

CAPACETE MULTIFUNÇÃO

Alceu Perszel Junior; Andriago Fagundes; Mateus de Almeida Lara; Mateus Scussiatto¹
Anderson Baldissera; Paulo Miguel De Toni; Keila Daiane Ferrari Orso²

RESUMO

As dificuldades no desempenho funcional de alunos portadores de necessidades especiais, durante as aulas de Artes na APAE de Chapecó/SC, gerou essa problemática de estudo. Por meio de uma pesquisa de campo, de nível exploratória, visou-se desenvolver um equipamento de acessibilidade para portadores de necessidades especiais com carência nos membros superiores utilizarem durante as aulas de Artes. Primeiramente, aplicou-se um questionário ao cliente, sendo que, por meio desse questionário foi possível extrair os requisitos do equipamento desejado. Nesse contexto, a matriz QFD foi essencial para o desenvolvimento desse equipamento, pois nela ocorre a hierarquia dos requisitos com prioridades entre os mesmos. A estrutura funcional estabelece soluções aos requisitos, dentro da matriz funcional essas soluções ganham padrões físicos. Através da matriz passa ou não passa, as definições de requisitos foram escolhidas para a elaboração do projeto básico. A concepção do produto também ocorreu no projeto básico, visto que, as ideias foram tratadas em um desenho CAD.

Palavras-chave: Requisitos do cliente. Requisitos do projeto. Acessibilidade.

1 INTRODUÇÃO

As atividades desempenhadas em sala de aula são em sua maioria de simples ação, porém para alunos especiais estas atividades geram restrições. Algumas pessoas não podem participar de atividades em aula por não conseguirem realizar as tarefas desejadas.

No presente trabalho buscou-se desenvolver uma ferramenta de auxílio educacional para portadores de necessidades especiais com carência nos membros superiores.

Nas aulas da disciplina de artes, da APAE Chapecó - SC, portadores de necessidades especiais ficam restritos a apenas assistirem as aulas, devido à carência dos membros superiores. Assim o trabalho busca soluções através das ferramentas de projeto de produto, para a elaboração de um equipamento que ajude os alunos na execução de tarefas em sala de aula.

Através de pesquisa de campo coletamos informações sobre as necessidades dos usuários, e aplicações do produto. Para a elaboração do projeto, aplicamos as ferramentas de

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mails: alceujunior96@hotmail.com, andriago.fagundes@gmail.com, mateus_almeida@live.com mateus_scussiatto@hotmail.com

² Docentes do curso de Engenharia Mecânica da UCEFF. E-mail: anderson.baldissera@hotmail.com. keilaorso@hotmail.com.

projeto de máquinas aprendidas em aula, juntamente com pesquisa exploratória sobre o assunto.

O projeto de produtos é fase fundamental na produção e comercialização de equipamentos, esta etapa tem como objetivo desenvolver uma ideia a partir das necessidades do cliente. O uso correto de todas as ferramentas e métodos resultam em um projeto adequado as características do usuário.

2 PROJETO DE MÁQUINAS

De acordo com Pahl (2005) um projeto de máquinas primeiramente baseia-se em conhecimentos das ciências naturais e da Engenharia, além de levar em conta as condicionantes materiais, tecnológicas e econômicas, bem como restrições legais, ambientais e aquelas impostas pelo ser humano. As soluções precisam atender aos objetivos prefixados.

Neste caso, Back (2008, p.208) ressalta que: “[...] o custo do projeto é de ordem de 5%, mas o efeito de decisões tomadas nesta fase afeta 70% do custo total do produto”.

Segundo Back (2008), mudanças feitas na fase do projeto, se necessárias, podem ter um custo bem menor do que as feitas em fases finais. Conforme o andamento do projeto essas mudanças podem custar dez vezes mais do que na fase inicial.

2.1 REQUISITOS DO CLIENTE

Back (2008), enfatiza que o planejamento de produto busca responder, o que será desenvolvido em função das estratégias da organização. Como exemplo a tecnologia, deve-se buscar quais são as existentes, quais as mais promissoras para o período. Sobre a produção é preciso avaliar qual o volume a ser produzido, a capacidade da organização para novos desenvolvimentos, os aspectos financeiros, os riscos envolvidos.

A ideia de um produto pode ser apresentada das mais variadas formas, descrição das características, descrição funcional do produto, seus princípios de funcionamento. Tal descrição pode ser na forma textual ou gráfica, em alguns casos pode aparecer de forma mista. (BACK, 2008). Desta forma Back (2008), salienta que a ideia ou o conceito do produto nada mais é do que uma síntese das características do mesmo, e pode ser apresentada de forma diferente em cada ramo de atuação, constituído de informações técnicas e de mercado.

Sobre os requisitos de projeto Madureira destaca que:

O desenvolvimento do projeto do produto exige que sejam especificados tecnicamente requisitos funcionais, operacionais e construtivos, os quais, quando atendidos, fazem que o produto exerça suas funções com os atributos esperados, de acordo com as necessidades e exigências dos clientes (2010, p. 51).

Os requisitos devem ser quantificados, contendo os métodos de verificação, em alguns casos devem conter a opinião do cliente, utilizando métodos para que isso aconteça. Ainda de acordo com Back (2008), usuários externos serão aqueles que irão usar ou consumir o produto e tem prioridade. Deste modo são incluídos todos os que consomem ou são influenciados, direta ou indiretamente, pelo produto. Visto que, “[...] no que diz respeito a um veículo de transporte coletivo, ter-se-ia, ainda, os usuários indiretos, que são os órgãos reguladores, os passageiros, os pedestres e os moradores da comunidade, que seriam afetados pelos serviços e pela poluição do ar” (BACK, 2008, p.209).

