	0,342-0,902
		E	0,775	0,193	0,498-1,180	0,435	0,114	0,174-0,628	0,621	0,213	0,266-0,932
♂/3	13	D	0,839	0,211	0,460-1,190	0,542	0,072	0,440-0,696	0,726	0,234	0,212-1,150
		E	0,805	0,174	0,530-1,126	0,505	0,148	0,210-0,824	0,705	0,221	0,212-0,990
Geral/3	25	D	0,804	0,187	0,460-1,190	0,532	0,101	0,343-0,720	0,699	0,198	0,212-1,150
		E	0,791	0,180	0,498-1,180	0,472	0,135	0,174-0,824	0,666	0,217	0,212-0,990
♀/4	15	D	1,026	0,296	0,650-1,618	0,651	0,222	0,296-1,060	0,767	0,206	0,440-1,254
		E	1,111	0,346	0,586-1,766	0,668	0,206	0,276-0,990	0,780	0,318	0,260-1,446
♂/4	18	D	1,239	0,310	0,808-1,844	0,810	0,245	0,404-1,366	0,989	0,311	0,454-1,578
		E	1,339	0,379	0,572-2,104	0,843	0,198	0,486-1,250	1,078	0,351	0,514-1,838
Geral/4	33	D	1,142	0,318	0,650-1,844	0,738	0,245	0,296-1,366	0,888	0,287	0,440-1,578
		E	1,236	0,377	0,572-2,104	0,764	0,218	0,276-1,250	0,943	0,364	0,260-1,838
♀/5	18	D	1,333	0,327	0,740-1,816	0,756	0,244	0,312-1,184	1,097	0,272	0,720-1,602
		E	1,327	0,368	0,666-1,812	0,767	0,260	0,444-1,208	1,097	0,291	0,522-1,620
♂/5	15	D	1,400	0,307	0,990-2,126	0,905	0,265	0,506-1,522	1,154	0,322	0,664-1,672
		E	1,626	0,461	0,662-2,412	1,001	0,306	0,568-1,732	1,184	0,446	0,586-2,072
Geral/5	33	D	1,364	0,315	0,740-2,126	0,824	0,262	0,312-1,522	1,123	0,292	0,664-1,672
		E	1,463	0,434	0,662-2,412	0,874	0,302	0,444-1,732	1,137	0,366	0,522-2,072
Total♀ / 2-5	51	D	1,017	0,380	0,466-1,816	0,616	0,247	0,194-1,184	0,820	0,311	0,292-1,602
		E	1,036	0,418	0,260-1,812	0,612	0,253	0,174-1,208	0,818	0,348	0,260-1,620
Total♂ / 2-5	51	D	1,134	0,382	0,374-2,126	0,737	0,266	0,282-1,522	0,936	0,341	0,212-1,672
		E	1,228	0,494	0,432-2,412	0,757	0,316	0,196-1,732	0,961	0,412	0,212-2,072
Total/2-5	102	D	1,075	0,384	0,374-2,126	0,676	0,262	0,194-1,522	0,878	0,329	0,212-1,672
		E	1,132	0,465	0,260-2,412	0,684	0,293	0,174-1,732	0,889	0,386	0,212-2,072

Observação: As letras D e E significam mãos direita e esquerda, respectivamente.

Os valores máximos absolutos de torque aplicados pelos sujeitos estão apresentados na Tabela 8, relacionados de acordo com a mão, gênero e idade, para cada embalagem utilizada na coleta.

Tabela 8: Resultados Descritivos da Coleta de Torque – Valores Máximos Absolutos

Variáveis		Embalagens		
				
		Amarela Máximo valor de torque aplicado (N.m)	Vermelha Máximo valor de torque aplicado (N.m)	Laranja Máximo valor de torque aplicado (N.m)
Mão	Direita	2,126	1,522	1,672
	Esquerda	2,412	1,732	2,072
Gênero	♀	1,816	1,208	1,620
	♂	2,412	1,732	2,072
Idade	2	1,234	0,640	0,906
	3	1,190	0,824	1,150
	4	2,104	1,366	1,838
	5	2,412	1,732	2,072
Valor máximo		2,412	1,732	2,072

Observa-se que os maiores valores de torque foram exercidos por sujeitos do gênero masculino, com 5 anos de idade, utilizando a mão esquerda, nas três embalagens.

6.3. Resultados Analíticos – Antropometria

A Tabela 9 apresenta os resultados da análise estatística relacionando as variáveis independentes (peso, estatura, comprimento da mão, comprimento palmar e largura da mão) com as variáveis dependentes (mão, gênero e idade) objetivando identificar diferenças entre essas últimas. Para isso, o valor médio de uma variável desconsidera as diferenças das outras variáveis, por exemplo, o valor médio do comprimento da mão direita dos sujeitos, independente do gênero e da idade é 11,71 cm (observar na quarta coluna da Tabela 9). No entanto, quando é identificada

a diferença estatisticamente significativa aplicando o **Test "t"** de *Student*, onde " p " $\leq$ 0,05, entre as variáveis analisadas, estas são consideradas: por exemplo, identificou-se diferença significativa entre a mão direita e esquerda dos sujeitos com relação à variável "comprimento da mão", logo a análise entre os gênero considerou esta diferença.

