

## **Desenvolvimento de produto destinado a pessoas portadoras de necessidades especiais: Pool lift**

Andre Mortari Barreto, Eng. Mec. (UFSM) [barretoandre@gmail.com](mailto:barretoandre@gmail.com)

Leonardo Nabaes Romano, Dr. Eng. (UFSM) [romano@smail.ufsm.br](mailto:romano@smail.ufsm.br)

Leandro Costa Oliveira, Dr. Eng. (UFSM) [leandro@inf.ufsm.br](mailto:leandro@inf.ufsm.br)

### **Resumo**

*O mercado na área de acessibilidade no Brasil ainda é incipiente, pois há poucas empresas e produtos disponíveis, principalmente quando comparados a países desenvolvidos, o que gera uma baixa competitividade no mercado interno, ficando os clientes sujeitos a escassas opções de equipamentos e aos preços impostos, dificultando ainda mais, a inclusão social dos portadores de necessidades especiais das camadas mais baixas da população. Neste contexto, este artigo apresenta os principais resultados de um projeto de desenvolvimento de produto destinado a pessoas portadoras de necessidades especiais. O projeto partiu da demanda de um equipamento que auxiliasse a entrada e a saída de piscinas, tanto de pessoas que se encontram em processo terapêutico, como em clínicas e outras instituições de tratamento, quanto de lazer, como em clubes ou mesmo em casa. Um dos objetivos principais do projeto é a obtenção de um equipamento de baixo custo, pois os modelos existentes no mercado são dispendiosos, inviabilizando muitas vezes o retorno do investimento para a maioria dos clientes potenciais. A metodologia de projeto utilizada compreendeu a realização sistemática das fases de projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar, chegando a uma concepção bastante simples e de baixo custo.*

*Palavras chave: Projeto de produto, Acessibilidade, Pool lift.*

### **1. Introdução**

O projeto de acessibilidade *pool lift* (designação inglesa do produto) visa o desenvolvimento de um equipamento que auxilie a entrada e saída de pessoas portadoras de necessidades especiais ao interior de uma piscina para fins terapêuticos ou mesmo de lazer, que atenda a todos os tipos de patologias e possua custo baixo para fácil aquisição por parte de usuários domésticos, ou clínicas e instituições de tratamento, já que os equipamentos existentes no mercado atualmente possuem custo elevado e dificilmente são adquiridos por serem usados por poucos pacientes, sendo um investimento dificilmente recuperado.

A norma internacional ISO 9999, aprovada em 1992 elabora uma definição precisa dos conceitos de material de compensação e de ajuda técnica, ambos compreendidos no termo único *technical aids* ou *assistive device*. Por esses termos, entende-se qualquer produto, instrumento, equipamento ou sistema tecnológico, de produção especializada, ou comumente à venda, utilizado por uma pessoa com deficiência para prevenir, compensar, atenuar ou eliminar uma incapacidade ou deficiência.

A referida norma estabelece também, uma classificação das ajudas técnicas, articulada em três níveis de sucessão hierárquica, dos quais os dois primeiros (classe e subclasse) se baseiam em critérios funcionais (objetivos da ajuda técnica), e o último (divisão) em critérios de comercialização (tipologia da ajuda técnica).

O Quadro 1 apresenta as dez classes existentes, caracterizadas por uma numeração ternária:

Classe	Funções
03	Auxiliares de tratamento e treino
06	Próteses e órteses
09	Ajudas para cuidados pessoais e de proteção
12	Ajudas para a mobilidade
15	Ajudas para cuidados domésticos
18	Mobiliário e adaptações para habitação e outros locais
21	Ajudas para comunicação, informação e sinalização
24	Ajudas para manuseamento de produtos e mercadorias
27	Ajudas e equipamentos para melhorar o ambiente, ferramentas e máquinas
30	Ajudas para recreação

Fonte: (Norma ISO 9999, 1992)

Quadro 1 – Classificação das ajudas técnicas.

