

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

**ANA CRISTINA TAVARES
SILVEIRA SANTOS**

**DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE ASSENTO SANITÁRIO
PARA IDOSOS E PORTADORES DE NECESSIDADES
ESPECIAIS: PROJETO E SELEÇÃO DE MATERIAIS**

**VOLTA REDONDA
2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

**DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE ASSENTO SANITÁRIO
PARA IDOSOS E PORTADORES DE NECESSIDADES
ESPECIAIS: PROJETO E SELEÇÃO DE MATERIAIS**

Dissertação apresentada no Mestrado Profissional em Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, como pré-requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Materiais, na área de concentração de Processamentos e Caracterização de Materiais Metálico, Cerâmicos e Poliméricos, linha de pesquisa de Materiais Poliméricos.

Aluna:

Ana Cristina Tavares Silveira Santos

Orientador:

Prof. Dr. Roberto Oliveira Magnago

Coorientador:

Prof. Dr. Claudinei dos Santos

VOLTA REDONDA

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

S237d Santos, Ana Cristina Tavares Silveira.

Desenvolvimento de protótipo de assento sanitário para idosos e portadores de necessidades especiais: projeto e seleção de materiais. / Ana Cristina Tavares Silveira Santos. - Volta Redonda: UniFOA, 2017.

79 p. : II

Orientador(a): Profº. Dr. Roberto Magnago

Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado Profissional em Materiais, 2017.

1. Materiais - dissertação. 2. Polipropileno – assento sanitário. I. Magnago, Roberto. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III.
Título

FOLHA DE APROVAÇÃO

ANA CRISTINA TAVARES SILVEIRA SANTOS

DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE ASSENTO SANITÁRIO PARA
IDOSOS E PORTADORES DE NECESSIDADES ESPECIAIS: PROJETO E
SELEÇÃO DE MATERIAIS

Orientador: Prof. Dr. Roberto Oliveira Magnago

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Roberto de Oliveira Magnago



Prof. Dr. Cirlene Fourquet Bandeira



Prof. Dr. Nelson Tavares Matias

Aos meus pacientes que são os grandes
motivadores na realização desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus por mais essa oportunidade de crescimento e aprimoramento profissional. Estarei mais preparada para poder ajudar da melhor forma possível na recuperação de meus pacientes.

Agradeço à minha família pela compreensão de minha ausência, pela força e motivação para que eu possa a cada dia me tornar uma profissional melhor capacitada. Ao meu marido Marcelo Passos dos Santos pelo grande apoio e ajuda.

Às minhas filhas Anna Beatriz e Sophia pelo carinho e compreensão.

Ao meu mestre, paciente e amigo, Claudinei dos Santos, que me conduziu e orientou desde o início desse novo desafio, me abrindo novas perspectivas e horizontes nesta minha trajetória profissional.

Ao meu orientador Roberto Oliveira Magnago pela sua dedicação, paciência e colaboração.

À aluna Rayssa Mirabet Cusatis do curso de Design do UniFOA que colaborou muito para que esse trabalho fosse desenvolvido de forma multidisciplinar.

A todos que de forma direta ou indireta fizeram parte dessa minha jornada.

RESUMO

Uma grande parcela da população (idosos e deficientes) possui dificuldade para a utilização dos sanitários convencionais devido ao excessivo esforço necessário para abaixar e levantar, mediante as limitações físicas desta parcela da população. A elevação da altura do assento sanitário mostra ser uma forma eficaz de facilitar a biomecânica de passar da postura de pé para sentado e vice-versa. Mostra-se necessário um estudo que torne este tipo de assento mais confortável e que possa ser ajustado conforme a altura e necessidades do usuário. Dados do Censo Demográfico 2010, realizado pelo IBGE, revelam um aumento da população com mais de 65 anos, que era de 4,8% em 1991, passando a 5,9% em 2000 e chegando a 7,4% em 2010. Partindo deste cenário, são cada vez mais importantes estudos que viabilizem ações no sentido de melhorar a qualidade de vida desta faixa etária, visando favorecer essa parcela da população que necessitará de cuidados e equipamentos que facilitem suas atividades de vida diárias. São esses problemas que motivaram o projeto de pesquisa para elaboração de um protótipo de um novo tipo de assento especial, focando no seu custo-benefício, ergonomia e no ambiente de banheiros do UniFOA. Esta instituição de ensino se encaixa na lei das cotas (Lei 8.213 de 1991), em que obriga as empresas a partir de 100 funcionários contratarem de 2% a 5% de pessoas com deficiência. Além disso o campus universitário recebe constantemente visitantes de idade avançada, tornando-se um ambiente com circulação do público relacionado. O objetivo deste trabalho foi criar um protótipo de um projeto de design de um assento sanitário para idosos e deficientes que seja de custo acessível, ergonômico e confortável para os banheiros do UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda.

Palavras-chave: Polipropileno; idoso; deficientes; assento sanitário.

ABSTRACT

A large number of the population (elderly and disabled) has difficulty using conventional toilets due to the excessive effort required to lower and lift, due to the physical limitations of this part of the population. The elevation of the height of the sanitary seat shows to be an effective way of facilitating the biomechanics of moving from the posture from standing to sitting and vice versa. It's necessary a study that makes this type of seat more comfortable and that can be adjusted according to the height and needs of the user. Data from the 2010, Demographic Census, conducted by IBGE, show an increase in the population over 65 years old, from 4.8% in 1991, to 5.9% in 2000 and to 7.4% in 2010. Taking it into account, it becomes extremely important to have studies that enable actions to improve the life-quality of this age group, aiming to favor this part of the population that will need care and equipment that facilitate their activities of daily living. These kind of issues is what motivated the research project to elaborate a prototype of a new type of special seat, focusing on its cost-effectiveness, ergonomics and the bathroom environment of UniFOA. This educational institution fits into the quota law (Law 8,213 of 1991), in which it obliges companies from 100 employees to hire from 2% to 5% of people with disabilities. In addition, the university campus constantly receives visitors of old age, becoming an environment with related public circulation. The objective of this work was to create a prototype of a design project of an elderly and disabled sanitary seat that is affordable, ergonomic and comfortable for the bathrooms of UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda.

Keywords: Propypopylene; elderly; disabled; toilet seat.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS	11
2. OBJETIVOS	12
2.1 OBJETIVO GERAL	12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
3.1 BIOMATERIAIS	13
3.1.1 Conceitos e Definições.....	13
3.1.2 Polímeros.....	13
3.1.3 Classificação de Biomateriais.....	16
3.2 IDOSOS	16
3.3 PROCESSO DE ENVELHECIMENTO	17
3.4 BIOMECÂNICA DO IDOSO	22
3.5 BIOMECÂNICA DE SENTAR E LEVANTAR	25
3.6 NORMAS BRASILEIRAS PARA BANHEIROS ACESSÍVEIS (ABNT NBR 9050)	33
4. MATERIAIS E MÉTODOS	37
4.1 MATERIAIS	37
4.1.1 Assento sanitário de polipropileno Mebuk 7,5cm.	38
4.1.2 Espuma de poliuretano de densidade PRO-D30.....	38
4.1.3 Courvin antimoho San Diego.	39
4.2 MÉTODOS	39
4.2.1 Absorção	39
4.2.2 MEV	39
4.3 PROBLEMATIZAÇÃO	40
4.3.1 Problemas ergonômicos	40
4.3.2 Problemas relacionados ao material	41
4.3.3 Problemas funcionais.....	41
4.4 PREMISSAS DO PROJETO	41
4.5 REQUISITOS DO PROJETO	42
4.6 PROCESSO DE CRIAÇÃO DO PROTÓTIPO	42
4.6.1 Geração de alternativas.....	44
4.6.1.1 Alternativa 1.....	44
4.6.1.2 Alternativa 2.....	46
4.6.1.3 Alternativa 3.....	47
4.6.1.4 Alternativa 4.....	48

4.6.1.5	Alternativa 5	49
4.6.1.6	Alternativa 6	51
4.6.1.7	Alternativa 7	52
4.6.1.8	Alternativa 8	53
4.6.1.9	Alternativa 9	54
4.6.1.10	Alternativa 10	54
4.6.1.11	Alternativa 11	55
4.7	PROTÓTIPO I	56
4.7.1	Materiais do Protótipo I	56
4.7.2	Construção do Protótipo I	57
4.7.3	Discussão quanto o Protótipo I	58
4.8	PROTÓTIPO II	59
4.8.1	Materiais do Protótipo II	59
4.8.2	Discussão quanto o Protótipo II	59
4.8.3	Conclusões quanto o Protótipo II	62
4.9	PROTÓTIPO III	62
4.9.1	Materiais do Protótipo III	62
4.9.2	Construção do Protótipo III	63
4.9.3	Discussão quanto o Protótipo III.....	65
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS PROTÓTIPOS.....	65
5.1	CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS.....	69
5.1.1	Resultados do MEV.....	69
6.	CONCLUSÃO	72
7.	REFERÊNCIAS	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fases do movimento de levantar	27
Figura 2 - Músculos da cadeia anterior e posterior do corpo humano.	30
Figura 3 - Especificação de Barra 1	34
Figura 4 - Espaço necessário para a transferência	34
Figura 5 - Vistas e medidas da área das barras em relação a bacia sanitária.....	35
Figura 6 - Vistas e medidas da barra articulada em relação a bacia sanitária.....	35
Figura 7 - Medidas de posicionamento e representação da bacia sanitária suspensa	36
Figura 8 - Medidas de posicionamento e representação da bacia sanitária com coluna	36
Figura 9 - Medidas de posicionamento e representação da bacia sanitária com coluna com sóculo adaptado	37
Figura 10 - Medidas de posicionamento e representação do acionamento da descarga	37
Figura 11 - Assento elevado Mebuk 7,5cm	38
Figura 12 - MEV do courvin	40
Figura 13 - MEV da espuma	40
Figura 14 - Alternativa 1, seta indicando onde o vaso é fixado	45
Figura 15 - Alternativa 1, mecanismo por molas	46
Figura 16 - Alternativa 1, tipos de molas no mecanismo	46
Figura 17 - Alternativa 1, imagem explodida	46
Figura 18 - Alternativa 2, mecanismo por molas	47
Figura 19 - Alternativa 3.....	48
Figura 20 - Alternativa 3, seta indicando o local do sistema de fixação por parafuso.....	48
Figura 21 - Alternativa 4, esquema explodido e acima esquema montado.....	49
Figura 22 - Alternativa 5, esquema de mola arqueada.....	50
Figura 23 - Alternativa 5, simulação de uso.	50
Figura 24 - Alternativa 6, sistema de acoplagem e dobradiça. A seta indica o local de fixação	51
Figura 25 - Alternativa 6, sistema de acoplagem e dobradiça, vista lateral. A seta indica o local de fixação.	51
Figura 26 - Alternativa 7, sistema de dobradiça.	52
Figura 27 - Alternativa 8, sistema baseado em canudo dobrável.	53
Figura 28 - Alternativa 9, esquema com espuma.....	54
Figura 29 - Alternativa 9, esquema explodido	54
Figura 30 - Alternativa 10, esquema sanduíche.....	55
Figura 31 - Alternativa 11, vista lateral.....	56
Figura 32 - Alternativa 11, vista frontal.....	56
Figura 33 - Processo de encapamento do assento do assento sanitário (estágio inicial).	58
Figura 34 - Desencapando a base.....	60
Figura 35 - Lixando a base e modelando a espuma	60
Figura 36 - Pendurando, aplicando o spray e envelopamento total.....	61
Figura 35 - Spray envelopador utilizado.....	61
Figura 38 - Recorte do courvin e início da dobra e costura do material.....	63
Figura 39 - Fixação do courvin por grampos e costura	64
Figura 40 - Protótipo III	64
Figura 41 – Teste de impermeabilidade do courvin.....	67
Figura 42 – Teste de impermeabilidade no local da costura	67

Figura 43 – Pesagem do courvin seco e molhado	68
Figura 44 - Fotos ilustrativas do MEV da espuma.....	69
Figura 45 - As fotos do MEV do courvin mostrando a parte superior do revestimento do assento.....	70
Figura 46 - As fotos do MEV do courvin mostrando a parte inferior do assento	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Apresenta a atividade muscular durante o ato de levantar.....	31
Tabela 2 - Atividade muscular durante o ato de sentar.	32
Tabela 3 - Materiais utilizados na confecção do protótipo I.....	57
Tabela 4 - Materiais utilizados na confecção do protótipo II.....	59
Tabela 5 - Materiais utilizados na confecção do protótipo III.....	62

LISTA DE SIGLAS

A: Altura

ABD: Abdominal

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

AIVDs: Atividades Instrumentais de Vida Diária

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AVDs: Atividades de Vida Diária

ECM: Esternocleidomastóide

EMG: Eletromiografia

GLM: Glúteo Máximo

HIV: Human Immunodeficiency Virus

IBGE: Instituto Brasileiro de Geologia e Estatística

IMC: Índice de Massa Corporal

INPI: Instituto Nacional de Propriedade Industrial

ISQ: Ísquiotibiais

kN: Quilo Newton

L: Largura

MEV: Microscopia Eletrônica de Varredura

N: Newton

ONU: Organização das Nações Unidas

PP: Poliuretano

P: Profundidade

PEUAPM: Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular

PL: Paravertebral Lombar

PU: Poliuretano

QUA: Quadríceps

RDC: Resolução da Diretoria Colegiada

SOL: Sóleo

ST-DP: Movimento de Passar de Sentado para de Pé

TA: Tibial Anterior

TRA: Trapézio

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVAS

Segundo o dicionário Michaelis, acessibilidade tem dois significados: “1- Facilidade de acesso, de obtenção. 2- Facilidade no trato”[1]. Fica visível assim que acessibilidade não se refere somente a deficientes e sim a capacidade de acesso. Porém, não podemos negar que há pessoas que tem níveis maiores de limitações, como os próprios deficientes e idosos. No Brasil, os idosos (pessoas acima de 60 anos de idade), tem uma estimativa para 2015 de 23.230.000 pessoas. Até 2050, o número se estende como previsão para este ano cerca de 64.050.000 idosos [2]. Em relação aos deficientes motores, foram contadas 801.551 pessoas em 2010 (538.778 mulheres e 262.773 homens) com pelo menos alguma dificuldade, limitação, em áreas urbanas. É um público considerável e estas pessoas passam por limitações em escadas, veículos, calçadas, banheiros, entre outros. [3]

Dentre estas limitações pode-se destacar a situação dos banheiros adaptados, onde são observados diversos problemas, principalmente em relação à estrutura dos sanitários e preço de produção. Sendo assim, o presente projeto de pesquisa vem de encontro as necessidades de resolução de alguns problemas encontrados, tais como:

- A altura do assento deveria variar de acordo com a estatura do usuário, evitando desconfortos relacionados ao apoio dos pés no chão, facilitando a mudança da posição de sentado para em pé;
- A dificuldade para realização da limpeza e assepsia adequada ao ambiente sanitário público, visto que o público alvo da pesquisa pode apresentar distúrbios e/ou disfunções relacionadas ao funcionamento adequado dos sistemas urinário e intestinal;
- As características físicas do ambiente sanitário, mais especificamente do assento, não oferecem o conforto adequado para uso, tornando-o desconfortável, frio e duro;
- Alto preço de produção final, uma vez que necessita de diversos tamanhos para diferentes alturas de usuários, fazendo com que locais com um público diversificado tenham que comprar mais de um assento.
- E além destes problemas com os usuários diretos, existe um problema em específico relacionado à arquitetura, pois, segundo a norma da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) 9050 (2015), em um banheiro adaptado, o vaso mais o assento devem atingir uma altura maior que a dos banheiros

convencionais, para isto ou se compra uma bacia sanitária com a altura determinada, ou se adaptar a bacia sanitária elevando sua base.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo central deste trabalho é a criação de um protótipo de um assento sanitário para idosos e deficientes que seja de custo acessível, ergonômico e confortável para os banheiros do UniFOA.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Justificar a relevância do aumento da altura do assento sanitário para facilitar o movimento de sentar e levantar para os idosos e para os portadores de necessidades especiais.
- Fazer uma seleção de materiais para fabricação do protótipo do assento sanitário.
- Propor uma altura alternativa para o assento sanitário que seja mais ergonômico possível.
- Desenvolver um protótipo de um assento sanitário elevado e confortável.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 BIOMATERIAIS

3.1.1 Conceitos e Definições

Biomaterial se refere às substâncias que não sejam drogas ou fármacos, ou combinação destas, de origem natural ou sintética, que são destinadas para aumentar ou substituir órgão, tecidos ou partes do corpo humano por qualquer período de tempo, com finalidade de manter e ou alterar a qualidade de vida do indivíduo. [5]

Matsui *et al* 2007, relata que os biomateriais são utilizados desde as civilizações mais antigas para reparação de várias partes de corpo humano como narizes, olhos, dentes artificiais, orelhas, narizes. Esses já foram notificados em múmias egípcias. Ceras, resinas e tecidos já foram utilizados para reconstruir partes perdidas ou defeitos do corpo na população chinesa e indiana. [5]

Muitas vezes associa-se o conceito de biomateriais a materiais de origem natural, mais conhecidos como biopolímeros, mas esta definição não é inteiramente correta, já que existem biomateriais de origem sintética que podem entrar em contato com o organismo, desenvolvendo diversas funções benéficas na área da saúde. A evolução dos biomateriais é relativamente recente. No entanto, é possível dividi-la em três gerações: i) primeira geração de biomateriais – implantes ósseos (primeira articulação de quadril desenvolvida em 1961; ii) segunda geração de biomateriais – dispositivos bioativos (iniciou-se nos anos 70); iii) terceira geração – engenharia de tecidos (até a atualidade). [6]

Os biomateriais são utilizados principalmente na reparação de teciduais e na restauração de funções comprometidas por doenças ou traumatismos. Os processos de envelhecimento naturais e de doenças levam a perdas de várias funções do organismo. O homem alcançou uma capacidade enorme para traumatizar o corpo por meio do uso de armas, automóveis e práticas esportivas. Isso torna o uso de biomateriais cada vez mais necessário e frequente na população atual. [7]

Dentre os materiais utilizados para fabricação de biomateriais, o polímero vem apresentando destaque na indústria. Este material é também usado para a fabricação de muitos assentos sanitários. Será detalhado a seguir.

