

# Desenvolvimento do conceito de uma plataforma de acesso a piscinas para pessoas com mobilidade reduzida

*Development of the concept of a pool access platform for people with reduced mobility*

Cassiano Rodrigues Moura<sup>1</sup>

Elvis Círico<sup>2</sup>

Neilor Norival Lafin<sup>3</sup>

Thiago Lino Borges<sup>4</sup>

Samuel Siqueira da Silva<sup>5</sup>

## Resumo

Este trabalho aborda a metodologia de Desenvolvimento de Produto alinhada aos conceitos de ergonomia com o objetivo de desenvolver a concepção de uma plataforma de acessibilidade a piscinas para pessoas com mobilidade reduzida. A metodologia utilizada neste trabalho caracteriza-se por meio de pesquisa tecnológica, que busca a geração de novos produtos, esta inicia-se com definição da tarefa onde é apresentada uma declaração de escopo do projeto. Nesta etapa são levantadas as informações sobre as necessidades dos usuários através de uma pesquisa de mercado e uma análise de benchmark, posteriormente as informações são clarificadas através da matriz QFD. Na sequência é realizado o projeto conceitual onde a visão do mercado é transformada em um conceito tecnologicamente atrativo, nesta etapa é aplicada a matriz morfológica para levantar os princípios de solução atendendo as funções elementares do equipamento. Por fim é apresentado o projeto preliminar onde é criado o modelo conceitual do produto.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento de Produto. Ergonomia. Mobilidade. Projeto.

## Abstract

This work deals with the Product Development methodology aligned with the concepts of ergonomics with the objective of developing the design of a platform for accessibility to swimming pools for people with reduced mobility. The methodology used in this work is characterized by technological research, which seeks the generation of new products, this begins with the definition of the task where a statement of project scope is presented. In this step, information about users' needs is raised through market research and benchmark analysis, later the information is clarified through the QFD matrix. Following is the conceptual project where the vision of the market is transformed into a technologically attractive concept, in this step is applied the morphological matrix to raise the principles of solution attending the elementary functions of the equipment. Finally, it is presented the preliminary project where the conceptual model of the product is created.

**Keywords:** Product Development. Ergonomics. Mobility. Project.

<sup>1</sup> IFSC  
cassianoorm@hotmail.com

<sup>2</sup> IFSC  
elviss\_c@hotmail.com

<sup>3</sup> IFSC  
neilor.l@aluno.ifsc.edu.br

<sup>4</sup> IFSC  
thiago\_l\_borges@hotmail.com

<sup>5</sup> IFSC  
ssiqueiradasil@gmail.com

## 1 Introdução

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2010), no censo de 2010 foi pesquisado 45 milhões de pessoas com algum tipo de deficiência, sendo que destas mais de 13 milhões são pessoas com deficiência motora, ou seja, pessoas com algum tipo de dificuldade permanente para caminhar ou subir escadas (avaliada com o uso de prótese, bengala ou aparelho auxiliar, no caso de a pessoa utilizá-la).

Atualmente as necessidades relacionadas à ergonomia vêm sendo uma das grandes preocupações no Processo de Desenvolvimento de Produto (PDP), bem como a adaptação de produtos às características dos usuários, possibilitando a sua acessibilidade, principalmente para pessoas com dificuldades de mobilidade. Esses aspectos vêm sendo amplamente discutido em pesquisas e nos trabalhos de desenvolvimento científico e tecnológico relacionados à ergonomia.

Uma característica muito importante na aplicação da ergonomia é devido aos equipamentos serem desenvolvidos para um uso coletivo. Geralmente os projetos de desenvolvimento de produtos atendem 95% da população, os 5% restante representam uma fatia do mercado direcionada a projetos específicos para cada tipo de particularidade (Dul & Weerdmeester, 2004).

Entre essas particularidades podemos citar os cadeirantes que, em diversas situações, passam por dificuldades para terem acesso a alguns locais, sejam esses em sua própria casa ou principalmente no seu dia-a-dia durante o convívio com a sociedade.

Um destes problemas é o acesso de cadeirantes às piscinas, que se torna difícil, devido ao projeto destas áreas geralmente não levarem em consideração aspectos de acessibilidade. Outro fator preponderante é a falta de equipamentos dedicados a este fim. Existem poucos fabricantes desen-

volvendo projetos que facilitem o acesso de cadeirantes a estas áreas, os equipamentos encontrados no mercado são de alto custo e em alguns casos importados, o que dificulta ainda mais a aquisição do equipamento. Desta forma observa-se a oportunidade de unir questões técnicas e ergonômicas para buscar um produto tecnológico com aplicação prática.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho é aplicar a metodologia de desenvolvimento de produtos alinhada aos conceitos de ergonomia para desenvolver o conceito de uma plataforma de acessibilidade e facilitar o acesso de cadeirantes às piscinas. Com isso busca-se ampliar as discussões relacionadas ao desenvolvimento de produtos voltados às pessoas mobilidade reduzida ou necessidades especiais.

Neste sentido, por meio de uma pesquisa bibliográfica é apresentada uma revisão dos conceitos do Processo de Desenvolvimento de Produtos, seguido de um embasamento sobre aspectos relacionados à ergonomia direcionados ao desenvolvimento de novos produtos.

