

HIERARQUIZAÇÃO DOS REQUISITOS DOS CLIENTES ENVOLVIDOS NO CICLO DE VIDA DE UM VEÍCULO AUTÔNOMO PARA A AGRICULTURA: APLICAÇÃO DO DIAGRAMA DE MUDGE

NATAN DA SILVA FAGUNDES¹; LAÍS KROESSIN²; JEAN CARLOS ROSALES³;
ANTONIO LILLES TAVARES MACHADO⁴; ROBERTO LILLES TAVARES
MACHADO⁵

¹Universidade Federal de Pelotas – natanfagundes@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – kroessinlaís15@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – rosjeaneng@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – lilles@ufpel.edu.br

⁵Universidade Federal de Pelotas - rlilles@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho tem por objetivo expor resultados da hierarquização dos requisitos dos clientes envolvidos no ciclo de vida de um veículo autônomo para a agricultura.

Dentro de um projeto determinadas informações precisam ser classificadas de acordo com o grau de importância das mesmas, para depois poderem gerar as especificações do projeto. Na etapa do projeto denominada de hierarquização dos requisitos do projeto tem-se a necessidade de se usar ferramentas para realizar a hierarquização, uma dessas ferramentas é o Diagrama de Mudge.

Portanto o diagrama de Mudge tem como função a hierarquização de requisitos de um projeto, tendo como principal vantagem facilidade de uso, médio tempo para execução e fácil entendimento do método, conforme MICHELS (2020).

A ferramenta empregada para implementar a comparação pareada entre os requisitos dos clientes é o Diagrama de Mudge. “Na sua forma original, apresentada por Csillag (1985), é utilizado para comparar funções de um produto dentro da técnica de análise de valor. Entretanto, o uso do Diagrama de Mudge para comparar requisitos de clientes visando o uso da matriz da casa da qualidade, não é inédito, pois já foi utilizado por Veiga (1999), ainda que de forma manual” (HORNEKE, 2012).

Conforme REIS (2002) “o diagrama consiste em linhas e colunas compostas pelos requisitos do projeto ou requisitos dos clientes, formando então uma matriz triangular. Esse diagrama compara cada um dos requisitos das linhas com todos os requisitos das colunas, um a um, exceto os iguais, a fim de que se possa ao final das comparações conhecer a importância de cada requisito”.

2. METODOLOGIA

Previamente à implementação do diagrama de Mudge, foi necessário obter as necessidades dos clientes identificados no ciclo de vida do produto através de questionários executados de forma online (Google Forms), inicialmente, aos agricultores familiares do Rio Grande do Sul. Posteriormente, foi aplicado outro questionário para pesquisadores, técnicos, e pessoal de vendas de máquinas agrícolas. No total, foram recebidas 75 respostas, das quais se extraiu 26 necessidades dos clientes.

Depois, transformou-se as necessidades dos clientes em requisitos dos clientes conforme FONSECA (2000), REIS (2003) e ROZENFELD et al (2006). O propósito da transformação se deve ao fato de que a maioria das necessidades dos clientes serem

expressas numa linguagem subjetiva, portanto, precisa-se da transformação em requisitos de projeto (características numa linguagem da engenharia) para um melhor entendimento da equipe de trabalho. No final foram enumerados 22 requisitos dos clientes.

Para a aplicação do diagrama de Mudge, foi empregada uma folha de cálculo programada em Microsoft Visual Basic. O preenchimento do diagrama (Figura 1) foi efetuado usando o seguinte procedimento:

- Enumeram-se os requisitos dos clientes, onde tanto a primeira coluna como a primeira linha preenchem-se pelos itens em comparação. Comparou-se linhas e colunas, exceto os iguais.
- Em seguida, para cada um dos pares de requisitos dos clientes pergunta-se; Qual do par de requisitos é o mais importante? (a célula da matriz assume o número do requisito mais importante). Sucessivamente, pergunta-se; Qual é o nível de importância? pouco mais importante (valor um – letra A), mais importante (valor três – letra B) e muito mais importante (valor cinco – letra C).
- Posteriormente, a partir do somatório de pontos de cada requisito, nas linhas e colunas, determina-se a porcentagem da pontuação de cada requisito em relação ao total de pontos.

