

# PROJETO INFORMACIONAL DE UM PROPULSOR PARA TRICICLO ELÉTRICO

Leonardo Bezerra Libanio

*Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília, Brasil*

*e-mail: [bezerralibanio@gmail.com](mailto:bezerralibanio@gmail.com)*

**Resumo:** O presente artigo tem como objetivo a apresentação de um propulsor para triciclos elétricos. A metodologia usada é baseada no processo de projeto modular. O resultado apresenta a fase do projeto modular informacional. Os resultados do projeto informacional são as especificações técnicas do propulsor para triciclos elétricos (PTE) proposto. A implementação deste método resultou na identificação de três módulos do PTE: o módulo de geração de energia renovável e armazenamento, o módulo de geração de movimento e o módulo de supervisão e controle do PTE. O propulsor para triciclos elétricos é uma estrutura básica a ser implementada em qualquer triciclo, e atender a necessidade de redução de esforço físico do usuário a baixo custo e uso profissional.

*Palavras-chave:* Propulsor para triciclos elétricos; abordagem modular; projeto informacional.

**Abstract:** This article aims at the presentation of a propellant for electric tricycles. The methodology used is based on the modular design process. The result presents a phase of the modular informational design. The results of the informational design are as technical specifications for the proposed electric tricycle propellant (PTE). An application of this method resulted in the identification of three PTE modules: the renewable energy generation and storage module, the motion generation module and the PTE supervision and control module. The propellant for electric tricycles is a basic structure to be implemented in any tricycle, and meet a need to reduce physical effort of the user and low cost and professional use.

Keywords: Propellant for electric tricycles; Modular approach; Informational project.

## **1. Introdução**

A energia elétrica tornou-se de grande importância para a humanidade ao longo do século passado e define as características de uma sociedade moderna. O consumo de eletricidade está enraizado em muitos aspectos das nossas vidas. A evolução da tecnologia forneceu às pessoas uma quantidade variada de invenções que estabelece nossas tarefas diárias e atividades industriais [1].

Os sistemas de energia estão se transformando em sistemas muito complexos e os operadores têm que lidar com essa complexidade nas operações. Esta complexidade continua crescendo devido ao desenvolvimento da resposta da demanda de energia, fontes de energia renováveis, armazenamento de energia e veículos elétricos. As técnicas existentes para cenários como análise, monitoramento, gerenciamento e controle de sistemas de energia, pode ser incapaz de atender as transformações nos sistemas de energia. A melhoria da operação do sistema será adquirida para garantir a confiabilidade e qualidade do sistema [2]

O uso de veículos híbridos elétricos contribui efetivamente para aumentar a eficiência energética no setor de transporte, reduzir a emissão de poluentes atmosféricos e o ruído nas cidades. Trata-se de veículos automotores que utilizam pelo menos um motor movido à eletricidade para sua tração. Caracterizam-se principalmente, pela alta eficiência energética e pelo baixo ou nulo nível de emissões de poluentes e de ruídos [3].

Neste contexto, a aplicação da metodologia de projeto modular; projeto informacional apresenta o conceito de um propulsor para triciclo elétrico de uso profissional. Dentre as possibilidades de utilização os triciclos são utilizados como ferramenta de trabalho que auxiliam empreendedores e profissionais em suas necessidades de mobilização. Como necessidades do cliente são destacadas que o propulsor para triciclo elétrico tenha: Fonte de energia renovável, baixo custo e alto desempenho.

No seguimento do artigo, apresento: O processo e análise de escolha da metodologia para o projeto informacional, os estágios de elaboração do projeto informacional do Propulsor para Triciclos Elétricos (PTE), os resultados são discutidos com base na tabela de especificações meta, a conclusão e as propostas para trabalhos futuros.

## **2. Materiais e Métodos**

A percepção de modularidade ganhou interesse dos engenheiros, pesquisadores e planejadores corporativos em vários serviços públicos na última década. Modularização de um produto ou processo é descrito como a separação de componentes que são comprometidos com os módulos e então conformam um arranjo ou método preciso.

A modularização tem três objetivos a partir de uma visão de engenharia:

1. Permitir a atividade simultânea;
2. Para controlar a complexidade;
3. Para adaptar as preocupações para vir.

A modularidade adapta preocupações porque os componentes específicos de um projeto modular podem ser ajustados ou alternados de repente, mas devem estar de acordo com as diretrizes de projeto [4]. Na literatura de engenharia várias definições para a terminologia envolvida no projeto modular é encontrada e apresentada na Tabela 1.

Tabela 01 - Definições para modularização da literatura de engenharia.

|                        |                                                                                                                                                                 |
|------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Galsworth, 1994        | Um módulo é um grupo de componentes padrão e intercambiáveis.                                                                                                   |
| Wilhelm, 1997          | Um módulo é um grupo complexo que aloca uma função para o produto e que pode ser alterado e substituído de maneira solta e ser produzido de forma independente. |
| Baldwin e Clark, 1997  | Um sistema modular é feito de unidades independentes que podem ser facilmente montados e que se comportam de uma certa maneira em um todo sistema.              |
| Huang and Kusiak, 1998 | O termo modularidade é usado para a expressão de peças independentes para a criação de uma variedade de produtos.                                               |

Fonte: Adaptado de Jose e Tollenaere, (2004) [5].