## 2 Revisão da literatura

### 2.1 Desenvolvimento de Produtos

Para Slack *et al.* (2009) o objetivo de desenvolver um produto é atender as necessidades e garantir a satisfação dos consumidores, principalmente suas expectativas atuais e futuras. De acordo com Morgan & Liker (2008) o Desenvolvimento de Produtos (DP) pode ser considerado um diferencial estratégico que vem se tornando cada vez mais importante para as organizações, podendo ser avaliado como mais relevante que a própria produção. Isto é decorrente da crescente evolução tecnológica que acelera a substituição dos produtos que estão no mercado por novas soluções de produtos.

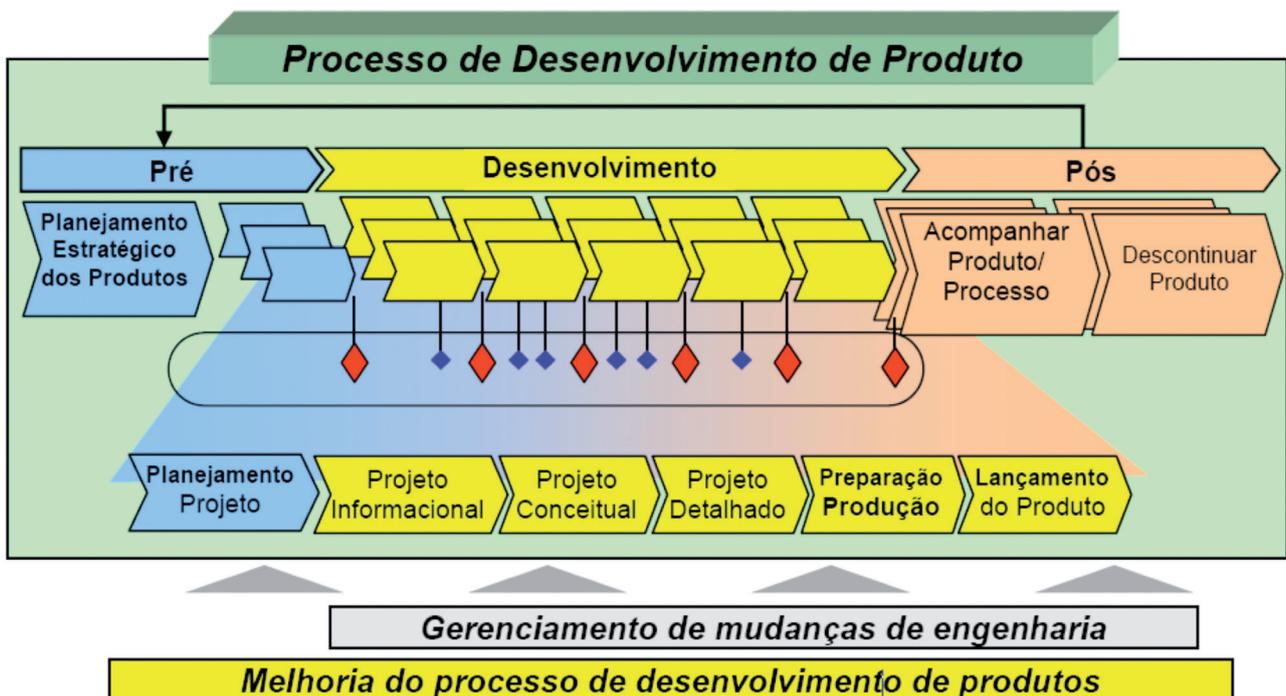
Segundo Rozenfeld *et al.* (2006) o Desenvolvimento de Produto como um conjunto de atividades por meio das quais se podem chegar às especificações do projeto de um produto ou de seu processo de produção, para que a manufatura seja capaz de produzi-lo. O autor faz uma comparação com outros processos de negócio, destacando como principais diferenças:

- Elevado grau de incerteza e risco das atividades;
- Decisões importantes são tomadas no início;
- Dificuldade em se mudar decisões iniciais;
- As atividades seguem um ciclo iterativo;
- Manipulação e geração de um alto volume de informação;
- As informações provem de diversas fontes e áreas da empresa.

As fases iniciais do Processo de Desenvolvimento são onde se concentram as

principais decisões e especificações do projeto, nesse momento são determinados materiais e tecnologias a serem utilizados, o processo de fabricação e a forma construtiva. Segundo Rozenfeld *et al.* (2006) cerca de 85% do custo do produto final provem de escolhas de alternativas vindas do início do ciclo de desenvolvimento. Em outras palavras, o foco principal a se determinar no projeto se concentra nos materiais utilizados, no processo de fabricação, nas tecnologias e nas soluções construtivas.

Para se desenvolver um produto de forma eficiente é necessário um processo eficaz para se cumprir com os objetivos da organização, favorecendo a competitividade da empresa. Este desempenho está diretamente relacionado com o modelo de desenvolvimento adotado, que por sua vez determina a capacidade com que as empresas lidam com os processos e interagem com o mercado e as fontes de tecnologias.