Ainda sobre usuários, Back (2008), destaca que estes devem ser classificados como usuários de processo e usuários de produto resultante do processo. “[...] As pessoas e organizações envolvidas nos setores produtivos são usuários do processo de produção e as envolvidas nos setores de mercado e consumo são usuários do produto”, (BACK, 2008, p.209).

Segundo Back (2008), existem métodos desenvolvidos para extrair as necessidades dos usuários, dentre eles, entrevistas, parceiras, consultores, sessões de brainstorm, experiências pessoais e da empresa, pesquisa em material publicado, previsão da capacidade tecnológica, análise de mercado, prototipagem e realidade virtual, método do desdobramento da função qualidade.

Entrevistas estruturadas com usuários, de acordo com Back (2008), trazem a informação e ressaltam a opinião do usuário. As entrevistas são preparadas e baseadas em atributos do produto objeto de pesquisa. Deste modo deve-se relatar qual o tipo de entrevista, quantas serão feitas, quem deve conduzir a entrevista, o que o entrevistado deve falar, o que deve ser feito para concluir a entrevista.

Após a definição dos requisitos do usuário, essas necessidades devem ser transformadas em linguagem técnica de uma forma que a equipe de desenvolvimento possa entender melhor os requisitos do projeto, (BACK, 2008).

2.2 REQUISITOS DO PROJETO

Para interpretar cada requisito de usuário utiliza-se a tradução para designar cada função técnica ao objeto de estudo. Assim surgem os requisitos de projeto, que são na medida do possível parâmetros mensuráveis. Desta forma os requisitos de projeto são grandezas físicas, funções e restrições. (BACK, 2008).

Segundo Back (2008), a interpretação dos requisitos do usuário esta diretamente ligada à equipe responsável, pois equipes diferentes podem ter opiniões diferentes sobre um mesmo requisito de usuário. “[...] Buscar o entendimento das reais necessidades dos usuários e traduzi-las em atributos do produto é imprescindível para a obtenção de resultados adequados com a casa da qualidade”, (BACK, 2008, p. 221).

Os requisitos de projeto, adequadamente formulados, terão papel fundamental no desenvolvimento do produto, através da solução de problemas e satisfação dos usuários. Estes requisitos têm como objetivo orientar a equipe na busca de soluções alternativas e avaliações do processo. Seu propósito é estabelecer parâmetros e grandezas, mapeando os problemas técnicos (BACK, 2008).

Segundo Madureira (2010, p.52), os principais requisitos funcionais são: “Desempenho: o desempenho é a medida do cumprimento das funções do produto”. Visto que, a estética e ergonomia: a interação sensorial (dos cinco sentidos) entre as pessoas e o produto, objetivo do desenho industrial, deve ser especificada.

Segurança: devem ser especificados os riscos a pessoas ou equipamentos, utilizando como critérios os requisitos exigidos em lei, além dos requisitos mínimos de segurança e daqueles que possam entrar em vigor ao longo de sua vida útil, (MADUREIRA, 2010).

Confiabilidade: O cliente deve ter a ciência do número de falhas por tempo de operação, e também a importância de cada falha na operação geral do produto, gerando assim um grau de confiabilidade do produto. Algumas falhas podem ser toleradas desde que não interrompam a função principal do produto, (MADUREIRA, 2010).

Mantenabilidade: o tempo entre o funcionamento do produto e o que ele esta parado para manutenção traz a confiança do índice de disponibilidade do produto, que dependendo da aplicação é de alta importância, (MADUREIRA, 2010).

Durabilidade: pode ser especificada através da vida útil do produto, ligada diretamente ao desgaste de componentes, que podem ou não serem trocados dependendo do seu custo e viabilidade. Em casos onde a obsolescência técnica é utilizada por fatores de desempenho, a vida útil tem seu ciclo pré-determinado, (MADUREIRA, 2010).

Ademais, o custo operacional é definido como:

[...] o custo de um produto é na realidade uma composição dos custos de aquisição e financiamento, operação e manutenção ao longo da via útil. Equipamentos industriais são comprados com uma avaliação racional desses custos. Já os produtos de consumo em geral são avaliados apenas pelo custo de aquisição. (MADUREIRA, 2010, p. 54)

As dimensões do produto devem ser estabelecidas de acordo com as dimensões externas ao produto, tendo em vista que alguns produtos fazem parte de conjuntos maiores e por tanto devem ser compatíveis com o espaço destinado ao produto. Em caso onde envolve transporte do produto, estes devem ter seu peso extremamente limitado, levando em conta a forma de transporte e instalação do mesmo. (MADUREIRA, 2010).

2.3 QFD (*QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT*)

Após a definição dos requisitos de projeto entra a necessidade de classificação dos mesmos por ordem de importância, para que sejam definidas as prioridades no desenvolvimento do projeto, (BACK, 2010).

De acordo com Back (2008), a principal tarefa que a equipe de desenvolvimento deve realizar é analisar os requisitos de projeto e de usuário. Deve ser feita na parte central da casa da qualidade, na interseção entre linhas e colunas da matriz. Cada interseção é o cruzamento entre um requisito de usuário e um requisito de projeto.

