

Graziela Moraes, Larissa Lima, Giselle Merino, Eugenio Merino \*

# Seleção de materiais para produtos de tecnologia assistiva: o caso de talheres adaptados para pacientes com distúrbios neurológicos



**Graziela Guzi de Moraes**

Univ. Federal de Santa Catarina  
<graziela.guzi@posgrad.ufsc.br>

**Larissa Lima**

Univ. Federal de Santa Catarina  
<larissa.lg@outlook.com>

**Giselle Schmidt A. Díaz Merino**

Univ. Federal de Santa Catarina  
<gisellemerino@gmail.com>

**Eugenio Andrés Díaz Merino**

Univ. Federal de Santa Catarina  
<eugenio.merino@ufsc.br>

**Resumo** Muitas pessoas convivem com limitações motoras, que impedem a plena realização de atividades cotidianas como a alimentação. O Design Universal e a Tecnologia Assistiva, visam uma interação segura entre o indivíduo e sua refeição, por meio de talheres adaptados. Os materiais dos talheres afetam a percepção dos alimentos, por interações químicas, físicas e mecânicas. Este artigo teve como objetivo, selecionar materiais para talheres adaptados, priorizando a autonomia de pessoas com deficiência. Os procedimentos metodológicos constituem a aplicação de critérios do GODP e Método Ashby. Ao final, foram selecionados, o aço baixa-liga para o talher e PA 12 para a pega.

**Palavras chave** Tecnologia assistiva; talheres; materiais.

## Materials selection of Assistive Technology Products – Adapted Cutlery

**Abstract** Many people coexist with motor limitations, that prevent the full realization of daily activities such as feeding. The Universal Design and Assistive Technology, aimed at safe interaction between the individual and his meal, by means of adapted cutlery. Cutlery materials affect the perception of food by chemical, physical and mechanical interactions. This article aimed to select materials for adapted cutlery, prioritizing the autonomy of people with disabilities. The methodological procedures are the application of GODP criteria and Ashby Method. Ultimately, were selected, the low-alloy steel for the cutlery and PA 12 for the handle.

**Keywords** Assistive technology; cutlery; materials.

## Introdução

No Brasil 46,5 milhões de pessoas possuem alguma limitação, segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o número representa 23,9% da população do país. O Censo Demográfico (2010) mostrou deficiências visuais, motoras, auditivas e mentais. A mais mencionada foi a deficiência motora, com 4,4 milhões de declarações, representando 7% da população brasileira. A deficiência mental foi declarada por 2,6 milhões de pessoas, representando 1,46% da população. As pessoas incluídas em mais de um tipo de deficiência foram contadas apenas uma vez, assim o percentual de pessoas com deficiência motora pode ser maior já que, quadros de deficiência mental ou intelectual também podem levar a deficiência motora.

Um aspecto importante da experiência ou reabilitação do indivíduo com deficiência está relacionada a sua interação com o ambiente e seus produtos.

Uma das questões cotidianas mais importantes da atividade humana, está relacionada a alimentação e as práticas alimentares, sendo que a interação do indivíduo com a refeição é intermediada por talheres e pratos.

A partir de parâmetros ergonômicos, o uso tradicional dos talheres na refeição pode ser prejudicado para indivíduos que apresentam impedimento de movimentos, que podem levar a uma grande variedade de manejos do talher, com variações de precisão, força e velocidade, devido a mobilidade dos dedos, palma das mãos e auxílio dos pulsos. Em pacientes com problemas neurológicos, o manejo tende a ser do tipo grosseiro, onde, os dedos têm a função de prender, mantendo-se relativamente estáticos, enquanto os movimentos são realizados pelo punho e braços. A pega do talher tende a ser do tipo empunhadura, sendo executada com a mão fechada tendo o objeto completamente sobre controle (IIDA,2005).

A complexidade corporal e as diferentes formas de deficiência física e cognitiva precisam ser entendidas como parâmetros para o desenvolvimento de produtos focados nos usuários e suas necessidades, não apenas relacionadas a função, mas também as emoções e ao bem-estar (Connell et al, 1997).

Para Sanford (2012), surge o Design Universal como uma estratégia de reabilitação, com o uso equitativo de ambientes projetados, em que os produtos são adequados as diferentes capacidades corporais e sensoriais, pode ser uma base para libertar pessoas com deficiência do design incapacitante e, conseqüentemente, aumentando sua autonomia. Para Seinfeld and Danford, (1999), a facilidade de uso pode reduzir custos na recuperação de pacientes.

Estes conceitos permitiram avanços no desenvolvimento de recursos de Tecnologia Assistiva (TA), que justamente são equipamentos, dispositivos, metodologias, estratégias, práticas e serviços, com o objetivo promover a funcionalidade, visando à sua autonomia, independência e inclusão social (BRASIL, 2015).