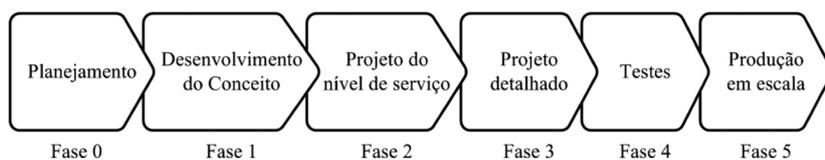


**Figura 1: Visão geral do modelo de referência.**  
Fonte: Rozenfeld et al. (2006).

Diversos autores apresentam modelos para orientar o Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP). A Figura 1 ilustra uma visão geral do modelo de referencia apresentado por Rozenfeld *et al.* (2006), nele a estrutura do PDP está dividida em três macro-fases de atividades:

- **Pré-Desenvolvimento:** Esta é a fase de concepção do produto, onde são reunidas as ideias, avaliadas as restrições e realizado o planejamento estratégico do produto e o do projeto;
- **Desenvolvimento:** Onde o produto será de fato produzido. Inicia-se com a determinação de todas as especificações-metas do produto;
- **Pós-Desenvolvimento:** Após lançado o produto, no pós-desenvolvimento são realizados o acompanhamento e o processo de descontinuação do produto no mercado.

No modelo apresentado por Ulrich & Eppinger (2004) o Processo de Desenvolvimento é dividido em uma sequência de fases e atividades que são desenvolvidas para conceber, projetar e comercializar um produto. As fases do PDP apresentadas pelos autores são apresentadas na Figura 2.



**Figura 2: Processo de Desenvolvimento de Produto**

Fonte: Adaptado de Ulrich & Eppinger (2004).

O modelo de Ulrich & Eppinger (2004) possui seis fases, em um processo contínuo, onde as fases são detalhadas antes de se passar para a próxima, o início parte do planejamento do projeto e segue para o desenvolvimento do conceito do produto, processos de design, testes e finalmente segue até a fase 5 onde é realizada a produção em

escala. Para Ulrich & Eppinger (2004) o Processo de Desenvolvimento pode ser visto como um processo genérico que se adaptam as empresas conforme suas necessidades. As empresas podem iniciar o PDP a partir de uma necessidade do mercado, isso nos mostra que este modelo é direcionado para mercados puxados, mas pode ser adaptado a outros mercados como produtos de tecnologia empurrada ou de produtos customizados.

Pahl *et al.* (2013) apresentaram um modelo para o Processo de desenvolvimento de projeto que pode ser desdobrado nas seguintes fases:

Planejar e esclarecer a tarefa (Definição informativa): Onde acontece a coleta das informações sobre os requisitos dos consumidores partindo para a geração das ideias iniciais do produto;

Conceber (Definição preliminar): Nesta etapa são definidos os princípios de solução para o produto, incluindo materiais utilizados e dimensionamento prévio;

Projetar (Definição da configuração): Onde é definido de forma clara e completa a estrutura de construção do produto baseada em critérios técnicos e econômicos;

Detalhar (Definição da tecnologia de produção): Onde são apresentadas as prescrições definitivas sobre forma, dimensionamento, acabamento superficial e materiais.

Neste modelo apresentado pelos autores a origem do projeto do produto acontece devido a duas fontes principais, o mercado e a empresa. Sendo a que a evolução

do produto acontece através de várias fases de desenvolvimento, que se inicia no planejamento e finaliza-se com a disposição do produto no meio ambiente.

As fases de projeto de produtos apresentadas por Pahl *et al.* (2013), estão divididas em diferentes etapas conforme mostra a Quadro 1, com suas respectivas tomadas de decisões. Faz-se necessário

avaliar cada uma delas antes de prosseguir para a seguinte, isto garante que os erros cometidos anteriormente não serão levados à frente.

Etapas do projeto	
Fases	Tarefa
Definição da tarefa	1. Definição da tarefa - Elaboração de especificações 2. Especificações
Projeto conceitual	1. Identificar principais problemas - Estabelecer estruturas funcionais - Busca de princípios solução - Pesquisar princípios de solução - Avaliação de critérios técnicos e econômicos 2. Concepção
Projeto preliminar	1. Desenvolver primeiros <i>Layouts</i> e forma do produto - Selecionar os primeiros <i>Layouts</i> - Refinar e avaliar novamente critérios técnicos e econômicos 2. <i>Layouts</i> preliminar 3. Aperfeiçoar e completar a forma - Verificar erros e custo efetivo - Preparar a listagem preliminar das partes e os documentos de produção 4. <i>Layouts</i> definitivo
Projeto detalhado	1. Últimos detalhes - Desenhos de detalhe e documentos de produção - Verificar todos os documentos 2. Documentação
Produto	

**Quadro 1: Fases da metodologia do processo de projeto**

Fonte: Adaptado de Pahl et al. (2013).

De acordo com o Pahl *et al.* (2013), pode-se entender que sua metodologia propõe bases para se desenvolver um projeto com auxílio de ferramentas de Desenho Assistido por Computador (CAD), aplicado à fase de Projeto Conceitual, nesta etapa é fundamental a aplicação de softwares de desenho para auxiliar o desenvolvimento do conceito do produto, com isso espera-se um alto grau de criatividade por parte do projetista.

## 2.2 Aspectos analisados pela Ergonomia

Ao se desenvolver um produto deve ser considerada uma demanda ergonômica de igual forma em todos os aspectos, pois a atividade principal está relacionada ao atendimento às pessoas com necessidades de auxílio físico. O sistema como um todo só será maximizado se os conceitos ergonômicos forem incorporados nas análises de desenvolvimento do projeto desde seu início, fato este compartilhado por Moraes (2003), e demonstrado em seu estudo utilizando a interface homem-máquina na área de informática.