Tabela 02 - Apresenta as principais metodologias de projeto modular encontradas na literatura. Estas metodologias são propostas por diferentes autores e apresentam uma compreensão clara das diferentes fases do desenvolvimento do projeto modular.

| Metodologia                           | Proposto por       | Fases                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Abordagem                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Método Heurístico                     | Stone et al., 1998 | Fase 1 - Identificar as necessidades do cliente<br>Fase 2 - Gerar um modelo funcional<br>Fase 3 - Identificar a arquitetura do produto<br>Fase 4 - Gerar os conceitos do módulo<br>Fase 5 - Incorporar o projeto                                                                                                                               | Identifica os módulos de modelos funcionais. As decisões são baseadas nos conhecimentos dos engenheiros.                                                   |
| Desdobramento da função modular (MFD) | Erixon, 1998       | Fase 1 - Definir os requisitos do cliente<br>Fase 2 - Selecionar as soluções técnicas<br>Fase 3 - Gerar conceito modular<br>Fase 4 - Analisar o conceito modular<br>Fase 5 - Otimizar o módulo                                                                                                                                                 | Os engenheiros fornecem estratégias e informações para tomar decisões com base em projetos anteriores.                                                     |
| Método Combinado                      | Eggen, 2003        | Fase 1 - Identificar as necessidades do cliente<br>Fase 2 - Transformar as necessidades do cliente em especificações do projeto<br>Fase 3 - Decomposição funcional do produto<br>Fase 4 - Criar um modelo em que os módulos possam ser identificados<br>Fase 5 - Identificar a arquitetura do produto<br>Fase 6 - Gerar os conceitos do módulo | Combina a método Heurístico com o modular de desdobramento da função de modular (MFD) para identificar uma estrutura de desenvolvimento.                   |
| Projeto Modular de Sistemas           | Maribondo, 2002    | Fase 1 - Projeto informativo do sistema modular<br>Fase 2 - Projeto conceitual do sistema modular<br>Fase 3 - Projeto preliminar do sistema modular<br>Fase 4 - Projeto detalhado do sistema modular                                                                                                                                           | Apresenta um roteiro a ser seguido de coleccionar informações preliminares sobre o problema do projeto até o desenvolvimento detalhado do sistema modular. |

Fonte: Reproduzido de Fleig, (2008) [7].

O processo de projeto do sistema é o foco de procedimentos sistemáticos, que são incorporados em um processo mais amplo, o processo de desenvolvimento de sistema / produto. Como visto anteriormente, os métodos são organizados em diferentes fases, por exemplo, Maribondo [4] propõe que sistemas modulares sejam compostos de quatro etapas: Projeto informativo, projeto conceitual, projeto preliminar e projeto detalhado, conforme mostrado na Tabela 02. As quatro fases são descritas com mais detalhes antes de apresentar um roteiro do método proposto para o projeto modular do PTE.

As quatro fases descritas são (Maribondo, 2002 apud Dos Santos & Sanches, 2008) [4]:

1. Design Informativo - Esta etapa define o ponto de partida do projeto e visa definir o problema que indicava a necessidade de desenvolvimento de um sistema. Aqui esclarecendo a tarefa por análise detalhada do problema do projeto e pesquisando informações necessárias para a compreensão completa do problema. O modelo no final desta etapa é a especificação meta do projeto.
2. Projeto conceitual - Esta etapa é considerada a fase mais importante em um processo projeto, porque as decisões tomadas nesta fase influenciam os resultados do seguinte estágio. O projeto conceitual é o estágio que gera um projeto de um produto em relação à identificação de uma necessidade, para garantir a satisfação da necessidade. Essa concepção está sujeita a restrições de recursos e restrições de projeto. O modelo do produto obtido no final desta fase é projetar o produto, que é a solução-chave que desempenha no papel global.
3. Projeto preliminar - Esta é a fase de desenvolvimento do processo de design. De acordo com os critérios técnicos e econômicos e à consideração de informações adicionais para o ponto onde a produção pode ser conduzida pelo projeto detalhado. Nesta fase, o modelo passa do projeto para layout otimizado do produto.
4. Projeto detalhado - Nesta fase, todos os elementos do produto devem ser entendidos e suas provisões, formas, dimensões e tolerâncias, especificações de materiais, técnicas de viabilidade, processos de fabricação econômicos e máquinas necessárias devem ser estabelecidos.

É apresentado neste artigo, o projeto do sistema modular para o PTE será feito até o estágio do projeto informacional. Vários autores foram mencionados neste capítulo com diferentes pontos de vista do modelo modular, o projeto de modelo de sistemas proposto por Maribondo permite acompanhar o progresso e completar cada etapa hierarquicamente antes de ir para o próximo passo para aproximar-se do projeto final. É um método específico ajustado ao projeto. A modularização é definida como uma estratégia para sistematizar

projetos complexos e operações de processo efetivas ao romper sistemas complexos em blocos menores. O próximo capítulo abordará a primeira etapa no conceito fase do método de projeto modular informacional.

## 2.1 Projeto Informacional

Tabela 03 – Apresenta o roteiro seguido para elaboração do Projeto Informacional

| O roteiro seguido para elaboração do projeto informacional                                         |                                                                                               |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Fase 1                                                                                             | Projeto informacional                                                                         | Entrada                                                           | Saída                                                             | Documentação                                                                           |
| Estágio 1.1<br>   | Levantamento de informações sobre o tema do projeto                                           | Informações coletadas para contextualizar o problema              | Esclarecimento do problema                                        | Ciclo de vida do produto                                                               |
|                                                                                                    | Tarefa 1.1.1 Estabelecer o ciclo de vida do produto                                           |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
|                                                                                                    | Tarefa 1.1.2 Procurar informações técnicas para esclarecer o problema do projeto              |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
| Estágio 1.2<br>   | Identificar as necessidades e requisitos dos clientes                                         | Objetivo a ser alcançado com o desenvolvimento do projeto         | Lista de necessidades do cliente                                  | Ciclo de vida do produto                                                               |
|                                                                                                    | Tarefa 1.2.1 Identificar os clientes e usuários do projeto durante o ciclo de vida do sistema |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
|                                                                                                    | Tarefa 1.2.2 Identificar as necessidades desses clientes e usuários                           |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
| Estágio 1.3<br>  | Estabelecer os requisitos dos clientes                                                        |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
|                                                                                                    | Tarefa 1.3.1 Transforme a linguagem dos clientes em um contexto adequado para o projeto       | Necessidades do cliente                                           | Lista de requisitos do cliente                                    | Método de transformação das necessidades em requisitos dos clientes                    |
| Estágio 1.4<br> | Estabelecer os requisitos do projeto                                                          | Requisitos do cliente                                             | Requisitos do projeto                                             | Diagrama de Mudge e transformação dos requisitos dos clientes em requisitos de projeto |
|                                                                                                    | Tarefa 1.4.1 Reavaliar e valorar os requisitos do cliente                                     |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
|                                                                                                    | Tarefa 1.4.2 Estabelecer termos técnicos para representar como atender aos requisitos         |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
| Estágio 1.5<br> | Priorizar os requisitos do projeto                                                            | Requisitos do projeto                                             | Requisitos do projeto classificados conforme nível de importância | Matriz de Desdobramento da Função de Qualidade (QFD)                                   |
|                                                                                                    | Tarefa 1.5.1 Aplicar o QFD                                                                    |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |
| Estágio 1.6<br> | Estabelecer as especificações do projeto                                                      | Requisitos do projeto classificados conforme nível de importância | Requisitos do projeto especificados                               | Tabela de especificações meta                                                          |
|                                                                                                    | Tarefa 1.6.1 Aplicar o tabela de especificações                                               |                                                                   |                                                                   |                                                                                        |