3.1.2 Polímeros

Os polímeros fazem parte de um extenso grupo de materiais de caráter macromolecular. Apresentam características como pequena resistência à temperatura, baixa densidade e condutividade (elétrica e térmica) se comparados com outros materiais sintéticos. Os polímeros são utilizados desde a década de 50, e os mais utilizados na área médica são: polimetilmetacrilato, polietileno e poliuretano. [5]

Pelas propriedades térmicas os polímeros podem ser divididos em termoplásticos, ou seja, alteram sua forma a partir da aplicação de pressão sob temperaturas mais elevadas como o polietileno e o polipropileno, ou termorrígidos que dificilmente podem ser reprocessados como as borrachas vulcanizadas, hidrogéis, resinas epoxídicas e fenólicas. [5]

Os polímeros apresentam propriedades mecânicas semelhantes às dos materiais biológicos o que facilita a sua utilização na área biomédica, são geralmente fáceis de produzir e manusear. [8,9]

A propriedade do polietileno não deve exibir toxicidade, comportamento irritante, ou quaisquer respostas fisiológicas adversas. Isso torna este material um dos polímeros mais utilizados como biomaterial. É usado com frequência principalmente na fabricação de próteses de joelho e de quadril. Este polímero é um material poroso, e a sua associação com um material bioativo facilita a obtenção de um biomaterial de alta qualidade para a regeneração do tecido ósseo. [10,11]

Um material é bioativo quando há uma resposta biológica específica na interface do material, por exemplo permitindo o crescimento ósseo e a ligação entre o tecido e o material. Os biomateriais podem ser bioinertes ou biodegradáveis. [6]

Materiais bioinertes não sofrem alterações, durante o período de implantação, e mantêm as propriedades estruturais durante longos períodos. Os biomateriais degradáveis degradam-se quando em contato com os fluidos orgânicos. A taxa de degradação deve permitir a substituição gradual do novo tecido, transferindo progressivamente a tensão para o tecido em recuperação, evitando assim uma segunda intervenção cirúrgica para a remoção do implante. Os polímeros biodegradáveis apresentam grande potencial em aplicações biomédicas, como por exemplo, em placas ósseas, parafusos de fixação ou suturas. [6]

Os polímeros são compostos tanto orgânicos quanto inorgânicos, naturais ou sintéticos de alta massa molar (da ordem de 10^4 a 10^6 g/mol)¹⁵, caracterizados por seu tamanho, estrutura química e interações intra e intermoleculares. Possuem

unidades químicas ligadas por covalência, repetidas regularmente ao longo da cadeia denominadas meros. As unidades repetitivas dos polímeros unem-se, de modo a formar uma estrutura linear, ou ramificada. As ramificações podem, ainda, interligar-se e formar uma rede tridimensional reticulada. [4]

Polímeros naturais são aqueles que ocorrem naturalmente; aqueles que são derivados de plantas e animais têm sido usados por muitos séculos. Esses materiais incluem a madeira, borracha, algodão, lã, couro e a seda. [12, 13]

As substâncias que dão origem aos polímeros sintéticos são chamadas de monômeros. Os materiais produzidos com os polímeros sintéticos podem ser de custo baixo e as suas propriedades podem ser administradas num nível em que muitas delas são superiores às suas contrapartes naturais. Peças de metais e de madeira podem ser substituídas por polímeros como plástico e borracha, apresentando resultados. [13, 14]

Os biopolímeros são de origens naturais tais como elastina, ácido hialurônico, dextrana, celulose e quitina. Entre os biopolímeros estruturais mais importantes estão os polissacarídeos. Uma das vantagens desses materiais é seu baixo custo como resultado da disponibilidade da matéria-prima, sendo usados como alternativa na área médica. [15, 16]

O polímero utilizado no assento original foi o polipropileno (PP), que tem como características baixa densidade, alta rigidez, além da facilidade de processamento devido à baixa temperatura de processo tornando-o quando usado como reforço capaz de competir com plásticos de engenharia de maior custo. [17, 18]

O polipropileno é um termoplástico originado pelo monômero chamado propileno que é polimerizado por um processo de reação de poliadição que consiste em uma técnica de polimerização onde moléculas insaturadas de monômeros são adicionadas uma de cada vez a uma cadeia de crescimento polimérico, esses dois monômeros se combinam por meio de uma ligação covalente compartilhando geralmente átomos individuais de hidrogênio, o que irá manter a molécula resultante unida. A massa molar, geralmente entre 80.000 e 500.000, é um polímero semicristalino que possui uma densidade aproximadamente de 0,90-0,91 g/cm³ e índice de refração de 1,45. [19, 20]

Outro polímero utilizado para fabricação do protótipo foi o poliuretano (PU). Ele está presente no nosso cotidiano das mais variadas formas: nos automóveis, nas

geladeiras e nos estofados em geral. O PU funciona como isolante térmico, garante a sensação de conforto, incluindo colchões e travesseiros. [21]

3.1.3 Classificação de Biomateriais

A classificação dos biomateriais utilizados na área da saúde estão relacionados com o seu registro no Ministério da Saúde, assim como sua regulamentação são coordenados pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA.

Para um produto ser utilizado na área da saúde é necessário comprovar que o mesmo seja seguro e de qualidade. Várias etapas são necessárias ser seguidas dentro do desenvolvimento do produto para garantir a validação total do mesmo, antes que ele possa ser submetido ao registro de produto e, posteriormente, para comercialização.

Para a aplicação destas regras, deve se considerar a **intenção de uso** (uso pretendido) do produto, ou seja, a empresa deve definir claramente para que serve seu produto, antes de realizar a classificação. Deve contemplar todas as informações necessárias referentes ao produto, o fabricante e a tecnologia utilizada. [22]

Os produtos desenvolvidos para a saúde possuem diferentes níveis de complexidade: São produtos utilizados na realização de procedimentos médicos, odontológicos e fisioterápicos, para diagnóstico, tratamento e reabilitação de pacientes. Inclui equipamento utilizados na área da saúde como os aparelhos de ressonância magnética; prótese de quadril; kit de reagente para detecção de HIV, etc. Esses produtos são classificados segundo regras estabelecidas pela ANVISA (RDC 185/01). [22]

3.2 IDOSOS

A população acima de 60 anos de idade tem aumentado devido aos avanços na ciência e medicina. A melhoria das condições de vida, que são consequência destes avanços, associada ao baixo crescimento populacional acabam criando uma projeção da população futura para uma maioria de idosos em relação as outras faixas etárias. [23]

O número de idosos no Brasil aumentou quase 500% em um período aproximado de 40 anos, de 3 milhões (em 1960) para 14 milhões (em 2002). A tendência é alcançar números cada vez mais altos e se tornarem a maior parte da

população, com uma estimativa de 32 milhões de indivíduos deste grupo em 2020. As condições de vida estão cada vez melhores para este grupo, o que aumenta a sua expectativa de vida de 75 anos de idade (em 2013) para 81 anos de idade em 2060. [24, 25]

O envelhecimento rápido populacional não é uma característica única do Brasil. Este processo está sendo compartilhado, de modo mais ou menos acentuado, por diversos outros países em desenvolvimento. No mundo, essa população é a que mais cresce. Estima-se que no ano de 2030 o número de indivíduos idosos poderá chegar a 70 milhões nos países desenvolvidos. [26]

Segundo relatório da ONU (2007), uma previsão para 2050 é que um quarto da população mundial será de idosos, ou seja, teremos cerca de 2 bilhões de pessoas com idade acima de sessenta anos.

No Brasil, a população até bem pouco tempo era considerada jovem. Hoje, já conta com cerca de 23% dos indivíduos com idade superior a 60 anos. Com esse crescimento da população de idosos, estatísticas já projetam para o ano de 2050 um significativo crescimento desta população, colocando como o sexto país do mundo no ranking dos países com maior número de idosos. [27, 28]

Vários autores acreditam que fatores como a melhoria das condições de vida, da nutrição e da medicina devem contribuir para prolongar não só a expectativa de vida, mas também, proporcionar uma vida mais ativa para os idosos. [29]

3.3 PROCESSO DE ENVELHECIMENTO

Com o avançar da idade, atividades motoras simples e rotineiras podem ser afetadas e, como consequência, alterações num ato motor específico podem ocorrer. Para as pessoas idosas pequenas mudanças em seu ambiente podem implicar em mudanças drásticas na configuração do comportamento motor. Por exemplo, uma pequena mudança na altura de sua superfície de apoio durante a locomoção pode provocar um tropeço e talvez uma queda.

Especialistas no estudo do envelhecimento referem-se hoje a três grupos de pessoas mais velhas: idosos jovens, idosos velhos e idosos mais velhos. Os idosos jovens são pessoas de 65 a 74 anos, que geralmente estão ativas, produtivas, cheias de vida e vigor. Os idosos velhos são aquelas pessoas de 75 a 84 anos, e os idosos

mais velhos, de 85 anos ou mais, geralmente são pessoas com tendência para a fraqueza e para a enfermidade, que precisam de ajuda para atividades cotidianas. [30]

O envelhecimento não é algo determinado somente pela idade cronológica, mas sim uma consequência das atitudes passadas, da forma como se administra a própria vida no presente e das expectativas futuras. O envelhecimento constitui de uma integração entre as vivências pessoais e o contexto social e cultural em determinada época da vida. Neste processo estão envolvidos diferentes aspectos: biológico, cronológico, psicológico e social. [30]

O envelhecimento é um processo decorrente de alterações fisiológicas e mecânicas envolvendo vários fatores. O processo de envelhecimento é dinâmico e progressivo no qual ocorrem modificações morfológicas, funcionais, bioquímicas e psicológicas que determinam a progressiva perda das capacidades de adaptação do indivíduo ao meio em que vive, ocasionando maior vulnerabilidade e incidência de processos patológicos. [30]

O estilo de vida, alimentação e atividade física influenciam diretamente o processo natural do envelhecimento. Avaliações clínicas juntamente com uma análise do estado nutricional dos idosos pelo índice de massa corporal (IMC), tem demonstrado uma má nutrição por parte dos idosos, principalmente o baixo peso, prevalecendo nos homens mais velhos. Em controversa, a obesidade está mais presente em indivíduos do sexo feminino e em grupos etários mais novos. [31]

A qualidade e estilo de vida dos idosos estão diretamente relacionados à manutenção da capacidade funcional e da autonomia deles. A perda da autonomia pode estar associada à várias patologias que levam à uma redução capacidade funcional. Estes fatores estão diretamente relacionados a prática da atividade física à alimentação e ao estilo de vida.

O processo de envelhecimento geralmente está relacionado a dificuldades crescentes mediante funções simples do cotidiano. Na verdade, o fato de indivíduos idosos apresentarem dificuldades motoras pode ser justificado pela escolha de um estilo de vida marcado por inatividade em um período anterior ao da idade avançada. Por exemplo, a diminuição de força e a lentidão de movimentos em idosos tem relação direta com a falta de exercícios físico. [32]

Indivíduos idosos podem apresentar um comportamento motor com menor qualidade. A falta ou diminuição de flexibilidade do organismo pode ser aumentada

por causa dos processos degenerativos acelerados associados com idades bastante avançadas e, conseqüentemente, resultar no declínio das funções motoras e também das funções sensoriais. [32]

O declínio das funções orgânicas é progressivo e se torna uma característica do envelhecimento. O comprometimento da função musculoesquelética é a principal causa de quedas nos idosos e, por consequência, das morbidades advindas da imobilização no leito. Isso interfere negativamente na independência e ou autonomia funcional do idoso, resultando em declínio de sua qualidade de vida. [32]

A redução da capacidade funcional altera o estado físico, mental e emocional do idoso, ocasionando maior risco para eventos como a queda, associada não apenas a fatores intrínsecos, mas também extrínsecos e ambientais. Uma simples mudança de móveis dentro de casa pode levar o idoso a quedas com graves consequências. [33]

Um dos fatores intrínsecos que pode provocar quedas é o controle do equilíbrio, que é um processo dependente da integração de vários sistemas como proprioceptivo, visual, comandos do sistema nervoso central, força muscular e tempo de reação. O declínio dessas funções pode levar a uma maior propensão à queda. [33]

Por volta dos 40 anos tem-se o início do envelhecimento com influência negativa direta na potência, força e resistência muscular – parâmetros da função neuromuscular. A diminuição da potência muscular reduz a capacidade do desempenho muscular anaeróbio. [34,35]

A diminuição da forma muscular está diretamente relacionada com a perda da massa muscular. No indivíduo idoso a perda da massa muscular se mantém constante entre 1-2% ao ano. Por volta dos 70 anos e a força muscular diminui de 30 a 40%. [35]

As alterações de força muscular relacionada a idade leva a uma fraqueza principalmente da musculatura dos membros inferiores, o que implica na sua locomoção, na realização das atividades de vida diária e também no equilíbrio. [35]

As principais causas da redução da força muscular verificada na população idosa são: a diminuição da área de secção transversa e conseqüente atrofia muscular, perda de fibras musculares, alteração na porcentagem de tecido muscular contrátil e déficit na inervação muscular, incluindo recrutamento e disparo de unidades motoras. [36]

Um estudo foi realizado para acompanhar o comportamento da força muscular de 9 homens com média de idade de $64,5 \pm 4,2$ anos por um período de 12 anos. Os autores mensuraram a força isocinética dos músculos flexores e extensores do joelho. Os autores encontraram redução significativa da força muscular isocinética, que variou de 23,7% a 29,8% para os músculos flexores e extensores do joelho nas duas velocidades angulares testadas. A perda anual da força muscular para os extensores e flexores do joelho foi de 2,9% e 2,5%, respectivamente. [36]

No entanto, os maiores problemas dos idosos começam com a redução equilíbrio postural. A diminuição do controle postural se torna uma grande dificuldade para os idosos o que eventualmente pode levar a quedas, comprometendo sua independência e sua qualidade de vida, além de apresentar um elevado custo social à família e à sociedade. [37]

A capacidade do controle postural depende do sistema perceptivo vestibular, o proprioceptivo e o visual. O sistema vestibular é responsável pelas acelerações e desacelerações angulares rápidas, sendo o mais importante para a manutenção da postura ereta; o sistema proprioceptivo está relacionado à percepção do corpo e membros no espaço em relação de reciprocidade; o visual oferece referência para a verticalidade do corpo em relação ao espaço [37]

No idoso estas habilidades de equilíbrio e controle postural são alteradas, propiciando déficits nestes ajustes. Muitas alterações estão diretamente relacionadas à um decréscimo na velocidade de condução das informações e no processamento de respostas rápidas, dificultando o posicionamento correto do corpo propiciando as quedas.

O processo fisiológico de envelhecimento reduz as habilidades funcionais do idoso com alterações fisiológicas, psicológicas e cognitivas, que podem agravar levando até a perda parcial ou total da sua independência.

Em relação as questões físicas, ocorrem várias reduções como:

- Força física das mãos (cerca de 16 a 40%);
- força dos braços (cerca de 50%);
- força das pernas (cerca de 50%);
- capacidade muscular (cerca de 35%);
- da maioria das dimensões corporais;
- distinção de cores;

- foco visual, sendo em certos casos necessário o uso de óculos de graus cada vez maiores;
- audição, sendo em certos casos necessário o uso de aparelhos auditivos;
- paladar, o que leva o idoso a aumentar o uso de temperos em sua comida;
- envelhecimento das funções vesicais, que podem levar a incontinência urinária, urgência urinária e infecções urinárias de repetição [38];
- envelhecimento do sistema digestório [39].