Sob o ponto de vista dos parâmetros formais e funcionais dos talheres, como forma, tamanho e cor, estudos mostram que são fatores que afetam a percepção dos alimentos (FISZMAN, 2010). Mais recentemente, a partir de uma perspectiva cognitiva da neurociência foi demonstrada a influência que as mudanças na louça podem ter sobre o sabor do talher e dos alimentos. Harrar and Spence, 2013, observaram que efeito da cor estaria mais relacionado ao contraste de cor entre o alimento e o talher. Alto contraste piorou a percepção de sabor, densidade e preço. Cores pouco comuns em alimentos naturais, como o azul, são consideradas menos saborosas. O tamanho de colheres influenciou na percepção de intensidade de sabor. Quanto maiores, mais intenso o sabor próprio do alimento (HARRAR AND SPENCE, 2013).

A forma influencia, sendo que, em geral, as pessoas preferem formas arredondadas a formas mais angulares (Gómez-Puerto et al., 2015).

Do mesmo modo, a percepção do usuário sobre os produtos ou os alimentos pode sofrer intervenção das propriedades inerentes aos materiais e as intrínsecas interações químicas, físicas e mecânicas entre os materiais, o usuário e os alimentos.

No decorrer dos séculos, estas interações dos materiais utilizados na alimentação se confundem com a própria história dos talheres.

O termo "talheres" deriva do latim *cutelus*, ou seja, faca, pois a indústria de talheres, registrada no século 12, prioritariamente desenvolvia facas. Somente na Itália do século 14, garfos para alimentação apareceram pela primeira vez, como uma sofisticação em comer (ASHBY, 1999).

As colheres, pelo contrário, foram usadas como utensílios para comer desde o Paleolítico. Historicamente, os materiais usados em colheres foram madeira, osso e cerâmica, devido ao fato de que os únicos metais que eram acessíveis eram o ferro, o bronze e o estanho, que muitas vezes davam um sabor desagradável aos alimentos (MIODOWNIK, 2008).

O aço inoxidável foi introduzido como metal para talheres somente em 1914 (HIMSWORTH, 1953). Apresenta resistência a altas temperaturas, à ferrugem, à água e lavagem em máquinas de lavar, sendo uma de suas principais propriedades é a higiene no contato com o alimento.

Subsequente ao sucesso deste material houve uma redução da gama de materiais aplicados, sendo até a atualidade o mais utilizado em talheres. As alças e adaptações, por outro lado, são normalmente feitas de outros materiais, tais como: vidro, madeira e plástico.

As propriedades dos materiais permitem muitas possibilidades na criação de formas, texturas e cores, bem como na definição de critérios de resistência e eficiência.

## Objetivo

Este trabalho teve como objetivo, selecionar materiais para talheres adaptados, que são produtos de Tecnologia Assistiva, com o intuito de proporcionar mais autonomia e inclusão social para pessoas com deficiência.

## Metodologia

Esta pesquisa é caracterizada como de natureza aplicada, com uma abordagem quantitativa, objetivo exploratório e explicativo. O estudo foi desenvolvido em parceria com o Instituto de Psiquiatria de Santa Catarina (IPq-SC), com foco na ala de alimentação, na qual se verificou a necessidade de mais independência do paciente no momento da refeição, que exerce a atividade com dificuldades em função das suas limitações motoras.

A metodologia está dividida em três etapas. Na primeira etapa, foi realizada coleta de dados por meio de pesquisa bibliográfica (livros, artigos científicos, teses e dissertações) e nas bases do Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Na segunda etapa foram realizadas visitas ao IPq-SC, especificamente a ala de alimentação para observação de interação dos pacientes com os objetos e meio, utilizando técnicas e ferramentas de coleta de informações (entrevistas, registros e análise documental).

Dessa forma, define-se o projeto como um produto ou adaptação de auxílio a alimentação, proporcionando mais independência, conforto, segurança e inclusão ao paciente.

Na segunda etapa, o projeto foi desenvolvido, utilizando o Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projeto (GODP) com o objetivo organizar e oferecer uma sequência de

ações que possibilitem que o design seja desenvolvido de forma consciente, levando-se em consideração o maior número de aspectos e respondendo de forma mais assertiva e consistente aos objetivos estabelecidos para a prática projetual (MERINO, 2016). O GODP é dividido em oito etapas, separadas em três momentos: Inspiração (-1/0/1), Ideação (2/3) e Implementação (4/5/6). O teste com a pega consistiu em aplicar porcelana fria, para a pega do paciente e assim modelar a posição ideal para o seu manejo.

A etapa de seleção de materiais, ocorrida na fase Ideação (2/3), consistiu na aplicação experimental da Metodologia Asbhy, para materiais tradicionais (ET1), fundamentado através do software CES EduPack, livros e artigos de periódicos.

Figura1: Mapa mental com as etapas realizadas do Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projetos.



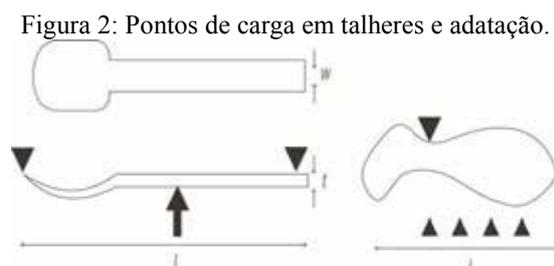
A metodologia Asbhy foi aplicada a partir da especificação da função, objetivo e atributos de materiais restringidos pelo projeto, e de seus valores de restrição, foi possível obter a combinação otimizada de propriedades de materiais (GRANTA DESIGN, 2017).