Fonte: Adaptado de KOENDJBIHARIE - (2016)

**Estágio 1.1** – Estágio de esclarecimento do problema do projeto, a partir de coleta de informações junto aos demandantes do projeto, estudo de soluções existentes no mercado e avaliação das questões legais junto aos órgãos de trânsito.

Sistemas propulsores para triciclos elétricos se apresentam como uma alternativa para redução do esforço físico de usuários; baixo custo, uso profissional e utilização de fonte de energia renovável são necessidades dos clientes do projeto. Necessidades que se apresentam como respostas ao problema do projeto.

As principais restrições ao projeto são os aspectos legais do Conselho Nacional de Trânsito (Contran) e as necessidades do Centro de Desenvolvimento de Apoio Tecnológico (Brasil- Suíça) demandante deste projeto.

**Estágio 1.2** - O ciclo de vida do produto é um documento de apoio ao processo de projeto para registrar as necessidades de vários clientes envolvidos no desenvolvimento de um produto ou sistema. Através dele, são analisados os estágios que fazem parte do ciclo de vida do produto, visando mapear todos os caminhos dos materiais e produtos resultantes de cada um deles, a fim de identificar insumos e outras informações envolvidas na origem, uso e disposição de tais produtos [6].

A figura 01 apresenta o ciclo de vida e os *Stakeholders*:

- Centro de Desenvolvimento de Apoio Tecnológico (Brasil - Suíça) – Demandante do projeto;
- UnB Gama (FGA) – Universidade de Brasília, Campus Gama – Desenvolvedores do projeto do triciclo;
- Usuários finais – Profissionais de baixa renda;



Figura 01 – Modelo de ciclo de vida em espiral (Adaptado de Rozenfeld 2005)

**Estágio 1.3** – Os requisitos dos clientes são transformados das necessidades para cada fase do ciclo de vida. Após a identificação das necessidades, inicialmente descritas de acordo com a linguagem dos clientes, elas podem ser reescritas na forma chamada requisitos do cliente. Os requisitos podem ser funcionais (o que o produto precisa fazer) ou não funcionais (as qualidades que o produto deve ter) e as restrições são requisitos globais do produto [09].

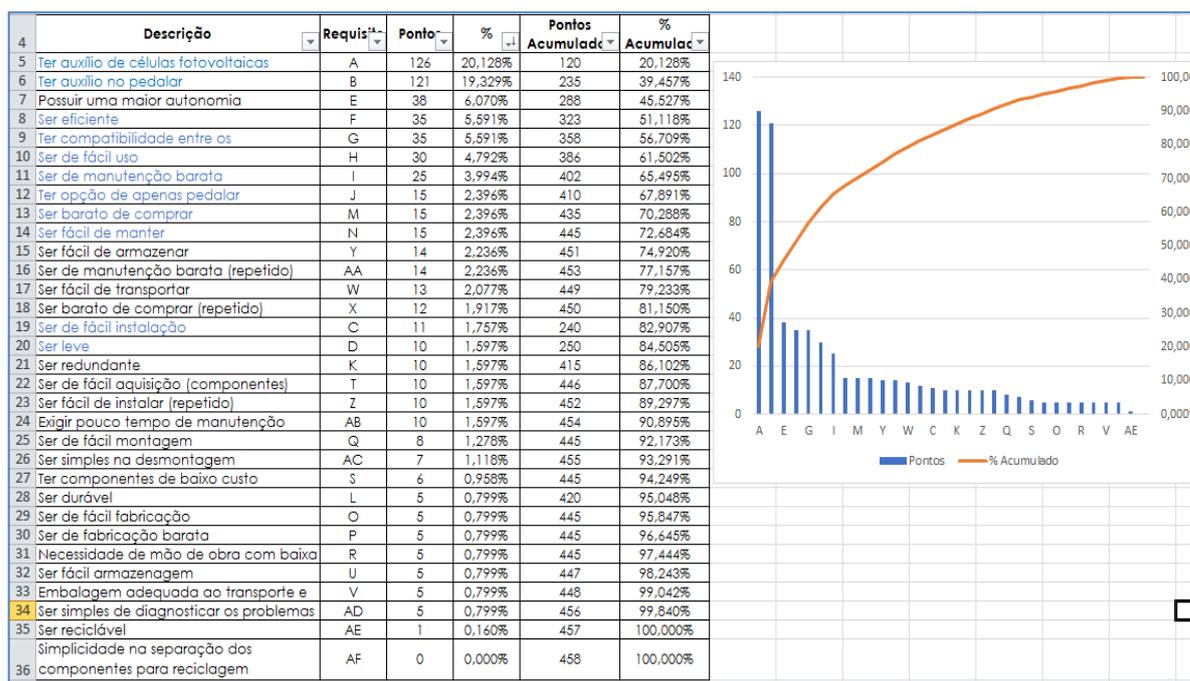
Tabela 04 - Apresenta o método de transformação das necessidades em requisitos dos clientes.