Finalmente, para a hierarquização dos requisitos dos clientes, aplica-se a procedimento de distribuição de frequência de dados, criando-se intervalos de frequência. O valor de importância designado para cada um dos requisitos foi delimitado entre 1 e 5.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 apresenta o Diagrama de Mudge aplicado na hierarquização dos clientes quantos a um veículo elétrico autônomo para agricultura familiar.

DIAGRAMA DE MUDJE																																		
Número dos requisitos dos clientes																																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	S	%	Ordem										
1	02C	03C	04B	05C	06B	07B	08C	09C	10C	11B	12A	13C	01C	15A	01A	17C	18C	19B	20B	01B	24B	9	1,05	21*										
	2	03C	04A	05B	02C	02B	08B	09C	02C	02C	02B	02B	02C	02C	02C	17B	18C	02B	20A	21B	22A	47	5,47	10*										
		3	03C	03A	03C	03A	03A	08A	03C	03B	03B	03B	03C	03C	03B	03B	17A	03C	03A	03A	03B	63	7,33	5*										
			4	05C	06B	04A	08C	09A	10C	11B	04A	13B	04C	15B	04B	17C	18C	19B	20C	21B	04B	17	1,98	17*										
				5	05C	05C	05A	05C	05C	05C	05B	05C	05C	05C	05C	05C	18A	05B	05A	05C	05C	81	9,43	2*										
					6	06B	08C	06B	10C	11B	12A	13B	06C	15C	16B	17C	18C	19C	20C	21B	22C	17	1,98	18*										
						7	08C	09B	10C	11B	07B	13B	07C	15C	07A	17C	18C	19C	20C	21C	22C	12	1,40	19*										
							8	08C	10A	08A	08C	08B	08C	08B	16A	17C	18C	08B	08C	08C	08C	64	7,45	4*										
								9	10A	09B	09A	13B	09C	15A	09A	17C	18C	19C	20B	21B	22B	24	2,79	14*										
									10	11C	10B	13B	10C	15B	16C	17C	18C	10C	20B	21C	22C	35	4,07	12*										
									11	11B	11C	11B	15C	16C	17C	18C	19C	20C	21A	22C	28	3,26	13*											
										12	12B	12B	15B	12A	17C	18C	19C	20C	21A	22C	9	1,05	20*											
											13	13B	15C	16B	17C	18C	19C	20C	21C	22C	23	2,68	15*											
												14	15C	16A	17C	18C	19B	20C	21B	22C	0	0,00	22*											
													15	15B	15A	18B	15A	15B	15B	48	5,59	8*												
														16	17C	18C	19B	20A	21B	22C	18	2,10	16*											
															17	18B	17B	17B	22B	73	8,50	3*												
																18	18C	18C	18C	18C	92	10,71	1*											
																	19	20C	21B	22C	42	4,89	11*											
																		20	21B	22B	51	5,94	7*											
																			21	22B	45	5,24	9*											
																				22	61	7,10	6*											
																					859	100,00												
Fase ciclo de vida	Requisitos dos Clientes																				12	12B	12B	15B	12A	17C	18C	19C	20C	21A	22C	9	1,05	20*
Projeto	1. Ser de fácil montagem										13	13B	15C	16B	17C	18C	19C	20C	21C	22C	23	2,68	15*											
	2. Ter sistema de suspensão											14	15C	16A	17C	18C	19B	20C	21B	22C	0	0,00	22*											
	3. Ter força de tração suficiente												15	15B	15A	18B	15A	15B	15B	48	5,59	8*												
	4. Ter bitola variável													16	17C	18C	19B	20A	21B	22C	18	2,10	16*											
	5. Ter baixo consumo de energia elétrica														17	18B	17B	17B	22B	73	8,50	3*												
	6. Possuir ótima resistência mecânica ao desgaste															18	18C	18C	18C	18C	92	10,71	1*											
	7. Ter estrutura leve																19	20C	21B	22C	42	4,89	11*											
	8. Ter boa distribuição do peso																	20	21B	22B	51	5,94	7*											
	9. Ter altura regulável para diferentes culturas																		21	22B	45	5,24	9*											
Produção	10. Ter baixo custo de produção																			22	61	7,10	6*											
	11. Apresentar métodos simples de fabricação																					859	100,00											
Uso	Op.	12. Gerar energia elétrica própria																																
		13. Ser fácil de regular e operar																																
		14. Ser fácil de transportar																																
		15. Oferecer velocidade de operação requerida																																
		16. Proporcionar segurança ao usuário																																
	Contr.	17. Ser eficiente na recarga da bateria																																
		18. Oferecer boa manobrabilidade																																
	Man.	19. Ter baixo custo de manutenção																																
		20. Ter reduzido tempo de manutenção																																
		21. Usar ferramentas básicas para manutenção																																
22. Utilizar peças de substituição comuns no mercado																																		
Valores de Importância																																		
A = um pouco mais importante, 1																																		
B = medianamente mais importante, 3																																		
C = muito mais importante, 5																																		