Os requisitos para escolha do material para o talher diferem dos requisitos do material utilizado como suporte. A parte relativa ao eixo de sustentação do talher, tendo na extremidade lâmina de faca, dentes de garfo ou côncavo da colher, representa 70 a 90% do conjunto. O material mais adequado para a fabricação do talher deve ser rígido, denso, ou seja, de baixa porosidade, inerte e insípido. Assim não deve transferir sabor para a refeição, atuando como potenciador ou inibidor dos sabores naturais de um alimento. O adaptador ou suporte funciona como uma adaptação, anexa ao eixo de sustentação que representa 10 a 30% do conjunto e pode ser elaborado a partir de materiais leves e de preferência flexíveis para facilitar a adaptação.

A rigidez dos talheres deve ser suficiente para cortar e fisgar o alimento sem flexão excessiva, sendo assim um dos critérios mais importantes de desenvolvimento do talher deve ser a espessura escolhida. (A forma dos talheres e, portanto, o comprimento, a largura e o perfil) pode ser fixa. O utensílio pode ser considerado como uma viga de comprimento fixo  $L$  e largura fixa  $w$ , mas com espessura  $t$  livre e carregada sob flexão, como na Figura 2.

A Tabela 1 mostra os parâmetros utilizados. O limite à flexão impõe uma restrição à rigidez, suporte de cargas e leveza. Há duas restrições alternativas, primeiro, que o garfo não deve flexionar muito, em segundo lugar, que não deve falhar.

Através do software CES EduPack, foram plotados gráficos propriedades diversas dos materiais, por exemplo, com o índice de rigidez (Módulo de Young) em um eixo e o densidade no outro.



Fonte: Adaptado de Asbhy, 2005.

Tabela 1: Parâmetros de seleção por propriedades

Função	Restrições	Maximizar
Talher rígido, leve e funcional	Rigidez, comprimento, forma especificados; área de secao livre	$E^{1/2}/\rho$
Adaptador rígido ou flexível, leve e funcional	Carga, comprimento, forma especificados; area de secao livre	$\sigma^{2/3}/\rho$

Fonte: Asbhy (2005)

## Resultados

Os resultados da etapa, Inspiração (-1/0/1), foram registradas em blocos de informação, os quais se segmentam em bloco do usuário, contexto e produto.

A coleta de dados sobre o produto foi focada na relação do paciente com o talher e de ambos com as interferências do meio. Foi registrado que o usuário apresenta dificuldades motoras e deficiência mental, complicações com a pega, problemas para reunir o alimento na colher e dificuldades de manter o prato firme na mesa.

O contexto da ala de alimentação apresenta toalhas muito lisas e mesas unidas onde os pacientes aguardam para serem servidos.

Através das informações coletadas, foi observada a necessidade de um objeto complementar, ou seja, um talher adaptado, que proporcione a pega por empunhadura, para o auxílio do paciente durante a refeição.

A etapa seguinte, Ideação (2), consistiu na compilação de dados para geração de conceitos e requisitos de projeto, conforme Tabela 2. Primeiramente, foram definidos os conceitos que devem compor o produto, assim com base nos conceitos foram extraídos os requisitos, bem como o objetivo de cada requisito.

Na etapa de Ideação (3), foram realizadas as gerações de alternativas, com base nas informações já levantadas sobre o projeto. A Figura 3 (1-3) mostra as formas orgânicas do cabo, com uma curvatura especial e maior espessura da pega, para facilitar o movimento dos pacientes com mobilidade reduzida e reduzir a tensão nos punhos. Cada alternativa selecionada foi gerada com base na forma como o paciente segura o talher, fazendo uso das diversas disposições de curvas e formas que podem garantir ao paciente mais segurança e conforto na hora da alimentação. Além de auxiliarem o processo de alimentação pelo

paciente, as formas orgânicas são de percepção cognitiva agradável. O material selecionado deve evitar a aderência para evitar quedas, deve ter alta ao impacto ou tenacidade a fratura.

Tabela 2: Conceitos e requisitos de projeto

obg/desej	Conceitos	Requisito	Objetivo
●	Conforto	-Dimensões adequadas	Seguir as dimensões e normas de talheres convencionais.
●	Conforto/ Funcionalidade	-Pega orgânica	Para gerar mais conforto, e fácil limpeza.
●	Segurança	-Mais peso para melhor estabilidade	Proporcionar mais precisão no manuseio com o talher ao paciente que sofre com tremores.
●	Higiene/Segurança	-Material de fácil limpeza	-Sem porosidades -Sem interferência no sabor do alimento -Que não cause lesões na gengiva e dentes -Aderente -Resistência química e a temperatura
●	Intuitivo	-Acessível, de fácil compreensão	-Formas simples/limpas -Fácil montagem
●	Atrativo	-Formas bem resolvidas, de simples entendimento	Cores, formas e texturas atraentes que gerem aceitação e agreguem mais valor as funções.