| <b>Necessidades dos Clientes</b>                                                 | <b>Requisitos do Cliente</b>             |
|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| Utilização de painel fotovoltaico como fonte de alimentação para o kit propulsor | Ter auxílio de células fotovoltaicas     |
| Redução do esforço físico do usuário                                             | Ter auxílio no pedalar                   |
| Kit propulsor de fácil instalação no triciclo                                    | Ser de fácil instalação                  |
| Baixo peso do conjunto                                                           | Ser leve                                 |
| Incremento de autonomia do triciclo                                              | Possuir uma maior autonomia              |
| Facilidade de integração do sistema (kit propulsor e triciclo)                   | Ter compatibilidade entre os componentes |
| Kit deve ser fácil de usar                                                       | Ser de fácil uso                         |
| Baixo custo de manutenção                                                        | Ser de manutenção barata                 |
| Sistema híbrido (força humana e força elétrica)                                  | Ter opção de apenas pedalar              |
| Componentes disponíveis no mercado local                                         | Ser de fácil aquisição (componentes)     |
| Baixo custo de aquisição do kit                                                  | Ser barato                               |
| Manutenção que não necessite de mão de obra especializada                        | Ser fácil de manter                      |
| Componentes do kit propulsor devem ser compatíveis entre si                      | Ser eficiente                            |
| Fácil armazenagem                                                                | Ser fácil de armazenar                   |
| Fácil Transporte                                                                 | Ser fácil de transportar                 |

Fonte: Elaborada pelo Autor

**Estágio 1.4** – Para valorizar o requisito de cada cliente, o mais próximo da realidade, usamos o diagrama de Mudge. O diagrama de Mudge consiste em uma matriz em que a primeira coluna e a primeira linha são compostas pelos itens em comparação dos requisitos do cliente em pares, de modo que no final da comparação, a importância relativa seja conhecida. Neste estágio são selecionados os 15 requisitos dos clientes mais significativos para realizar as especificações do produto no próximo estágio.

Tabela 04 - Apresenta os requisitos dos clientes mais valorados, conforme resultados do diagrama de Mudge e representação do gráfico de Pareto.



Fonte: Elaborada pelo Autor

**Estágio 1.5** - O método QFD busca a satisfação do cliente e induz a construção de sistema de desenvolvimento de produto robusto nas organizações, mostra com profundidade esse método de ouvir com eficácia a voz do cliente, traduzi-la com precisão para especificações de engenharia e transmiti-la para produção com o propósito da garantia de qualidade do produto [8]. A ferramenta é usada para realizar a priorização dos requisitos do produto, e denominada *House of Quality Matrix* ou QFD (*Quality Function Deployment*). O objetivo é priorizar os requisitos do projeto transformados das necessidades e desejos dos clientes no processo de projeto do produto, servindo como um plano básico para o projeto conceitual do produto. Uma correlação é feita entre os requisitos do cliente e os requisitos do produto, para estabelecer o nível de importância de cada requisito do produto.

Tabela 05 - Apresenta a Matriz de Desdobramento da Qualidade (QFD). Priorização dos requisitos de projeto do produto, em destaque (azul) os requisitos mais valorados.

| Requisitos de Projeto                            | Primeira Matriz da Qualidade (casa da qualidade) |                   |                                               |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-----------------------------------------------|------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|------------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------------------|-------|
| Geração de energia elétrica                      |                                                  |                   |                                               |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Potência do motor                                | +                                                |                   |                                               |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| DxLxÇ compatíveis com a estrutura do triciclo    |                                                  |                   |                                               |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Peso do dispositivo                              |                                                  | -                 | +                                             |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Autonomia média do conjunto                      | ++                                               | -                 |                                               | -                |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Integração dos componentes                       |                                                  |                   | +                                             |                  | +                           |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Dispositivo Liga/Desligada                       |                                                  |                   |                                               |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Custo de manutenção                              |                                                  |                   |                                               |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Selecionar pedalar                               |                                                  |                   |                                               |                  |                             |                            |                            | +                   |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Número de fornecedores                           | +                                                | +                 | +                                             | +                |                             | +                          | +                          | +                   |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Valor do conjunto                                | ++                                               | ++                |                                               | +                | +                           | +                          |                            | -                   |                    | ++                     |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Complexidade de manutenção                       |                                                  | -                 |                                               |                  |                             |                            |                            | -                   |                    | -                      |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Autonomia do conjunto                            | +                                                | -                 |                                               |                  | ++                          |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Volume do conjunto                               |                                                  |                   |                                               | +                |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| Transporte em meios convencionais                |                                                  |                   |                                               |                  |                             |                            |                            |                     |                    |                        |                   |                            |                       |                    |                                   |       |
| <b>Direcionador de melhoria &gt;&gt;&gt;&gt;</b> | <b>&gt;&gt;</b>                                  | <b>&gt;&gt;</b>   | <b>0</b>                                      | <b>&lt;&lt;</b>  | <b>&gt;&gt;</b>             | <b>&gt;&gt;</b>            | <b>0</b>                   | <b>&lt;&lt;</b>     | <b>0</b>           | <b>&gt;&gt;</b>        | <b>&lt;&lt;</b>   | <b>&lt;&lt;</b>            | <b>&gt;&gt;</b>       | <b>&lt;&lt;</b>    | <b>&gt;&gt;</b>                   |       |
|                                                  | Geração de energia elétrica                      | Potência do motor | DxLxÇ compatíveis com a estrutura do triciclo | Peso do conjunto | Autonomia média do conjunto | Integração dos componentes | Dispositivo Liga/Desligada | Custo de manutenção | Selecionar pedalar | Número de fornecedores | Valor do conjunto | Complexidade de manutenção | Autonomia do conjunto | Volume do conjunto | Transporte em meios convencionais |       |
| <b>Grau de importância [req. produ</b>           | 456                                              | 437               | 80                                            | 87               | 503                         | 154                        | 31                         | 199                 | 55                 | 329                    | 521               | 136                        | 327                   | 122                | 110                               | 3547  |
| <b>Percentual</b>                                | 12,8                                             | 12,3              | 2,3                                           | 2,5              | 14,2                        | 4,3                        | 0,9                        | 5,6                 | 1,6                | 9,3                    | 14,7              | 3,8                        | 9,2                   | 3,4                | 3,1                               | 100,0 |