Conforme Freneda (2005), questões ergonômicas envolvem o ambiente de trabalho, posturas, ritmos de trabalho, *layout*, conforto térmico, ruído, dentre muitas outras questões que podem levar ao desconforto.

Para Dul & Weerdmeester (2004) a ergonomia pode ser aplicada no desenvolvimento de máquinas, tarefas, equipamentos e sistemas, com o intuito de melhorar a segurança, saúde, conforto e eficiência no trabalho ou processo. Ou seja, a ergonomia pode se apresentar com o objetivo de adequação de processos e produtos tecnológicos aos limites, à capacidade e aos anseios humanos (Abrahão *et al.*, 2009).

Segundo Vidal & Seti (2001) as competências na área de ergonomia são particularmente indicadas para o tratamento de problemas emergentes conforme mostra a Tabela 1.

**Tabela 1: Competências da ergonomia**

Ação	Atividades
Básica	Prevenção de acidentes e doenças do trabalho
Focada	Problemas cruciais de qualidade ou de produção
Estratégica	Planejamento ergonômico
Políticas públicas e corporativas	Proposição e adequação de novos parâmetros legais e/ou corporativos

Fonte: Adaptado de Vidal & Seti (2001).

Conforme Dul e Weerdmeester (2004) a ergonomia se difere de outras áreas de conhecimentos, pois possui caráter interdisciplinar, tais como antropometria, biomecânica, fisiologia, engenharia mecânica, desenho industrial, eletrônica, entre outros. Pesquisando e analisando aspectos como:

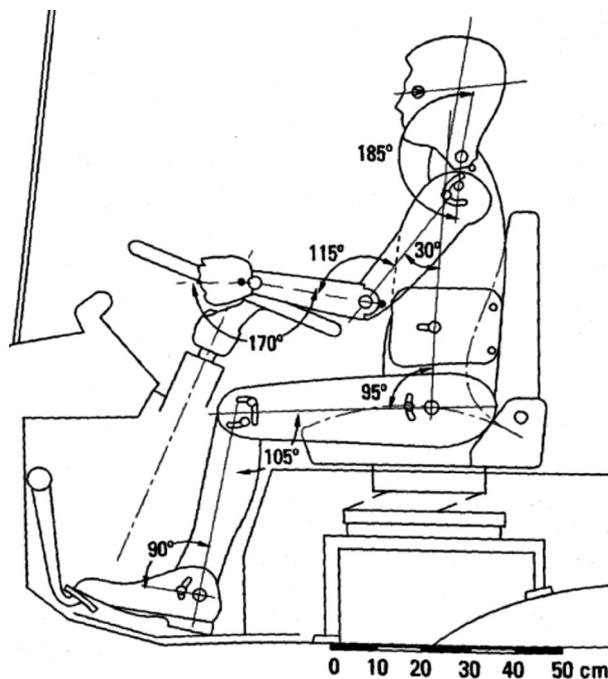
- Postura;
- Movimentos Corporais;
- Fatores Ambientais;
- Informação;
- Controles;
- Mostradores.

Conforme apresentado por Paschoarelli (2003) a aplicação do conhecimento ergonômico no projeto de desenvolvimento do produto pode ser caracterizada como design ergonômico, tendo como objetivo de projetar produtos e sistemas seguros, eficientes e confortáveis.

Conforme Pahl *et al.* (2013), a identificação dos requisitos ergonômicos realizados pelo projetista é uma tarefa complexa, sendo assim se faz necessário utilizar diretrizes de trabalho que auxiliam a realização desta atividade. Para Pahl *et al.* (2013) para um projeto considerando a ergonomia é conveniente levar em consideração os seguintes aspectos:

- Aspectos Biomecânicos: Refere-se à avaliação de determinadas posturas e movimentos corporais, que podem ser representados e avaliados com ajuda de gabaritos antropométricos, conforme mostra a Figura 3;
- Aspectos Fisiológicos: Refere-se aos movimentos requeridos no manuseio e utilização de produtos condicionam a um trabalho muscular estático e dinâmico, que exige do sistema cardiovascular um abastecimento sanguíneo adequado;

- Aspectos psicológicos: Onde soluções do projeto devem poupar o pensamento durante a sua manipulação.



**Figura 3: Aspectos biomecânicos - postura e gabarito antropométrico**

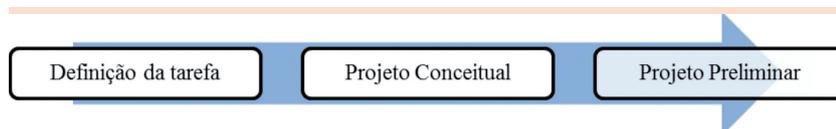
Fonte: Pahl *et al.* (2013).

### 3 Metodologia

A metodologia aplicada neste trabalho caracteriza-se por meio de pesquisa tecnológica, que busca a geração de produtos, com base em um estudo de caráter qualitativo e quantitativo baseada em uma revisão da literatura e um posterior estudo de caso exploratório.