Segundo Pahl (2005), a principal ferramenta do método QFD é a casa da qualidade que permite converter de forma clara as vontades do cliente no produto desejado. No topo da casa são identificados as relações e os conflitos entre as vontades. No quadro central as relações entre as vontades do cliente e os requisitos de projeto.

Através do conhecimento de quem estabelece as relações, surgem os atributos quantitativos e qualitativos dos requisitos, neste ponto Back (2008, p.24) destaca:

[...] assim, quando se relaciona qualitativamente um objeto A com um objeto B, relativo ao atributo cor do produto, por exemplo, obter-se-á um resultado do tipo: cor de A é melhor do que cor de B. Relacionamentos quantitativos, por outro lado, dependem de dados mensuráveis, meios de medição e métodos de modelagem e análise.

A atribuição de relacionamentos entre os requisitos depende do consenso entre o grupo que desenvolve o produto, através da análise, debates sobre os requisitos e também o conhecimento de cada membro sobre o assunto, (BACK, 2008).

A função do relacionamento entre requisitos do usuário com requisitos técnicos é tornar visível qual o impacto que um desejo do usuário tem sobre um parâmetro técnico. Desta forma podem-se definir quais requisitos tem prioridade no projeto, gerando uma hierarquia, (BACK, 2008).

Segundo Back (2008), o relacionamento dos requisitos na casa da qualidade, deve ser consistente para que não afete as decisões tomadas, podendo até comprometer a própria qualidade do produto.

2.4 ESTRUTURA FUNCIONAL

Após definição dos requisitos de projeto através da casa da qualidade, deve-se especificar de forma mais detalhada tais requisitos. Para cada requisito devem ser atribuídas grandezas mensuráveis e o melhor método ou solução que atenderá esta função (BACK, 2008).

De acordo com Pahl (2005), a estrutura funcional busca elaborar a melhor solução para o cada requisito de projeto, através da função global e um diagrama de blocos. Após a definição da função global, ocorre o desdobramento da mesma em subfunções.

As especificações de projeto são o resultado final do processo de transformação das necessidades dos usuários e são frequentemente citadas como a parte mais importante do desenvolvimento do produto. Sendo assim, para que sejam válidas e úteis deve-se tomar todo o cuidado na redação das mesmas. (BACK, 2008, p. 232).

De acordo com Back (2008), os requisitos de projeto significam que algo de ser atingível, deste modo, a especificação técnica deve declarar algo que possa ser aferido, testado ou demonstrado.

A declaração da especificação técnica deve mostrar uma verificação e um critério de aceitação da mesma. A especificação deve ser compatível como orçamento, programação e outras restrições. Para o melhor desenvolvimento das especificações, pesquisas ou estudos devem ser realizados para forma de aplicação, (BACK, 2008).

Segundo Coral (2013), a definição da estrutura de funções do produto pode ser feita através de uma síntese das atividades. Em primeiro lugar deve-se definir a função global do produto, unindo os requisitos técnicos aos de usuário. Para tal definição, pode-se utilizar uma estrutura de representação.

“A partir da função global, são definidas as possíveis estruturas de funções alternativas do produto, as quais devem satisfazer a função global e as especificações de projeto”, (CORAL, 2013, p. 182).

Desta forma Coral (2013) destaca que, a decomposição da função global pode gerar soluções do produto, facilitando o processo de solução de problemas. Assim torna-se mais simples as soluções para os requisitos de projeto, principalmente os que possuem meios tecnológicos. Com base em seus conhecimentos a equipe deve escolher qual das estruturas se enquadra melhor no seu projeto. Neste caso a que melhor representa o problema em questão. Desta forma tem início os princípios de solução das funções (CORAL, 2013).

2.5 MATRIZ MORFOLÓGICA

A matriz morfológica deve ser usada para o princípio de solução, através da geração de concepções e métodos de criatividade. Cada combinação de princípios de solução terá uma concepção de produto. A equipe deve gerar alternativas na versão atual do produto e até mesmo para futuras versões, (CORAL, 2013).

2.6 MATRIZ PASSA OU NÃO PASSA, PROJETO BÁSICO

O exame atende/não atende, matriz passa ou não passa, cada concepção é avaliada de acordo com a função que deve exercer. A concepção obtiver maior pontuação terá prioridade no desenvolvimento do projeto (CORAL, 2013).

O projeto conceitual tem como objetivo dar forma virtual ao produto, deste modo pode-se verificar a interação de suas concepções para análise da equipe de desenvolvimento. A fase do projeto preliminar como é conhecido, busca definir o produto a partir dos conceitos e concepções, (CORAL, 2013)

“Para indústrias metal-mecânicas, é necessário definir inicialmente o leiaute (arranjo físico) de montagem dos componentes, ou seja, como cada principio de solução irá interagir entre si”, (CORAL, 2013, p. 186).

Através da elaboração da modelagem geométrica virtual dos componentes, pode-se dimensionar o produto, as informações sobre uso, vida útil, esforços submetidos, trazem uma

definição de como cada componente deve ser, respeitando os parâmetros pré-estabelecidos (CORAL, 2013).

Com a definição do *layout* do produto tem início o processo de proteção industrial, a patente como é conhecida, das aplicações inéditas do produto. Deste modo deve-se analisar novamente a viabilidade financeira do projeto (CORAL, 2013).