Fonte: Elaborada pelo Autor

Tabela 07 - Apresenta a matriz da função de desdobramento, uma análise dos requisitos dos clientes versus requisitos de projeto, destaca (azul) os requisitos mais valorados.

| Requisitos do Cliente | Descrição | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 | 201 | 202 | 203 | 204 | 205 | 206 | 207 | 208 | 209 | 210 | 211 | 212 | 213 | 214 | 215 | 216 | 217 | 218 | 219 | 220 | 221 | 222 | 223 | 224 | 225 | 226 | 227 | 228 | 229 | 230 | 231 | 232 | 233 | 234 | 235 | 236 | 237 | 238 | 239 | 240 | 241 | 242 | 243 | 244 | 245 | 246 | 247 | 248 | 249 | 250 | 251 | 252 | 253 | 254 | 255 | 256 | 257 | 258 | 259 | 260 | 261 | 262 | 263 | 264 | 265 | 266 | 267 | 268 | 269 | 270 | 271 | 272 | 273 | 274 | 275 | 276 | 277 | 278 | 279 | 280 | 281 | 282 | 283 | 284 | 285 | 286 | 287 | 288 | 289 | 290 | 291 | 292 | 293 | 294 | 295 | 296 | 297 | 298 | 299 | 300 | 301 | 302 | 303 | 304 | 305 | 306 | 307 | 308 | 309 | 310 | 311 | 312 | 313 | 314 | 315 | 316 | 317 | 318 | 319 | 320 | 321 | 322 | 323 | 324 | 325 | 326 | 327 | 328 | 329 | 330 | 331 | 332 | 333 | 334 | 335 | 336 | 337 | 338 | 339 | 340 | 341 | 342 | 343 | 344 | 345 | 346 | 347 | 348 | 349 | 350 | 351 | 352 | 353 | 354 | 355 | 356 | 357 | 358 | 359 | 360 | 361 | 362 | 363 | 364 | 365 | 366 | 367 | 368 | 369 | 370 | 371 | 372 | 373 | 374 | 375 | 376 | 377 | 378 | 379 | 380 | 381 | 382 | 383 | 384 | 385 | 386 | 387 | 388 | 389 | 390 | 391 | 392 | 393 | 394 | 395 | 396 | 397 | 398 | 399 | 400 | 401 | 402 | 403 | 404 | 405 | 406 | 407 | 408 | 409 | 410 | 411 | 412 | 413 | 414 | 415 | 416 | 417 | 418 | 419 | 420 | 421 | 422 | 423 | 424 | 425 | 426 | 427 | 428 | 429 | 430 | 431 | 432 | 433 | 434 | 435 | 436 | 437 | 438 | 439 | 440 | 441 | 442 | 443 | 444 | 445 | 446 | 447 | 448 | 449 | 450 | 451 | 452 | 453 | 454 | 455 | 456 | 457 | 458 | 459 | 460 | 461 | 462 | 463 | 464 | 465 | 466 | 467 | 468 | 469 | 470 | 471 | 472 | 473 | 474 | 475 | 476 | 477 | 478 | 479 | 480 | 481 | 482 | 483 | 484 | 485 | 486 | 487 | 488 | 489 | 490 | 491 | 492 | 493 | 494 | 495 | 496 | 497 | 498 | 499 | 500 | 501 | 502 | 503 | 504 | 505 | 506 | 507 | 508 | 509 | 510 | 511 | 512 | 513 | 514 | 515 | 516 | 517 | 518 | 519 | 520 | 521 | 522 | 523 | 524 | 525 | 526 | 527 | 528 | 529 | 530 | 531 | 532 | 533 | 534 | 535 | 536 | 537 | 538 | 539 | 540 | 541 | 542 | 543 | 544 | 545 | 546 | 547 | 548 | 549 | 550 | 551 | 552 | 553 | 554 | 555 | 556 | 557 | 558 | 559 | 560 | 561 | 562 | 563 | 564 | 565 | 566 | 567 | 568 | 569 | 570 | 571 | 572 | 573 | 574 | 575 | 576 | 577 | 578 | 579 | 580 | 581 | 582 | 583 | 584 | 585 | 586 | 587 | 588 | 589 | 590 | 591 | 592 | 593 | 594 | 595 | 596 | 597 | 598 | 599 | 600 | 601 | 602 | 603 | 604 | 605 | 606 | 607 | 608 | 609 | 610 | 611 | 612 | 613 | 614 | 615 | 616 | 617 | 618 | 619 | 620 | 621 | 622 | 623 | 624 | 625 | 626 | 627 | 628 | 629 | 630 | 631 | 632 | 633 | 634 | 635 | 636 | 637 | 638 | 639 | 640 | 641 | 642 | 643 | 644 | 645 | 646 | 647 | 648 | 649 | 650 | 651 | 652 | 653 | 654 | 655 | 656 | 657 | 658 | 659 | 660 | 661 | 662 | 663 | 664 | 665 | 666 | 667 | 668 | 669 | 670 | 671 | 672 | 673 | 674 | 675 | 676 | 677 | 678 | 679 | 680 | 681 | 682 | 683 | 684 | 685 | 686 | 687 | 688 | 689 | 690 | 691 | 692 | 693 | 694 | 695 | 696 | 697 | 698 | 699 | 700 | 701 | 702 | 703 | 704 | 705 | 706 | 707 | 708 | 709 | 710 | 711 | 712 | 713 | 714 | 715 | 716 | 717 | 718 | 719 | 720 | 721 | 722 | 723 | 724 | 725 | 726 | 727 | 728 | 729 | 730 | 731 | 732 | 733 | 734 | 735 | 736 | 737 | 738 | 739 | 740 | 741 | 742 | 743 | 744 | 745 | 746 | 747 | 748 | 749 | 750 | 751 | 752 | 753 | 754 | 755 | 756 | 757 | 758 | 759 | 760 | 761 | 762 | 763 | 764 | 765 | 766 | 767 | 768 | 769 | 770 | 771 | 772 | 773 | 774 | 775 | 776 | 777 | 778 | 779 | 780 | 781 | 782 | 783 | 784 | 785 | 786 | 787 | 788 | 789 | 790 | 791 | 792 | 793 | 794 | 795 | 796 | 797 | 798 | 799 | 800 | 801 | 802 | 803 | 804 | 805 | 806 | 807 | 808 | 809 | 810 | 811 | 812 | 813 | 814 | 815 | 816 | 817 | 818 | 819 | 820 | 821 | 822 | 823 | 824 | 825 | 826 | 827 | 828 | 829 | 830 | 831 | 832 | 833 | 834 | 835 | 836 | 837 | 838 | 839 | 840 | 841 | 842 | 843 | 844 | 845 | 846 | 847 | 848 | 849 | 850 | 851 | 852 | 853 | 854 | 855 | 856 | 857 | 858 | 859 | 860 | 861 | 862 | 863 | 864 | 865 | 866 | 867 | 868 | 869 | 