Para o desenvolvimento do conceito do produto foram utilizadas algumas etapas do modelo apresentado por Pahl *et al.* (2013) onde pôr fim se apresenta um conceito do produto como projeto preliminar, conforme mostra a Figura 4.

Na etapa de definição da tarefa é apresentada uma declaração de escopo do projeto seguida de uma análise de mercado através de *Benchmark*,



**Figura 4: Etapas de desenvolvimento de produto adotado neste trabalho**

onde são verificadas algumas características de produtos similares e concorrentes. Posteriormente foi realizada uma pesquisa de mercado onde são levantadas as principais necessidades dos clientes. A partir dessas informações pode-se desenvolver uma matriz *QFD* (*Quality Function Deployment*) de onde foram extraídas as especificações meta do projeto.

Na fase de projeto conceitual foi aplicada a matriz morfológica para levantar os princípios de solução para atender as funções elementares do equipamento. Posteriormente na fase de Projeto Preliminar pode-se criar o conceito do produto que é apresentado de acordo com seu sistema construtivo. Nesta etapa foi aplicada a análise FMEA para avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas do produto.

## 4 Desenvolvimento

### 4.1 Definição da tarefa

Durante a etapa de definição da tarefa foi desenvolvido uma declaração de escopo do projeto, conforme mostra a Tabela 2, esta descreve as principais informações referentes ao produto a ser desenvolvido, onde são apresentadas informações do mercado, premissas e restrições.

Para a avaliação do mercado foi desenvolvido uma análise de *benchmark*, conforme apresentado no Quadro 2, onde os principais produtos concorrentes e similares ao projeto são apresentados.

Elaborou-se uma pesquisa de mercado com a finalidade de determinar as necessidades dos clientes para então convertê-las em requisitos de

projeto. Foi desenvolvido um questionário composto de 17 perguntas, com o intuito de assimilar as necessidades dos clientes, conhecer o público a ser beneficiado com o produto, e ter uma expectativa do que esse público espera do produto.

Para o desenvolvimento dessa pesquisa utilizou-se o *Google Drive*, uma plataforma que permite a criação de formulários, o link foi divulgado pelos responsáveis do projeto via e-mail e as respostas enviadas *online*.

A Tabela 3 apresenta as necessidades dos clientes abstraídas da pesquisa de mercado e sua conversão em requisitos de produto. Todas essas necessidades representam uma visão técnica a ser considerada no desenvolvimento do produto.

**Tabela 2: Declaração de escopo do projeto**

**Plataforma de acesso a piscinas para pessoas com mobilidade reduzida**

Escopo do Produto	Construir um aparelho simples, com relação custo-benefício atrativa, que proporcione maior autonomia, conforto e segurança para pessoas com mobilidade reduzida realizarem o acesso a piscinas.
Mercado	Clientes: Pessoas com mobilidade reduzida, seja ela temporária ou permanente, que se interesse em acessar uma piscina com autonomia, seja para o lazer ou até mesmo para um tratamento médico.
Escopo do Projeto	Equipamento automatizado, com características ergonômicas, confortável e resistente a ambientes corrosivos.
Premissas	Os produtos atuais do mercado apresentam relação de custo benefício inferiores ao novo produto. Com isso pode-se atingir uma nova fatia do mercado, melhorando as condições de acesso para diversas pessoas com mobilidade reduzida.
Restrições	Não aceitação do produto pelo mercado; Durante os testes de qualidade, o produto não corresponder ao esperado;
Preço (estimado)	Estimasse que ao final do desenvolvimento o custo do produto permaneça próximo a R\$ 5.000,00.

Empresa	Casa da Acessibilidade	IMB	Aquaplay
Imagens (ilustrativa)			
Tipo de Equipamento	<sup>1</sup> Elevador p/ acessibilidade à piscina	<sup>2</sup> Elevador de piscinas	<sup>3</sup> Elevador de Piscina Portátil Panda
Material da estrutura	Aço inox	Não informado	Estrutura em aço revestida
Modelo	MD LIBERTY	LEHNER	46150
Funcionamento	Automático	Não informado	Não informado
Carga máxima	140 kg	130 kg	145 kg
Dimensões	1500 x 800	1220 x 1050	1500 x 900
Pressão mínima	Não informado	4 bar	Não informado
Acabamento	Pintura	Não informado	Zinco e pintura eletroestática
Alimentação	Moto-redutor de 24 volts	Não informado	Bateria: 24VDC
Manuseio	Botões de comando (SOBE/DESCE/GIRA)	Não informado	Controle com fio com função (SOBE/DESCE)
Pontos positivos / Destaques	Pode ser solicitada opção de autonomia operacional	Possui alcance de profundidade de 1050mm	Sistema móvel. Pode ser utilizado em qualquer local

**Quadro 2: Benchmark de sistemas de acesso à piscina**

Fonte. Adaptado de <http://www.casadaacessibilidade.com.br><sup>1</sup>; [www.lehner-lifttechnik.at/es/products/Delphin2](http://www.lehner-lifttechnik.at/es/products/Delphin2)<sup>2</sup>; <http://www.ellevabr.com/acessibilidade/cadeira-elevador-para-piscinas-h-pe><sup>3</sup>