## 2. Metodologia de projeto e requisitos principais

Para entendimento da atividade projetual a ser realizada, torna-se tarefa fundamental a definição de alguns requisitos preliminares. Estes incluem:

- Aliar uma estrutura simples a uma boa funcionalidade, possibilitando o uso em pacientes de diversas patologias, o que raramente ocorre com os equipamentos no mercado atual, que dispõe de assentos simples sem nenhum equipamento de proteção e segurança para o usuário, que só pode ser transportado na posição sentada, sem apoios laterais e de cabeça, limitando o uso do produto a portadores de deficiências mais simples;
- O produto deverá possuir uma elevada resistência a corrosão, devido ao ambiente em que será utilizado, pois a umidade elevada, aliada ao calor e aos produtos químicos utilizados no tratamento da água da piscina, oxidam rapidamente metais comuns;
- Deverá ser seguro e de simples manuseio, pois os usuários são pessoas com limitações e que não podem ficar instáveis durante o transporte, pois o sentimento de insegurança pode fazer com que o paciente reaja se movendo demasiadamente.

A metodologia de projeto utilizada se baseou no modelo de Romano (2003) que apresenta o processo de desenvolvimento de produto em três macrofases: planejamento, projeção e implementação. A macrofase de projeção abrange as quatro fases do processo de projeto (informacional, conceitual, preliminar e detalhado). Já a macrofase de implementação envolve as fases de preparação da produção, lançamento e validação. Os resultados apresentados nesse artigo estão relacionados às fases de projeto informacional, projeto conceitual e projeto preliminar. As principais atividades realizadas em cada fase compreenderam:

- **Projeto Informacional:** análise dos produtos disponíveis no mercado; estabelecimento dos requisitos dos clientes e dos requisitos de projeto; determinação da ordem de importância dos requisitos; e, definição das especificações iniciais de projeto.
- **Projeto Conceitual:** definição das funções elementares do produto; determinação dos princípios de solução para cada função; geração de concepções alternativas e seleção da concepção.
- **Projeto Preliminar:** dimensionamento dos componentes; modelagem final do equipamento.

## 3. Desenvolvimento do equipamento

### 3.1 Projeto informacional

A fase de projeto informacional destinou-se à definição das especificações de projeto. Para obtê-las realizou-se um conjunto de atividades que deram sustentação a sua definição. Uma

síntese das tarefas executadas e principais resultados são descritos abaixo.

#### Avaliação dos produtos disponíveis no mercado

O mercado nacional dispõe de poucos modelos do produto, porém, pesquisando por fabricantes estrangeiros, foram encontrados alguns modelos que atendem ao propósito de um *pool lift*. Destes foram selecionados os modelos mais vendidos no mercado. Para cada modelo foram identificadas as características principais, que envolvem itens como: tipo de acionamento, material da estrutura, posição do usuário durante o uso, material do assento, capacidade de uso, rotação da estrutura, garantia dada pelo fabricante, deslocamento vertical máximo, peso do equipamento, tipo de fixação e preço. Após a descrição das características, procedeu-se para cada modelo uma análise dos aspectos positivos e negativos, informações estas necessárias à formulação da concepção do produto (fase de projeto conceitual).

#### Informações sobre o uso do produto

O uso do produto e os cuidados que devem ser tomados ao longo de seu ciclo de vida, dependem muito do conceito do equipamento e do tipo de necessidade do usuário, todavia existem algumas precauções gerais que devem ser tomadas, tais como:

- O equipamento deve ser operado por pessoa treinada para a função;
- Antes de posicionar e suspender o usuário deve ser verificado todos os engates e fixações;
- O usuário deve ser posicionado sobre o assento com a melhor distribuição de peso possível;
- Conforme o caso, efetua-se a transferência para dentro ou para fora da piscina;
- Durante a transferência não permitir que o usuário fique instável ou “pulando”, para evitar riscos a saúde do mesmo, bem como forças superiores às suportadas pelo equipamento;
- Periodicamente os mecanismos móveis devem ser lubrificados; e,
- A condição do cesto, da corda e da trava deve ser verificada com frequência.