870 | 871 | 872 | 873 | 874 | 875 | 876 | 877 | 878 | 879 | 880 | 881 | 882 | 883 | 884 | 885 | 886 | 887 | 888 | 889 | 890 | 891 | 892 | 893 | 894 | 895 | 896 | 897 | 898 | 899 | 900 | 901 | 902 | 903 | 904 | 905 | 906 | 907 | 908 | 909 | 910 | 911 | 912 | 913 | 914 | 915 | 916 | 917 | 918 | 919 | 920 | 921 | 922 | 923 | 924 | 925 | 926 | 927 | 928 | 929 | 930 | 931 | 932 | 933 | 934 | 935 | 936 | 937 | 938 | 939 | 940 | 941 | 942 | 943 | 944 | 945 | 946 | 947 | 948 | 949 | 950 | 951 | 952 | 953 | 954 | 955 | 956 | 957 | 958 | 959 | 960 | 961 | 962 | 963 | 964 | 965 | 966 | 967 | 968 | 969 | 970 | 971 | 972 | 973 | 974 | 975 | 976 | 977 | 978 | 979 | 980 | 981 | 982 | 983 | 984 | 985 | 986 | 987 | 988 | 989 | 990 | 991 | 992 | 993 | 994 | 995 | 996 | 997 | 998 | 999 | 1000 | 1001 | 1002 | 1003 | 1004 | 1005 | 1006 | 1007 | 1008 | 1009 | 1010 | 1011 | 1012 | 1013 | 1014 | 1015 | 1016 | 1017 | 1018 | 1019 | 1020 | 1021 | 1022 | 1023 | 1024 | 1025 | 1026 | 1027 | 1028 | 1029 | 1030 | 1031 | 1032 | 1033 | 1034 | 1035 | 1036 | 1037 | 1038 | 1039 | 1040 | 1041 | 1042 | 1043 | 1044 | 1045 | 1046 | 1047 | 1048 | 1049 | 1050 | 1051 | 1052 | 1053 | 1054 | 1055 | 1056 | 1057 | 1058 | 1059 | 1060 | 1061 | 1062 | 1063 | 1064 | 1065 | 1066 | 1067 | 1068 | 1069 | 1070 | 1071 | 1072 | 1073 | 1074 | 1075 | 1076 | 1077 | 1078 | 1079 | 1080 | 1081 | 1082 | 1083 | 1084 | 1085 | 1086 | 1087 | 1088 | 1089 | 1090 | 1091 | 1092 | 1093 | 1094 | 1095 | 1096 | 1097 | 1098 | 1099 | 1100 | 1101 | 1102 | 1103 | 1104 | 1105 | 1106 | 1107 | 1108 | 1109 | 1110 | 1111 | 1112 | 1113 | 1114 | 1115 | 1116 | 1117 | 1118 | 1119 | 1120 | 1121 | 1122 | 1123 | 1124 | 1125 | 1126 | 1127 | 1128 | 1129 | 1130 | 1131 | 1132 | 1133 | 1134 | 1135 | 1136 | 1137 | 1138 | 1139 | 1140 | 1141 | 1142 | 1143 | 1144 | 1145 | 1146 | 1147 | 1148 | 1149 | 1150 | 1151 | 1152 | 1153 | 1154 | 1155 | 1156 | 1157 | 1158 | 1159 | 1160 | 1161 | 1162 | 1163 | 1164 | 1165 | 1166 | 1167 | 1168 | 1169 | 1170 | 1171 | 1172 | 1173 | 1174 | 1175 | 1176 | 1177 | 1178 | 1179 | 1180 | 1181 | 1182 | 1183 | 1184 | 1185 | 1186 | 1187 | 1188 | 1189 | 1190 | 1191 | 1192 | 1193 | 1194 | 1195 | 1196 | 1197 | 1198 | 1199 | 1200 | 1201 | 1202 | 1203 | 1204 | 1205 | 1206 | 1207 | 1208 | 1209 | 1210 | 1211 | 1212 | 1213 | 1214 | 1215 | 1216 | 1217 | 1218 | 1219 | 1220 | 1221 | 1222 | 1223 | 1224 | 1225 | 1226 | 1227 | 1228 | 1229 | 1230 | 1231 | 1232 | 1233 | 1234 | 1235 | 1236 | 1237 | 1238 | 1239 | 1240 | 1241 | 1242 | 1243 | 1244 | 1245 | 1246 | 1247 | 1248 | 1249 | 1250 | 1251 | 1252 | 1253 | 1254 | 1255 | 1256 | 1257 | 1258 | 1259 | 1260 | 1261 | 1262 | 1263 | 1264 | 1265 | 1266 | 1267 | 1268 | 1269 | 1270 | 1271 | 1272 | 1273 | 1274 | 1275 | 1276 | 1277 | 1278 | 1279 | 1280 | 1281 | 1282 | 1283 | 1284 | 1285 | 1286 | 1287 | 1288 | 1289 | 1290 | 1291 | 1292 | 1293 | 1294 | 1295 | 1296 | 1297 | 1298 | 1299 | 1300 | 1301 | 1302 | 1303 | 1304 | 1305 | 1306 | 1307 | 1308 | 1309 | 1310 | 1311 | 1312 | 1313 | 1314 | 1315 | 1316 | 1317 | 1318 | 1319 | 1320 | 1321 | 1322 | 1323 | 1324 | 1325 | 1326 | 1327 | 1328 | 1329 | 1330 | 1331 | 1332 | 1333 | 1334 | 1335 | 1336 | 1337 | 1338 | 1339 | 1340 | 1341 | 1342 | 1343 | 1344 | 1345 | 1346 | 1347 | 1348 | 1349 | 1350 | 1351 | 1352 | 1353 | 1354 | 1355 | 1356 | 1357 | 1358 | 1359 | 1360 | 1361 | 1362 | 1363 | 1364 | 1365 | 1366 | 1367 | 1368 | 1369 | 1370 | 1371 | 1372 | 1373 | 1374 | 1375 | 1376 | 1377 | 1378 | 1379 | 1380 | 1381 | 1382 | 1383 | 1384 | 1385 | 1386 | 1387 | 1388 | 1389 | 1390 | 1391 | 1392 | 1393 | 1394 | 1395 | 1396 | 1397 | 1398 | 1399 | 1400 | 1401 | 1402 | 1403 | 1404 | 1405 | 1406 | 1407 | 1408 | 1409 | 1410 | 1411 | 1412 | 1413 | 1414 | 1415 | 1416 | 1417 | 1418 | 1419 | 1420 | 1421 | 1422 | 1423 | 1424 | 1425 | 1426 | 1427 | 1428 | 1429 | 1430 | 1431 | 1432 | 1433 | 1434 | 1435 | 1436 | 1437 | 1438 | 1439 | 1440 | 1441 | 1442 | 1443 | 1444 | 1445 | 1446 | 1447 | 1448 | 1449 | 1450 | 1451 | 1452 | 1453 | 1454 | 1455 | 1456 | 1457 | 1458 | 1459 | 1460 | 1461 | 1462 | 1463 | 1464 | 1465 | 1466 | 1467 | 1468 | 1469 | 1470 | 1471 | 1472 | 1473 | 1474 | 1475 | 1476 | 1477 | 1478 | 1479 | 1480 | 1481 | 1482 | 1483 |  |
|-----------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
|-----------------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|