● DESEJÁVEL

● OBRIGATÓRIO

Figura 3: Alternativas geradas.



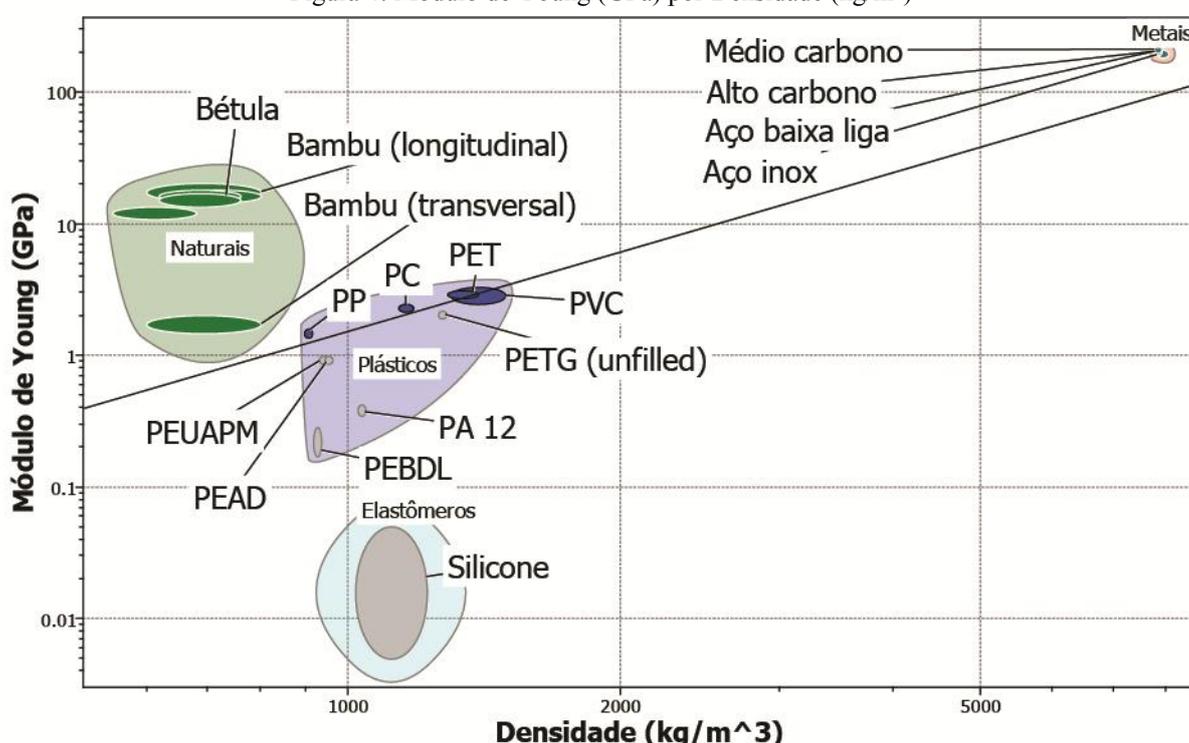
Na etapa de Ideação (3), foi realizada a seleção de materiais, visando os conceitos e requisitos gerados na Etapa 2. Os critérios químicos, físicos e mecânicos foram observados. A flexão de um utensílio de cutelaria é uma inconveniência, pois a falha seja por deformação plástica ou por fratura, causa a perda de função do mesmo. Assim o grau de rigidez do material pode ser observado pelo módulo de elasticidade ou Módulo de Young, característico de cada material.

Quanto maior o módulo de Young ou módulo de elasticidade, mais rígido o material e maiores cargas são necessárias para deformá-lo. Quanto menor o valor, mais flexível é o material e, portanto, apresenta maior deformação elástica.

A Figura 4 mostra o Módulo de elasticidade ou Módulo de Young (Gpa) em função dos valores de Densidade ( $\text{Kg/m}^3$ ).

A Densidade é definida como o peso por unidade de volume. Pode ser chamada de massa específica ou peso específico, a densidade é apresentada nas seguintes unidades:  $\text{g/cm}^3$  ou  $\text{kg/m}^3$ . Apresenta papel importante na percepção, bem como no atendimento de requisitos de limpeza e higiene.

Figura 4: Módulo de Young (GPa) por Densidade ( $\text{kg/m}^3$ )



Fonte: CES EduPack – Granta Design (2017).

Estudos mostraram que o peso do talher alterou classificações de intensidade e gosto. Os atributos mais afetados pelo peso como a densidade percebida e o preço, estão relacionados na sociedade com a percepção de quanto mais denso de maior qualidade (SPENCE & GALLACE, 2011) (PIQUERAS-FISZMAN, 2012b).

Tecnicamente, a alta densidade é uma qualidade desejável para talheres, pois quanto mais denso, menos poroso é o material. Agentes patogênicos e umidade proliferam mais facilmente em meios porosos.

No âmbito das propriedades mecânicas, a alta capacidade do material de sofrer deformação é um aspecto crítico para o material, pois permite a dissipação de tensões locais elevadas que de outro modo provocariam fratura no mesmo.