**Tabela 3: Necessidades dos clientes, Requisitos do produto e visão técnica**

Necessidades dos clientes	Requisito do produto	Visão Técnica
Autonomia (operar sozinho)	Comando Simples	Automação
Fácil acesso	Design	Ergonomia, Dimensões
Manuseio simples	Automação	Controles Operacionais
Baixo ruído	Nível de Ruído	Nível de Ruído, Dimensões, Peso
Fácil para limpar	Aparência	Revestimento, Resistência à corrosão
Segurança para movimentação	Conforto, Rigidez estrutural	Conforto, Rigidez estrutural
Segurança no transporte	Componentes Compactos	Dimensões, Peso
Equipamento robusto	Rigidez estrutural	Coefficiente de segurança limitado, Peso
Pouco espaço para instalação	Componentes Compactos	Componentes Compactos
Fácil manutenção	Componentes Simples	Componentes Normalizados, Vida útil
Componentes comerciais	Componentes Simples	Componentes Normalizados
Maximizar estoque	Componentes Compactos	Coefficiente de segurança
Baixo peso	Componentes Compactos	Coefficiente de segurança
Baixo custo de fabricação	Custo benefício	Qualidade e Baixo custo
Baixo custo de operação	Alta eficiência	Vida útil

Unidade >>>	%	%	\$	UN/h	%	%	UN	UN	UN	%	%	m.m.m.	kWh/\$	%	dB(A)	kg	%	%	%	%	Anos		
	Aparência	Automação	Custo	Capacidade de produção	Coefficiente de segurança	Comando Simples	Componentes Compactos	Componentes Normalizados	Componentes Simples	Conforto	Design	Dimensão	Eficiência	Ergonomia	Nível de Ruído	Peso	Qualidade	Resistência a corrosão	Revestimento	Rigidez estrutural	Vida útil	PESO	Novo equipamento
Autonomia (operar sozinho)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4	8
Fácil acesso	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3	7
Manuseio simples	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5	9
Baixo ruído	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2	5
Fácil para limpar	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2	4
Segurança para movimentação	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5	7
Segurança no transporte	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2	5
Equipamento robusto	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2	4
Pouco espaço para instalação	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2	4
Fácil manutenção	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4	6
Componentes comerciais	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3	5
Maximizar estoque	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	2	3
Baixo peso	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	3	2
Baixo custo de fabricação	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5	8
Baixo custo de operação	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	5	8
Σ Correlação	36	143	201	123	150	131	70	99	119	56	89	137	164	156	49	116	103	55	42	136	85		
Percentual	2%	6%	9%	5%	7%	6%	3%	4%	5%	2%	4%	6%	7%	7%	2%	5%	5%	2%	2%	6%	4%		
Classificação	21	5	1	9	4	8	16	13	10	17	14	6	2	3	19	11	12	18	20	7	15		

Quadro 3: Matriz QFD

Essas informações foram correlacionadas através de uma matriz QFD, conforme pode ser observado no Quadro 3, a partir destas informações podem-se estabelecer as especificações meta do projeto do produto. Com isso foram clarificadas informações importantes relacionadas a critérios de qualidade percebida pelos clientes como preço de custo, eficiência e facilidade de acesso.

### 4.2 Projeto conceitual

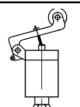
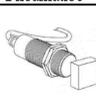
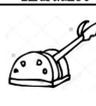
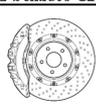
A segunda etapa da fase de desenvolvimento de consiste na transformação dos dados referentes à fase anterior em um produto tecnicamente aceitável para o mercado e, sobretudo atrativo para o consumidor final. Nesta etapa foram realizados o levantamento e a geração dos princípios de solução para atender as funções elementares do equipamento.

Foi utilizada a matriz morfológica para auxiliar este procedimento, para seu desenvolvimento foram utilizados catálogos técnicos, patentes e bibliografias da área mecânica. Uma visão parcial de sua configuração pode ser vista no Quadro 4, onde se observa os princípios de solução para algumas funções do produto.

Através da combinação das alternativas de solução da Matriz Morfológica pode-se desenvolver qual concepção de projeto para melhor atender as necessidades dos usuários do equipamento.

### 4.3 Projeto preliminar

Nesta etapa foi realizado o croqui para a concepção de projeto. Algumas adaptações foram realizadas com o auxílio de técnicos e especialistas envolvidos.

Função	Princípios de solução					
	1	2	3	4	5	6
Acomodar usuário						
	Banco	Cadeira	Cama	Rede		
Fixar usuário						
	Colete	"Fralda"	Cinto 5 Pontas	Cinto	Trava de Segurança	
Bloquear Sistema						
	Botão Trava	Botão Pulsador	Rolete	Disjuntor	Fusível	Sensor Proximidade
Prover energia						
	Motor Elétrico	Bomba Hidráulica	Compressor Pneumático	Motor Hidráulico	Motor Hidráulico 2 Sentidos Giro	
Iniciar / Parar movimento						
	Botão Pulsador	Rolete	Sensor Proximidade	Alavanca	Freio	

Quadro 4: Visão parcial da Matriz morfológica, princípios de solução

A figura 5(a) apresenta uma visão geral do conceito do produto, nela pode-se observar o sistema de suporte do cadeirante e a estrutura principal. Na figura 5(b) se observa detalhes internos do sistema de movimentação e acionamento.