Tabela 08 - Apresenta os resultados do QFD e as especificações técnicas com metas associadas a serem consideradas para elaboração do projeto conceitual.

| TABELA ESPECIFICAÇÕES - META                                        |             |                    |                         |                           |                                          |                                       |                          |
|---------------------------------------------------------------------|-------------|--------------------|-------------------------|---------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------|
| Requisito                                                           | UD          | Projeto PPM 1/2017 | Concorrente 1<br>E BIKE | Concorrente 2<br>RTS BIKE | Concorrente 3<br>BICIMOTO<br>COMBUSTÍVEL | Concorrente 4<br>BICIMOTO<br>ELÉTRICA | Concorrente 5<br>E CYCLE |
| Geração de Energia Elétrica pela Placa FV + Bateria                 | Watts/m2    | ≥ 175              | SI                      | SI                        | SI                                       | SI                                    | SI                       |
| Potência do Motor                                                   | Watts       | ≤ 350              | ≤ 350                   | ≤ 350                     | 2,2 (hp)                                 | 1000                                  | ≤ 350                    |
| Dimensões do Kit Propulsor                                          | cm          | FGA                | SI                      | 15x9,5x15                 | SI                                       | SI                                    | SI                       |
| Massa Kit Propulsor                                                 | kg          | ≤ 7                | 5,4                     | 9                         | SI                                       | SI                                    | SI                       |
| Autonomia Média Kit Propulsor                                       | Km          | ≥ 25               | 35                      | 40                        | SI                                       | 45                                    | SI                       |
| Quantidade Dispositivos LIGA / DESLIGA                              | Nº          | ≤ 3                | 3                       | 3                         | SI                                       | SI                                    | SI                       |
| Custo Manutenção                                                    | R\$/Ano     | ≤ 300              | SI                      | SI                        | ≤ 300                                    | SI                                    | SI                       |
| Ciclagem da bateria para Manutenção                                 | Nº ciclos   | ≥ 1000             | SI                      | SI                        | SI                                       | SI                                    | 400 ≤ C ≤ 2000           |
| Selecionar Pedalar                                                  | Pulso-Freio | 1                  | SI                      | SI                        | 1                                        | SI                                    | SI                       |
| Quantidade Fornecedores (do kit ou de componentes para manutenção?) | Nº          | ≥ 5                | SI                      | SI                        | SI                                       | SI                                    | SI                       |
| Valor Kit Propulsor                                                 | R\$         | 700 ≤ R\$ ≤ 1500   | 2000                    | 2699                      | 579                                      | SI                                    | SI                       |
| Autonomia Conjunto                                                  | A/h         | ≥ 12               | 10                      | 12                        | SI                                       | SI                                    | SI                       |
| Volume Kit Propulsor                                                | m3          | ≤ 0.108            | SI                      | SI                        | ≤ 0.108                                  | SI                                    | SI                       |
| Eficiência Kit Propulsor                                            | %           | 14 ≤ η ≤ 17        | SI                      | SI                        | SI                                       | SI                                    | SI                       |
| Espaço para Armazenagem / Montagem                                  | m2          | ≤ 1                | SI                      | SI                        | ≤ 1                                      | SI                                    | SI                       |
| Integração dos componentes (Kit Propulsor + Triciclo)               | Qualitativa | Alta               | SI                      | SI                        | Alta                                     | SI                                    | SI                       |
| Complexidade de Manutenção                                          | Qualitativa | Baixa              | SI                      | SI                        | Baixa                                    | Baixa                                 | Baixa                    |
| Complexidade de Transporte                                          | Qualitativa | Baixa              | SI                      | SI                        | Baixa                                    | Baixa                                 | Baixa                    |
| Velocidade                                                          | km / h      | ≤ 25               | SI                      | SI                        | ≤ 50                                     | ≤ 50                                  | 20 ≤ V ≤ 32              |