Na condição de sollicitação mecânica, um material sofre primeiramente deformação elástica (ou seja, recuperável), para em seguida deformar plasticamente (deformação permanente) quando sua tensão de escoamento é excedida. A fratura ocorre quando a capacidade de se deformar plasticamente sob carga é esgotada.



Molibdênio, Níquel, Titânio, Tungstênio, Vanádio, Zircônio. Nos aços de baixa liga, a soma dos teores dos elementos de liga não ultrapassa 5%; de média liga, entre 5% e 12%; de alta liga: acima de 12% (CHIAVERINI, 1988). Apresentam alta resistência mecânica e alta resistência à corrosão atmosférica (conhecidos como aços patináveis) podem desenvolver, sob condições favoráveis, uma película de óxidos durável e aderente chamada de pátina.

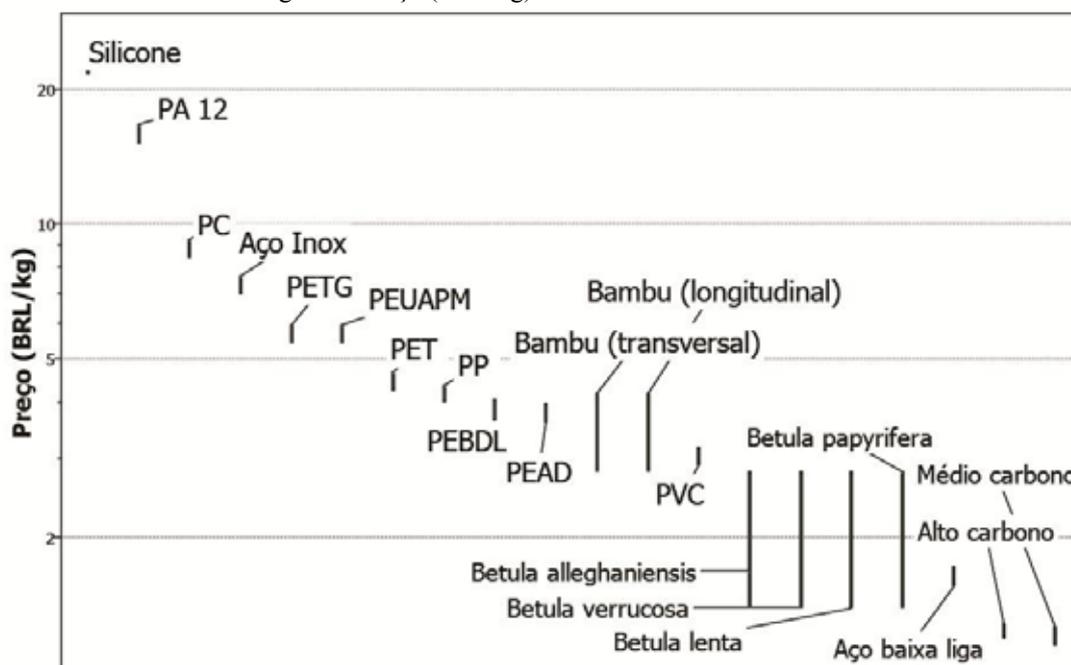
Os aços inoxidáveis são aqueles que contêm um mínimo de 10,5% de cromo como principal elemento de liga. São os mais utilizados em cutelaria, por serem aços onde não ocorre oxidação em ambientes normais. São capazes de suportar as condições hostis do ambiente ou a negligência do usuário em relação à manutenção, sendo especialmente indicado para a produção de facas. Os aços inoxidáveis mais comuns na cutelaria são os da série 420 e 440, presentes nas facas mais simples, os aços AUS-8 e VG-10 (KUTZ, M., 2005).

Excelentes propriedades mecânicas não são suficientes para a seleção de materiais para talheres. Neste caso, deve-se sobrepor a percepção dos alimentos, pois os materiais podem afetar o sabor, como resultado de interações químicas entre o próprio alimento e o material dos mesmos PIQUERAS-FISZMAN ET AL, 2012.

Do ponto de vista das propriedades químicas, Laughlin et al, (2011), relatou que o potencial padrão de eletrodo mais negativo de alguns metais, indicava gosto mais acentuado, amargo e metálico. O metal com potencial padrão de eletrodo mais positivo, por outro lado, foi considerado menos metálico, menos amargo e menos forte na degustação de talheres. Os potenciais-padrão de eletrodo dos metais mais negativos podem indicar gosto mais acentuado respectivamente para o Aço Carbono, Aço Inox e Aço baixa liga (Campbell, 2008).

O custo de produção do material é um dos principais parâmetros de escolha. A Figura 6 mostra os preços/kg de material.

Figura 6: Preço (BRL/kg) dos materiais selecionados.



Fonte: CES EduPack – Granta Design (2017).