Estas reduções podem levar o idoso a ter sua capacidade funcional afetada, o que pode ser medido através da realização de Atividades de Vida Diária (AVD) e Atividades Instrumentais de Vida Diária (AIVD) sozinhos. As AVDs são atividades de nível básico, o essencial para o autocuidado, como tomar banho, vestir-se, alimentar-se, etc. As AIVDs são atividades que exigem mais do idoso, porém são um ponto importante na independência social, como por exemplo: cuidar de dinheiro, guiar um meio de transporte, falar ao telefone, saber quais remédios deve tomar, etc. [40]

Todas estas alterações funcionais desenvolvidas pelo processo de envelhecimento podem tornar o indivíduo mais frágil, fisicamente e emocionalmente. Isso pode inclusive mudar seu comportamento e a forma como ele enxerga o ambiente ao redor, principalmente após ter sofrido algum acidente ou doença incapacitante. [40]

Percebe-se que com o avançar da idade funções cotidianas simples se tornam mais complexas e com maior lentidão na sua execução. Degraus, móveis, tapetes, podem se tornar grandes vilões dentro de uma casa. Um simples caminhar em uma calçada com vários níveis pode representar um grande risco de quedas levando o idoso a hospitalização e todas as complicações decorrentes da imobilidade, como: pneumonia, trombose venosa profunda, úlceras de pressão, depressão, delírios, etc.[40]

Alterações metabólicas e ambientais interferem diretamente na qualidade de vida dos idosos. Fatores ambientais tendem a trazer dificuldades nas suas atividades de vida diária e oferecem risco à integridade física desses idosos tornando necessário o desenvolvimento de equipamentos que diminuam estes riscos e que facilitem o seu dia-dia. [40]

Voltando-se para o ambiente sanitário em relação ao público alvo, os idosos que sofrem de distúrbios gastrointestinais ou geniturinários podem preferir não sair de casa pela dificuldade na utilização de sanitários públicos. [41]

O ambiente sanitário deveria então, acompanhar as suas limitações motoras e sensoriais pertinentes, sendo assim, o ideal é que o mesmo seja equipado com acessórios como: [41, 42]

- a. Barras de apoio em pia, vaso sanitário e box que dão suporte à prováveis alterações de equilíbrio estático e dinâmico, assim como auxilia na movimentação (curvar-se ou levantar-se).
- b. Elevação do vaso (entre 0,42m a 0,45m de altura em relação ao chão), facilitando a utilização do mesmo. [41, 42]

3.4 BIOMECÂNICA DO IDOSO

A biomecânica foi uma área científica que teve um grande avanço no século XX. Em função disso houve um grande avanço nas técnicas de avaliação postural que contribuíram para o estudo e uma melhor compreensão do movimento humano. [43]

Para Nasser (1995), a biomecânica tem acompanhado o ensino das técnicas associando a prevenção musculoesquelética do indivíduo nas ações cotidianas, favorecendo o entendimento de ações musculares e diminuindo esforços musculares desnecessários que possam danificar diversas estruturas do corpo. [43]

A palavra Biomecânica, pode ser dividida em duas partes. No prefixo bio, de biológico, ou seja, relativo aos seres vivos e, “mecânica”. Sendo assim, a Biomecânica será a aplicação dos princípios da mecânica aos seres vivos. [43]

Hay (1978) definiu a biomecânica como sendo a ciência que estuda as forças internas e externas que atuam no corpo. Na Biomecânica: são desenvolvidos estudos dos efeitos produzidos pelas forças internas e forças externas do corpo humano e as suas repercussões. Assim, pode-se distinguir a existência da Biomecânica interna e, da Biomecânica externa. [44]

Segundo Amadio (1989), a biomecânica interna preocupa-se com a determinação das forças internas do corpo humano e os efeitos dessas forças. Já a Biomecânica externa estuda de forma quantitativa ou qualitativa as forças referentes às mudanças de lugar e de posição do corpo. [45,46]

A Biomecânica interna se preocupa com as forças internas, ou seja, forças transmitidas pelas estruturas biológicas internas como forças musculares, forças nos tendões, ligamentos, ossos e cartilagem articular. Está também interligada ao estudo dos biomateriais. [47,48]

O conhecimento da biomecânica tem aplicações diretas no estudo clínico da marcha patológica decorrente de doenças neuromusculares, nas cirurgias ortopédicas para transplante de tendão ou amputação de membros, no aperfeiçoamento da técnica de movimento durante as atividades físicas em esportes de alto nível. [48]

A Biomecânica é definida como a ciência que descreve, analisa e modela os sistemas biológico, uma ciência altamente interdisciplinar dada a natureza do fenômeno investigado. A Biomecânica do movimento analisa as formas de movimento dos corpos a partir de parâmetros cinemáticos e dinâmicos. [49]

Segundo Hamill (1999), o estudo do movimento humano é foco de pesquisas tanto na biomecânica quanto na cinesiologia. Uma atividade motora como levantar e sentar pode ser estudada usando diferentes abordagens. O movimento, ou mobilidade, envolve uma mudança de local, de posição ou de postura do indivíduo em relação a algum ponto do ambiente. O movimento é usado para interagir com o meio, seja simplesmente caminhar, dar uma volta no parque, alcançar um objeto ou realizar suas atividades de vida diária (AVD). [50]

Alcançar a posição de pé é um movimento constantemente realizado durante a vida sem nenhuma dificuldade para os indivíduos normais, sendo um pré-requisito para a performance independente de outras ações como o caminhar, que requer, principalmente, a capacidade de assumir a posição ereta. A redução da capacidade de levantar e sentar traz limitações aos indivíduos em atividades simples como andar, se vestir, usar o banheiro, etc. [51]

Para a população idosa alguns movimentos simples se tornam muito difíceis necessitando de atenção e cuidados especiais. O risco de quedas e acidentes é grande. Entre os idosos, a dificuldade de levantar-se é comum, contribuindo frequentemente para a sua institucionalização. [52]

A dificuldade na realização do movimento de passar de sentado para de pé (ST-DP) gera um grande risco de quedas na população idosa. As quedas estão associadas com a diminuição da força e dos movimentos do corpo, aumentando o risco de lesões físicas e sequelas psicológicas, levando muitas vezes à hospitalização e ao risco de morte para os idosos. [53]

Para o movimento de levantar-se de uma cadeira foram definiram quatro importantes fases. Esta análise é a classificação utilizada com maior frequência por vários autores e subdividida em quatro fases: movimento de inércia de flexão;

movimento de transferência; movimento de extensão; movimento de estabilização. [53]

A primeira fase do movimento de levantar é iniciada com a contração do músculo Tibial Anterior (TA), gerada através de estímulos periféricos e centrais. No músculo Solear (SOL) ocorre uma redução dos estímulos nervosos periféricos gerando uma redução na sua excitabilidade. A segunda fase é iniciada a partir de um aumento de excitabilidade do SOL aos estímulos descendentes e, no final do movimento, também aos estímulos periféricos. [54]

Através do estudo da biomecânica do movimento e das alterações de excitabilidade ocorridas nos motoneurônios durante a passagem da postura de sentado para de pé, os autores demonstram a presença de um mecanismo inibitório recíproco entre os músculos TA e SOL. A literatura ressalta a ativação dos músculos TA, SOL, gastrocnêmio, quadríceps (QUA), isquiotibiais (ISQ), abdominal (ABD), paravertebral lombar (PL), trapézio (TRA), esternocleidomastóideo (ECM) e GLM durante a realização do movimento de passar de sentado para de pé (ST-DP). O músculo iliopsoas, devido à sua ação no quadril, parece ser ativado no início da flexão de tronco. [51]

Durante as atividades de vida diárias, a função de levantar de um assento é uma ação realizada facilmente por indivíduos sem limitações físicas, mas que se torna um obstáculo para os idosos já debilitados, que passam a usar várias estratégias para facilitar tal movimento. [56]

Durante o ato de passar de sentado para de pé, os idosos procuram aumentar a estabilidade postural utilizando os membros superiores como apoio, aproximando o centro de massa da superfície de suporte através do aumento de flexão de tronco. Estes recursos levam à um aumento do gasto energético e maior esforço físico. [57]

Hughes *et al.* (1996) estudaram a força muscular exercida na articulação do joelho quando idosos e jovens se levantaram de uma cadeira de assento baixo. Os idosos usaram 97% da força disponível na articulação e os jovens usaram menos de 39% em qualquer altura de cadeira. [57]

Schenkman *et al.* (1990) propôs em seus estudos uma classificação das fases do movimento de passar de ST-DP onde pode ajudar os fisioterapeutas a avaliar se a dificuldade do idoso ao levantar-se está relacionada com a incapacidade de deslocar

o centro de gravidade anteriormente (fase 1), na dificuldade de controlar o equilíbrio (fase 2) ou na fraqueza da musculatura extensora (fase 3). [58]

As limitações relacionadas ao movimento de levantar a partir da posição sentada em indivíduos idosos, envolvem fatores fisiológicos, à posição inicial dos segmentos corporais e à fatores ambientais. Os fatores fisiológicos, comumente citados na literatura, incluem diminuição da acuidade visual, da acuidade proprioceptiva, da força muscular e déficit de equilíbrio. Além disto, limitações articulares relacionadas à dor, reduzindo as amplitudes de movimento, assim como as doenças neurológicas comuns em pessoas idosas. [59]

Vandervoort (1998), relata que a redução na velocidade de condução dos impulsos nervosos, uma contração muscular menos eficaz e alterações de amplitudes articulares alteram o processo de envelhecimento osteomuscular e esquelético. Isso contribui para aumentar a dificuldade da movimentação dos indivíduos idosos. [59]

Um assento com uma altura mais elevada diminui a força muscular despendida para realizar o movimento de levantar e sentar e pode ser uma estratégia necessária para facilitar o deslocamento dos indivíduos mais idosos. A presença de barras para apoio dos braços é considerada uma boa estratégia ambiental para a essa população. [51]

Com base nesses estudos, os fisioterapeutas podem direcionar o tratamento de problemas específicos dos pacientes idoso, como a diminuição da força muscular, a perda de equilíbrio e de mobilidade, melhorando a habilidade desses indivíduos em executar o movimento de passar da postura sentada para de pé com maior independência e segurança e ainda facilitar a execução do movimento com a elevação da altura do assento.

3.5 BIOMECÂNICA DE SENTAR E LEVANTAR

Sentar e o levantar são atividades cotidianas realizadas na maior parte da vida. As pessoas se levantam ao acordar, ao ficar em pé para caminhar, ao ir em busca de um objeto, ao ir ao encontro de outras. Sentam quando vão se deitar, ao fazer uma refeição, quando vão estudar ou assistir televisão, quando vão descansar e fazer tantas outras atividades.

Os atos de sentar e de levantar implicam em deslocamentos em vários planos ou dimensões do corpo humano como, para cima, para baixo, para frente e para trás.

Estas dimensões são coordenadas num ato simples, econômico e muito familiar, mas que se torna mais difícil com o avançar da idade. Para a execução desse movimento é essencial um deslocamento horizontal, e posteriormente vertical, do centro de gravidade do corpo. Esses movimentos só são possíveis com a contribuição de vários seguimentos do corpo como a coluna, ombro, cintura pélvica, joelhos e tornozelos. [37]

Sentar e levantar de um assento envolvem capacidades motoras diferentes, como também modalidades perceptivas diferentes. Tanto força, flexibilidade, equilíbrio e uma informação adequada da percepção de elementos do ambiente e da posição do corpo são importantes capacidades para a realização de qualquer movimento. [37]

Propriocepção está diretamente relacionada com as respostas reflexas e o controle motor voluntário. Uma boa informação sinestésica e uma eficaz informação visual também são importantes para a realização do deslocamento postural. Assim, podemos falar em propriocepção que pode ser entendida como o sentido de posição e movimento de uma parte do corpo com relação ao ambiente externo. [32]

A propriocepção é um fator muito importante no ato de sentar e levantar, contribuindo para o controle postural, estabilidade articular e diversas sensações conscientes do corpo humano. A propriocepção se restringe a recepção do estímulo mecânico e sua transdução em estímulos neurais, não possui influência com o processamento no sistema nervoso central e na resposta motora. [60]

O movimento de levantar requer uma translação da massa corporal da posição horizontal para vertical a partir da posição sentada, com as coxas e os pés como base de sustentação. Forças concêntricas são necessárias para controlar o impulso horizontal, permitindo um bom controle corporal na posição ortostática. A translação da massa corporal para frente está diretamente relacionada com a força e controle muscular dos músculos do quadril, joelhos, tornozelos e tronco.

Para se conseguir uma postura de pé a partir da postura sentada é necessário primeiramente realizar um deslocamento anterior do centro de massa corporal para o centro da superfície de apoio, realizando um impulso na direção do eixo horizontal, através de uma flexão de tronco em relação ao quadril e da perna em relação ao tornozelo. O movimento é finalizado com a desaceleração das partes do corpo, com uma mudança na direção do deslocamento corporal para o eixo vertical, realizando

uma extensão do quadril, dos joelhos e tornozelos até atingir a posição ortostática [61, 62].

A fase 1 (momento de inércia de flexão) onde ocorre o início do deslocamento do corpo pela flexão de tronco e quadril resultando em um movimento anterior do centro de massa. A primeira ativação muscular parece ser do paravertebral lombar (PL), atuando com uma contração excêntrica para controlar o movimento de flexão do tronco. Em seguida, a ativação do quadríceps (QUA) inicia o movimento de levantar e a fase é finalizada com a perda do contato das nádegas com a superfície do assento. [63]

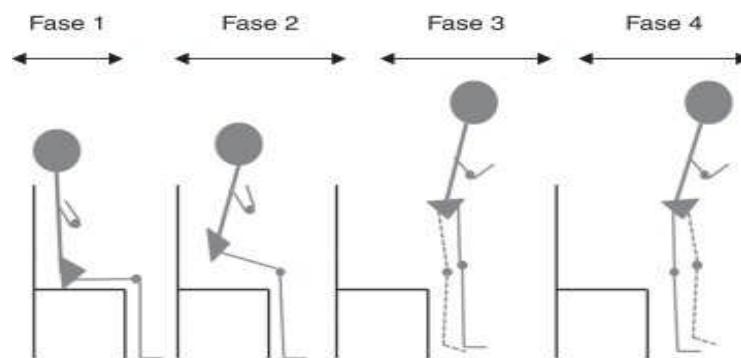
A fase 2 (momento de transferência) inicia com a perda do contato das nádegas com o assento e termina com a máxima dorsiflexão de tornozelo. Nesta fase, o centro de massa é mantido dentro da base de apoio enquanto a transição para o movimento de pé é realizada, proporcionando estabilidade e equilíbrio ao movimento. Isso parece ser acompanhado pela atividade excêntrica do bíceps femoral no joelho e glúteo máximo (GLM) no quadril. A contração dos músculos isquiotibiais (ISQ) ocorre logo em seguida a atividade do QUA. A ativação maior dos músculos PL, QUA, ISQ e GLM também ocorre nesta fase e, devido à grande mudança de estabilidade durante este processo, é necessário que haja constantes ajustes posturais sendo, muitas vezes, usando a musculatura cervical. [63,64]

A fase 3 (momento de extensão) inicia com a máxima dorsiflexão e finaliza com a extensão total de quadril e tronco. A redução da atividade muscular inicia à medida que a posição de pé é alcançada. [62]

A fase 4 (momento de estabilização) é iniciada a partir de uma extensão total de quadril e finaliza quando a estabilidade postural é alcançada em bipedestação. [40,63,65]

Estas fases estão representadas na figura 1.

Figura 1 - Fases do movimento de levantar



Fonte: [65]

Durante a fase de flexão de tronco, para que haja a realização do movimento de levantar se faz necessário uma transferência de peso com movimentos nas articulações, principalmente quadril e tornozelo. No quadril, trabalham concentricamente os músculos psoas-íliaco e o reto femoral, numa ação a favor da gravidade, para acelerar o movimento e ter um balanço necessário para que a extensão possa ocorrer. Nos tornozelos, ocorre uma transferência de peso para os pés e tornozelos, numa ação a favor da gravidade, com um trabalho excêntrico dos flexores plantares, gastrocnêmicos e o sóleo. [61]

Durante a fase de extensão, a coluna cervical faz o movimento de extensão contra a gravidade, pelos músculos extensores cervicais (trapézio superior, semi-espinhal, elevador da escápula e esplênio da cabeça e de pescoço). É realizada uma contração inicial concêntrica e posteriormente isométrica para horizontalizar a visão e a manter durante todo o movimento. [61]

O movimento de extensão de tronco é dado pela contração concêntrica dos músculos extensores do tronco em uma ação contra a gravidade, são eles: eretor da coluna, interespinhais e intertransversais longos e semi-espinhal torácico.

No quadril, após a flexão inicial é realizado um movimento de extensão contra a gravidade, através do trabalho concêntrico dos músculos do quadril, especialmente os glúteos, semi-tendinoso e bíceps femoral.

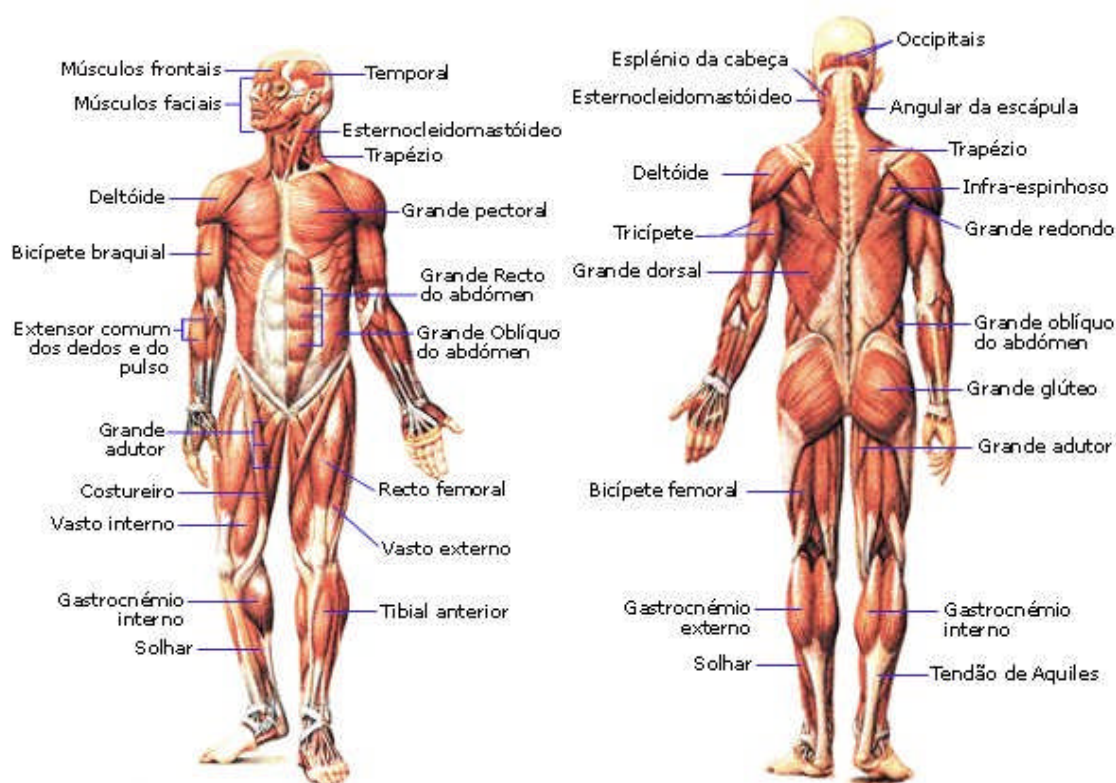
Nos joelhos, é realizado um movimento de extensão contra a gravidade, através do trabalho concêntrico dos músculos extensores do joelho como semi-tendinoso e semi-membranoso, bíceps femoral e gastrocnêmicos.

Nos tornozelos, é realizada uma flexão plantar contra a gravidade. Os músculos flexores plantares, gastrocnemios e o sóleo realizam um trabalho concêntrico, para facilitar a extensão completa até a posição de pé.