#### Definição dos clientes/usuários do produto

Os prováveis usuários deste produto são pessoas portadoras de necessidades especiais ou idosos que não conseguem ter acesso a uma piscina sem auxílio de outras pessoas ou de outros equipamentos, além de profissionais da área de saúde que possuam clínicas que atendam pacientes que se enquadrem nesta situação. Segundo a Organização Mundial de Saúde, no ano de 2003, de 7 a 10% da população mundial, o equivalente a aproximadamente 600 milhões de pessoas, possuíam algum tipo de deficiência, e destes, 80% se concentravam em países subdesenvolvidos, especialmente em regiões onde existem conflitos armados, minas terrestres, etc. Outro fator que incrementa essa porcentagem é o crescente avanço da medicina, aumentando a expectativa de vida. Em países como o Brasil, este índice pode chegar a 15% da população, devido a fatores como violência no trânsito, armas de fogo, acidentes e doenças ocupacionais (OMS, 2003).

#### Definição das necessidades/requisitos dos clientes/usuários

A definição das necessidades/requisitos partiu da análise de entrevistas realizadas com os potenciais clientes/usuários, como fisioterapeutas e portadores de necessidades especiais que não possuem equipamento similar, mas que seriam beneficiados com a aquisição do mesmo. Como forma de valoração das necessidades, foram solicitadas aos entrevistados que atribuíssem uma nota de 0 a 10, como sendo o requisito de menor ou maior importância, que depois de somados às notas de todos os entrevistados, obteve-se uma maior clareza quanto a quais requisitos os clientes dão maior ou menor atenção na hora da aquisição.

Estes requisitos são listados aleatoriamente a seguir no Quadro 2, onde foi atribuída uma letra para identificar cada item em análise.

Itens Exigidos (Necessidades/Requisitos)	Letra Atribuída
Ocupar pouco espaço nas bordas da piscina	A
Aplicar pouca força para erguer o usuário	B
Ser de fácil manuseio	C
Ter baixo preço de aquisição	D
Ter boa estética	E
Manter o usuário seguro e confortável	F
Ser de fácil manutenção	G
Suportar usuários com lesões graves	H
Ser de fácil instalação	I
Elevada vida útil	J
Não possuir peso elevado	K
Não necessitar de alterações na borda da piscina	L
Material do assento resistente	M

Quadro 2 – Requisitos dos clientes/usuários.

#### *Valoração dos requisitos dos clientes*

A valoração dos requisitos dos clientes foi efetuada através da utilização do diagrama de Mudge. De acordo com o somatório das notas dadas pelos entrevistados a cada requisito, foi definida uma relação entre eles, onde se atribuiu o valor de 3 quando o item é fortemente superior ao outro, um valor de 2 quando medianamente superior e um valor de 1 quando fracamente superior. A tabela 1 ilustra os relacionamentos entre o requisito do cliente “A” (ocupar pouco espaço nas bordas da piscina) e os demais requisitos.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	Total	%
A	B 2	C 3	D 2	A 3	F 3	G 3	H 3	A 3	J 2	A 2	A 2	M 3	10	5,13

Tabela 1 – Diagrama de Mudge.

A Tabela 2 lista as necessidades/requisitos dos clientes em ordem de importância.

Ordem de Importância	Itens Exigidos (Necessidades/Requisitos)	%
1º	Suportar usuários com lesões graves	15,90
2º	Manter o usuário seguro e confortável	15,38
3º	Material do assento resistente	13,33
4º	Ser de fácil manuseio	12,82
5º	Aplicar pouca força para erguer o usuário	9,74
6º	Ser de fácil manutenção	9,23
7º	Elevada vida útil	7,19
8º	Ter baixo preço de aquisição	6,15
9º	Ocupar pouco espaço nas bordas da piscina	5,13
10º	Não possuir peso elevado	2,57
11º	Não necessitar de alterações na borda da piscina	2,05
12º	Ter boa estética	0,51
13º	Ser de fácil instalação	0,00

Tabela 2 – Ordem de importância das necessidades dos clientes.

**Definição dos requisitos de projeto**

Através de cada requisito dos clientes, obteve-se um conjunto de requisitos de projeto que atendem a tal requisito. No Quadro 3, a seguir é dado o exemplo de um dos requisitos dos clientes, gerando um conjunto de requisitos de projeto.

<b>Requisitos dos clientes</b>	<b>Requisitos de projeto</b>
Ocupar pouco espaço nas bordas da piscina	Dimensões reduzidas (Altura, Comprimento e Largura)
	Dobrável (Redução de Volume)

Quadro 3 – Obtenção dos requisitos do projeto.