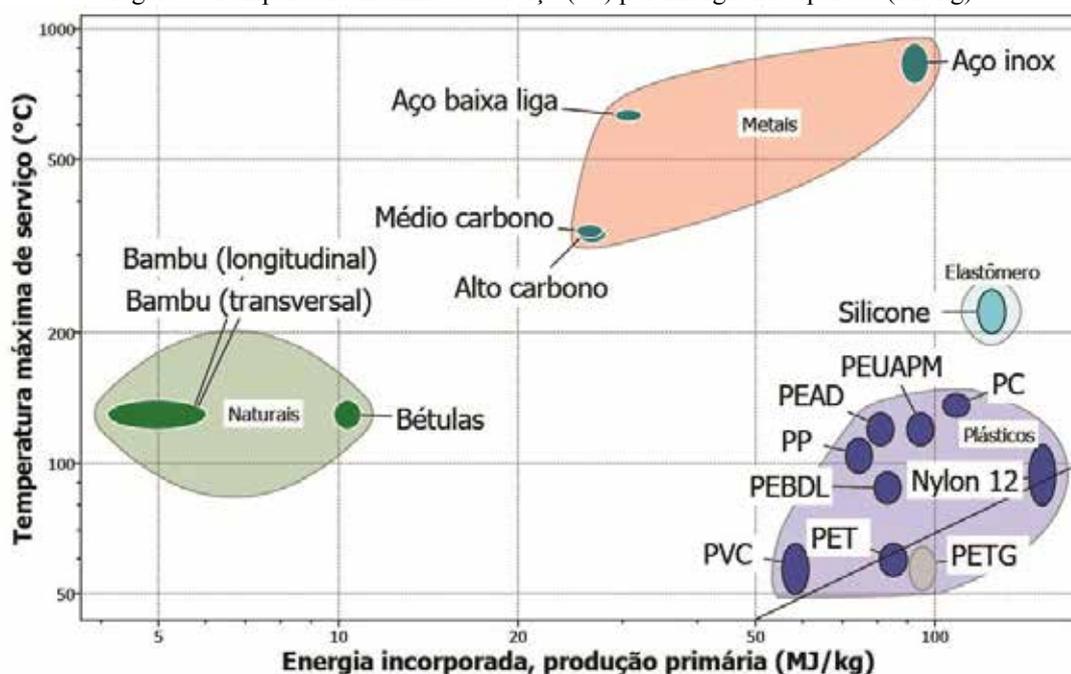
O Aço baixa liga, apresentou preço acessível para aplicação em talheres. Para a adaptação, os materiais naturais, as Bétulas apresentaram menor custo, entre os plásticos, PVC, PP e PET.

Para a adaptação, os materiais que atendem aos critérios nesta ordem foram Bétulas, Bambu, PET, Silicone, PVC, PC, PA 12, PETG e PP.

O critério tecnológico, denominado energia incorporada ou embutida, engloba a soma de toda a energia necessária para produzir quaisquer bens ou serviços, durante todo o ciclo de vida de um produto. O ciclo de vida se estende a energia de extração de matérias-primas, transporte, fabrico, montagem, instalação, desmontagem, desconstrução e / ou decomposição, bem como recursos humanos e secundários.

A Figura 7 mostra a relação da energia incorporada e máxima temperatura de serviço. Pode-se observar que os polímeros e elastômeros atingem maior energia incorporada no seu ciclo de vida, em comparação aos metais e naturais. Isto ocorre porque os plásticos são provenientes do petróleo e produzem altas quantidades de resíduos. Assim, são grandes responsáveis pela emissão de toxinas e CO<sub>2</sub> na atmosfera.

Figura 7: Temperatura máxima de serviço (°C) por Energia incorporada (MJ/kg).



Fonte: CES EduPack – Granta Design (2017).

Os aços podem ser reciclados, mas impactam muito devido à sua fabricação inicial, não sendo seu uso extensivo ecológico.

Os materiais naturais, são fontes renováveis, tem a capacidade de reduzir a quantidade de CO<sub>2</sub> na atmosfera até a sua queima ou decomposição. Porém, podem aumentar a energia incorporada devido ao transporte e modo de produção da madeira, por exemplo, se há replantio, se tem pouca variedade de espécie. Devido a estas características o bambu apresentou a menor energia incorporada.

A fabricação de talheres exige mais de 30 etapas de fabricação e acabamento, entre elas a laminação, corte de contorno, galvanização e polimento. A Tabela 3 mostra as características dos materiais selecionados sob o ponto de vista dos processos de fabricação e acabamentos. Os processos de fabricação mecânica de peças que podem ser divididos em quatro grandes grupos: conformação, usinagem, junção e moldagem. Os processos de fabricação podem

determinar o acabamento superficial e desempenho. Os tratamentos superficiais em geral visam a proteção ou decoração da superfície.

O material selecionado para o talher foi o Aço baixa liga devido as suas excelentes propriedades mecânicas, químicas, custo, bem como possibilidades de processamento. As características correspondentes aos requisitos da adaptação foram encontradas em materiais naturais e rígidos como o Bambu, plásticos rígidos, como o PET, porém mais adequadas em plásticos flexíveis, como o PA 12 e elastômeros como o Silicone.

Tabela 3. Principais processos e acabamento dos materiais selecionados para o talher e adaptação.