Para se conseguir uma estabilização da postura em pé, os músculos antigravitacionais como ísquios-tibiais, grande glúteo e extensores lombares assumem uma contração estática permitindo que o quadril se mantenha em extensão enquanto o quadríceps mantém o joelho em extensão. Os flexores plantares e dorsais trabalham em sinergia para manter a articulação túbio-tarsica estável. Uma grande sinergia entre os músculos flexores e extensores permite os ajustes posturais dentro da base de sustentação. [61]

Para uma melhor visualização músculos da cadeia anterior e posterior do corpo humano, esses músculos estão identificados na Figuras 2.

Figura 2 - Músculos da cadeia anterior e posterior do corpo humano.



Fonte [71]

A atuação de cada músculo para a realização de cada movimento permitindo a mobilidade de cada parte do corpo está representada na Tabela 1.

Tabela 1 - Apresenta a atividade muscular durante o ato de levantar.

MOVIMENTO DE LEVANTAR			
	Parte do Corpo	Movimento Realizado	Músculos atuantes
Fase de Flexão do Tronco	Coluna Cervical	Flexão	Trapézio Superior, Semiespinhoso, elevador da escápula, esplênios da cabeça e pescoço
	Tronco	Flexão	Abdominais, eretor da coluna, interespinhais, intertransversais, lombares, semiespinhoso torácico
	Quadril	Flexão	Psoas-íliaco reto femoral
	Joelhos	Flexão	Semi-tendinoso, semi-membranoso, bíceps femural, gastrocnêmios
	Tornozelos	Flexão Dorsal	Passivo
Fase de Transferência	Quadril	Flexão	Psoas-íliaco reto femoral
	Tornozelos	Flexão Dorsal e Plantar	Gastrocnêmios e solear
Fase de extensão do quadril	Coluna Cervical	Extensão	Trapézio Superior, Semiespinhoso, elevador da escápula, esplênios da cabeça e pescoço
	Tronco	Extensão	Eretor da coluna, interespinhais, intertransversais, lombares, semiespinhoso torácico
	Quadril	Extensão	Glúteo mínimo, médio e máximo, semitendinoso, semimembranoso, bíceps femural
	Joelhos	Extensão	Semi-tendinoso, semi-membranoso, bíceps femural, gastrocnêmios
	Tornozelos	Flexão plantar	Gastrocnêmios e solear

FONTE: Adaptado de [61]

No ato de sentar pode-se observar o mesmo tipo de ação do movimento de levantar, porém realizada no sentido inverso, com deslocamentos semelhantes, no entanto mecanicamente diferentes e independentes realizados pelo quadril, joelhos e tornozelos. Este ato é realizado pela força da gravidade e o movimento se inicia com uma contração excêntrica dos músculos extensores do quadril e joelhos e dos flexores plantares do tornozelo com a finalidade de frear e retardar a descida da massa corporal. Quando ocorre a flexão do tronco, em seguida o centro de gravidade é deslocado para frente e para baixo e a massa corporal é transferida para trás.

Para permitir uma flexão dorsal controlada na tibiotársica, os flexores com os gastrocnêmicos e sóleo vão realizar uma contração excêntrica. Os gastrocnêmicos juntamente com os isquiotibiais vão relaxar, permitindo a flexão do joelho por parte do

trabalho excêntrico do quadríceps, sendo que o reto anterior controla a descida, e os vastos lateral e medial estabilizam a articulação. [61]

A flexão do quadril se dá através de uma contração excêntrica dos ísquios tibiais juntamente com o grande glúteo que vão controlar o movimento. Os extensores do tronco controlam a flexão do tronco de forma excêntrica. Os flexores do ombro, bíceps e deltoide anterior, permitem uma flexão de ombro através de uma contração concêntrica.

Este conjunto de movimentos de flexão dorsal, flexão de joelho, flexão de quadril e flexão de ombros são essenciais para uma distribuição igual de peso, atrás e a frente da base de sustentação, mantendo a estabilidade e o equilíbrio corporal, como mostra a Tabela 2.

Tabela 2 - Atividade muscular durante o ato de sentar.

MOVIMENTO DE SENTAR			
	Parte do Corpo	Movimento Realizado	Músculos atuantes
1a.) Fase de Transferência e de Flexão	Coluna Cervical	Flexão	Trapézio Superior, Semiespinhoso, elevador da escápula, esplênios da cabeça e pescoço
	Tronco	Flexão	Eretor da coluna, interespinhais, intertransversais, lombares, semiespinhoso torácico
	Quadril	Flexão	Psoas-ilíaco reto femoral
	Joelhos	Flexão	Semi-tendinoso, semi-membranoso, bíceps femural, gastrocnêmios
	Tornozelos	Flexão Dorsal	Passivo
2a.) Fase de Extensão até sentar completamente	Coluna Cervical	Extensão	Trapézio Superior, Semiespinhoso, elevador da escápula, esplênios da cabeça e pescoço
	Tronco	Extensão	Eretor da coluna, interespinhais, intertransversais, lombares, semiespinhoso torácico
	Quadril	Está em flexão	Já se encontra sentado
	Joelhos	Em Flexão	Já se encontra sentado
	Tornozelos	Flexão Dorsal	Já se encontra sentado

FONTE: Adaptado de [62]

Fatores ambientais como altura, inclinação e profundidade do assento podem dificultar o movimento de levantar, principalmente em idosos. Cadeira que impedem a posteriorização dos pés e cadeiras com assento complacente também contribuem para dificultar esses movimentos. A alteração da altura do assento diminui ou aumenta a força muscular necessária para realizar o movimento e pode facilitar ou dificultar o

dia a dia dos idosos. A presença de barras para apoio dos braços é uma importante estratégia ambiental para essa população. Alguns estudos têm mostrado a utilização destes apoios com o objetivo de ganho de estabilidade e facilidade para o movimento [40].

3.6 NORMAS BRASILEIRAS PARA BANHEIROS ACESSÍVEIS (ABNT NBR 9050)

Os sanitários acessíveis devem obedecer aos parâmetros da norma ABNT NBR 9050, como as instruções das áreas de circulação, transferência, aproximação e alcance do usuário com os itens do banheiro, e também sobre instalações de:

- a. bacia sanitária
- b. mictório
- c. lavatório
- d. boxe de chuveiro
- e. acessórios
- f. barras de apoio

Lembrando que as dimensões presentes nesta norma, referente a sanitários, tem uma tolerância de mais ou menos 0,01m.

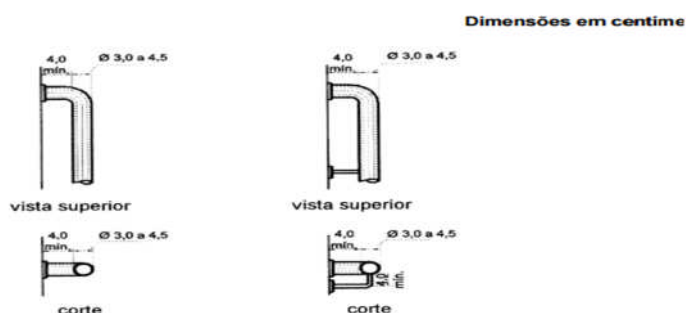
O item 7 da NBR 9050 (2004) que descreve os banheiros adaptados, nos fornece informações quanto a quantificações destes banheiros (quantos devem ter em cada tipo de edificação e quantos itens devem ter em cada banheiro) dimensões e posições dos itens deste tipo de banheiro.

Quanto a quantificação de itens sanitários, é necessário ter pelo menos 5% do total de cada peça acessível no banheiro, considerando a divisão de sexo separadamente neste cálculo. Mesmo que necessite ter pelo menos 5% do total de cada peça, deve ser respeitado o mínimo de pelo menos uma de cada no ambiente sanitário, sendo recomendada a instalação de uma bacia sanitária infantil (que pode ser utilizado por pessoas de baixa estatura). [66]

Os banheiros familiares ou unissex recebem uma recomendação de mais um sanitário que seja adaptado a usuários de cadeira de rodas, de forma que o usuário com deficiência possa ter um acompanhante para o ajudar. É possível também que tenha uma superfície de pelo menos 0,80m de largura por 1,80m de comprimento por 0,46m de altura, com barras de apoio. [66]

As barras de apoio, em geral, devem suportar no mínimo 1,5kN (1500N) em qualquer sentido. Suas dimensões devem ser de 0,30m a 0,45m, estando fixadas na parede ou divisórias, a uma distância de 4cm da parede até a sua parte interna para garantir a ação de pega do usuário. Barras de material metálico devem ser totalmente de material resistente a corrosão e com aderência [66], como representada na Figura 3.

Figura 3 - Especificação de Barra 1

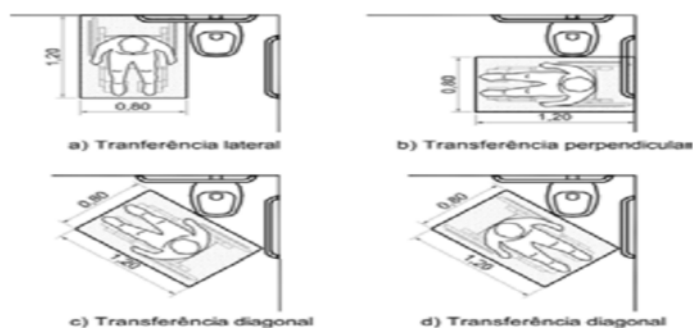


Fonte: [66]

O piso deve ter sua superfície regular, firme, estável e antiderrapante, além de não causar efeito de trepidação em rodas.

Sobre as bacias sanitárias, seu posicionamento em relação ao espaço do banheiro, ou cabine, deve ser realizado de forma que seja possível a transferência lateral, perpendicular e diagonal de um cadeirante para a bacia, conforme a Figura 4.

Figura 4 - Espaço necessário para a transferência

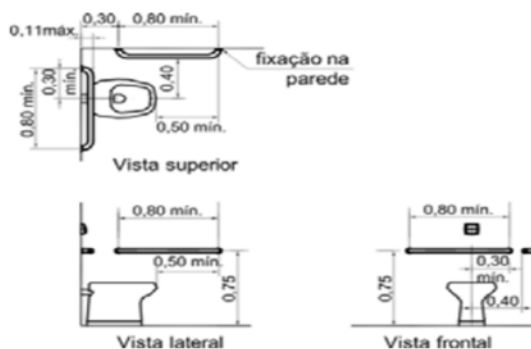


Fonte: [66]

Devem haver duas barras horizontais (de 0,80m de comprimento e a uma altura de 0,75m em relação ao piso) neste local, uma lateral e outra atrás do vaso sanitário. [6]

Cada barra recebe um posicionamento diferente em relação a bacia sanitária, conforme a Figura 5.

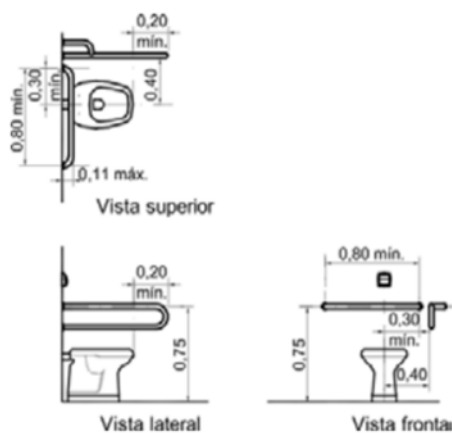
Figura 5 - Vistas e medidas da área das barras em relação a bacia sanitária



Fonte: [66]

Caso não seja possível a instalação de barras laterais, pode-se aplicar barras laterais articuladas que se fixam na parede atrás da bacia sanitária, desde que não atrapalhe a transição do cadeirante à bacia. Para as barras articuladas, deve-se levar em consideração as seguintes medidas: (NBR 9050, 2004), Figura 6.

Figura 6 - Vistas e medidas da barra articulada em relação a bacia sanitária



Fonte: [66]

As bacias devem seguir as seguintes medidas para seu posicionamento, sendo que todas as alturas são medidas em relação ao piso, com a unidade de metro. (Figura 7 e 8):

Figura 7 - Medidas de posicionamento e representação da bacia sanitária suspensa



Fonte: [66]

Figura 8 - Medidas de posicionamento e representação da bacia sanitária com coluna



Fonte: [66]

Caso a bacia não seja a alongada, seja uma de dimensões menores (comum), deve-se tomar uma das seguintes ações:

- Instalar em sua base um sóculo que a levante até as medidas de altura de um vaso sanitário adaptado, segundo a norma (não ultrapassando 0,05m do contorno da base);
- Instalar um assento sanitário elevado que faça com que a medida final do assento mais bacia seja a medida da altura de um vaso sanitário adaptado mais o assento, segundo a norma [66]. Representado na Figura 9.

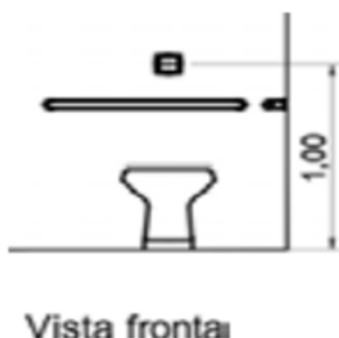
Figura 9 - Medidas de posicionamento e representação da bacia sanitária com coluna com sóculo adaptado



Fonte:[66]

O acionamento da descarga deve seguir as medidas apresentadas na imagem, sendo de preferência automática ou de alavanca, esta que possibilite um acionamento com menos de 23N de força se possível [66]. (Figura 10).

Figura 10 - Medidas de posicionamento e representação do acionamento da descarga



Fonte: [66]

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

O projeto foi realizado com materiais poliméricos. Como já verificado nos similares, os assentos sanitários em geral são de materiais poliméricos, compostos em sua maioria de plástico polipropileno. Porém, utilizar somente o material de polipropileno pode gerar desconforto por ser duro e não possibilitar uma temperatura agradável, principalmente quando o clima está frio.

Diante deste problema, optou-se pela utilização do poliuretano e um revestimento que fosse impermeável e de preferência resistente a agentes biológicos

para o mesmo. Foi então decidido que o material base seria polipropileno, com uma espuma de poliuretano de densidade PRO-D30 e courvin antimoho.

4.1.1 Assento sanitário de polipropileno Mebuk 7,5cm.

Este assento possui duas alturas disponíveis no mercado: 7,5cm e de 13,5cm. Já possui essa função ergonômica de facilitar o movimento de sentar e levantar, porém sua matéria prima de fabricação é o polipropileno o que o torna duro e desconfortável. A base em polipropileno pode ser fixada sem riscos na bacia sanitária, além de ser um material leve. Foi possível adquirir informações de método de limpeza de materiais em polipropileno (com água, sabão neutro ou desinfetante e um pano macio); informações sobre dimensões (assentos sanitários elevados a 7,5cm são para usuários com menos de 1,70m de altura, elevados a 13,5cm são para os maiores de 1,70m de altura) [69]. O modelo do assento é mostrado na Figura 11.

Figura 11 - Assento elevado Mebuk 7,5cm



Fonte: [68]

4.1.2 Espuma de poliuretano de densidade PRO-D30.

Fabricada com poliuretano, possui uma densidade mais resistente à deformação e garante um conforto adequado.

A espuma de poliuretano PRO-D30 foi escolhida por se mostrar ideal por ser resistente, ao mesmo tempo macia e possuir um preço acessível. Por outro lado, o courvin anti mofo se mostrou mais caro que o esperado, porém isto se dá pela sua característica de resistência a agentes biológicos.

A espuma de poliuretano (PU) de densidade PRO-D30 que foi usada para a confecção do protótipo é um tipo de poliuretano que se trata de uma das invenções mais versáteis do século XX e está cada vez mais presente no nosso dia a dia. Criado em 1937, nos laboratórios da Bayer, em Leverkusen, Alemanha, pelo químico e

professor Otto Bayer. O Poliuretano (PU) é hoje na construção civil, na indústria automotiva e na fabricação de eletrodomésticos. É usado também por fabricantes de materiais esportivos, embalagens e equipamentos médicos. [21]

4.1.3 Courvin antimoho San Diego.

Courvins são materiais que possuem uma malha menos densa na parte inferior, bastante semelhante a uma tela. Em alguns casos, a malha pode ser de nylon, algodão ou até mesmo uma sarja. Esse material é mais espesso que o corino e de maior resistência. O courvin é bem menos maleável, o que dificulta a mesma qualidade de acabamento do courino e do poliuretano. [68]

Composição do courvin: Laminado Sintético de Policloreto de Vinila (PVC), reforço poliéster e algodão, mas em compensação torna-se uma peça bem mais resistente. Para a limpeza do revestimento é orientado sabão neutro com esponja umedecida, remover o excesso com pano úmido e secar em ambiente arejado. [68]

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Absorção

Foram realizados testes para verificar se o courvin utilizado é totalmente impermeável com está descrito pelo fabricante e para verificar se no local da costura poderia ter passagem de água.

Para esse teste foi usado um pedaço do courvin amarrado com barbante na extremidade de uma vasilha de vidro com sua parte impermeável para cima de forma que fosse possível visualizar a passagem de água por ele. Foi colocado 10ml de água e observado durante 24h.

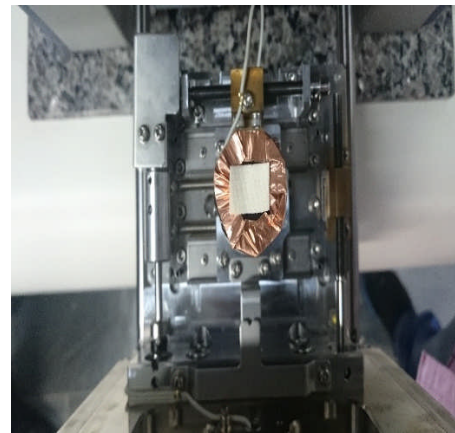
Foi realizado esse mesmo teste, porém com o courvin cortado ao meio e costurado na parte central para verificar a passagem de água pelo local da costura.

Para verificar a absorção de água pelo courvin foi utilizado um pedaço de 10x10cm do courvin e pesado em uma balança de precisão, marca Tomato. Depois o courvin foi submerso em 500ml de água e verificado novamente o seu peso.