Tabela 9: Resultados Analíticos da Coleta de Torque (Test "t" de Student)

Variáveis		Variáveis Antropométricas									
		Peso		Estatura		 Compr. da Mão		 Compr. Palmar		 Largura da Mão	
		Média (D.P.)	"p"	Média (D.P.)	"p"	Média (D.P.)	"p"	Média (D.P.)	"p"	Média (D.P.)	"p"
Mão	D					11,71 (D.P.0,94)	0,00	6,75 (D.P.057)	0,49	6,85 (D.P.054)	0,64
	E					11,79 (D.P.091)		6,76 (D.P.055)		6,86 (D.P.054)	
Gênero	M	17,711 (D.P.407)	0,26	104,95 (D.P.921)	0,27	D 11,61 (D.P.0,95)	D = 0,30 E = 0,25	6,68 (D.P.0,58)	0,08	6,73 (D.P.0,53)	0,00
	F	18,594 (D.P.381)		106,75 (D.P.696)		E 11,68 (D.P.0,98)		6,82 (D.P.0,56)		6,98 (D.P.0,52)	
	M					D 11,81 (D.P.0,92)					
	F					E 11,89 (D.P.0,85)					
Idade	2	14,127 (D.P.216)	0,06	94,55 (D.P.434)	0,01	D 10,48 (D.P.0,64)	D = 0,01 E = 0,00	6,04 (D.P.0,27)	0,00	6,08 (D.P.0,34)	D = 0,01 E = 0,00
	3	15,650 (D.P.207)		99,70 (D.P.502)		E 10,61 (D.P.0,49)		6,41 (D.P.0,35)		6,34 (D.P.0,41)	
	4	18,408 (D.P.324)	0,00	106,30 (D.P.480)	0,00	D 11,05 (D.P.0,52)	D = 0,00 E = 0,00	6,80 (D.P.0,45)	0,00	6,48 (D.P.0,35)	D = 0,00 E = 0,00
	5	21,135 (D.P.377)		113,81 (D.P.529)		E 11,21 (D.P.0,53)		7,21 (D.P.0,42)		6,75 (D.P.0,41)	
	6		0,00		0,00	D 11,83 (D.P.0,66)	D = 0,00 E = 0,00		0,00	6,71 (D.P.0,46)	D = 0,05 E = 0,00
	7					E 11,83 (D.P.0,72)				7,08 (D.P.0,34)	
	8		0,00		0,00	D 12,50 (D.P.0,70)	D = 0,00 E = 0,00		0,00	7,12 (D.P.0,43)	D = 0,00 E = 0,12
	9					E 12,58 (D.P.0,85)				7,26 (D.P.0,58)	
	10		0,00		0,00		D = 0,00 E = 0,00		0,00		D = 0,00 E = 0,00
	11										
	12		0,00		0,00		D = 0,00 E = 0,00		0,00		D = 0,00 E = 0,00
	13										

Observação: Quando " p " $\leq$ 0,05 há diferença estatisticamente significativa

Dentre as variáveis antropométricas coletadas, observa-se que apenas para “comprimento da mão” houve diferença significativa entre a mão direita e esquerda dos sujeitos.

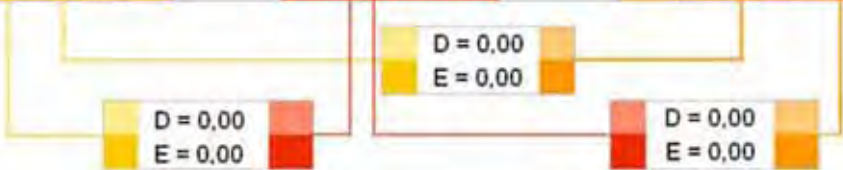
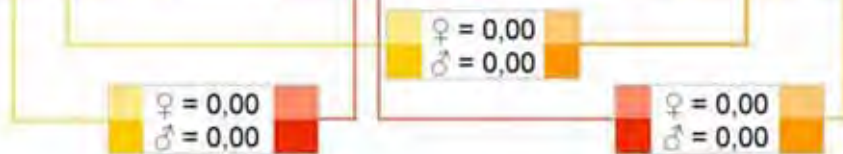
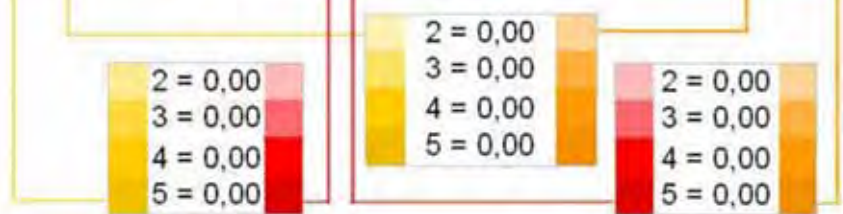
Com relação às diferenças entre a variável “gênero”, houve diferença significativa apenas para a medida antropométrica “largura da mão”.

Observa-se que, com relação à idade, houve um aumento constante e gradual para todas as variáveis antropométricas e a análise estatística indicou que este aumento foi significativo, exceto para a variável peso, que apresentou um aumento não significativo entre as idades de 2 e 3 anos.

6.4. Resultados Analíticos – Torque

A Tabela 10 apresenta os resultados da análise estatística relacionando as variáveis independentes (embalagem amarela, vermelha e laranja) com as variáveis dependentes (mão, gênero e idade) objetivando identificar diferenças entre essas últimas. Apresenta também os resultados da análise estatística relacionando, entre si, os valores médios de torque aplicados na coleta com cada embalagem, isto para cada variável dependente (mão, gênero e idade).