2.7 CRONOGRAMA

Após essas definições, tem início o gerenciamento do tempo o projeto que pode ser realizado através do cronograma. Para que isso aconteça, devem ser documentadas todas as etapas do projeto de acordo com os objetivos do projeto informacional, listando todos os resultados esperados em sua execução (BACK, 2008).

O planejamento é constituído por duas etapas principais: o resultado do projeto deve estar pronto em determinada data, e nem toda a tarefa pode ser executada por qualquer colaborador. Deste modo a equipe deve determinar o tempo para desempenho das tarefas e equipes especializadas à função (PAHL, 2005).

“Listar todas as atividades necessárias para produzir os resultados esperados. Em seguida, deve-se desdobrar cada atividade em tarefas até se chegar a uma tarefa que não possa ou não necessite mais ser desdobrada”, (BACK, 2008, p. 133).

O cálculo do cronograma consiste na aplicação de técnicas de programação visando aperfeiçoar a execução do projeto entre os limites estabelecidos para seu início e/ou término. As datas de início e fim do projeto estabelecem o “envelope” de tempo no qual o projeto deve ser executado”, (BACK, 2008).

Para a elaboração do cronograma deve ser utilizada datas de folgas positivas, para que não ocorram atrasos no andamento do projeto. Alguns softwares podem auxiliar a elaboração e gerenciamento do cronograma, podendo efetuar simulações através de variações nos dados de cada atividade, (BACK, 2008).

2.8 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

De acordo com Pahl (2005), a especificação técnica é o momento em que o projetista observa as etapas como à produção, tendo maior clareza e simplicidade, com princípios para

atendimento maior e mais seguro das funções. Além do emprego das normas atuais e da empresa.

O projeto da forma considerando a produção é facilitado quando, numa possível etapa inicial de projeto, as decisões do projetista são auxiliadas pela colaboração e disponibilização das informações pela entidade normativa, pelo planejamento do trabalho, inclusive do setor de orçamentos, do setor de compras e da respectiva área de produção. (PAHL, 2005, p. 221).

A lista de peças e componentes tem como objetivo a descrição completa de um objeto, para uma produção sem falhas. Tal lista possui a unidade, quantidade e designação de todos os componentes envolvidos no projeto, definidos por número de posição. A função dos números de posição é relacionar a lista de peças ao desenho técnico, (PAHL, 2005).

“Na acepção da técnica de numeração, estes são incorporados em sistemas numéricos, nos quais todo número possui estruturas fixas, formas com determinado número de casas e determinada fonte de escrita”, (PAHL, 2005, p. 291).

A numeração permite possibilitar reconhecimento claro dos componentes com base em suas características através da classificação. Este método permite extensas ampliações, auxiliando o tempo de acesso á busca e administração simples dos componentes. (PAHL, 2005).

2.9 PROPOSTA COMERCIAL

De acordo com Santos (2010), gerenciar custos é a mais critica de todas as tarefas do projeto. Nesta etapa a equipe de desenvolvimento deve gerenciar os custos antes que aconteçam, acompanhando os mesmos à medida que ocorrem. $\text{Custo total} = \text{custo direto} + \text{custo indireto} = \text{lucro}$. O custo direto, todo elemento de custos para sua consumação, mão de obra, materiais, processos de fabricação entre outros. O custo indireto, todo elemento de custo que não está relacionado diretamente ao produto, porém impacta de alguma forma sua concepção ou custo.

2.10 PROJETO EXECUTIVO

De acordo com Madureira (2010), projeto executivo é a parte que define todos os componentes do projeto conceitual. Neste momento o produto terá todas as funções

necessárias para a fabricação, devido ao sucessivo desdobramento dos conjuntos em componentes e peças.

Nisto, são elaborados os desenhos técnicos do produto, nos quais são especificadas dimensões, formatos, cores, materiais, tolerâncias, dimensionais, lista de componentes e materiais de produto (do inglês Bill of Materials - BOM), bem como algumas características dos processos produtivos, entre outros aspectos. (CORAL, 2013, p. 189).

Nesta etapa são definidos os procedimentos de assistência técnica, manuais de operação e manutenção, definição e capacitação da mão de obra necessária. Além do detalhamento da embalagem e informações para o usuário, (CORAL, 2013).

Para a gestão do projeto executivo podem ser usados programas computacionais que auxiliam em vários aspectos, como por exemplo, cronogramas e testes, facilitando o rearranjo em caso de alterações. Essa gestão deve ser realizada pelo coordenador do projeto, dando continuidade ao projeto conceitual, (CORAL, 2013).

O uso de sistemas CAD na elaboração do projeto tem como finalidade a definição de peças e componentes, além de estruturar o funcionamento do objeto. As soluções para funções auxiliares serão marcadas pela utilização de peças e componentes padronizados e de uso comercial. A espécie e configuração do produto determinam as estratégias de montagem (PAHL, 2005).

2.10.1 Memorial de cálculo

O cálculo em um projeto tem a finalidade de transformar ideias em fatores mensuráveis, como por exemplo, forças aplicadas, tensões, deformações, durabilidade ou desgaste. Deste modo é possível verificar os efeitos obtidos, custo de construção, dimensões e peso, (NIEMANN, 1971)

Os cálculos devem ser realizados de forma coerente com o produto em questão, de nada adianta ter uma lista de cálculos se a mesma não condiz com a realidade do objeto. É preciso verificar se os cálculos serão validos, além das equações utilizadas e dos padrões estabelecidos. Por isso a importância da ideia do significado das equações e resultados, para a compreensão da equipe de desenvolvimento, (NIEMANN, 1971).