4.2.2 MEV

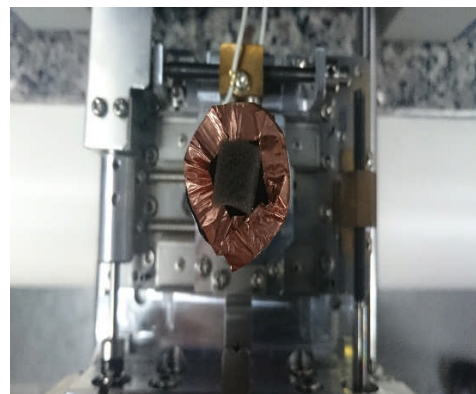
As amostras do courvin e da espuma de PU, foram analisadas e as micrografias foram obtidas utilizando-se um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) HITACHI TM3000 – software Tabletop Microscope disponível no Centro Universitário de Volta Redonda, usando elétrons secundários com feixe de 5kV, a fim de obter informações quanto à morfologia das amostras. As amostras foram fixadas em um suporte com auxílio de uma fita de carbono autocolante dupla face, conforme demonstrado nas figuras 12 e 13.

Figura 12 - MEV do courvin



Fonte [próprio autor]

Figura 13 - MEV da espuma



Fonte [próprio autor]

4.3 PROBLEMATIZAÇÃO

Primeiramente foi feita uma problematização envolvendo assentos sanitários em relação com o público. Dentre estes os principais itens levantados foram:

4.3.1 Problemas ergonômicos

- assento alto para o usuário, deixando as pernas penduradas podendo causar problemas circulatórios nas pernas;
- assento baixo para o usuário, fazendo com que o usuário tenha esforço ao se sentar e principalmente ao levantar;
- dificuldade do cuidador para realizar a higienização do usuário.

4.3.2 Problemas relacionados ao material

- Custo alto;
- não ser regulável, caso o vaso sanitário tenha usuários de diversos tamanhos, é necessário comprar mais de um assento, de tamanhos diferentes;
- reação alérgica ao material do assento;
- ser permeável, tornando-se anti-higiênico por absorver fluidos;
- assento duro, não promovendo conforto e gerando dores no usuário;
- assento com fixação fraca ou inexistente, podendo causar acidentes;
- assento ter baixa resistência, desgastando-se e quebrando rapidamente;
- assento com baixa durabilidade, tornando-se inutilizável rapidamente;

4.3.3 Problemas funcionais

- Assento ser fixo ao vaso, não podendo ser retirado para ser adaptado a outro vaso;
- assento ocupar muito espaço ao ser transportado;
assento pesado para ser transportado pelo usuário;
- assento com difícil instalação, podendo ser fixado de maneira incorreta no vaso sanitário e aumentando as chances de acidentes;
- assento de difícil limpeza, tornando-se anti-higiênico;
- sem rebaixo frontal, podendo fazer com que as partes íntimas do usuário entrem em contato com o assento

4.4 PREMISSAS DO PROJETO

Em vista dos problemas, buscou-se neste projeto de pesquisa desenvolver um protótipo de assento sanitário elevado para deficientes e idosos para os Campi do UniFOA que seja:

- De baixo custo;

- hipoalérgico;
- impermeável;
- confortável termicamente;
- ergonômico;
- seguro;
- resistente;
- utilize materiais poliméricos;.

4.5 REQUISITOS DO PROJETO

Os requisitos neste projeto são as características que fazem o produto se aproximar do ideal. Portanto, levando-se em consideração os custos de fabricação, foram listados os requisitos a serem considerados no projeto:

- Regulável;
- adaptável;
- baixo custo;
- hipoalérgico;
- atóxico;
- impermeável;
- removível;
- portátil;
- leve;
- confortável termicamente;
- ergonômico;
- seguro;
- resistente;
- durável;
- fácil instalação;
- rebaixado frontalmente;
- fácil limpeza.

4.6 PROCESSO DE CRIAÇÃO DO PROTÓTIPO

Para a criação de um novo produto, foram pesquisados similares e/ou concorrentes. Os similares foram divididos em aspectos formais e funcionais. Os assentos similares de forma (que servem principalmente para a análise das formas e dimensões) e os assentos similares de função (que podem não ter a aparência do produto original, porém possuem funções que podem ser exploradas e associadas ao produto original para agregar uma função que não existe normalmente nele).

Como critérios, foram estabelecidos e analisados:

1. Materiais e fixações: quais características estão presentes nos materiais, quais são mais comuns, tanto no corpo quanto nas peças de fixação do assento.
 - ✓ Neste quesito, foi possível observar o uso plásticos polipropileno e plásticos tratados para serem resistentes a agentes biológicos. Para fixações, parafusos, de preferência de plásticos (para evitar ferrugem) são utilizados para fixar o assento na bacia sanitária, é interessante o uso de antiderrapantes nas bases das dobradiças também.
2. Dimensões (A x L x P): como as dimensões dos vasos sanitários são uma restrição, foi pesquisado este quesito para saber quais medidas os concorrentes adotam diante disto.
 - ✓ Em largura e profundidade (LxP) foi possível observar uma mínima variação entre dois concorrentes de assento sanitário. Em largura temos ambos com L 36cm, e em profundidade temos uma variação de 1cm (um similar com P 40cm e outro com P 41cm).
 - ✓ Foi verificado também que existem 3 tipos de altura: Altura de assento convencional (aproximadamente A 4cm); altura de assento elevado para pessoas com algum tipo de limitação, menores de 1,70m de altura (aproximadamente A 7,5cm); e altura de assento elevado para pessoas com algum tipo de limitação, maiores que 1,70m de altura (aproximadamente A 13,5cm).
3. Peso: O peso se torna um quesito a ser levado em conta visto que o público alvo tem como característica uma redução de força global.
 - ✓ Foi verificado que o assento concorrente mais pesado é de 1,6kg e o mais leve de 0,513Kg.
4. Preço: Como já foi relatado, um dos objetivos é o custo baixo. É possível verificar a diferença de preço dos assentos convencionais para os assentos

elevados. Também é possível notar a diferença de preço entre os concorrentes que tem materiais mais elaborados e os que tem materiais mais simples.

- ✓ O assento mais barato é comum e de material simples, em polipropileno, custando R\$16,90. Comparando com outro assento comum, porém de material plástico tratado para ter resistência a agentes biológicos, o preço salta para R\$102,90.
- ✓ Os assentos adaptados, em material plástico simples, estão em uma faixa de R\$76,00 a R\$136,00, dependendo da altura do mesmo. Este aumento de preço pode ser consequência, como já explicitado antes, da rotulação de exclusivo para uma minoria.

5. Descrição: a descrição do similar serve para trazer outras informações que podem ser úteis. Ela tem um valor forte nos similares funcionais, na descrição de que função eles poderiam agregar em um assento sanitário.

- ✓ Foi possível adquirir informações de método de limpeza de materiais em polipropileno (com água, sabão neutro ou desinfetante e um pano macio); informações sobre dimensões (assentos sanitários elevados a 7,5cm são para usuários com menos de 1,70m de altura, elevados a 13,5cm são para os maiores de 1,70m de altura); informações sobre alternativas de ajuste de altura por fluidos, como em boias, e informações de peças em mola ou arco e barras de apoio acopladas ao assento que podem diminuir a força realizada pelo joelho do usuário ao levantar.

4.6.1 Geração de alternativas

4.6.1.1 Alternativa 1

Tem como objetivo diminuir a carga gerada nos joelhos ao levantar do assento através de molas. Sua altura elevada reduziria o esforço ao sentar e levantar também.

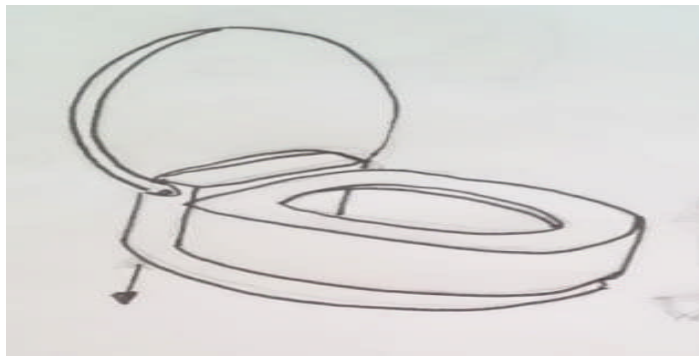
Seu corpo é em polipropileno, com molas em aço inoxidável. Estas molas estariam localizadas na parte de trás e no interior do assento, que seria por encaixe na base para livre oscilação do mesmo. A mola traseira seria a mola 1 de acordo com o esquema das Figuras 14 e 15. A mola interior corresponde a mola 2 de acordo com o esquema das Figuras 16 e 17.

Sua fixação seria realizada por parafusos, roscas e buchas de plástico (nylon) para evitar a corrosão do material.

Apesar de seu ponto forte em diminuir a carga nos joelhos, essa alternativa se tornaria muito cara e possui peças de metal, o que é contra a restrição de ser um assento somente com materiais poliméricos. Sem contar a complexidade de manutenção da limpeza e mecânica do mesmo por ser complexo e se tornar anti-higiênico pelos vãos em baixo de sua estrutura que permitem o livre movimento elástico das molas para o assento.

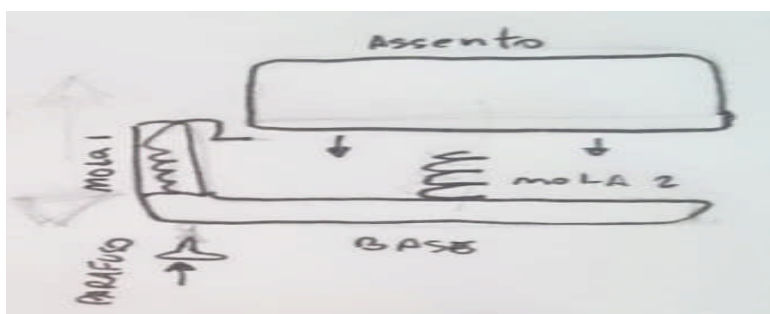
Na questão de conforto, o material do corpo do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável, logo o mesmo foi descartado do projeto.

Figura 14 - Alternativa 1, seta indicando onde o vaso é fixado



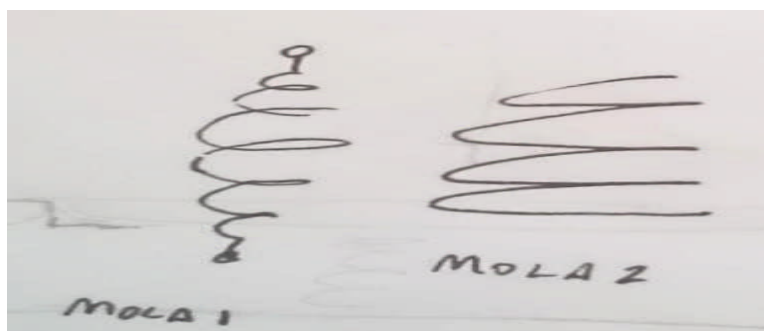
Fonte: [Próprio autor]

Figura 15 - Alternativa 1, mecanismo por molas



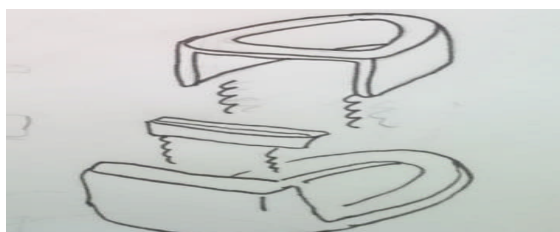
Fonte: [Próprio autor]

Figura 16 - Alternativa 1, tipos de molas no mecanismo



Fonte: [Próprio autor]

Figura 17 - Alternativa 1, imagem explodida



Fonte: [Próprio autor]

4.6.1.2 Alternativa 2

O objetivo da Alternativa 2 foi o mesmo que o da Alternativa 1, a diminuição da carga nos joelhos e sua altura facilitaria o sentar. Esta possui menos molas, uma mola de fita em sua traseira, presa em um eixo, e uma espiral no interior de sua dianteira. Ambas molas em aço inoxidável e seu corpo em polipropileno. Sua fixação seria

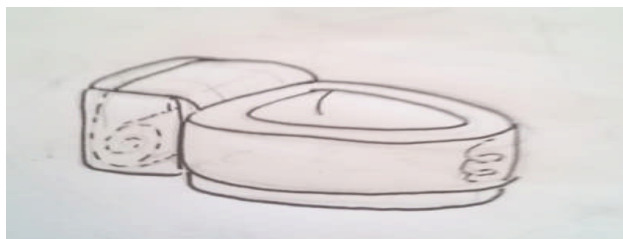
realizada por parafusos, roscas e buchas de plástico (Nylon) para evitar a corrosão do material, demonstrado na Figura 18.

Este assento se tornaria pesado demais e excederia as dimensões de alguns vasos sanitários devido sua parte posterior. A mola de fita seria desgastada de forma muito rápida, diminuindo a durabilidade do assento. O preço seria alto para uma durabilidade reduzida como essa, consequentemente o custo benefício não valeria a pena.

O mesmo problema de manutenção da limpeza e mecânica ocorrem nesta alternativa pelos mesmos fatores, os vãos para o movimento livre da oscilação do assento são anti-higiênicos e sua estrutura é complexa.

Na questão de conforto, o material do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável. Este também foi descartado do projeto.

Figura 18 - Alternativa 2, mecanismo por molas



Fonte: [Próprio autor]

4.6.1.3 Alternativa 3

O objetivo da Alternativa 3 foi o mesmo que o da Alternativa 1 e 2, a diminuição da carga nos joelhos e sua altura facilitaria o sentar. Esta possui mais molas de espiral em seu interior. O espaço da parte posterior foi mais valorizado por isto.

Seu corpo é de polipropileno, e as molas de aço inoxidável. Sua fixação seria realizada por parafusos, roscas e buchas de plástico (Nylon) para evitar a corrosão do material, como demonstrado nas figuras 19 e 20.

Este assento provavelmente necessitaria de maior manutenção devido à alta quantidade de peças no seu interior e/ou ser pesado pelo mesmo motivo. A manutenção mecânica deverá ser realizada com mais frequência e, na questão higiênica, continua sendo a mesma das alternativas anteriores pelo vão para o movimento da mola para com o assento sendo anti-higiênica.

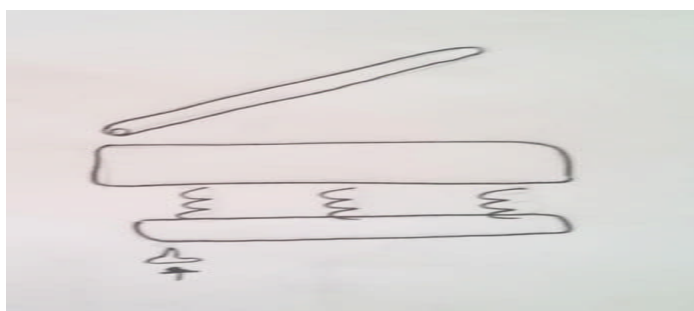
Esta Alternativa também possui peças em metal, sendo contra a restrição de material plástico. Na questão de conforto, o material do corpo do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável, sendo então descartado do projeto.

Figura 19 - Alternativa 3



Fonte: [Próprio autor]

Figura 20 - Alternativa 3, seta indicando o local do sistema de fixação por parafuso



Fonte: [Próprio autor]

4.6.1.4 Alternativa 4

O objetivo da alternativa 4 foi o mesmo que o das anteriores, a diminuição da carga nos joelhos e sua altura facilitaria o sentar. Esta possui menos molas ainda, sendo somente uma envolvendo o seu interior como demonstrado na Figura 21. Seu corpo é de polipropileno, redondo para se adequar a mola, e essa de aço inoxidável. Sua fixação seria realizada por parafusos, roscas e buchas de plástico (Nylon) para evitar a corrosão do material.

Este assento se tornaria pesado demais devido a mola ser tão grande e de metal, fora que esta mola teria que ser fabricada sob demanda, o que encareceria o produto final. A manutenção mecânica seria facilitada, porém a questão higiênica

continua sendo a mesma das alternativas anteriores, pois nesta alternativa o vão para o movimento da mola para com o assento é anti-higiênica. Esta alternativa também possui peças em metal, sendo contra a restrição de material plástico.

Na questão de conforto, o material do corpo do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável. Este também foi descartado do projeto.

Figura 21 - Alternativa 4, esquema explodido e acima esquema montado



Fonte: [Próprio autor]

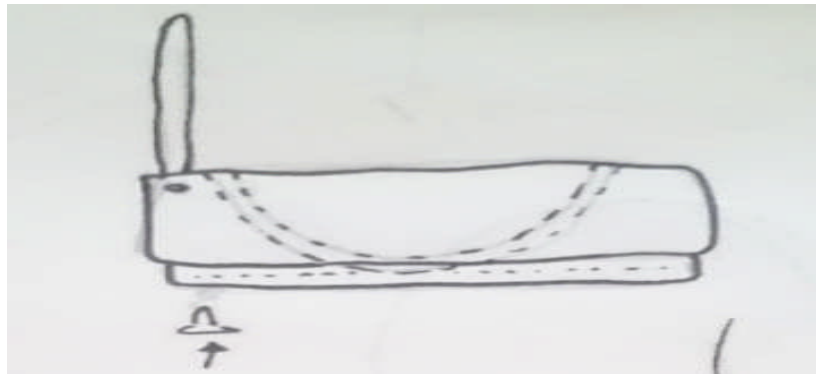
4.6.1.5 Alternativa 5

O objetivo da Alternativa 5 foi o mesmo que o das Alternativas anteriores. Em seu interior, dois arcos dispostos em cada lado fazem o papel de mola. Seu corpo é de polipropileno, e o material do arco seria aço inoxidável, pois se fosse algum polímero, se desgastaria muito depressa. Sua fixação seria realizada por parafusos, roscas e buchas de plástico (nylon) para evitar a corrosão do material, demonstrado nas figuras 22 e 23.