Tabela 10: Análise estatística entre variáveis dependentes e independentes (Test "t" de Student)

Variáveis Dependentes		Variáveis Independentes: Embalagens					
							
		Amarela		Vermelha		Laranja	
		Média Nm (D.P.)	"p"	Média Nm (D.P.)	"p"	Média Nm (D.P.)	"p"
Mão	D.	1,075 (D.P. 0,384)	0,07	0,676 (D.P. 0,262)	0,71	0,878 (D.P. 0,330)	0,70
	E.	1,132 (D.P. 0,466)		0,684 (D.P. 0,294)		0,889 (D.P. 0,386)	
"p"							
Gênero	♀	1,026 (D.P. 0,398)	0,01	0,614 (D.P. 0,249)	0,00	0,819 (D.P. 0,328)	0,01
	♂	1,181 (D.P. 0,442)		0,747 (D.P. 0,281)		0,948 (D.P. 0,376)	
"p"							
Idade	2	0,613 (D.P. 0,242)	0,00	0,368 (D.P. 0,139)	0,00	0,507 (D.P. 0,189)	0,00
	3	0,798 (D.P. 0,182)		0,502 (D.P. 0,122)		0,682 (D.P. 0,207)	
	4	1,189 (D.P. 0,350)		0,751 (D.P. 0,230)		0,916 (D.P. 0,327)	
	5	1,413 (D.P. 0,380)		0,849 (D.P. 0,281)		1,130 (D.P. 0,329)	
"p"							

Observação: Quando "p" ≤ 0,05 há diferença estatisticamente significativa

Não houve diferença significativa entre o máximo torque exercido pela mão direita e esquerda dos sujeitos, para nenhuma das três embalagens.

Observa-se que houve diferenças significativas entre os gêneros masculino e feminino na aplicação do torque, na média geral e nas médias entre idades, sendo que o gênero masculino exerceu mais força de torção nas coletas com as três embalagens.

Houve aumento significativo da capacidade de aplicação da força dos sujeitos com relação à idade e ocorreu na coleta com as três embalagens.

Pela observação dos resultados, pode-se considerar que a embalagem vermelha, com menor diâmetro de tampa, possibilitou menor aplicação de força de torção pelos sujeitos.

Foi também obtido o coeficiente de correlação de Pearson (r^2) entre as três variáveis antropométricas e o torque exercido nas três embalagens. Os Resultados estão descritos na Tabela 11.

Tabela 11: Correlação entre variáveis antropométricas e o torque exercido nas embalagens

Variáveis Antropométricas →		 Comprimento da Mão	 Comprimento Palmar	 Largura da Mão
Embalagens ↓	Médias	11,75 (D.P. 0,92)	6,75 (D.P. 0,56)	6,85 (D.P. 0,54)
 Amarela	1,104 (D.P. 0,427)	0,756 *	0,730 *	0,744 *
 Vermelha	0,680 (D.P. 0,278)	0,678	0,640	0,693
 Laranja	0,884 (D.P. 0,358)	0,709 *	0,698	0,732 *

Observação: * aponta: $r^2 > 0,700$, ou seja, correlação expressiva

Observa-se que a correlação entre a embalagem amarela e as três variáveis antropométricas apresentou o coeficiente de correlação de Pearson (r^2) superior a 0,700, indicando uma correlação expressiva entre o aumento das medidas das mãos dos sujeitos e sua capacidade de aplicação de torque, para tal embalagem. Isso também ocorre na correlação entre duas variáveis antropométricas e a embalagem laranja. Já para a embalagem vermelha, o coeficiente de correlação de Pearson (r^2) foi inferior a 0,700, indicando uma baixa correlação entre o aumento das medidas das mãos dos sujeitos e sua capacidade de aplicação de torque.

7. DISCUSSÃO

As tampas das embalagens possuem a função inerente de vedação, além disso, tais peças podem permitir a dosagem de líquidos, a inviolabilidade dos produtos no ponto de venda, a conservação das características dos mesmos após a abertura, acrescentar valor estético à embalagem e, ainda, evitar intoxicações dificultando o acesso das crianças a produtos tóxicos.

Nesse sentido, os elevados índices nacionais e internacionais de acidentes de intoxicação envolvendo crianças, apresentados no item “Intoxicação”, confirmam a necessidade da evolução do design de tampas para produtos com potencial tóxico.

A inexistência, no Brasil, de parâmetros biomecânicos da mão humana, em especial os infantis, adequados ao design de produtos, apresenta-se como um limitador para que a indústria ofereça embalagens com tampas realmente seguras.

Considerando que o estudo das forças manuais infantis pode contribuir para o desenvolvimento de embalagens seguras, observa-se a necessidade de se compreender como as capacidades manuais se desenvolvem nesta população específica. Assim, os estudos revisados e apresentados no item “Forças Manuais Infantis” sobre avaliações de FPP (Força de Preensão Palmar) e FPD (Força de Preensão Digital) puderam contribuir no entendimento de algumas variáveis envolvendo a aplicação de forças pela população infantil, apesar de apresentarem objetivos e metodologias diferentes do presente estudo, bem como disponibilizarem dados de difícil aplicação no design de produtos.

A partir da revisão dos estudos foi possível observar que algumas variáveis podem influenciar as forças manuais realizadas pelo público infantil. E os aspectos metodológicos merecem ser discutidos, uma vez que não são controlados de forma completamente padronizada.

O estudo de Ager, *et al.* (1984) e de Fullwood (1986) utilizaram o Dinamômetro Jamar, porém aplicaram procedimentos diferentes durante os testes, e de acordo com Fees (1982 *apud* MATHIOWETZ *et al.*, 1986), a força de preensão manual varia com diferentes posicionamentos biomecânicos.

Dados baseados em diversos posicionamentos dificultam a comparação entre os indivíduos (MATHIOWETZ, 1986). A *American Society of Hand Therapist* (ASHT) sugere a necessidade de se padronizar a posição dos braços durante a avaliação de força manual. No entanto, os estudos relatam algumas limitações quanto à dificuldade de as crianças manterem uma mesma posição durante os testes.