2.10.2 Lista de materiais, manual de montagem e manutenção

Nesta etapa os componentes são transformados em peças onde cada uma será detalhada definindo todas as suas características, requisitos e testes de verificação. Estas peças podem ou não ser fabricadas pela equipe desenvolvedora, em alguns casos peças e componentes são fornecidos por terceiros, (MADUREIRA, 2010).

[...] uma lista de peças contém a quantidade, a unidade da quantidade, a designação de todos os componentes (grupos construtivos) e itens avulsos incluindo itens padronizados, itens produzidos por terceiros e matérias-primas auxiliares, definitivos verbalmente e por número de posição. (MADUREIRA, 2005, p. 286).

A lista de materiais é constituída por caracteres cuja composição é definida pela norma DIN 6771. No sistema de lista de peças a composição é modificada de acordo com os requisitos do equipamento e do programa utilizado. A elaboração a lista pode ser no próprio desenho ou até mesmo de forma separada, (MADUREIRA, 2005).

A lista de peças apresenta todos os componentes de um produto em forma de listagem, com seus números e quantidades. Desta forma a lista pode ser elaborada para o produto final ou até mesmo para itens avulsos. Uma lista estruturada traz a vantagem de identificar a estrutura completa de um produto ou conjunto, (MADUREIRA, 2005).

Sobre os manuais do equipamento a NR12 destaca que as máquinas e equipamentos devem possuir manuais com instruções fornecidos pelo fabricante. Tais devem ser escritos em português – Brasil – e que possuam a melhor interpretação possível, acompanhados de ilustrações explicativas, (COORDENAÇÃO, 2014).

Os manuais devem abordar o tipo, modelo do equipamento, descrição detalhada dos componentes e acessórios, além das normas de segurança para operação. O procedimento para utilização do equipamento de estar descrito no manual de forma clara, procedimentos de inspeção e manutenção devem fazer parte do manual, (COORDENAÇÃO, 2014).

3 METODOLOGIA

O método de pesquisa utilizado na elaboração do projeto foi o indutivo, foram analisadas as informações obtidas através da pesquisa realizada em campo, pesquisas subsequentes na internet e criado um conceito de um produto para facilitar a vida de deficientes físicos.

A pesquisa foi exploratória realizada na APAE de Chapecó onde obtivemos um problema a ser resolvido. Alunos portadores de necessidades especiais em seus membros

superiores têm dificuldades nas aulas de artes e constantemente não conseguem realizar as tarefas. A coordenação pedagógica da APAE sugeriu a construção de um equipamento que permita a participação desses alunos nas aulas.

Através do estudo de campo foi elaborado um questionário para coleta de dados, onde a entrevistada, coordenadora pedagógica da instituição respondeu quais os requisitos o produto teria que atender. A análise de dados apontou que o melhor projeto seria um capacete com uma garra acoplada em sua parte superior, onde o aluno poderia utilizar para manipular um objeto.

A população alvo compreende qualquer pessoa que possua necessidades especiais, motora ou física, em seus membros superiores independente de idade ou sexo. Inicialmente a área de atuação será a cidade de Chapecó, podendo ser expandida para outras regiões conforme a aceitação do projeto.

Visando um projeto de máquinas, as técnicas de análise são qualitativas, pois dispõem de pesquisa de campo (GIL, 2008). A análise de dados ocorreu inicialmente através de um questionamento. Com os resultados dos requisitos do cliente foram desenvolvidos os requisitos do projeto através da sua aplicação na matriz QFD também conhecida como casa da qualidade.

Os requisitos do projeto foram organizados hierarquicamente definindo as prioridades idealizadas na construção do projeto. Através da matriz passa ou não passa, foram elaborados quatro projetos distintos, sendo escolhido o com mais pontos positivos.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Para a elaboração do projeto de acessibilidade, decidimos procurar uma instituição que atende pessoas com necessidades especiais, para isso, entramos em contato com a APAE Chapecó-SC que demonstrou interesse em participar do projeto. Deste modo a APAE passa a ser cliente/usuário da empresa PROJEX.

Definido o cliente aplicamos um questionário para extrair as necessidades do usuário. As perguntas foram respondidas pela Coordenação Pedagógica da APAE, e tem como objetivo ressaltar alguma dificuldade enfrentada no dia a dia pela instituição. As respostas extraídas na pesquisa direcionaram o projeto para atender a criança e adolescentes que não possuem os membros superiores.

4.1 REQUISITOS DO USUÁRIO E DO PROJETO

Então a partir da definição dos usuários conseguimos definir os requisitos de cliente e baseado nesses requisitos definiu-se os requisitos de projeto, conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Requisitos do usuário e do projeto

Requisitos do Cliente	Hierarquia QFD	Requisitos do Projeto	Hierarquia QFD
Acessibilidade	5	Acessibilidade	7
Sustentação	2	Suporte na cabeça	3
Movimentação	1	Movimentação	2
Leve	9	Peso	6
Sem ruído	4	Ajuste para usuário	5
Ajustes	7	Ergonômico	8
Conforto	8	Conforto	4
Segurança	15	NBR	14
Fácil manuseio	6	Transporte	13
Fácil transporte	10	Design	11
Estética agradável	11	Materiais resistentes	9
Durável	13	Projeto simplificado	12
Baixo Custo	14	Modular	1
Intuitivo	3	Manual de operação	10
Multi-função	12		