Este assento se tornaria pesado devido aos arcos em seu interior, que precisariam ter uma espessura considerável para o tornar resistente à flexão. Este arco também precisaria ser fabricado sob demanda, o que encareceria o produto final. A manutenção mecânica seria facilitada, porém a questão higiênica continua sendo a mesma das alternativas anteriores, pois o vão para o movimento de flexão é anti-higiênica.

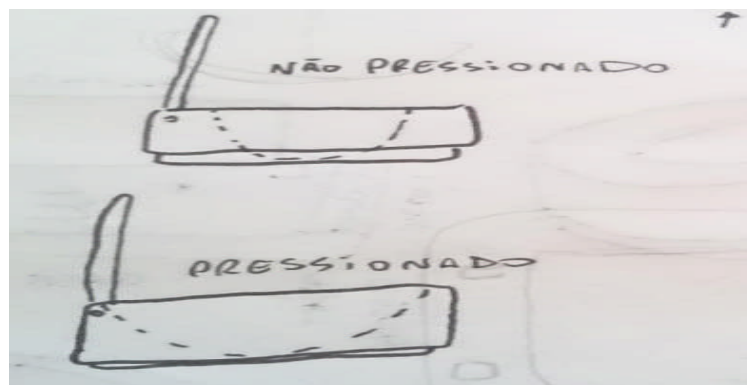
Esta Alternativa também possui peças em metal, que o tornaria pesado. Na questão de conforto, o material do corpo do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável, não sendo utilizado no protótipo.

Figura 22 - Alternativa 5, esquema de mola arqueada.



Fonte: [Próprio autor]

Figura 23 - Alternativa 5, simulação de uso.



Fonte: [Próprio autor]

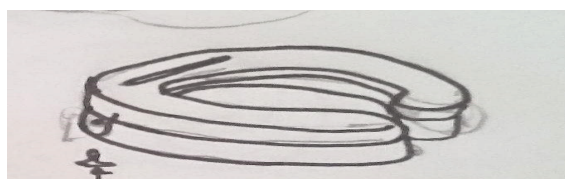
4.6.1.6 Alternativa 6

Esta Alternativa ainda teria o mesmo objetivo de reduzir o esforço no ato de sentar e levantar, mesmo sem a função de mola, pois pode ser elevado por módulos. Eles podem ser encaixados, elevando o assento, e além disto, possuem um sistema de dobradiça para alternar entre os módulos/alturas. Seu corpo é de polipropileno e suas conexões, eixos, parafusos e porcas são de plástico (nylon) para evitar a corrosão destas peças, demonstrado nas figuras 24 e 25.

Esta Alternativa teria como vantagem a facilidade de manutenção mecânica e de limpeza. Porém possui um ponto negativo de necessitar o contato com o assento para alternar os módulos. Dependendo da quantidade de módulos, pode-se tornar pesado, mas por ser divisível, seu transporte é facilitado deste modo. Novamente, dependendo da quantidade de módulos, ao estar aberto, pode acabar não tendo espaço suficiente caso a bacia sanitária tenha caixa d'água embutida na sua parte de trás, fazendo com que o usuário encoste as costas no assento. Sem contar a abertura em sua parte frontal que ficaria muito alta, podendo causar acidentes ao urinar ou evacuar para fora da bacia sanitária.

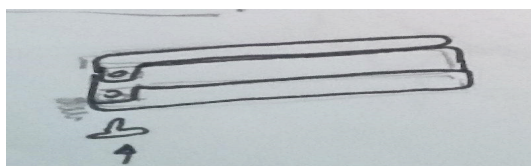
Na questão de conforto, o material do corpo do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável, sendo então descartado do projeto.

Figura 24 - Alternativa 6, sistema de acoplamento e dobradiça. A seta indica o local de fixação



Fonte: [Próprio autor]

Figura 25 - Alternativa 6, sistema de acoplamento e dobradiça, vista lateral. A seta indica o local de fixação.



Fonte: [Próprio autor]

4.6.1.7 Alternativa 7

Esta Alternativa mantém a ideia da altura do assento ser regulada através de dobradiças, porém esta não possui módulos. Nesta alternativa, as alturas são integradas ao assento em um eixo, demonstrado na figura 26.

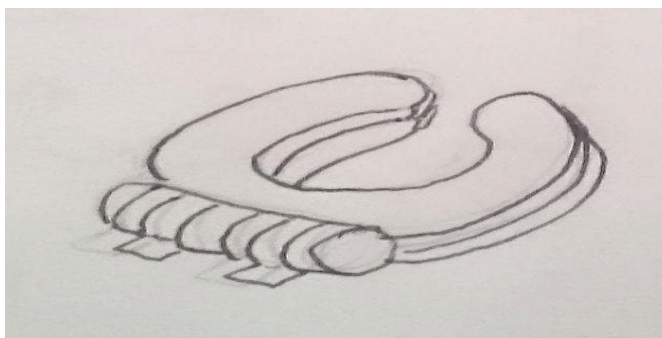
Seu material é de polipropileno e seus eixos, parafusos e porcas são de Nylon para evitar a corrosão destas peças.

Ao contrário da alternativa anterior, esta não é modular, não podendo ser facilmente desmembrada para transporte para ficar mais leve. Suas conexões são de difícil limpeza. Sua parte traseira é muito grande também para alguns tipos de vaso sanitário.

Esta alternativa, por outro lado, por ser limitada em abas, não ocuparia tanto espaço aberta a ponto de encostar nas costas do usuário. Porém, sua abertura frontal se apresenta da mesma forma que a da alternativa anterior, podendo causar acidentes ao urinar ou evacuar para fora da bacia sanitária. A alternância das alturas seria realizada também por contato direto com o assento.

Na questão de conforto, o material do corpo do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável. Este também foi descartado do projeto.

Figura 26 - Alternativa 7, sistema de dobradiça.



Fonte: [Próprio autor]

4.6.1.8 Alternativa 8

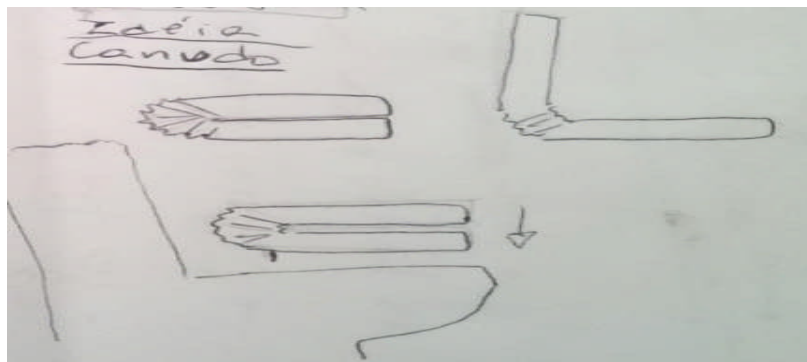
Baseada em canudos dobráveis de plástico, tem o mesmo foco das Alternativas 6 e 7, a altura ajustável, porém, esta alternativa reduz a quantidade de moldes e peças em sua fabricação. Seu corpo pode ser feito em dois moldes (para parafusos e porcas), demonstrado na figura 27.

A manutenção mecânica seria bem mais simples, porém os frisos da dobra poderiam acumular sujeira, mesmo sendo higienizado periodicamente.

Suas alturas não são desmontáveis para o transporte, e ao regular a mesma, deve-se entrar em contato direto com o assento sanitário, usuário poderia também encostar suas costas no assento aberto ao se sentar.

Seu material é de polipropileno e seus parafusos, buchas e porcas são de plástico (nylon). Na questão de conforto, o material do corpo do assento não é fisicamente confortável por ser duro, nem termicamente confortável, sendo descartado do projeto.

Figura 27 - Alternativa 8, sistema baseado em canudo dobrável.



Fonte: [Próprio autor]

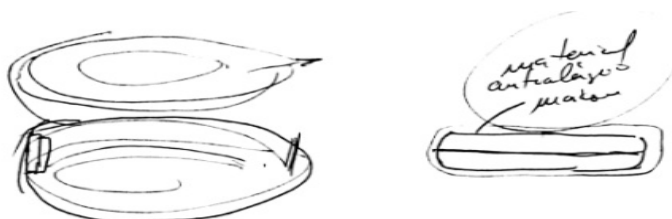
4.6.1.9 Alternativa 9

Esta tem o objetivo de produzir conforto físico e térmico, não deixando de lado a altura elevada para o melhor sentar e levantar. Em sua parte superior, há espuma PRO-D30 foi usada para promover conforto físico, sua parte de baixo de polipropileno para uma base rígida e que seja possível de ser fixada. Seus parafusos, buchas e porcas são de plástico (nylon), para evitar a corrosão destas peças. Seu exterior é de courvin antimoho, promovendo conforto térmico de forma mais agradável, como mostram as figuras 28 e 29

Esta Alternativa não é regulável, e por boa parte de seu material ser espuma, torna-se leve em relação ao seu tamanho.

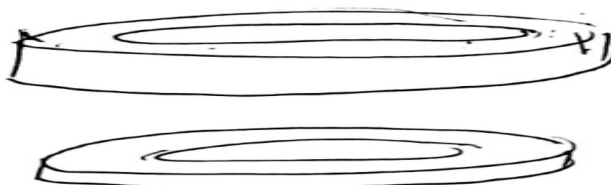
Na questão de sentar e levantar, a espuma PRO-D30 pode ser bem rígida sem deixar de ser fofa, o que, apesar de sua altura, reduz um pouco esta funcionalidade, e, dependendo do peso do usuário, esta funcionalidade pode nem ser notada. Esta quantidade de espuma associada a capa de courvin podem acabar sendo deformadas em pouco tempo, como uma almofada, e ficarem significativamente marcadas, com um relevo negativo em sua superfície. Optou-se então por não utilizar esta alternativa.

Figura 28 - Alternativa 9, esquema com espuma



Fonte: [Próprio autor]

Figura 29 - Alternativa 9, esquema explodido



Fonte: [Próprio autor]

4.6.1.10 Alternativa 10

Baseada em um sanduíche, esta seria como a Alternativa anterior, porém com uma camada de polipropileno em sua parte superior, para evitar a deformação em relevo negativo. Porém, mesmo assim, a espuma poderia se deformar para os lados com o peso. Sem contar que a espuma perdeu sua funcionalidade de dar conforto físico, pois nesta o usuário sentaria em polipropileno novamente, como demonstrado na figura 30.

Figura 30 - Alternativa 10, esquema sanduíche.



Fonte: [Próprio autor]

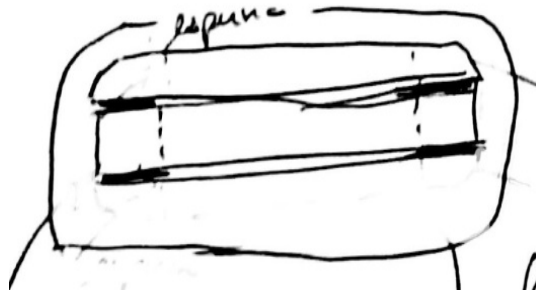
4.6.1.11 Alternativa 11

Esta Alternativa diminui significativamente a quantidade de espuma PRO-D30, para evitar as deformações das alternativas anteriores. Assim é possível promover conforto físico com mais eficiência. Sua altura é elevada agora mais por conta de sua base em polipropileno, que é rígida e é capaz de ser fixada na bacia sanitária através de parafusos, buchas e porcas, que são de nylon para evitar corrosão destas peças. Seu revestimento é de courvin antimofo, o que melhora o conforto térmico do produto, demonstrado nas figuras 31 e 32.

Ele não é regulável, possui uma altura intermediária entre 7,5cm e 13,5cm (10,5cm) e sua abertura frontal não é completa. Sua manutenção mecânica e de limpeza são simples, como a de um assento comum.

Esta Alternativa foi então escolhida para o desenvolvimento do protótipo.

Figura 31 - Alternativa 11, vista lateral.



Fonte: [Próprio autor]

Figura 32 - Alternativa 11, vista frontal



Fonte: [Próprio autor]

4.7 PROTÓTIPO I

4.7.1 Materiais do Protótipo I

Para a produção do protótipo foram comprados os materiais: assento elevado Mebuk de 7,5cm, o courvin anti mofo e a espuma PRO D30.

Os preços e quantidades utilizadas, tão quanto as sobras de materiais, são representados na Tabela 3:

Tabela 3 - Materiais utilizados na confecção do protótipo I.

Quantidade e Material	Valor	Sobras
1uni - Assento sanitário elevado 7,5cm	R\$105,99	Nenhuma
5x20x190cm - Espuma PRO-D30	R\$21,60	Aproximadamente metade
100x190cm - Courvin anti-mofo	R\$33,30	Aproximadamente metade
Total	R\$160,89	R\$27,45

4.7.2 Construção do Protótipo I

O protótipo foi construído com base no similar assento sanitário elevado Mebuki comprado na TecnoMed em Volta Redonda, RJ. As dimensões do protótipo são de aproximadamente 10x36x41cm.

Em oficina, os materiais foram separados. O primeiro material a receber tratamento foi a espuma poliuretano PRO-D30. Foram cordadas duas tiras nas dimensões de 20 x 41cm, sobrando 20 x 108cm da espuma. Elas foram modeladas com uma tesoura, ajustando-se ao formato do assento e suavizando suas bordas. As tiras de espuma foram unidas e fixadas na base de polipropileno por cola de contato.

O courvin foi cortado nas dimensões de 100x70cm e foi envolvido na peça gerada anteriormente para verificar se as dimensões estavam de acordo. Após isto, foi cortada no meio e em suas bordas para se adequar ao formato, e então foram fixadas com grampos por pressão. Para reforçar o material em sua parte traseira, uma tira de 20x60cm do courvin foi aplicada no local, como mostra a figura 33.

Figura 33 - Processo de encapamento do assento do assento sanitário (estágio inicial).



Fonte: [Próprio autor]

4.7.3 Discussão quanto o Protótipo I

Este protótipo apresentou problemas em seu acabamento, que pode dificultar a higiene e limpeza.

Em produção, o material do protótipo se apresentou de difícil adequação, gerando dobras no seu acabamento. Pesquisando mais a fundo com especialistas e pessoas que estão envolvidos na área de oficina, pode-se obter a informação de que este material deveria ser conformado com ar quente, ou então substituído por borracha líquida em spray.

As fixações do courvin podem ser feitas com rebites lisos fixados por pressão, e para acabamento foi sugerido que o as bordas do material fossem dobradas para evitar o acúmulo de sujeira.

Apesar do protótipo promover conforto físico e térmico, com proteção antimoho, pode ser sanitariamente incorreto por apresentar dobras em sua superfície e vãos em sua superfície, geradas por dificuldades no acabamento. Por este motivo procurou-se outra alternativa de material para o revestimento do assento.

4.8 PROTÓTIPO II

4.8.1 Materiais do Protótipo II

Como recomendado, foi testada a conformação a calor no courvin, mas não foi obtido sucesso neste processo. Então, comprou-se o spray envelopador Eucatex branco para emborrachamento líquido afim de proporcionar um acabamento melhor, substituindo o encapamento com o courvin, demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4 - Materiais utilizados na confecção do protótipo II

Quantidade e Material	Valor	Sobras
Assento sanitário elevado 7,5cm	R\$105,99	Nenhuma
Espuma PRO D 30	R\$21,60	Aproximadamente metade
2 Unidades de 500ml de Spray Envelopador Eucatex branco	R\$50,00	Nenhuma
Total	R\$227,59	R\$10,80

Utilizar este spray como material aumentou R\$66,70 no preço final de um assento, sendo necessário mais 2 unidades de spray para se construir mais um.

4.8.2 Discussão quanto o Protótipo II

Para a construção do Protótipo II, a capa de courvin foi substituída por spray envelopador. Para isto, foi reaproveitado o assento base utilizado no Protótipo I. Retirou-se os grampos que fixavam o a capa e em seguida a capa, restando apenas a base e a espuma. (Figura 34)

Figura 34 - Desencapando a base



Fonte: [Próprio autor]

Em seguida, para alisar e diminuir os danos causados a base pelo processo anterior, sua superfície foi lixada. Como o encapamento através do spray irá cobrir a espuma e tomar sua forma, a mesma foi modelada com um esmeril para que seu aspecto fosse aperfeiçoado. (Figura 35)

Figura 35 - Lixando a base e modelando a espuma



Fonte: [Próprio autor]

Para emborrachar a superfície da espuma, o assento foi suspenso. O spray foi aplicado em camadas e o envelopamento total pôde ser realizado com 2 latas de spray de 500 ml. (Figuras 36 e 37)

Figura 36 - Pendurando, aplicando o spray e envelopamento total



Fonte: [Próprio autor]

Figura 37 - Spray envelopador utilizado.



Fonte: [Próprio autor]

4.8.3 Conclusões quanto o Protótipo II

A utilização do spray de envelopamento não garantiu um acabamento melhor, pelo contrário. Além da superfície do protótipo ter ficado irregular, ao pressionar a espuma envelopada, a espuma se esticava e se rompia em certos locais, o que pode gerar rachaduras na sua parte exterior.

Utilizar o courvin se mostrou mais barato. Corte, dobra e costura pode ser um meio de conformar melhor este material, gerando um melhor acabamento. Para evitar que os fixadores fiquem expostos e dificultem a limpeza, sugere-se aplicar uma camada do mesmo material por cima deles.

4.9 PROTÓTIPO III

4.9.1 Materiais do Protótipo III

Voltou-se, então, a ser utilizada a Tabela anterior de materiais devido maior custo-benefício e acabamento em comparação com a do Protótipo II.