Este cuidado com a padronização do posicionamento da postura corporal e dos membros superiores dos sujeitos é relevante nas avaliações de força, no entanto, quando há uma simulação de atividade cotidiana, como foi objeto deste estudo, é importante que haja liberdade de movimento análogo à realidade, mantendo um padrão entre os indivíduos.

Outro aspecto capaz de trazer variações para os resultados das forças manuais são os estímulos verbais aplicados, pois podem afetar o desempenho do sujeito (DAVIS, 1974 *apud* MATHIOWETZ, 1986). Ressalta-se que em estudos nos quais os sujeitos são crianças, a entonação das instruções e dos estímulos precisa ser mais bem observada, pois muitas vezes é mais importante do que o conteúdo, fato que foi considerado no presente estudo.

Observa-se também que há diferenças expressivas entre populações infantis de países distintos. Em uma comparação realizada por Fullwood (1986), entre os resultados de seu estudo e os de Ager *et al.* (1984), observou-se que os sujeitos australianos têm maior força manual que os sujeitos norte americanos, particularmente as crianças de 7 a 8 anos. Neste sentido, observa-se que a

diferença populacional pode ser outra variável importante para a pesquisa neste setor.

Não é possível realizar comparações dos resultados desta pesquisa com os estudos sobre FPP e FPD revisados, uma vez que os procedimentos metodológicos são diferentes e, principalmente, a atividade biomecânica analisada é outra. No entanto, algumas similaridades já esperadas puderam ser observadas, como a existência do aumento da capacidade de aplicação de força com relação à idade e valores de força superiores do gênero masculino comparados aos do gênero feminino, mesmo com diferenças não significativas.

Estudos que avaliam o uso de embalagens e que disponibilizam dados sobre as capacidades biomecânicas dos usuários durante a interface com tais produtos, como as avaliações de torque apresentadas no item “Avaliações de Torque na Abertura de Embalagens”, são importantes e mais apropriados para o design de embalagens adequadas.

As avaliações presentes na literatura privilegiam sujeitos adultos e idosos, pois procuram a melhor interface para os usuários. No caso de avaliações com embalagens de produtos com potencial tóxico, é necessária a realização de simulações com as crianças, com o objetivo de conhecer suas capacidades na manipulação desses produtos e utilizar tais capacidades como fator limitador para o acesso desse público aos produtos.

Apesar de apenas um dos estudos revisados incluir crianças na amostra, o de Peebles e Norris (2000), algumas discussões podem ser feitas relacionando os dados das avaliações com a metodologia e resultados do presente estudo.

Com relação à metodologia, foi realizada, nesta pesquisa, uma repetição na coleta de torque, para as duas mãos, sendo que foram encontradas diferenças significativas entre a primeira e a segunda coleta para duas embalagens. Também

foi realizada uma repetição na avaliação feita no estudo de Voorbij e Steenbekkers (2002), onde não foram encontradas diferenças significativas entre as coletas (sendo que os pesquisadores optaram por utilizar a média entre as duas mensurações). Observa-se que embora os procedimentos metodológicos sejam bastante similares, como o posicionamento livre (em pé) dos sujeitos, existe a diferença entre as idades dos sujeitos dos dois estudos, uma vez que na referida avaliação os sujeitos eram de idade superior a 20 anos, e no presente estudo os sujeitos eram crianças com idade pré-escolar. A baixa idade dos sujeitos parece determinar a necessidade da realização de pelo menos uma repetição em avaliações desta natureza, uma vez que pode variar a capacidade de aplicação de força entre um momento e outro. É importante também ressaltar que as diferenças estatisticamente significativas encontradas entre as coletas são referentes às duas embalagens que possuíam as duas tampas com as dimensões extremas, ou seja, com maior altura e menor diâmetro, as quais estão relacionadas com os maiores e menores valores de torque aplicados, respectivamente. Nesse sentido, as dimensões parecem também ter determinado a capacidade de aplicação de maior ou menor força entre os dois momentos de coleta, devido à diferença de superfície de contato com a mão dos sujeitos.

Foram encontradas diferenças significativas entre os gêneros feminino e masculino quanto à capacidade de aplicação de força de torção, sendo que o gênero masculino apresentou os maiores valores de torque. Peebles e Norris (2000) não encontraram diferenças entre os gêneros até a idade de 60 anos e somente a partir desta idade é que os homens apresentam maior capacidade de aplicação de torque. Endente-se que características particulares de amostras diferentes podem determinar alterações na proporção de força entre os gêneros.

Não foram encontradas diferenças significativas entre a capacidade de aplicação de torque entre as mãos direita e esquerda, embora os valores referentes à mão esquerda sejam ligeiramente maiores. Ressalta-se que nesta faixa etária, inferior aos 5 anos, a lateralidade ainda não está estabelecida (BEAR-LEHMAN *et al.*, 2002) e, por isso, a habilidade na execução de determinado movimento, como girar a tampa no sentido anti-horário, não se relaciona a uma ou outra mão.

Com relação à antropometria, pode-se observar que dentre as três variáveis antropométricas coletadas com os sujeitos desta pesquisa, para a variável “comprimento da mão” houve diferença significativa entre a mão direita e a mão esquerda. Isto é corroborado pelo estudo de Bear-Lehman *et al.* (2002) o qual encontrou, com relação à idade, um aumento significativo para a mão esquerda e não significativo para a mão direita. Assim como aponta a literatura (IIDA, 2005), os sujeitos do gênero masculino apresentaram-se, em média, mais altos e mais pesados do que as meninas, embora com diferenças não significativas. Para as variáveis antropométricas das mãos infantis, os meninos também apresentaram, em média, dimensões superiores às meninas, com diferenças não significativas.