Para especificar a estrutura de produto, foi elaborado uma *Bill of Materials (BOM)*, con-

forme mostra a Tabela 4, onde se apresenta uma lista preliminar dos principais componentes utilizados na fabricação e/ou montagem do produto.

Foi realizada uma simulação com auxílio de *software* para compreender os esforços gerados pela movimentação do usuário. Na Figura 6 podem-se observar as etapas que o cadeirante ou usuário com mobilidade reduzida terá que exercer para conseguir o acesso à piscina. Inicialmente, Figura 6(a), será necessário abrir o dispositivo de trava do usuário para que o cadeirante possa se transferir para a cadeira do equipamento e acionar o sistema de travamento, ver Figura 6(b). Posteriormente o usuário deverá acionar o sistema de movimentação com auxílio do dispositivo de controle alocado no braço da cadeira para se iniciar o movimento de transporte para dentro da piscina, ver Figura 7(a). Após a parada do equipamento, já dentro da piscina, ver Figura 7(b), o usuário faz o destravamento e se retira do dispositivo para ter acesso a suas atividades.

Para avaliar as possíveis falhas do produto foi utilizado o *FMEA - Failure modes and effects analysis*, Piluski (2015), conforme mostra a Quadro 5. Esta metodologia tem por objetivo avaliar e minimizar riscos por meio da análise das possíveis falhas o que inclui a determinação da causa,

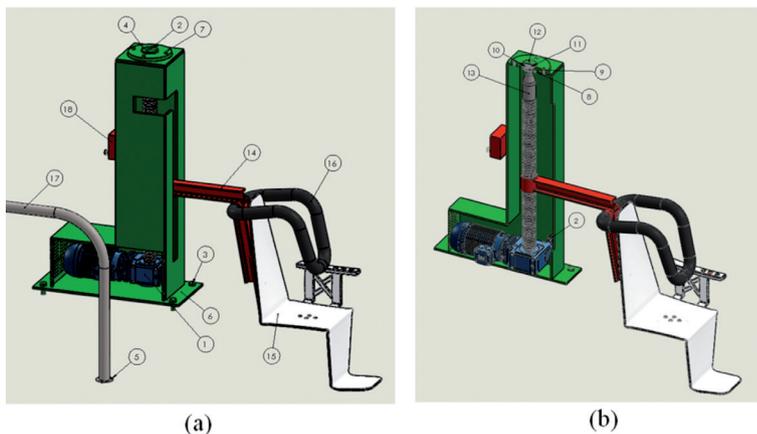
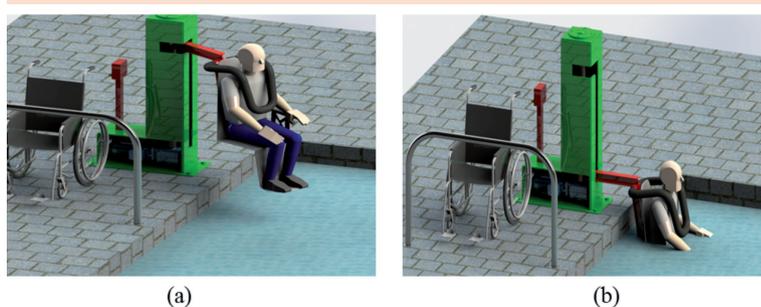


Figura 5: Visão geral do conceito do produto

**Tabela 4: Bill of Materials**

Posição	Descrição	Quantidade
1	Moto redutor	1
2	Parafuso sextavado M12x1.75x30 zincado	8
3	Parafuso sextavado M24x3x55 Zincado	4
4	Parafuso sextavado M8x1,25x50 zincado	4
5	Parafuso sextavado M6x1x10 Zincado	6
6	Coluna Principal	1
7	Cubo do rolamento	1
8	Anel de fixação interno	1
9	Rolamento 2206 E-2RS1TN9	1
10	Anel de travamento da porca MB6	1
11	Porca KM 6	1
12	Anel de fixação externo	1
13	Fuso roscado	1
14	Suporte da Cadeira	1
15	Cadeira	1
16	Trava de segurança	1
17	Barra para apoio	1
18	Quadro de comando	1

**Figura 6: Acesso do cadeirante ao equipamento****Figura 7: Visão geral do conceito do produto**

efeito e risco de cada tipo de falha, seguido da implantação de ações para aumentar a confiabilidade do produto.

O índice RPN – Número de Prioridade do Risco representa o quanto está falha equivale para o produto, quanto maior este valor mais relevante será a falha, ou seja, deve-se procurar excluir ou mitigar os RPN's de maior valor. Pode-se observar que as falhas mais representativas para o produto estão relacionadas às funções Manter funcionamento, Movimento horizontal e Movimento vertical com RPN's de valores 48, 24 e 24 respectivamente.

## 5 Considerações finais

Este trabalho utilizou a metodologia de Desenvolvimento de produto alinhada a conceitos de ergonomia para buscar o conceito de um equipamento adequado às necessidades pessoas com mobilidade reduzida, especificamente para cadeirantes.

Diante do objetivo proposto e dos resultados obtidos no presente trabalho, conclui-se que o equipamento desenvolvido pode atender as necessidades dos usuários e ser capaz de prover sua acessibilidade, tornando suas atividades mais autônomas. Além disso, baseado na lista preliminar de materiais (BOM), esperasse que o custo do equipamento seja atrativo aos usuários.