Tabela 5 - Materiais utilizados na confecção do protótipo III

Quantidade e Material	Valor	Sobras
Assento sanitário elevado 7,5cm	R\$105,99	Nenhuma
Espuma PRO D 30	R\$21,60	Aproximadamente metade
Courvin anti-mofo 100x190	R\$33,30	Aproximadamente metade
Total	R\$160,89	R\$27,45

4.9.2 Construção do Protótipo III

Para realizar o Protótipo III, foi terceirizado um profissional que possuísse as máquinas e técnicas necessárias para costura. A camada grossa do envelopamento anterior foi retirada para reaproveitar a base com a espuma. Então, courvin foi recortado no formato do assento com a espuma e deu-se início às dobras e costuras do material, demonstrado na figura 38.

Figura 38 - Recorte do courvin e início da dobra e costura do material



Fonte: [Próprio autor]

Em sua parte inferior, as beiradas foram dobradas e fixadas por grampos. Em seguida, foi coberta por uma camada de courvin que foi fixada por meio de costura, como demonstrado nas Figura 39 e 40.

Figura 39 - Fixação do courvin por grampos e costura



Fonte: [Próprio autor]

Por fim, sua parte superior foi costurada. Valor da mão de obra, R\$ 60,00.

Figura 40 - Protótipo III



Fonte: [Próprio autor]

4.9.3 Discussão quanto o Protótipo III

A quantidade de courvin para a produção foi aproximadamente a mesma da produção do Protótipo I. Cortando as tiras no formato do assento e costurando promoveu o melhor acabamento até o momento.

É provável que com mais pontos de fixação do material do que somente abaixo do assento (como foi feito no Protótipo I) aumente a resistência do produto, aumentando o tempo entre períodos de manutenção.

Com sua parte inferior encapada, a limpeza pode ser realizada sem dificuldades.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES DOS PROTÓTIPOS

Os assentos similares podem apresentar variações que vão desde a sua altura até sua forma e sua textura, aumentando ou diminuindo o grau de dificuldade do idoso ao sentar e levantar.

O envelhecimento e os processos degenerativos afetam variáveis como força, velocidade e estabilidade postural durante um comportamento como o sentar, levantar. Em geral, os processos degenerativos modificam a qualidade da habilidade motora. Também aspectos relacionados à percepção dos níveis de dificuldade ou facilidade de execução desses gestos podem sofrer mudanças. [32]

Hoje, já dispomos de estudos que verificaram que 42% de indivíduos idosos com e sem artrite relataram dificuldade para levantar de uma cadeira com uma altura confortável. Acreditamos que o grande interesse dos pesquisadores pelo ato de levantar e sentar se deva aos relatos de idosos que experimentaram dificuldades maiores para levantar, particularmente quando patologias estão associadas. [68]

Apesar da maior dificuldade em tarefas de levantar, indivíduos idosos parecem manter o mesmo padrão de ativação muscular independente da presença de uma patologia. Além disso, sujeitos idosos normais e com artrite não variam seu padrão de ativação muscular mesmo quando usando apoio de braço ou com mudanças na altura do assento (420 e 595 mm). [32]

Foi notada somente uma pequena diferença, para alguns idosos, na amplitude do sinal EMG entre membros direito e esquerdo. Por exemplo, um sujeito com artrite pareceu usar mais sua perna direita do que a esquerda que estava mais severamente afetada pela doença. [68]

Um aspecto que pode contribuir para aumentar a dificuldade em levantar de um assento sanitário é sem dúvida a variação da sua altura. Existem no mercado vários modelos de assentos com formatos e alturas diferentes.

Um estudo foi realizado para determinar os padrões de movimento nas articulações dos membros inferiores durante o ato de levantar de uma cadeira com diferentes alturas. Os sujeitos levantaram de assentos de quatro alturas diferentes: 65, 80, 100 e 115% da altura da articulação do joelho do sujeito. De modo geral, pode-se dizer que o momento e a amplitude de movimento de todas as articulações aumentaram com a diminuição da altura da cadeira. Ou seja, à medida que diminui a altura do assento, aumenta a necessidade de produção de força. [32]

Na articulação do joelho, o momento de flexão diminuiu em torno de 50% da menor para a maior altura. Este comportamento torna evidente que idosos e indivíduos com doença na articulação do joelho (por exemplo, artrite) poderiam reduzir grandemente a sobrecarga no joelho simplesmente evitando assentos muito baixos e usando assentos mais altos. [32]

Estudos também foram desenvolvidos especificamente para investigar as contribuições relativas da força da extremidade inferior e do controle do equilíbrio na tarefa de levantar da cadeira quando realizado por idosos com limitações funcionais moderadas. Limitações funcionais do comportamento perceptivo-motor devem ser entendidas como um fator de risco para idosos, pois podem causar a perda da independência para habilidades como levantar sem auxílio. Os idosos do estudo foram investigados no limiar da capacidade de levantar de um assento com altura mínima que permitiu o levantar. Os resultados deste estudo indicaram que a força, antes que o equilíbrio, foi o fator mais significativo de sucesso o movimento de levantar. A força e o controle do equilíbrio podem variar bastante em seus parâmetros se estudarmos pessoas com déficits neurológicos específicos. [70]

Para análise do material utilizado foram realizados testes para comprovar a impermeabilidade do courvin e também para verificar a sua capacidade de absorver água.

No teste de impermeabilidade realizado, o courvin mostrou ser impermeável por 24h, como mostra a Figura 41.

Figura 41 – Teste de impermeabilidade do courvin



Fonte: [Próprio autor]

Porém no local onde há costura a água passa muito rápido, 08,01 segundos, como mostra a Figura 42.

Figura 42 – Teste de impermeabilidade no local da costura

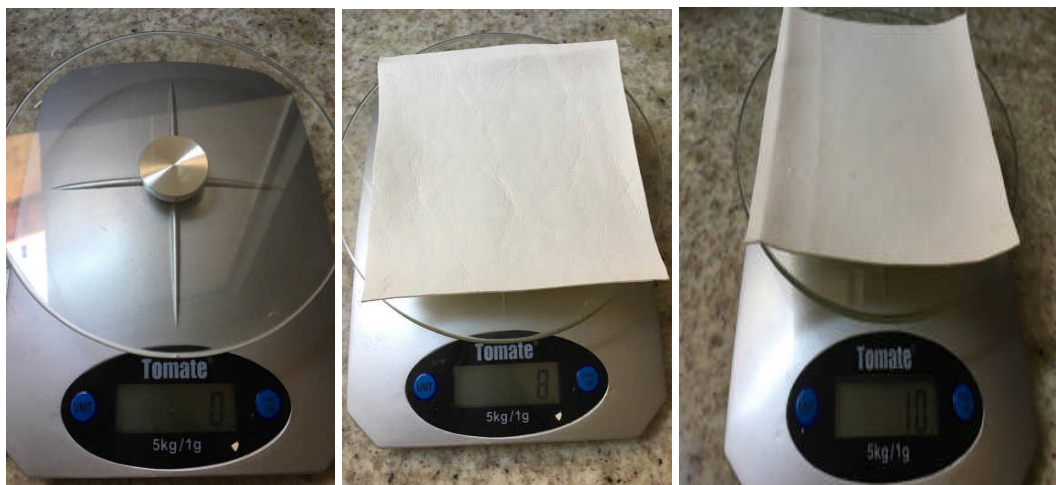


Fonte: [Próprio autor]

A área de costura mostrou que permite a passagem de água, um fator à ser estudado a fim de buscar novas alternativas para evitar que a espuma absorva essa água e que o assento fique úmido.

Ao avaliar a absorção de água o courvin aumentou seu peso ao ficar submerso em água por 5 minutos. Foi pesado uma amostra de 10x10cm e verificado seu peso antes e após ser submerso, modificando seu peso de 8g para 10g, sendo mostrado na Figura 43.

Figura 43 – Pesagem do courvin seco e molhado



Fonte: [Próprio autor]

O resultado obtido com este trabalho foi um assento de altura intermediária, estofado e com superfície de courvin, para maior conforto térmico e físico.

O melhor procedimento para o encapamento mostrou ser o corte, dobra e costura. É possível que este meio de produção gere um assento com menor resistência comparado com os que estão atualmente no mercado, porém, para este material alternativo, este é o procedimento em que o torna o mais próximo do ideal.

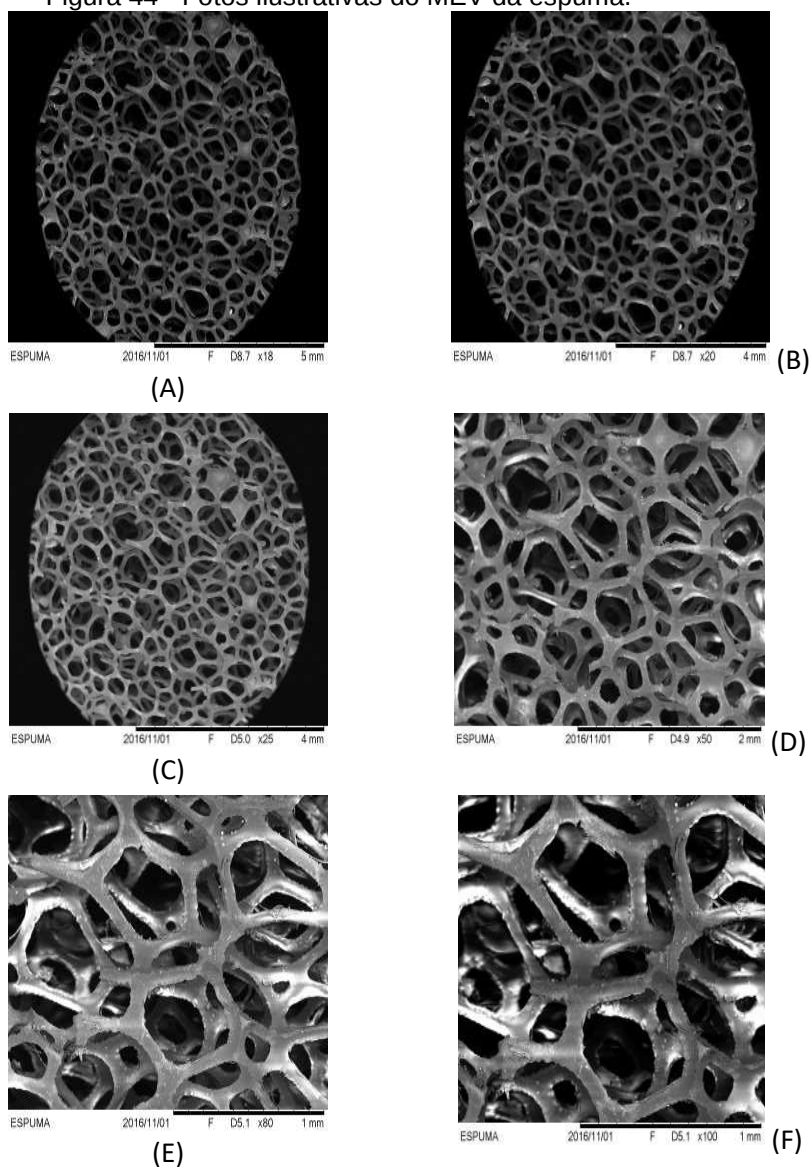
Fora o corpo do assento, que necessita de um molde e de polipropileno, as quantidades citadas dos demais materiais rendem a construção de um par de assentos se administradas de maneira precisa.

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS MATERIAIS UTILIZADOS

5.1.1 Resultados do MEV

As micrografias obtidas por MEV permitiram avaliar os aspectos morfológicos das fibras. As imagens abaixo mostram que a espuma que foi utilizada é uma espuma com grande quantidade de vazios, como uma espuma tradicional, características de um PU (material poroso). O MEV da espuma nas diferentes ampliações. (A)18x; (B)20x; (C)25x; (D)50x; (E)80x e (F)100x, mostrado na Figura 44.

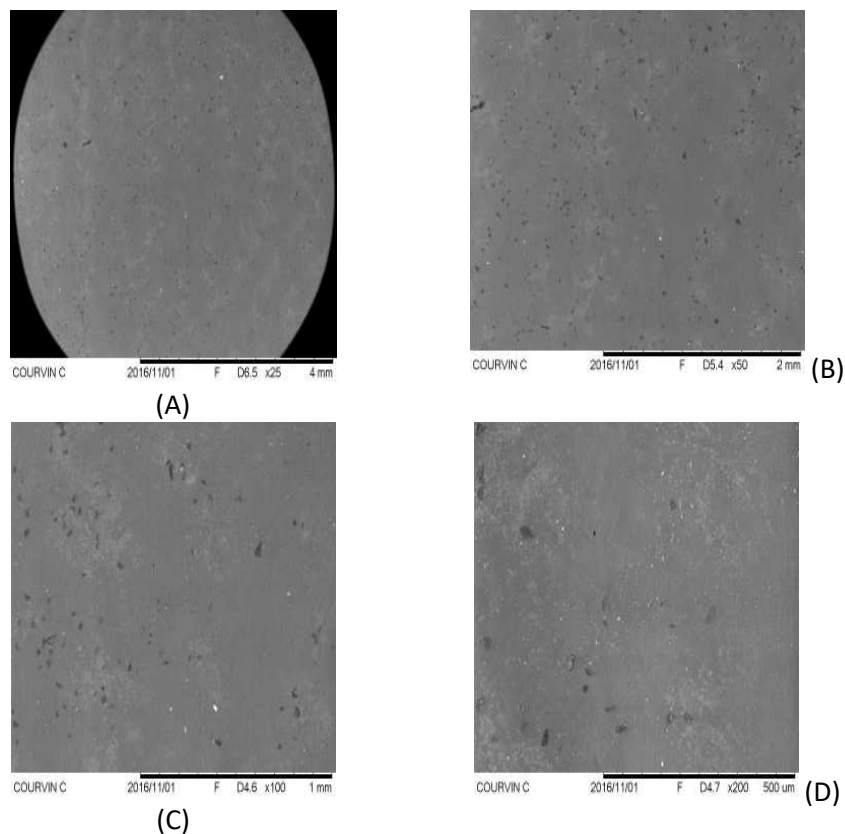
Figura 44 - Fotos ilustrativas do MEV da espuma.



Fonte: [Próprio autor]

O MEV da parte superior do courvin mostra um caráter totalmente isolante à água. O MEV do courvin em sua parte superior do assento nas diferentes ampliações. (A)25x; (B)50x; (C)100x e (D)200x, mostrado na figura 45.

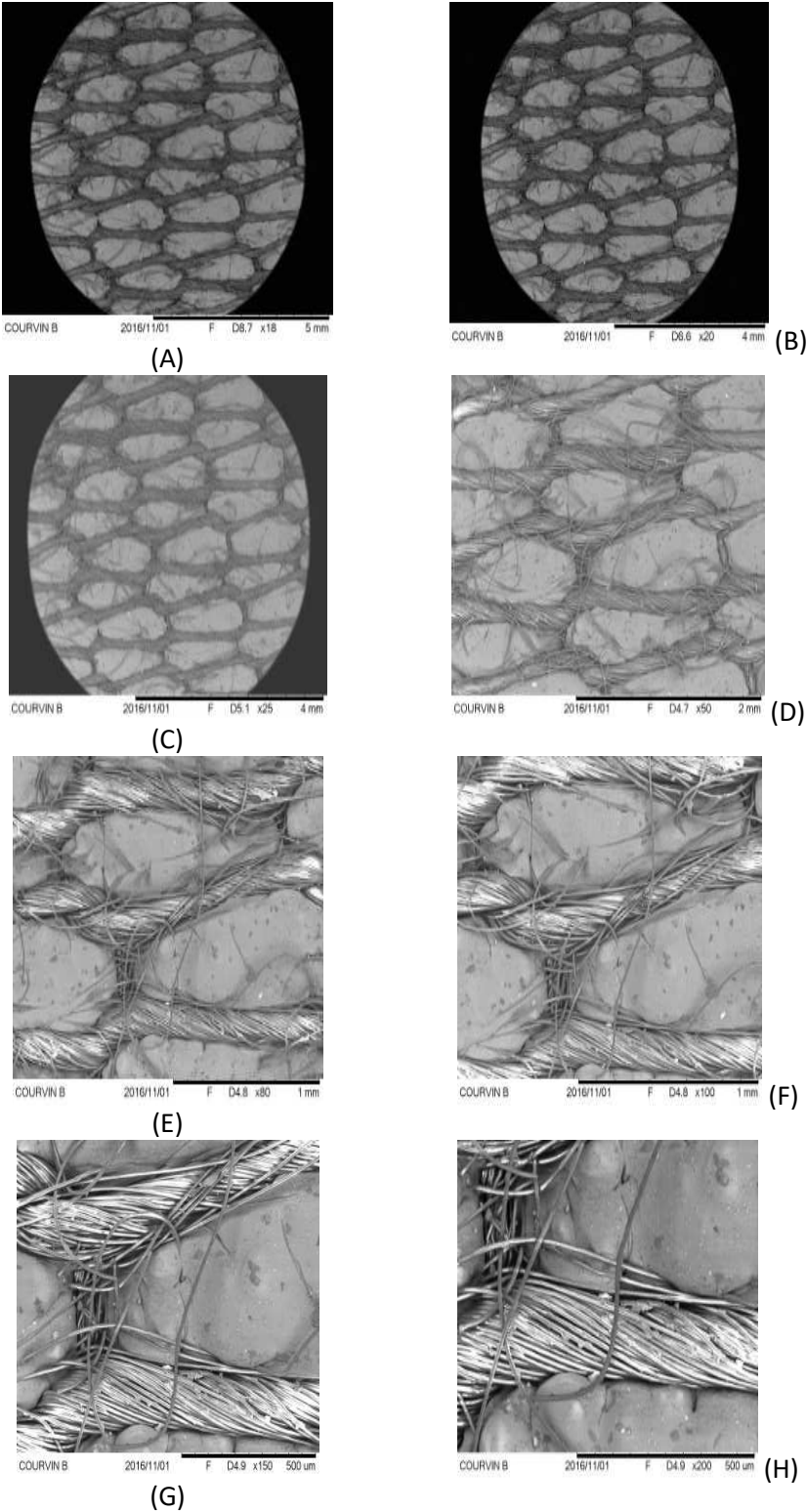
Figura 45 - As fotos do MEV do courvin mostrando a parte superior do revestimento do assento



Fonte: [Próprio autor]

O MEV da parte inferior do courvin mostra a trança que foi utilizada para a confecção do mesmo. O MEV do courvin em sua parte inferior do assento nas diferentes ampliações. (A)18x; (B)20x; (C)25x; (D)50x; (E)80x; (F)100x; (G)150x e (H)200x, mostrado na Figura 46.