**Avaliação dos produtos disponíveis no mercado em relação aos requisitos dos clientes e requisitos de projeto**

Essa avaliação foi realizada para que pudesse ser identificado o produto que melhor atende aos requisitos formulados para o projeto, além de revelar as especificações dos mesmos. O Quadro 4 ilustra o resultado obtido da análise em relação aos requisitos de projeto “dimensões reduzidas” e “dobrável”.

<b>Requisito do Cliente</b>	<b>Requisito de Projeto</b>	<b>Hoyer Classic SS-HSP</b>	<b>EZ Pool Lift</b>	<b>Pro Pool Lift</b>	<b>Igat 180</b>	<b>Pool Lift Ortobrás</b>	<b>PAL 1000</b>
Ocupar pouco espaço nas bordas da piscina	Dimensões reduzidas	Não atende	Não atende	Não atende	Não atende	Atende	Atende
	Dobrável	Não atende	Não atende	Não atende	Não atende	Não atende	Atende

Quadro 4 – Relação dos requisitos de projeto com os produtos disponíveis no mercado.

**Definição das especificações de projeto**

Para finalizar a fase de projeto informacional, foram estabelecidas as especificações de projeto. Uma vez analisado cada requisito de projeto em relação aos produtos disponíveis no mercado, foram estipulados valores meta para cada item (especificações de projeto), e descritos os resultados indesejados, bem como a forma de avaliação. O Quadro 5 apresenta as especificações de projeto para a altura, comprimento e largura do *pool lift*.

<b>Especificações do projeto</b>	<b>Forma de avaliação</b>	<b>Valor meta</b>	<b>Resultado indesejado</b>
Dimensões reduzidas (Altura, Comprimento e Largura)	Medição	Altura: < 2000 mm Comprimento: < 2000 mm Largura: < 400 mm	Ocupar muito espaço durante o uso

Quadro 5 – Formas de avaliação, valores meta e resultados indesejados.

**3.2 Projeto conceitual**

A fase de projeto conceitual destinou-se à geração da concepção do equipamento de modo a atender as especificações de projeto estabelecidas. Uma síntese das atividades realizadas são descritas abaixo.

**Definição da função global e determinação da árvore de funções do produto**

Transportar portadores de necessidades especiais é a função global do produto. A mesma foi

ramificada em subfunções, resultando numa árvore de oito funções elementares descritas a seguir:

- Sustentar peso total e pequenos impactos;
- Travar assento em qualquer posição desejada;
- Garantir a segurança do assento;
- Fixar assento à estrutura;
- Oferecer conforto do assento;
- Aplicar força para suspensão;
- Fixar estrutura; e,
- Permitir rotação da estrutura.

*Elaboração dos princípios de solução para as funções do produto (matriz morfológica) e geração de concepções alternativas*

Após a definição das funções elementares do produto, elaborou-se para cada função princípios de solução alternativos, que após análise e combinações, geraram-se concepções do produto. No Quadro 6, tem-se o exemplo de algumas soluções para a função elementar “aplicar força para suspensão”.

<b>Função Elementar</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
Aplicar força para suspensão	Por manivela e jogo de polias	Por alavanca e cilindro hidráulico	Por talha mecânica	Por motor elétrico

Quadro 6 – Princípios de solução para uma função elementar.

*Seleção da concepção*

Inicialmente foram selecionadas duas concepções, ambas submetidas a uma avaliação comparativa de cada requisito do cliente, onde se considerou valor de 0 a 10, correspondendo respectivamente ao não atendimento do requisito, até o atendimento pleno do mesmo, onde a concepção adotada obteve uma ligeira vantagem em relação à outra, especialmente nos itens onde a forma da estrutura era levada em consideração, pois a concepção adotada possui uma estrutura mais compacta, utilizando um menor comprimento das barras. Outro item que deu vantagem à concepção escolhida foi o tipo de fixação da estrutura, que é feita praticamente toda acima do nível do usuário, não ocupando espaço útil na borda da piscina, facilitando a utilização e diminuindo os riscos de acidentes quando não estiver em uso. A Figura 1 apresenta a concepção do produto selecionada.