As diferenças significativas encontradas na aplicação de torque entre os grupos de idade dos sujeitos demonstram que há um aumento gradativo dessa capacidade, o que é corroborado pelo estudo de Peebles e Norris (2000), os quais encontraram este aumento gradual dos 2 aos 15 anos de idade.

O presente estudo avaliou tampas com diâmetros de 29, 35 e 36 milímetros. Percebe-se que a diferença entre estas dimensões é pequena, porém combinadas com outros elementos como a altura da tampa e ranhuras presentes na superfície, possivelmente determinaram as diferenças estatisticamente significativas entre os valores médios de torque referente às três embalagens analisadas.

Os maiores valores de torque foram alcançados nas tampas com maiores diâmetros, 35 mm e 36 mm (embalagens amarela e laranja), resultado que corrobora com o estudo de Peebles e Norris (2000) que avaliou tampas com três diâmetros diferentes (45, 65 e 85 milímetros) e encontrou um aumento na capacidade de aplicação de força de torção proporcional ao aumento do diâmetro das tampas, isto tanto para as crianças quanto para os adultos e idosos.

Observa-se, no entanto, que no presente estudo, houve diferença estatisticamente significativa entre os valores de torque aplicados nas tampas de Ø 35 e 36 mm, sendo que os valores médios na tampa de Ø 36 mm foram menores que na de Ø 35 mm, isto ocorreu devido à tampa de Ø 35 mm apresentar altura superior a da tampa de Ø 36 mm, aumentando a superfície de contato na interface das mãos dos sujeitos com a mesma. Esta situação pode ser explicada (Tabela 11) a partir da expressiva correlação entre a antropometria das mãos dos sujeitos e os valores de torque aplicados na tampa da embalagem amarela (Ø 35 mm e maior altura, portanto maior superfície de contato) e a baixa correlação entre antropometria e força para a tampa da embalagem vermelha (menor diâmetro e altura).

Outro fato a ser considerado é descrito por Rohles *et al.* (1983 *apud* IMRHAN, 1994), os quais recomendam tampas com diâmetros de, no mínimo, 70 mm para embalagens especiais de proteção à criança. Esta recomendação também é prevista por Ivergard *et al.* (1979 *apud* IMRHAN, 1994), cujo estudo apontou que idosos transmitem maiores valores de torque em tampas com diâmetros maiores enquanto que as crianças aplicam menores valores de torque para estas tampas.

Neste sentido, os resultados obtidos no presente estudo e na avaliação aplicada por Peebles e Norris (2000) não corroboram com as afirmações anteriores, já que a tampa com menor diâmetro (29 mm) seria a mais recomendada para embalagens que dificultassem a abertura por crianças, pois foi a que permitiu menor

aplicação de força por estes indivíduos. Peebles e Norris (2000) avaliaram tampas com diâmetros superiores a 70 mm e, mesmo assim, as crianças continuam aplicando maior força nestas do que nas de diâmetros menores.

O presente estudo não considerou o efeito do acabamento (liso ou ranhurado) da superfície das tampas na aplicação de torque, pois utilizou apenas tampas de embalagens reais, e todas estas apresentaram ranhuras, embora houvesse diferentes espaçamentos entre os frisos verticais. Outros estudos apontaram que a presença deste tipo de acabamento interfere no torque, melhorando a capacidade de aplicar força devido ao atrito (PEEBLES e NORRIS, 2000). Outros ainda indicam que dependendo do diâmetro da tampa, menores de 74 mm, a aplicação de força de torção não é realçada com a utilização de ranhuras na superfície da mesma (IVERGARD *et al.* (1979) *apud* IMRHAN (1994)).

Outro aspecto capaz de influenciar a aplicação de torque é a característica formal (o design) da embalagem, como diâmetro, altura, ranhuras, enfim, elementos que realizam interface com a mão que o sujeito utiliza para segurá-la enquanto posiciona a outra na tampa da embalagem. No entanto, observa-se que a diferença entre a morfologia das três embalagens utilizadas parece não ter interferido nos resultados, uma vez que as mãos dos sujeitos apresentaram-se bastante pequenas em relação às dimensões das mesmas, e assim as variações de forma, que poderiam influenciar na melhor pega de uma ou outra embalagem, foram indiferentes.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão da literatura acerca dos acidentes de intoxicação infantil e sua relação com os domissanitários apontou o nexo causal entre o design inadequado das tampas das embalagens destes produtos e a ocorrência de acidentes.

O objetivo proposto para o presente estudo foi alcançado satisfatoriamente, uma vez que foi possível realizar uma avaliação biomecânica capaz de apresentar parâmetros para o design ergonômico de tampas seguras. Os resultados obtidos demonstram também que a aplicação de avaliação biomecânica por meio de simulação é praticável com crianças na idade pré-escolar.

Os procedimentos para a mensuração do torque máximo foram baseados em metodologias já empregadas em estudos similares, com determinadas adaptações relativas aos objetivos a serem alcançados. A simulação, utilizando embalagens reais, foi possível a partir do posicionamento do instrumento de medição no interior do próprio produto a ser analisado. Isso permitiu gerar dados confiáveis, obtendo resultados representativos e de valores reais de torque aplicados pelos sujeitos, além de poder ser empregada em outras abordagens.

Com relação aos estudos sobre avaliações de torque, empregando a simulação de abertura de embalagens com tampas de diferentes diâmetros, pode-se observar a existência de contradições e resultados conflitantes a respeito das variáveis que influenciam esta ação biomecânica. Estas variações são determinadas tanto pela falta de padronização metodológica dos procedimentos e dos equipamentos empregados, como pelas diferenças específicas de cada amostra populacional.