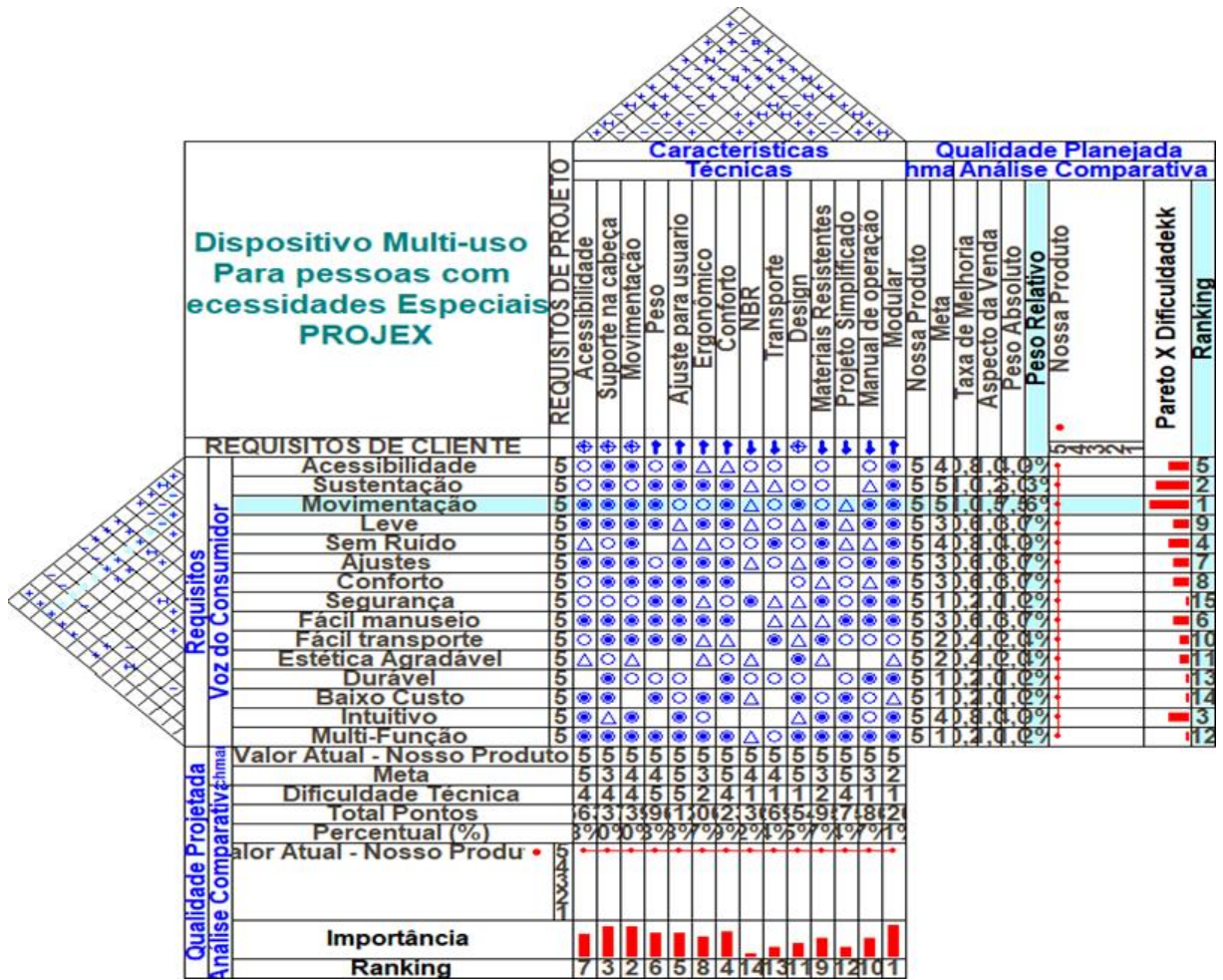
Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.2 MATRIZ QFD

Após as definições dos requisitos, definiu-se a hierarquia dos mesmos através da Casa da Qualidade QFD. Os requisitos foram confrontados de forma que cada um possui uma correlação com os demais requisitos do cliente e técnicos, através dos objetivos alvos no início do projeto. O confronto entre os requisitos gera uma hierarquia entre os mesmos, onde um deve ter prioridade sobre o outro no decorrer do projeto.

A Figura 1 demonstra a Matriz QFD – Casa da Qualidade:

Figura 1: Matriz QFD - Casa da Qualidade



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.3 ESTRUTURA FUNCIONAL

Após definição de hierarquia dos requisitos de projeto iniciou-se a estrutura funcional, onde foram abordadas possíveis funções para atender os requisitos de projeto. Nesta etapa cada requisito tornou-se uma função geral, com funções parciais e elementares.

As funções parciais têm como objetivo definir uma solução para a função geral, de mesmo modo a função elementar visa atribuir um numero maior de soluções para que a equipe possa designar a melhor forma para o produto. Conforme Tabela 2, quanto maior o número de funções complementares, maior o numero de possibilidades para atender os requisitos de projeto.