*Descrição da concepção*

A concepção escolhida possui uma estrutura com um alcance de 2 metros. É formada por cinco barras, todas de secção tubular transversal com diâmetro externo de 48,26 milímetros e 3 milímetros de espessura de parede, em aço inoxidável, pois o ambiente úmido de uma piscina reduz a vida útil do produto quando se utiliza aço mais comum, mesmo com tratamento e pinturas especiais.

A fixação da estrutura é feita em uma parede próxima a piscina, ou em caso de não haver uma, pode-se facilmente fixar a estrutura a um orifício no chão, bastando para isso construir a estrutura com a barra vertical com um maior comprimento e uma modificar-se os rolamentos necessários.

Na parede onde é fixada a estrutura, são colocadas placas de metal pelo lado de dentro e pelo lado de fora, aumentando a área de contato, para uma melhor distribuição da força na parede.

O mecanismo de elevação é através de uma manivela, dimensionada para que seja necessário o mínimo de força na sua utilização. Ao ser acionada, suspende o assento com o usuário, através de uma corda de *rappel*, que une as características de resistência à tração e a impactos, resiste ao ambiente da piscina, tem preço baixo e manutenção simples.

A manivela pode ser travada a qualquer momento e em qualquer posição, através de um pino guia colocado através da manivela e em algum dos orifícios de um disco metálico fixo.

O assento é fixo à estrutura através de correntes ou por corda com ganchos em suas extremidades, sendo feito de tecido resistente e higiênico, se conformando facilmente a uma cadeira de rodas e podendo ser colocada em uma cadeira de rodas antes mesmo do paciente se sentar nela, facilitando ainda mais o processo de transferência. Durante a suspensão do usuário, ela adquire uma forma semelhante a uma rede, posicionando o mesmo horizontalmente, para maior segurança em casos de lesões mais graves. Para casos de pacientes com lesões mais simples, pode-se aumentar ou diminuir o comprimento das correntes ou cordas que unem o assento ao guincho, o que mudaria a disposição do usuário de uma posição horizontal para uma mais vertical, ficando na posição sentado durante o transporte.