Fonte: Elaborada pelo Autor

### 3. Resultados e Discussões

As restrições ao presente projeto, por apresentarem características limitantes a funções elementares tais como:

- Proibição de uso de aceleradores, limitação de velocidades a  $\leq 25$  km/h, potência  $\leq 350$  W para o motor, estas conforme previsto na resolução 465 de 2013 do Contran;
- Utilização de placas fotovoltaicas para geração de energia elétrica, ser de uso profissional e baixo custo, estas conforme previstos nas necessidades dos clientes demandantes do projeto.

Limitou o processo de inovação do presente projeto na etapa informacional.

Os resultados mais significativos apresentados nas especificações meta são:

- Alta capacidade de geração de energia fotovoltaica, uma vez que o triciclo elétrico apresenta uma área de 2.6 m2 em sua cobertura;
- Alta autonomia de utilização do triciclo elétrico, reduzindo de forma significativa o esforço físico do usuário.

Os desdobramentos das especificações meta, bem como propostas inovadoras se apresentam no projeto conceitual e detalhado, neste artigo proposto como trabalho futuro.

São apresentados os resultados das especificações meta em formato de módulos, principais requisitos de projeto:

### **3.1 Módulo de geração de energia renovável e armazenamento, composto por:**

3.1.1 – Placas fotovoltaicas  $\geq 175$  W/m<sup>2</sup> (Watts por metro quadrado);

3.1.2 – Bateria (as) com autonomia  $\geq 12$  Ah (ampère - hora);

3.1.3 - Autonomia  $\geq 25$  km em condições normais (terreno plano e carga nominal);

3.1.4 – Valor do conjunto  $\leq$  R\$ 1500 (soma dos três módulos).

### **3.2 Módulo de geração de movimento, composto por:**

3.2.1 – Motor Elétrico  $\leq 350$  W;

3.2.2 – Dispositivos de acionamento *on/off*  $\leq 3$  (sistema de pedais, freios e chave liga/desliga).

### **3.3 Módulo de supervisão e controle, composto por:**

3.3.1 – Controle de velocidade  $\leq 25$  km/h;

3.3.2 – Seleção automática apenas pedalar - Controle de pedal.

## **4. Conclusão**

Foi apresentada a abordagem do sistema modular para o projeto do PTE. O estágio de esclarecimento do problema apresenta-se como uma das principais etapas que é fundamental para o projeto; na avaliação das restrições, diversos concorrentes se apresentam em desacordo com a Resolução do Contran 265 de 2013, no que tange principalmente a utilização de aceleradores e motores acima de 350 W. A definição das necessidades dos clientes dada à quantidade de *stakeholders* apresenta-se como a etapa desafiadora. Esta fase de projeto informacional tem como resultado final as especificações meta dos requisitos de projeto do produto, conforme apresentado na Tabela 08 do Propulsor para Triciclos Elétricos a ser projetado. Para chegar a estas especificações, foram seguidas várias etapas que foram separadas em 06 etapas, cada uma com diferentes tarefas, começando na coleta de informações para estabelecer de forma clara a definição do problema. O resultado final da fase de projeto informacional, Tabela 08, extrai a categorização hierárquica dos requisitos do sistema através de uma Matriz de Desdobramento de Função de Qualidade (QFD). A lista de especificações do projeto do produto serve como parâmetro de entrada para a fase de projeto conceitual.

Os desdobramentos das especificações meta, bem como propostas inovadoras devem ser apresentados no projeto conceitual e na sequência no projeto detalhado. Estes podem ser desenvolvidos por equipes de alunos e projetos continuados, sem recorrer aos fornecedores convencionais.

## 5. Referências

- [4] BALDWIN, C. Y., & CLARK, K. B. (2004). *Modularity in the Design of Complex Engineering Systems*, (January).
- [8] CHENG, Lin Chih; MELI\O FILHO, Leonel Del Rey de. QFD: desdobramento da função qualidade na gestão de desenvolvimento de produtos. Belo Horizonte: Edgard Blucher, 2007. 568 p. ISBN 9788521204138.
- [7] FLEIG, A. M. (2008). Sistematização da concepção de produtos modulares: um estudo de caso na indústria de refrigeração.
- [5] JOSE, A., & TOLLENAERE, M. (2005). *Modular and platform methods for product family design: Literature analysis*. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 16(3), 372–378. <http://doi.org/10.1007/s10845-005-7030-7>
- [6] MARIBONDO, J. D. F., BACK, N., & FORCELLINI, F. A. (2002).
- [1] NASCIMENTO, F. S., RABEL, S. R., BRAGA, A. M., & CARDOSO, P. K. F. (2012). *Smart Grid – Uma alternativa para reduzir o gasto com energia elétrica*, 1–3.
- [3] NUNES, A. (2008), A vez do veículo elétrico. Híbrida, ano 1, nº0, Rio de Janeiro, RJ.
- [2] ZHANG, P., LI, F., & BHATT, N. (2010). *Next-Generation Monitoring, Analysis, and Control for the Future Smart Control Center*. *Smart Grid, IEEE Transactions on*, 1(2), 186–192. <http://doi.org/10.1109/TSG.2010.2053855>
- [9] ROZENFELD, H., FORCELLINI, F. A., AMARAL, D. C., TOLEDO, J. C. de, SILVA, S. L. da, ALLIPRANDINI, D. H., & SCALICE, R. K. (2006). *Gestão de Desenvolvimento de Produtos*. PhD Proposal (Vol. 1). <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>