Dentre as diversas variáveis que influenciam a capacidade de aplicação de torque, a principal é o design das tampas. Percebe-se que a melhor combinação de

características, para se desenvolver tampas seguras, não é completamente conhecida, mas os resultados deste estudo apontam que a variação dimensional da superfície de contato, otimizada pelo aumento do diâmetro e altura da tampa, interfere de forma significativa na geração de força.

Os valores médios de torque alcançados nas avaliações com a tampa de menor diâmetro (embalagem vermelha) apresentaram-se significativamente inferiores se comparados às outras embalagens, com maiores superfícies de contato das tampas.

Desta maneira, observando que o propósito deste estudo foi especificar parâmetros mínimos para o design ergonômico de tampas seguras, as dimensões recomendadas para as tampas de produtos com potencial tóxico devem ser próximas às apresentadas pela tampa de menor diâmetro desta avaliação, cujo design permitiu menor capacidade de aplicação de torque pelas crianças, o que dificultaria o acesso das mesmas, numa situação real, ao produto tóxico.

Considerando que foram identificadas, durante a revisão de literatura e no decorrer do estudo, diversas variáveis capazes de influenciar a aplicação de forças relacionadas à interface com embalagens, são estabelecidas algumas sugestões:

- Estudar a capacidade de aplicação de torque por outros grupos de indivíduos (nas mesmas condições deste estudo);
- Identificar a influência do acabamento superficial das tampas na geração de força;
- Avaliar a percepção infantil de conforto relacionada à aplicação de torque em tampas com diferente design, a fim de conhecer se esta variável interfere nos resultados.

Por fim, ressalta-se que os procedimentos adotados no presente estudo alcançaram um propósito bastante específico, relacionado ao torque aplicado na

abertura de embalagens por crianças, no entanto, este movimento biomecânico é também empregado em outras atividades da vida diária e, considerando que este público realiza interface com diversos produtos, os parâmetros de força estabelecidos podem contribuir para a melhor usabilidade e segurança relacionadas a outros artefatos.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGER, C. L.; OLIVETT, B. L.; JOHNSON, C. L. Grasp and pinch strength in children 5 to 12 years old. **The American Journal of Occupational Therapy**, 38 (2): 107-113, 1984.
- ABERGO. Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Norma ERG BR 1002, 2003. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/arquivos/norma_ergbr_1002_deontologia/pdfdeontologia.pdf>. Acesso em: 3 fev. 2007.
- BEAR-LEHMAN, J.; KAFKO, M.; MAH, L.; MOSQUERA, L.; e REILLY, B. An Exploratory Look at Hand Strength and Hand Size among Preschoolers. **Journal of Hand Therapy**, 2002.
- BEIRENS, T. M. J.; BEECK, E. F.; DEKKER, R.; BRUG, J.; RAAT, H. Unsafe storage of poisons in homes with toddlers. **Accidents Analysis and Preventions**, (38), 772-776, 2006.
- BERNS, T. The Handling of Consumer Packaging. **Applied Ergonomics**, 12(3), 153-161, 1981.
- BOCHNER, R. Papel da Vigilância Sanitária na prevenção de Intoxicações na Infância. **Revista**. 1(1): 5057, 2005.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE SAÚDE. RESOLUÇÃO N.º 196, DE 10 DE OUTUBRO DE 1996. DISPONÍVEL EM: <[HTTP://CONSELHO.SAUDE.GOV.BR/DOCS/RESO196.DOC](http://CONSELHO.SAUDE.GOV.BR/DOCS/RESO196.DOC)>. ACESSO EM: 7 ABR. 2007.
- CALDEIRA, Z. F. **Domissanitários** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <lauraschaer@yahoo.com.br> em 12 fev. 2007.
- ESTEVES, A. C., REIS, D. C., CALDEIRA, R. M., LEITE, R. M., MORO, A. R. P. e BORGES JUNIOR, N. G. Força de preensão, Lateralidade, Sexo e características antropométricas da mão de crianças em idade escolar. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**. 2005; 7(2): 69-75.

FERREIRA, A.; BORELLI, E. ; CASON, A.; SANTOS, F.M.; OLIVEIRA, M.L.F.
Acidentes Infantis Domésticos por Produtos Domissanitários Registrados em Centro de Assistência Toxicológica da Região Sul. Disponível em: <<http://www.ccs.uel.br/espacoparasaude/v3n1/doc/acidentes.htm>>. Acesso em: 02 nov. 2006.

FULLWOOD, D. Australian Norms for Hand and Finger Strength of Boys and Girls Aged 5-12 years. **Australian Occupational Therapy Journal**, 33(1), 26-36, 1986.

IDEC - INSTITUTO BRASILEIRO DE DEFESA DO CONSUMIDOR. **O Veneno está em Casa.** Disponível em: <<http://idec.org.br/consumidora/arquivo/mai00/mai0004.htm>> . Acesso em: 23 out. 2006.

IIDA, Itiro. **Ergonomia - projeto e produção.** 2ª edição. São Paulo Ed. Edgar Blücher Ltda, 2005

IMRHAN, S. N. Muscular strength in the elderly – Implications for ergonomic design. **International Journal of Industrial Ergonomics**, 13, 125-38, 1994.

INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade. **Água Sanitária - Produto e Segurança da Embalagem.** Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/agua_sanitaria2.asp?iacao>. Acesso em: 4 fev. 2007.

MOURA, P. M. L. S. **Estudo da Força de Preensão Palmar em Diferentes Faixas Etárias do Desenvolvimento Humano.** UnB, Brasília, 2008. 93p. Dissertação – Mestrado – Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde – 2008.