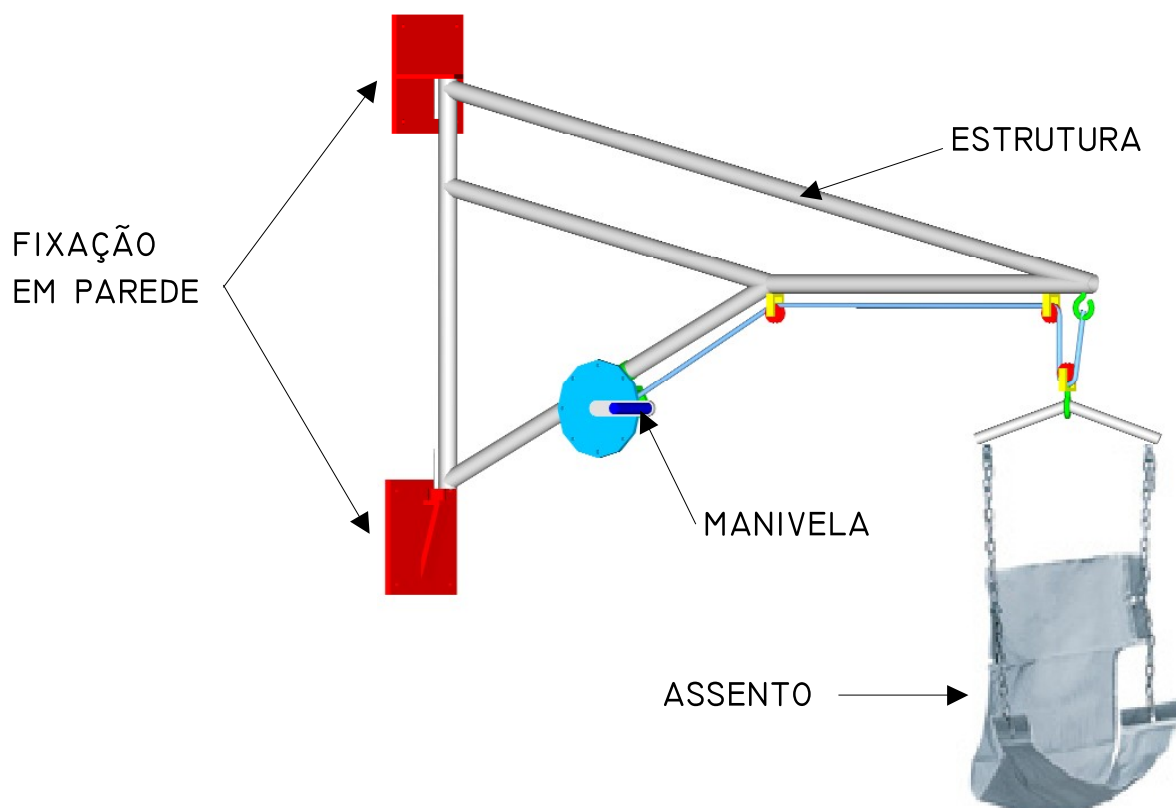


Figura 1 – Concepção final do *pool lift*.

### 3.3 Projeto preliminar

A fase de projeto preliminar destinou-se ao dimensionamento da concepção do equipamento. Inicialmente dimensionou-se a estrutura principal do *pool lift*, determinando-se as reações nos dois apoios, permitindo a seleção dos dois rolamentos radiais e um axial, ambos em aço inoxidável. Logo após, foram determinadas as reações em cada barra, onde a que apresentou um maior esforço, deu origem à seleção do tubo, também de aço inoxidável, tipo AISI 316 ou 316L, utilizado na estrutura.

Outro dimensionamento importante, é o dimensionamento da manivela, onde se pressupôs um usuário com 100 kg, e usando uma relação entre o comprimento da alavanca e através de um jogo de polias, a força necessária na manivela é de apenas 2,5 kgf. E em caso de uma disponibilidade financeira maior, pode-se facilmente adaptar um motor elétrico, facilitando ainda mais o transporte.

#### **4. Considerações finais**

O mercado na área de acessibilidade no Brasil ainda é muito pouco explorado, pois há poucas empresas e equipamentos disponíveis, principalmente quando comparados a países desenvolvidos, o que gera uma falta de competitividade no mercado interno, ficando os clientes sujeitos a poucas opções de equipamentos e aos preços impostos por estas, dificultando ainda mais, a inclusão social dos portadores de necessidades especiais das camadas mais baixas da população. Projetos como este, devem ser mais incentivados, principalmente em universidades, pois além de um complemento e experiência profissional na área, geram idéias novas e produtos ainda inexistentes que podem mudar a vida de pessoas que se encontram em dificuldades, aumentando o senso de satisfação pelo trabalho e gerando uma nova visão social.

#### **5. Referências**

- BACK, N. (1983) - Metodologia de Projeto de Produtos Industriais. Rio de Janeiro, RJ; Ed Guanabara 2 S.A.;
- BARBOSA, A.N. (2001) - A Produção Brasileira de Produtos para Populações Especiais; 3º Congresso de Gestão e Desenvolvimento de Produto; Florianópolis, SC;
- BAXTER, M. (1998) - Projeto de Produto; São Paulo, Ed. Edgard Blücher, 261 p.;
- COSTA, A.P. (2001) - Projeto de uma Cadeira de Rodas Popular, Uma Proposta de Metodologia; 3º Congresso de Gestão e Desenvolvimento de Produto; Florianópolis, SC;
- DE PARIS F.A. (2002) - Material da Disciplina de Máquinas de Elevação e Transporte; Universidade Federal de Santa Maria;
- ISO, Norma ISO 9.999 (1992) – (UNE-EN 29.999). Madri, AENOR, 1995;
- O.M.S. Organização Mundial de Saúde. (2003) - Access to Rehabilitation for the 600 Million People Living With Disabilities. Genebra, Suíça;
- ROMANO, L. N. (2003) Modelo de Referência para o Processo de Desenvolvimento de Máquinas Agrícolas. 2003. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis;
- ROMANO, L. N. (2004) - Material da Disciplina de Metodologia de Projeto de Produto; Universidade Federal de Santa Maria;
- TREVISAN, M. (2004) - Material da Disciplina de Desenho Assistido por Computador; Universidade Federal de Santa Maria;