Tabela 2: Modelo de estrutura funcional

Função Geral	Função Parcial	Função elementar	Descrição
Modular	Peças acopláveis	Ponteiras substituíveis	materiais comerciais
		Hastes substituíveis	materiais comerciais
Movimentação	Pincel	Movimentar equipamento	materiais comerciais
Suporte	Sustentação do equipamento	Capacete	materiais comerciais
	Suporte do pincel	Garra	materiais comerciais
Conforto	Confortável ao usuário	Estrutura interna	materiais comerciais
		Estrutura externa	materiais comerciais

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

4.4 MATRIZ MORFOLÓGICA

Na matriz morfológica foram definidas soluções específicas para a estrutura funcional, nesta etapa as funções elementares receberam atribuições de materiais, métodos e equipamentos que poderiam atender as necessidades do projeto. Para cada função geral foram anexadas quatro opções de soluções, conforme a Figura 2, mostra a função complementar.

Figura 2: Modelo de matriz morfológica

Suporte	Sustentação do equipamento	Capacete					II	I	III	IV
	Suporte do pincel	Garra					IV	II	III	IV
Conforto	Confortável ao usuário	Estrutura interna					I	IV	III	II
		Estrutura externa					III	II	IV	I

Fonte: Dados da pesquisa (2017).

Na matriz passa ou não passa, definimos os componentes que melhor atendiam as necessidades do projeto, através da análise do requisito e da função atendida pelo componente foram atribuídas notas aos mesmos, para que dos quatro sugeridos na matriz apenas dois passassem para o projeto conceitual.

4.5 PROJETO BÁSICO

O projeto conceitual foi realizado com o auxílio de um programa CAD, o software SolidWorks foi o escolhido pela equipe para a elaboração do projeto básico. Nesta etapa todas as ideias geradas, durante a elaboração do projeto através das ferramentas estudadas, foram transformadas em dois desenhos distintos contendo as partes principais do projeto.

No modelo conceitual os componentes do projeto não foram detalhados, pois esta etapa tem como objetivo apenas a idealização do projeto final. Deste modo, a equipe escolheu um dos projetos básicos (figura 3) para a elaboração do projeto final.

Figura 3: Projeto básico



Fonte: Dados da pesquisa (2017)

4.6 CRONOGRAMA

Para a elaboração do projeto foi criado um cronograma com base no calendário de aulas da matéria de Projetos de Máquinas. Desta forma cada etapa liberada pelo professor tem uma data de encerramento para entrega de tarefas. Ao cronograma foi anexada uma matriz de responsabilidade, onde cada integrante da equipe ficou responsável por uma ou mais etapas do projeto.

4.7 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA E PROPOSTA COMERCIAL

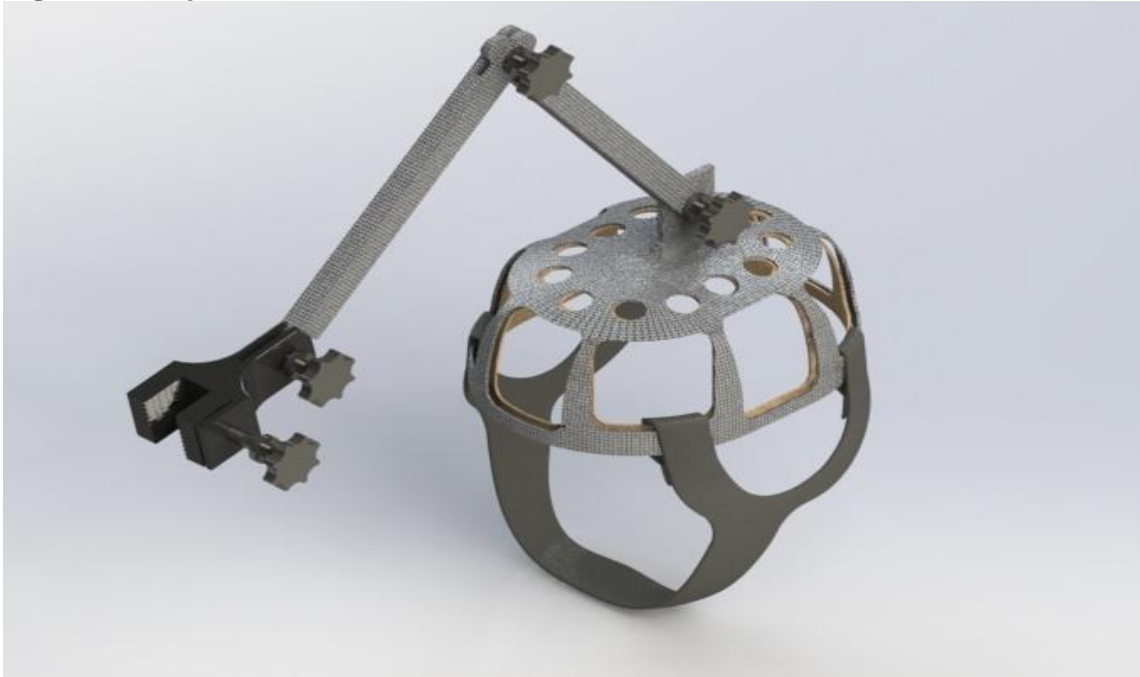
Na especificação técnica são detalhados os processos de fabricação, além dos componentes e materiais. Toda a documentação a ser entregue a contratante do projeto é definida nesta etapa. Deste modo ficou definido que o equipamento será entregue ao cliente desmontado, para facilitar o transporte. A montagem do equipamento é facilitada através do manual de montagem. A especificação técnica fornece toda a base para a elaboração da proposta comercial.

A proposta comercial estabelece um acordo entre a contratada fornecedora e a contratante do projeto, forma parâmetros a serem atendidos entre as partes interessadas. Foram estabelecidos valores e formas de pagamentos do projeto, a proposta salienta que o transporte ficará a cargo da contratante além da montagem do equipamento.