Figura 46 - As fotos do MEV do courvin mostrando a parte inferior do assento



Fonte: [Próprio autor]

6. CONCLUSÃO

Encontra-se embasamento científico suficiente para justificar as vantagens de se ter um assento mais elevado para os idosos e deficientes físicos. Porém esses necessitam de mais conforto e uma variação maior de altura.

Apesar de não seguir duas normas da NBR 9050 (não ser permitido possuir abertura frontal e a altura máxima do assento mais a bacia sanitária), foi possível colher, com a construção destes três protótipos, conhecimentos práticos através de erros e acertos quanto a aplicação e combinação de materiais poliméricos alternativos de fácil acesso, manipulação e que gastam pouca energia na construção um assento sanitário para idosos e deficientes. Conhecimentos estes que podem ser aplicados na construção de um protótipo que possa se adequar melhor as regras da NBR9050 e aos banheiros da UniFOA.

Com os materiais e acabamentos realizados no Protótipo III, pode-se promover um maior conforto ao usuário e uma limpeza descomplicada. Acredita-se que a altura intermediária entre os assentos elevados já encontrados no mercado possa ser mais uma opção para adequar a altura do assento com a altura do usuário. Caso o protótipo seja testado, com esta altura, pode-se observar aproximadamente como seria o impacto em usuários de diferentes alturas. Outro fator que pode ser testado é a importância da abertura frontal, algo proibido pela NBR 9050, mas que a mesma não cita os motivos disto.

Talvez o material utilizado não seja o melhor material alternativo polimérico para solucionar os problemas e objetivos apontados. Há diversos outros materiais que podem ser testados e aplicados, com meios de fabricação diversos. A espuma, o courvim e o spray emborrachante são materiais que não demandam de máquinas muito complexas ou de muita energia para sua execução.

Os valores totais para a produção de um protótipo demonstrados nas tabelas 3,4 e 5 não se aplicam aos reais valores de uma produção em larga escala. A base do assento em polipropileno foi aproveitada de um assento sanitário que está atualmente no mercado, logo em seu preço estão incluídos ganhos em cima de material, energia, mão de obra e lucro do revendedor. Em uma produção em larga escala, aparenta ser ideal a produção da base do assento com polipropileno através de um molde e a utilização de máquinas em certas etapas (o que otimizaria a

produção), pois acredita-se que o valor do protótipo produzido em larga escala seja inferior que o valor que foi gasto na produção do mesmo durante a pesquisa.

O novo assento proposto confirma sua relevância pois foi aceito o depósito do pedido de Patente de Utilidade perante o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), em novembro de 2016.

Investir em formas de adequar ambientes a este público necessita de diversas máquinas e equipamentos para a produção de modelos. Atualmente, há diversos projetos, pesquisas e incentivos na área de acessibilidade. Seria interessante que houvessem cada vez mais parcerias entre pesquisadores e empresas que contam com estes maquinários para a produção e teste de modelos. Outra questão para que isso aconteça com mais frequência é o futuro, em que boa parte da população será constituída de idosos, parte do público desta pesquisa e futuros consumidores.

8. SUGESTÃO DE TRABALHOS FUTUROS

Com o objetivo de aprimorar o protótipo desenvolvido neste trabalho propõe-se o experimento de outros materiais para o revestimento externo do mesmo de forma que se possa evitar a passagem de água no local da costura ou então o uso de cola de vinil no lugar da costura para também tentar solucionar este problema.

O uso de diferentes alturas de espuma também é sugerido no intuito de oferecer uma maior variação de altura do assento podendo ser correlacionada com a altura do usuário.

7. REFERÊNCIAS

- [1] MICHAELIS. Moderno Dicionário da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos. 2009.
- [2] Revisão 2008 - **Projeção da população** - Grupos especiais de idade. Disponível em <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br/series.aspx?no=10&op=0&vcodigo=POP305&t=revisao-2008-projecao-populacao-grupos-especiais>>. Acesso em: 1 nov. 2015.
- [3] CENSO DEMOGRÁFICO 2010: **Pessoas com deficiência** - Amostra. Disponível <http://www.ibge.gov.br/estadosat/temas.php?sigla=rj&tema=censodemog2010_defic> acesso em: 1 nov. 2015.
- [4]MATSUI, M. **Correlação entre estrutura química, super-estrutura macromolecular e morfologia das blendas e redes poliméricas à base de quitina e poliuretano**. Tese de doutorado – Universidade Federal do Paraná. 2007, p 01.
- [5] SCHILLING, A.F.; Linhart, W.; Fike, S.; Gebauer, M.; Schinkt, T.; Rueger, J.M.; Amling, M.; **Resorbability of bone substitute biomaterials by human osteoclasts**. Biomaterials. 2004, p. 25.
- [6] HENCH L. **Biomateriais: uma introdução**. In: Oréfice RL, Magalhães MM, Mansur HS, eds. **Biomateriais: fundamentos e aplicações**. Rio de Janeiro:Cultura Médica; 2006. P.1-7.
- [7] RATNER B.D.; HOFFMAN A.S.; SCHOEN F.J.; LEMONS J.E.; **Biomaterials science: a multidisciplinary endeavor**. In: Ratner BD, Hoffman AS, Schoen FJ, Lemons JE, eds. **Biomaterials science: an introduction to materials in medicine**. Londres: Elsevier Academic Press; 2004. p.1-9.
- [8] PARK, J. B.; LAKES, R. S. **Biomaterials an introduction**. Plenum Press. New York, 1992.
- [9] ORÉFICE, R. L. **Biomateriais: fundamentos e aplicações**. Cultura Médica, Rio de Janeiro, 2006.
- [10] COUTINHO, F. M. B.; Mello, I. L.; Santa Maria, L. C. - **Polimeros: Cienc Tecnol**, 1, p.1, 2003.
- [11] KURTZ, S. M. **The UHMWPE Handbook: Ultra-high Molecular Weight Polyethylene in Total Joint Replacement**. Elsevier Academic Press, New York, 2004.
- [12] AKCELRUD, L. **Fundamentos da ciência dos polímeros**. Barueri. Manole, 2007.

- [13] MANO, E. **Introdução a polímero**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 1989.
- [14] JÚNIOR C. D. W. **Ciência e engenharia de materiais: Uma Introdução**; Ed. LTC.
- [15] BOERRE, N. R.; DOVE, J. J.; COOPER, J. **Development of a degradable composite for orthopaedic use: Mechanical evaluation of an hydroxyapatite-polyhydroxybutirate composite material**. *Biomaterials*, v.14, p.793-796, 1993.
- [16] DUMITRI, S.; VIDAL P.; CHORNET E. **Hydrogels based on polysaccharides**. In: **Polysaccharides in medicinal applications**. Wiley (1996) 125-194.
- [17] ISHIZAKI, M. H. et al. **Caracterização Mecânica e Morfológica de Compósitos de Polipropileno e Fibras de Coco Verde: Influência do Teor de Fibra e das Condições de Mistura**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 16, n. 3, p. 182-186, 2006.
- [18] OTA, W. N. **Análise de compósitos de polipropileno e fibras de vidro utilizados pela indústria automotiva nacional**. 2004. 90 f. Dissertação de Mestrado em Engenharia: Universidade Federal do Paraná, 2004.
- [19] CALLISTER JR, W. D. **Fundamentos da Ciência e Engenharia de Materiais: Uma Abordagem Integrada**. 2a ed. Rio de Janeiro: LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 2006, 591 p.
- [20] BRANDÃO, A.T. **Desenvolvimento e Caracterização de Compósitos de Polipropileno Reforçados Com Fibras do Bagaço de Cana-de-açúcar**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Aranha, 2005.
- [21] GUASTALDI, A.C. **Um importante biomaterial**. Araraquara: grupo de biomateriais. Instituto de química da Araraquara: Apostila UNESP, 2001, p.1-7.
- [22] www.portal.anvisa.gov.br. **Brasil. Ministério da Saúde. Resolução RDC n.º 185, de 22 de outubro de 2001**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil > em 1 de novembro de 2015.
- [23] SANTOS, C. G. D.; STAMATO, C. **Idosos X Tecnologia: Fatores que dificultam o entendimento de novas tecnologias por idosos**. IX Colóquio Técnico-científico UniFOA, 2015.
- [24] LIMA-COSTA, M. F.; VERAS, R. **Saúde pública e Envelhecimento**. *Cad. Saúde Pública*, v. 19, n. 3, Rio de Janeiro, Junho 2003.
- [25] BBC. **Número de idosos no Brasil vai quadruplicar até 2060**, diz IBGE. <http://www.bbc.com/portuguese/noticias/2013/08/130829_demografia_ibge_populacao_brasil_lgb>. Acesso em: 22 de junho de 2015, às 01:33h.

- [26] DAVINI, R.; NUNES, C. V. **Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idoso**. Revista Brasileira de Fisioterapia. v 7, n 3. 2003.
- [27] CORAZZA, M. A. **Terceira idade e atividade física**. São Paulo: Phorte, 2001.
- [28] MARCHINI NETTO, F. L. **Aspectos Biológicos e Fisiológicos do Envelhecimento Humano e Suas Implicações na Saúde do Idoso**. Revista Pensa a Prática. UFG. v 7, n. 1, 2004.
- [29] SILVA, M. L. V. R. **Roteiro para o desenvolvimento de assentos inclusivos: a problemática do idoso**. Blucher desing proceedings. v 1, n 4. 2014.
- [30] SCHNEIDER, R.H.; IRIGARAY, T.O. **O envelhecimento na atualidade: aspectos cronológicos, biológicos, psicológicos e sociais**. Estudos de Psicologia. Campinas, dez 2008.
- [31] SIECK, G. C. (2003). **Physiology of aging**. J Appl Physiol 95(4): 1333-1334.
- [32] MORAES, R. **Efeitos do envelhecimento nas habilidades de andar para frente, andar para trás, sentar e levantar**: Dissertação de mestrado. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1999.
- [33] SILVA, P.O; FREITAS, R.S; MONTEIRO, M.R; BORGES, S.M. **Avaliação da Capacidade Física e Quedas em Idosos Ativos e Sedentários da Comunidade**. Rev Bras CALIN Med: n.8 p392-398. São Paulo, 2010.
- [34] DESCHENES, M. R. (2004). **Effects of aging on muscle fibre type and size**. Sports Med 34(12): 809-824.
- [35] FERREIRA, S.S.; Elsangedy, H.E.; SILVA, S.G. **Alterações fisiológicas durante o envelhecimento: a importância da atividade física**. Revista Digital. Vuenos Aires, ano 2016, n. 163, 2001.
- [36] DAVINI, R; NUNES. C.V. **Alterações no sistema neuromuscular decorrentes do envelhecimento e o papel do exercício físico na manutenção da força muscular em indivíduos idosos**. Ver. Bras. Fisioter. Vol. 7, n 3. (2003). P. 201-207.
- [37] CRUZ, A., OLIVEIRA, ME.M.; MELO, S.I.L. **Análise Biomecânica do Equilíbrio do Idoso**. Acta Ortop Bras. 2010; n18. P96-99.
- [38] CARVALHO, F. J. W., **Envelhecimento do aparelho gênito-urinário**. In: FREITAS, E. V. et al.Tratado de Geriatria e Gerontologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 426-429.

- [39] FERRIOLLI, E; MORIGUTI, J. C. **Envelhecimento do aparelho digestório**. In: FREITAS, E. V. et al. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. p. 376-379.
- [40] FÁTIMA G, CAROLINA M C, MÁRCIA L. D. C V, JULIANA A C, KÁTIA REGINA S. **O movimento de passar de sentado para de pé em idosos: implicações para o treinamento funcional**. Acta Fisiátrica; n. 3, v. 10: 138-143, 2003
- [41] DREYFUSS ASSOCIATES, H. **As Medidas do Homem e da Mulher**. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- [42] PRADO, A. D. A. **Acessibilidade e Desenho Universal**. 3º congresso Paulista de Geriatria e Gerontologia. Santos, São Paulo, 2003.
- [43] NASSER, J.P. **Biomecânica do esporte/ Educação Física**. Origens e tendências no Brasil. As ciências do esporte no Brasil. Campinas, SP: Autores associados, 1995.
- [44] HAY, J. **The Biomechanics of Sports Techniques**. Prentice-Hall. Englewood Cliffs, N.J. 1978
- [45] AMADIO, A. **Fundamentos da biomecânica do esporte. Considerações sobre a análise cinética e aspectos neuro-musculares do movimento**. Tese de Doutorado. Escola de Educação Física da Universidade de São Paulo. 1989
- [46] AMADIO, A. **Fundamentos biomecânicos para a análise do movimento humano**. Edição da Universidade de São Paulo. São Paulo. 1996.
- [47] MCGINNIS, P. **Biomechanics of Sports and Exercise**. Human Kinetics. Champaign, IL. 1999.
- [48] CHAO, E. Y. S . **Biomechanics of the Human Gait** . In: SCHMID-SCHUNBEIN, GW; WOO, LY; ZWEIFACH, BW . Frontiers in Biomechanics, NY: Springer-Verlag, 1986, p.225-242
- [49] ZERNICKE, R. F . **The emergence of human biomechanics**. In: Brooks, G.A.: Perspectives on the academic discipline of physical education. Champaign: Human Kinetics Pub., 1981, 124-136.
- [50] HAMILL, J.; KNUTZEN,. **Bases biomecânicas do movimento humano**. São Paulo, Manole; 1999.
- [51] GOULART, F.; CHAVES, C. M.; CHAGAS, M. L. D.; CARVALHO, J. A. **O Movimento de passar de sentado para de pé em idosos: implicações para o treino funcional**. Revista Acta Fisiátrica, v. 10, n. 3, 2003.

- [52] SCHULTZ, A. B.; ALEXANDER, N. B.; ASHTON-MILLER, J. A.; **Biomechanical analyses of rising from a chair.** J Biomech 1992; 25:1383-91.
- [53] SCHENKMAN, M; BERGER, R. A., RILLEY P. O., MANN, R. W., HODGE, W. A.; **Whole-body movements during rising to standing from sitting.** Phys Ther 1990; 70:638-51.
- [54] GOULART F.R.; **Valls-Solé J. Reciprocal changes of excitability between tibialis anterior and soleus during the sit-to-stand movement.** Exp Brain Res 2001; 139:391-7.
- [55] LUUKINEN H.; KOSKI K.; LAIPPALA P.; KIVELA S.; **Risk factors for recurrent falls in the elderly in long-term institutional care.** Public Health 1995;109:57-65.
- [56] BAER G. D.; DUWARD B. R.; **Levantar e sentar.** In: Duward B.R., Baer G.D., Rowe PJ. Movimento Funcional Humano. São Paulo: Manole; 2001.
- [57] HUGHES M. A.; MYERS B. S; SCHENKMAN M. L.; **The hole of strength in rising from a chair in the functionally impaired elderly.** J Biomech 1996; 29:1509-13.
- [58] SCHENKMAN M.; BERGER RA, RILLEY P. O.; MANN R. W.; HODGE W. A. **Whole-body movements during rising to standing from sitting.** Phys Ther 1990; 70:638-51.
- [59] VANDERVOORT A. A. **Alterações biológicas e fisiológicas.** In: Pickles B, Compton A, Cott C, Simpson J, Vandervoort A. Fisioterapia na terceira idade. São Paulo: Santos; 1998.p.67-80.
- [60] GUSTAVO L.; LEONARDO M.; MARIA M. M. S. **Importância do treinamento da propriocepção e do controle motor na reabilitação após lesões músculo-esqueléticas.** Acta Fisiátrica; n. 3, v. 16. SET 2009. ISSN 2317.0190
- [61] CARR J., SHEPHERD R.; **Standing up and sitting down.** In: Carr, J., Shepherd, R. Neurological Rehabilitation: Optimizing Motor Performance. Oxford: Butterworth-Heinemann; p. 71-92, 1998.
- [62] SCHENKMAN M.; BERGER R.A; RILLEY P.O; MANN R.W; HODGE W.A; **Whole-body movements during rising to standing from sitting.** Phys Ther 1990; 70:638-51.
- [63] MILLINGTON PJ, MYKLEBUST BM, SHAMBES GM. **Biomechanical analysis of the sit-to-stand motion in elderly persons.** Arch Phys Med Rehabil 1992; 73: 609-17.

- [64] GOULART FR, VALLS-SOLÉ, J. **Patterned electromyographic activity in the sit-to-stand movement.** Clin Neurophysiol 1999; 110:1634-40.
- [65] PELICIONI, PHS, PEREIRA, MP, LAHR J, GOBBI, LTB. **Análise cinética e cinemática do levantar e andar em jovens e idosos.** Revista Brasileira do Esporte. Vol 37, ISSUG 3 – September, 2015. Pg, 237 – 244.
- [66] ABNT9050. Disponível em <http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_164.pdf> em 1 nov. 2015.
- [67] www.plasticobrasil.com.br-novosite-project-courvim-antimofa-san-diego. > em 3 nov. 2016.
- [68] www.mebuk.com.br-produtos-medico-hospitalar. > em 3 nov. 2016.
- [69] MUNTON, J. S., ELLIS, M. I., WRIGHT, V. **Use of electromyography to study leg muscle activity in patients with arthritis and in normal subjects during rising from a chair.** Annals of the Rheumatic Diseases, v.43, p.63-5, 1984.
- [70] SCHENKMAN, M. et al. **The relative importance of strength and balance in chair rise by functionally impaired older individuals.** Journal of the American Geriatrics Society, v.44, p.1441-46, 1996.
- [71] www.algosobre.com.br-biologia-sistema-muscular.html.>em 3 março2017.