ETAPAS		TALHER		ADAPTAÇÃO				
		METAL	NATURAL	PLÁSTICO	ELÁSTICO			
		rígido	rígido	rígido	flexível	flexível		
		Aço baixa liga	Bambu (placas ou fibras)	PET	PA 12	Silicone		
PROCESSO	Moldagem	Fundição	x					
		Injeção	x	x	x	x	x	
		Forjamento	x					
		Extrusão	x	x	x	x	x	
		Calandragem	x	x	x	x	x	
	Conformação	Termoformagem			x			
		Rotomoldagem			x	x	x	
		Fiação	x	x	x	x	x	
		Compressão	x	x	x	x	x	
		Prototipagem rápida	x	x	x	x	x	
		Laminação	x	x	x	x	x	
		Corte	x	x	x	x	x	
		Usinagem	Torneamento	x	x	x		
			Junção	Soldagem	x		x	x
		Polimento		x	x	x	x	x
Galvanização	x							
ACABAMENTO	Pintura	x	x	x	x	x		
	Esmalte	x	x	x	x	x		
	verniz	x	x	x	x	x		
	Usinagem	x	x	x	x	x		
	Estampagem	x	x	x	x	x		
	Impressão	x	x	x	x	x		
	Colagem	x	x	x	x	x		

Fonte: (LIMA, 2006; KULA E TERNAUX ,2012)

O PA 12 permite o processamento por prototipagem rápida, onde peças são produzidas em tempo reduzido, alta precisão e ampla gama de cores. As cores vibrantes que remetem a alimento e calor, como amarelo, laranja e vermelho, devem ser utilizadas.

O material adequado para o talher foi o aço baixa liga, o qual apresentou alta resistência à flexão e tenacidade a fratura, baixa interação química com o alimento, menor custo e energia incorporada que o aço inox. O material selecionado para a adaptação, o PA 12, apresenta alta tenacidade a fratura, tem flexibilidade reduzida e custos reduzidos em relação ao Silicone. O PA 12 apresenta ainda a possibilidade de processamento por prototipagem rápida, assegurando a personalização dos talheres adaptados, promovendo uma interação eficiente, autônoma e segura entre o indivíduo com limitação e o produto de Tecnologia Assistiva.

## Considerações finais

O ambiente e os produtos ligados ao momento da refeição constituem manifestações culturais e sociais, de aspecto ao mesmo tempo utilitário e simbólico. A percepção sobre o que comemos, é influenciada pelo ambiente, talheres e a maneira como nos alimentamos. A rotina alimentar de pessoas com distúrbios neurológicos apresenta variações de mobilidade e manejo de talheres. O Design Universal e a Tecnologia Assistiva, visam o uso equitativo de ambientes projetados, em que os produtos são adequados as diferentes capacidades corporais e sensoriais, de modo que as limitações das pessoas com deficiência em sua rotina alimentar, sejam observadas no desenvolvimento de produtos como pratos e talheres adaptados. Os aspectos subjetivos de percepção que devem ser observados são a textura, peso, aparência e gosto, e ainda, no que se refere ao uso prático, são considerados os parâmetros de segurança e resistência entre outros. Os materiais exercem profunda influência sobre os aspectos subjetivos ou práticos, devido as intrínsecas interações químicas, físicas e mecânicas relacionadas as suas propriedades. Os materiais têm propriedades como módulo de elasticidade e resistência caraterísticos, que diferem de acordo com a conformação realizada na fase de processamento. As formas e etapas de processamentos finais do produto dependem das forças que os materiais podem suportar. O projeto mecânico de um talher prevê solicitação de cargas de flexão, já a pega adaptada, recebe cargas compressivas da empunhadura executada por indivíduos com distúrbios neurológicos. Os materiais metálicos como os aços na forma de vigas suportam compressão e flexão eficientemente. Os plásticos pertencem a família dos polímeros, têm substituído os metais em muitas aplicações devido as ótimas propriedades térmicas, boa resistência mecânica, baixo custo e leveza. Os polímeros naturais, como a madeira por exemplo, podem apresentar alta resistência mecânica e são obtidos por fonte renovável com baixo impacto. A seleção de materiais adequada deve ser guiada por parâmetros projetuais de Design, levando em consideração a otimização das propriedades, conceitos, requisitos e produto final. Neste contexto, este trabalho teve como objetivo, selecionar materiais para talheres adaptados, que são produtos de Tecnologia Assistiva, com o intuito de proporcionar mais autonomia e inclusão social para pessoas com deficiência. Com o estudo de caso apresentado pôde-se perceber na prática a seleção de materiais para aplicação em talheres adaptados, pautada por conceitos e critérios definidos no Guia de Orientação para o Desenvolvimento de Projeto (GODP) e otimização de propriedades pelo Método Asbhy. Notadamente os aços baixa liga apresentam propriedades como alta resistência à flexão, e alta resistência a impactos, baixa interação química com o alimento, menor custo e energia incorporada, sendo considerados adequados para o talher. As formas orgânicas foram selecionadas com base na forma como o paciente segura o talher, fazendo uso das diversas disposições de curvas que podem garantir ao paciente mais segurança e conforto na hora da alimentação, e as cores vibrantes potencializam a percepção. O material selecionado para a adaptação, o PA 12, apresenta alta tenacidade a fratura, tem flexibilidade e custos reduzidos em relação ao Silicone. A digitalização da pega, realizada pelo paciente pode ser realizada por scanner 3d, e o processamento do PA 12 por prototipagem rápida. O processo assegura a personalização dos talheres adaptados, promovendo uma interação eficiente, autônoma e segura entre o indivíduo com limitação e o produto de Tecnologia Assistiva.