OZANNE-SMITH, J. Childhood poisoning: access and prevention. **Journal Pediatric Child Health**, 37:262–5, 2001.

PASCHOARELLI, L. C. e COURY, H. J. C. G. Aspectos Ergonômicos e de Usabilidade no Design de Pegas e Empunhaduras. **Estudos em Design**. 8 (1): 79-101, 2000.

- PATTIN, C. A. Child Resistant Packaging – Regulations and Effectiveness, 1980-2002. **Safety Brief** - Volume 23, Nº 3, 2003.
- PEEBLES, L. e NORRIS, B. **Strength data for design safety – phase I**. Nottingham: Institute of Occupational Ergonomics. University of Nottingham, 2000, 28p.
- PHEASANT, S. Bodyspace - Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work. London: Taylor & Francis Ltd; 2nd edition, 1996, 244p.
- SINITOX - Sistema Nacional de Informações Tóxico Farmacológicas. **Uma Análise**. Disponível em: <<http://www.fiocruz.br/sinitox/2003/umAnalise2003.htm>>. Acesso em: 10 nov. 2006.
- SMITH, S.; NORRIS, B. e PEEBLES, L. Strength data for design safety – phase I. Nottingham: Institute of Occupational Ergonomics. University of Nottingham, 2000, 28p.
- SOARES, M.M. & BUCICH, C.C. Segurança no produto: reduzindo acidentes através do design. **Estudos em Design**, 08 (02): 43-67, 2000.
- THIEN, W. M. A. e ROGMANS, W. H. J. Testing child Resistant Packaging for Access by Infants and the Elderly. **Accident Analyses & Prevention**, 16 (3), 185 – 190, 1984.
- VOORBIJ, A. I. M. e STEENBEKKERS, L. P. A. The twisting force of aged consumers when opening a jar. **Applied Ergonomics**, 33 (2002) 105-109.
- ZERBETTO, C. A. de A. e SILVA, J. C. P. Análise Ergonômica do Manuseio das Embalagens Alimentícias de Molho Refogado de Tomate. In: **Anais do 6º Ergodesign - Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Informação, Ambiente Construído, Transporte**. Bauru: 2006.
- WINDER, B.; RIDGWAY, K.; NELSON, A.; BALDWIN, J. Food and drink packaging: who is complaining and who should be complaining. **Applied Ergonomics**, 33, 433-438, 2002.

APÊNDICES

Apêndice A Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação
Programa de Pós Graduação em Desenho Industrial
Laboratório de Ergonomia e Interfaces

Avaliação de Força de Torção Manual Infantil:
O Design Ergonômico aplicado no Desenvolvimento de Tampas
Seguras para Embalagens de Domissanitários
Processo FAPESP: 07/53668-8

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TERMINOLOGIA OBRIGATÓRIA EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 196/96 – CNS – MS)

Esta pesquisa tem o objetivo de mensurar as forças de manipulação empregada durante a abertura de embalagens, especificamente a força de torção exercida por crianças, na abertura de tampas com sistema de rosca, visando apresentar parâmetros mínimos para o projeto de embalagens com tampas seguras.

Para tanto, será solicitado à criança que procure abrir a tampa de uma embalagem "falsa" de domissanitário. Dentro desta embalagem estará acondicionado um sensor que medirá a **FORÇA MÁXIMA DE TORÇÃO EXERCIDA PELA CRIANÇA** ao desrosquear a tampa. A embalagem é "falsa" e não existirá qualquer produto em seu interior. Também serão coletados dados sobre o tamanho das mãos, bem como a estatura e o peso das crianças. Portanto, não estão previstos quaisquer desconforto e/ou riscos; e todos os procedimentos serão conduzidos e acompanhados pela pesquisadora. Em caso de dúvidas, entrar em contato por um dos meios divulgados abaixo.

Eu, _____, RG _____ - SSP/ _____, responsável por _____ (nome da criança) estando ciente das informações acima lidas, autorizo o (a) mesmo (a) a participar da pesquisa "**Avaliação de Força de Torção Manual Infantil: O Design Ergonômico aplicado no Desenvolvimento de Tampas Seguras para Embalagens de Domissanitários**" e entendo que as informações coletadas são confidenciais, autorizando a sua divulgação no meio científico e acadêmico de forma anônima e global, tendo a identidade da criança totalmente preservada. Estou ciente de que a participação neste estudo é voluntária e, portanto, não remunerada, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para autorizar ou não a participação da criança e que a mesma pode recusar em qualquer momento do experimento, não acarretando nenhum prejuízo a ela.

Bauru, ____ de _____, 2008.

Assinatura do responsável

Laura Schaer Dahrouj (pesquisadora)

Dr. Luis Carlos Paschoarelli (orientador)

Pesquisadora: Laura Schaer Dahrouj
R. Antônio dos Reis, 10-09
Vila Brunhart, Bauru – SP
CEP.: 17011-030
Telefones: (14) 8142 1120

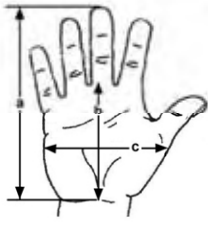
Orientador: Dr. Luis Carlos Paschoarelli
R. Maria José, 5-70, apto 203
Bauru – SP
CEP.: 17012-160
Telefone: (14) 9793 6217

Laboratório de Ergonomia e Interfaces
DDI – FAAC – UNESP
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube
Bauru – SP – CEP.: 17033-360
Telefones: (14) 3103 6143

EMEI:

Código do sujeito:

Identificação		
Nome:	Idade:	Gênero: ☐ F ☐ M
Turma:	Dominância: ☐ D ☐ C	
Observações:		

Antropometria			
Estatura:		Peso:	
Antropometria das Mãos (mm)			
Variáveis	Descrição	Mão Direita	Mão esquerda
	a – comprimento da mão		
	b – comprimento palmar		
	c – largura palmar		
Observações:			

Valores de Torque (Nm)				
Embalagens	Testes	Mão Direita	Mão Esquerda	Observações
Amarela	T. 1			Data:
	T. 2			
Vermelha	T. 1			Data:
	T. 2			
Laranja	T. 1			Data:
	T. 2			

Laboratório de Ergonomia e Interfaces – DDI – FAAC – UNESP
Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 – Bauru – SP – CEP.: 17033-360
Telefone: (14) 3103 6143

ANEXO A Termo de concessão de bolsa de mestrado FAPESP


FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DE SÃO PAULO

TERMO DE OUTORGA E ACEITAÇÃO DE BOLSAS NO PAÍS

Outorgante : Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

Outorgado(a) : LAURA SCHAEER DAHROUJ

CPF : 228.428.748-46

Endereço :

R 27 DE DEZEMBRO, 251

17400-000 GARÇA-SP

Processo : 07/53668-8

Bolsa de MS-1

Orientador(a) : LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Instituição : FAC ARQUITETURA ARTES COMUNICACAO BAURU/UNESP

Área : DESENHO INDUSTRIAL

Projeto :
AVALIACAO DE FORCA DE TORCAO MANUAL INFANTIL: O DESIGN ERGONOMICO
APLICADO NO DESENVOLVIMENTO DE TAMPAS SEGURAS PARA EMBALAGENS DE
DOMISSANITARIOS.

Início da bolsa : 01set07 **Término :** 31ago09

Duração : 24 meses

Forma de pagamento : Depósito mensal em conta corrente até o dia 05, a partir do segundo mês.

Valor mensal : Conforme tabela em vigor.

Relatórios : 10ago08 10ago09

Obs.: IMPRORROGAVEL

ATENÇÃO ! Se houver pedido de renovação da bolsa, a entrega do último relatório deve ser antecipada em dois meses. A não observância deste prazo poderá acarretar a descontinuidade no pagamento da bolsa, caso ela venha a ser renovada.

RUA PIO XI, 1500 - CEP 05468-901 - SÃO PAULO - SP - TEL: 11 3838.4000 - FAX: 11 3645.2421

ANEXO B Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade do Sagrado Coração



Universidade do Sagrado Coração

PRPPG

Pró-reitoria
de Pesquisa e
Pós-graduação

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Protocolo nº 32/07

Título do Projeto: "Avaliação de força de torção manual infantil: o design ergonômico aplicado no desenvolvimento de tampas seguras para embalagens de domissanitários"

Pesquisador (a) Responsável: Laura Schier Dahrouj

Comitê de Ética:

O CEP analisou, baseado em parecer competente, o presente projeto e o considerou aprovado.

Data: 26/4/2007

Assinatura do Presidente:

Prof. Dr. Marcos da Cunha Lopes Virmond



PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE BAURU

Estado de São Paulo

SECRETARIA DA EDUCAÇÃO

Fone – (14) 3214 4301

End: Rua Padre João nº 8-48 – Vila Régis

CEP- 17014-003

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que eu, Profª Drª Ana Maria Lombardi Daibem, Secretária Municipal da Educação na cidade de Bauru (SP), estou de acordo com a aplicação da pesquisa intitulada **"Avaliação de força de torção manual infantil: o design ergonômico aplicado no desenvolvimento de tampas seguras para embalagens de domissanitários"**, a ser realizada pela pesquisadora Laura Schaer Dahrouj, RG: 40 703 687-8 (SSP/SP), sob orientação do Prof. Dr. Luis Carlos Pachecoarelli, do Laboratório de Ergonomia e Interfaces da FAAC/UNESP – Campus/Bauru. O estudo em questão deverá ser realizado nas EMEIs – Escolas Municipais de Educação Infantil, da cidade de Bauru, onde pretende-se avaliar as forças manuais de torção de 102 crianças na faixa etária de 2 a 5 anos.

Segundo os pesquisadores, será solicitado à criança que procure abrir a tampa de uma embalagem "falsa", mais precisamente um modelo que simula uma embalagem de domissanitário. Dentro desta embalagem estará acondicionado um sensor que medirá a força exercida pela criança durante o processo para desrosquear a tampa. Ressalta-se que a embalagem é "falsa" e não existirá qualquer produto em seu interior, além disso será avaliada exclusivamente a **FORÇA MAXIMA DE TORÇÃO EXERCIDA PELA CRIANÇA**. Portanto, não estão previstos quaisquer desconforto e/ou riscos; e todo os procedimentos serão conduzidos e acompanhados pela pesquisadora. Também serão encaminhados previamente protocolos aos responsáveis pelas crianças que permitirão, ou não a participação no estudo.

Bauru, 04 de abril de 2007.

Profª. Drª. ANA MARIA LOMBARDI DAIBEM

Secretária Municipal da Educação

1ª DISTRITO DE EDUCAÇÃO E DE PROTEÇÃO DO LITORAL
RUA BOMFIM, 13-40 - FONE 3214-4301

RECONHECIMENTO POR SELO E VALOR ECONOMICO AS FIRMAS

(1)-ANA MARIA LOMBARDI DAIBEM XX

Bauru-SP, 4 de Abril de 2007 16:33

HONICA RODOLFO BRTT-ESCREV

Preco Unl.842,65/Total 842,653-custas por verba