Pode-se observar através da análise FMEA quais são as potenciais falhas que o produto está suscetível. Estes parâmetros podem ser utilizados como base para as próximas fases do desenvolvimento. É importante destacar que este projeto está em fase conceitual, sendo necessário para finalizar o

Funções	Fmea - análise de modo de falha e efeito								
	Tipo provável de falha	Efeito provável de falha	S	Causas	D	Controle atual de prevenção	Controle atual de detecção	D	Rpn
Acomodar usuário	Usuário cair	Acidente pessoal / Lesão / Desconforto	10	Cadeira ficar solta / Poucos locais de apoio para usuário	1	Instalar apoios	Teste prático da função	1	10
Fixar usuário	Usuário não conseguir fechar a trava	Usuário não conseguir independência na utilização do equipamento	5	Usuário não conseguir alcançar braço trava	1	Instalar braço auxiliar	Altura e posição do braço em relação à cadeira	1	5
Bloquear sistema	Usuário dentro da água não conseguir parar o equipamento	Acidente pessoal / Lesão / Desconforto	10	Não ter como desligar equipamento dentro da água	2	Instalar botão de emergência dentro da piscina	Simulação	1	20
Prover energia	Motor parar de funcionar	Equipamento interromper o movimento	5	Mecanismo não ter como continuar o movimento	1	Instalar bateria	Simulação / Projeto	1	5
Iniciar / Parar movimento	Equipamento não acionar	Equipamento não iniciar o movimento	4	Botão de acionamento não acionar	1	Instalar botão de alarme sonoro e lâmpada de emergência	Simulação	1	4
Manter funcionamento	Equipamento parar no meio do movimento	Bateria não funcionar	8	Descarregada a bateria	6	Instalar mostrador digital de carga da bateria	Projeto	1	48
Movimento horizontal	Equipamento parar no meio do movimento	Equipamento não concluir o equipamento	8	Equipamento não concluir o movimento	3	Aumentar área da bucha com contato com fuso	Calcular flexão do fuso	1	24
Movimento vertical	Equipamento parar no meio do movimento	Equipamento não concluir o equipamento	8	Equipamento não concluir o movimento	3	Calcular flexão fuso / Manutenção preventiva	Calcular flexão do fuso / Projeto	1	24
Desafixar usuário	Braço não liberar usuário	Usuário ficar preso	9	Mecanismo falhar	2	Instalar mecanismo de soltar usuário	Simulação prática	1	18

**Quadro 5: Análise de modo de falha e efeito (FMEA)**

processo de desenvolvimento, desenvolver o detalhamento técnico completo dos seus sistemas e subsistemas.

Desta forma pode-se concluir que a união entre questões técnicas de desenvolvimento de produto alinhada às diretrizes de ergonomia são eficientes para alcançar um equipamento com as características necessárias para atender as necessidades específicas dos projetos de produtos.

## Referências

- Abrahão, J, *et al.* (2009). Introdução à Ergonomia da prática à teoria. São Paulo: Edgard Blucher.
- Dul, J. & Weerdmeester, B. (2004). Ergonomia prática. 2.ed. rev. e ampl. São Paulo: Edgard Blücher.

Freneda, E. G. (2005). Meio Ambiente do Trabalho, Ergonomia e Políticas Preventivas: Direitos e Deveres. Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Social), Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). Censo Demográfico.

Moraes, A. (2015). Ergonomia e projeto de produtos, informações, interfaces da interação homem-computador e espaços arquiteturais: ensino e pesquisa. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Ouro Preto, MG, Brasil, 8.

Morgan, J. M. & Liker, J.K. (2008). Sistema Toyota de Desenvolvimento de Produto. 1ª Ed. São Paulo: Editora Artmed.

Pahl, G. *et al.* (2013). Projeto na engenharia: Fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações. 6. ed. São Paulo: Edgard Blucher.

Paschoarelli, L. C. (2003). Usabilidade aplicada ao design ergonômico de transdutores de ultra-sonografia: uma proposta metodológica para avaliação e análise do produto. Tese de doutorado. São Carlos.

Piluski, A. (2015). FMEA Failure modes and effects analysis. Curitiba: Qualimaster.

Rosenfeld, H. *et al.* (2006). Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva.

Slack, N. *et al.* (2009). Administração da Produção. Traduzido por Maria Teresa Corrêa de Oliveira. 2<sup>a</sup> ed. São Paulo: Atlas.

Ulrich, K. T. & Eppinger, S. D. (2004). Product Design and Development. Nova Iorque: Mc Graw Hill.

Vidal, M. C. R. & Setti, M. E. C. (2001). Ação Ergonômica, 1(2), 1-8. Recuperado em 08 setembro, 2018, de <http://www.abergo.org.br/revista/index.php/ae/issue/archive>

Recebido em 7 nov. 2017 / aprovado em 13 mar. 2018

**Para referenciar este texto**

Moura, C. R., Círico, E., Lafin, N. N., Borges, T. L., & Silva, S. S. Desenvolvimento do conceito de uma plataforma de acesso a piscinas para pessoas com mobilidade reduzida. *Exacta*, São Paulo, v. 17, n. 1, p. 1-13. jan./mar. 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5585/ExactaEP.v17n1.8049>>