## Agradecimentos

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Rede de Pesquisa e Desenvolvimento em Tecnologia Assistiva (RPDTA), ao IPq-SC e ao Núcleo de Gestão em Design e Laboratório de Design e Usabilidade da Universidade Federal de Santa Catarina NGDLDU/UFSC que viabilizaram esta pesquisa.

## Referências

ASHBY, M.F. **Materials Selection in Mechanical Design**, 3rd ed. Oxford, UK: Butterworth Heinemann, 2005.

BRASIL. **Lei nº 13.146 de 06 de julho de 2015**. In: Planalto, 2015. (<http://www.planalto.gov.br>)

CAMPBELL, F.C. **Elements of Metallurgy and Engineering Alloys**, Ohio: ASM International, 2008.

**Censo Demográfico: Características gerais da população, religião e pessoas com deficiência**. In: IBGE, 2010. (<ftp://ftp.ibge.gov.br/Censos>).

CES EduPack, Granta Design Ltd., Cambridge, UK, In: Granta Design, 2017. ([www.grantadesign.com](http://www.grantadesign.com)).

CHIAVERINI, V. **Aços e Ferros Fundidos**. 7 ed. São Paulo: Publicação da Associação Brasileira de Metais, 1988.

CONNELL B. R., JONES M., MACE R., MUELLER J., MULLICK A., OSTROFF E., SANFORD J., STEINFELD E., STORY M., VANDERHEIDEN G. **Principles of Universal Design**. Raleigh: North Carolina State University, Center for Universal Design. In: NCSU, 1997. ([http://www.design.ncsu.edu/cud/about\\_ud/udprinciples.htm](http://www.design.ncsu.edu/cud/about_ud/udprinciples.htm))

FISZMAN, S. **Comer: una experiencia sensorial compleja**. In: SEEBM, 2010. (<http://sebbm.com/pdf/166/d03166.pdf>).

GÓMEZ-PUERTO, G.; MUNAR, E.; NADAL, M. **Preference for curvature: A historical and conceptual framework**. *Frontiers in human neuroscience*, v. 9, 2015.

HALL, S. **Biomecânica Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.

HARRAR, V. and SPENCE, C. **The taste of cutlery: how the taste of food is affected by the weight, size, shape, and colour of the cutlery used to eat it**. *Flavour*, v. 2, n. 1, p. 21, 2013.

HIMSWORTH, J. B. **The story of cutlery: From flint to stainless steel**. London: Ernest Benn, 1953.

IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

KULA, D. E TERNAUX, E. **Materiologia O guia criativo de materiais e tecnologias**. São Paulo: Senac, 2012.

KUTZ, M. **Mechanical engineers handbook: materials and mechanical design**. 3 ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2005.

LAUGHLIN, Z., CONREEN, M., WITCHEL, H.J. and MIODOWNIK, M. **The use of standard electrode potentials to predict the taste of solid metals**. Food Quality and Preference, v. 22, n. 7, p. 628-637, 2011.

LIMA, M.A.M. **Introdução aos materiais e processos para designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna Ltda, 2006.

MERINO, G.S.A.D. **Guia de orientação para desenvolvimento de projetos - GODP. Uma metodologia de design centrado no usuário**. In: NGD, 2016. (<http://www.ngd.ufsc.br/files/2016/07/e-book-godp.pdf>).

MIODOWNIK, M. **The taste of a spoon**. Materials Today, v. 11, n. 6, p. 6, 2008.

PIQUERAS-FISZMAN, B., LAUGHLIN, Z., MIODOWNIK, M., SPENCE, C. **Tasting spoons: Assessing how the material of a spoon affects the taste of the food**. Food Quality and Preference, v. 24, n. 1, p. 24-29, 2012.

PIQUERAS FISZMAN, B., HARRAR, V., ALCAIDE MARZAL, J., SPENCE, C. **Does the weight of the dish influence our perception of food?**. Food Quality and Preference. V.22, n.8, p.753-756, 2011.

RITCHIE, R.O. **The conflicts between strength and toughness**. Nature materials, v. 10, n. 11, p. 817-822, 2011.

SANFORD, J. A. **Design for the Ages: Universal design as a rehabilitation strategy**. 1st. New York: Springer Publishing Company; 2012.

SEINFELD, E. and DANFORD, G. **Enabling environments: Measuring the impact of environment on disability and rehabilitation**. New York: Kluwer/Plenum, 1999.

SPENCE, C. and PIQUERAS-FISZMAN, B. **The perfect meal: the multisensory science of food and dining**. Oxford, UK: Wiley-Blackwell; 2014

SPENCE, C.; GALLACE, A. **Multisensory design: reaching out to touch the consumer**. Psychology and Marketing, v.28, n.3, p.267-308, 2011.