4.8 PROJETO EXECUTIVO

No projeto executivo foram detalhados todos os componentes do projeto, com o auxílio do software *SolidWorks* as peças e componentes do projeto tiveram suas definições de medidas e estéticas definidas. Nesta etapa, ficou definido o formato real do capacete, conforme a Figura 4, demonstra suas hastes e capacete em fibra de carbono, cinta em neoprene, garra do pincel em teflon, e o interior do equipamento de espuma.

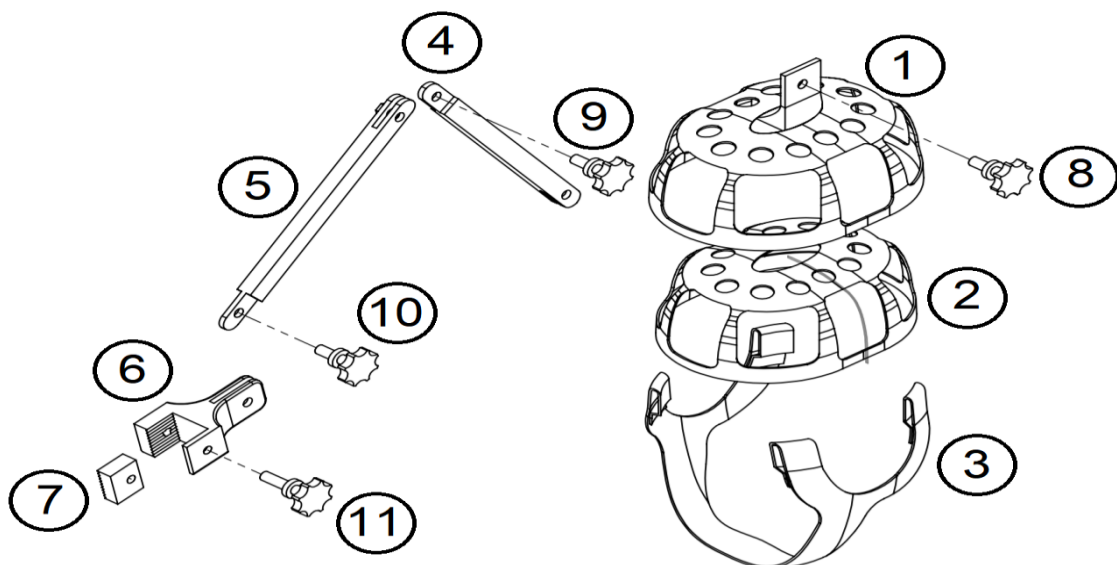
Figura 4: Projeto executivo



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

O projeto executivo contempla o memorial de cálculo, deste modo efetuamos os cálculos em função das tensões de cisalhamento, tendo a força exercida pelo usuário do capacete contra o quadro ou tela de pintura. Com o auxílio do software foi elaborada a lista de materiais, os componentes foram detalhados com suas cotas, conforme a Figura 5.

Figura 5: Lista de peças



Fonte: Dados da pesquisa (2017).

A elaboração do manual de montagem e operação foi realizada com base nas normas regulamentadoras que definem padrões para máquinas e equipamentos. Os manuais têm como objetivo orientar os professores sobre o uso do capacete, meios de montagem e possíveis manutenções a serem realizadas. O manual fornece informações de como realizar o fechamento do capacete para transporte do usuário.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa de campo foi possível se identificar um problema complexo, mas que com um equipamento simples pode ser resolvido. A utilização de entrevista e confronto de requisitos no QFD permite uma visão mais ampla dos dados, facilitando a obtenção das principais diretrizes do projeto.

Em busca de um equipamento leve e resistente foram escolhidos os materiais a serem utilizados e com o memorial de cálculo comprovado sua eficiência. Algumas limitações foram detectadas durante o projeto como a incompatibilidade de fazer um produto barato com os materiais escolhidos. A utilização do QFD para confronto de dados se mostrou extremamente útil neste caso.

Os conhecimentos adquiridos durante a disciplina foram colocados em prática e através deles elaborado um produto que atende as necessidades do cliente dentro do tempo estipulado. A principal vantagem do produto é garantir uma maior independência do usuário que poderá desempenhar funções antes difíceis para ele.

Tem-se a problemática ainda de reduzir ao máximo o peso do capacete, o continuo aperfeiçoamento do projeto com o uso de tecnologias que surgirão poderá atestar sua função e se o capacete realmente irá tornar-se eficiente em sua finalidade.

REFERÊNCIAS

BACK, N. *et al.* **Projeto integrado de produtos**. Barueri, SP: Manole, 2008.

COORDENAÇÃO E SUPERVISÃO DA EQUIPE ATLAS. **Segurança e medicina do trabalho**. São Paulo, SP, 2014.

CORAL, E. *et al.* **Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. São Paulo, SP: Atlas, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

MADUREIRA, Omar Moore de. **Metodologia do projeto: planejamento, execução e gerenciamento**. São Paulo, SP: Blucher, 2010.

NIEMANN, Gustav. **Elementos de máquina**. São Paulo, SP: Blucher, 1971.

PAHL, G. *et al.* **Projeto na Engenharia: fundamentos do desenvolvimento eficaz de produtos, métodos e aplicações**. São Paulo, SP: Blucher, 2005.