Figura 1. Diagrama de Mudge na hierarquização dos requisitos dos clientes quanto a um veículo elétrico autônomo para a agricultura familiar

Como pode-se observar, de acordo com o diagrama de Mudge, os cinco primeiros requisitos foram: oferecer boa manobrabilidade, com porcentagem de 10,71%; ter baixo consumo de energia elétrica, com porcentagem de 9,43%; ser eficiente na carga de bateria, com porcentagem de 8,50%; ter boa distribuição de peso, com porcentagem de 7,45%; ter força de tração suficiente, com porcentagem de 7,33%. Por outra parte, os cinco últimos requisitos foram: ter bitola variável, com porcentagem de 1,98%; possuir ótima resistência mecânica ao desgaste, com porcentagem de 1,98%; ter estrutura leve, com porcentagem de 1,4%; gerar energia elétrica própria, com porcentagem de 1,05%; ser de fácil montagem, com porcentagem de 1,05%.

A execução do método de Mudge serve como previa à casa de qualidade, por esse motivo foi feito o quadro com os requisitos dos clientes (Figura 2) com a distribuição dos dados em intervalos de valores.

Classificação	Nº Req. C	Requisitos dos clientes	Valor	Imp. (1 - 5)	Intervalos
1	18	Oferecer boa manobrabilidade	92	5	77 - 92
2	5	Ter baixo consumo de energia elétrica	81	5	77 - 92
3	17	Ser eficiente na recarga da bateria	73	4	60 - 76
4	8	Ter boa distribuição do peso	64	4	60 - 76
5	3	Ter força de tração suficiente	63	4	60 - 76
6	22	Utilizar peças de substituição comuns no mercado	61	4	60 - 76
7	20	Ter reduzido tempo de manutenção	51	3	43 - 59
8	15	Oferecer velocidade de operação requerida	48	3	43 - 59
9	21	Usar ferramentas básicas para manutenção	45	3	43 - 59
10	2	Ter sistema de suspensão	44	3	43 - 59
11	19	Ter baixo custo de manutenção	42	2	26 - 42
12	10	Ter baixo custo de produção	35	2	26 - 42
13	11	Apresentar métodos simples de fabricação	28	2	26 - 42
14	9	Ter altura regulável para diferentes culturas	24	1	9 - 25
15	13	Ser fácil de regular e operar	23	1	9 - 25
16	16	Proporcionar segurança ao usuário	18	1	9 - 25
17	4	Ter bitola variável	17	1	9 - 25
18	6	Possuir ótima resistência mecânica ao desgaste	17	1	9 - 25
19	7	Ter estrutura leve	12	1	9 - 25
20	12	Gerar energia elétrica própria	9	1	9 - 25
21	1	Ser de fácil montagem	9	1	9 - 25

Tabela 2. Quadro dos requisitos dos clientes e os seus valores de importância

Observa-se então, pela tabela acima (Figura 2), que na ordem de importância 5, sendo 5 a mais importante, estão os requisitos: oferecer boa manobrabilidade e ter baixo consumo de energia elétrica; na ordem de importância 4 estão os requisitos: ser eficiente na carga da bateria, ter boa distribuição de peso, ter força de tração suficiente e ter peças de substituição comuns no mercado; na ordem de importância 3 estão os requisitos: ter reduzido tempo de manutenção, oferecer velocidade de operação requerida, usar ferramentas básicas para manutenção e ter sistema de suspensão; na ordem de importância 2 estão os requisitos: ter baixo custo de manutenção, ter baixo custo de produção, apresentar métodos simples de fabricação; na ordem de importância 1 estão os requisitos: ter altura regulável para diferentes culturas, ser fácil de regular e operar, proporcionar segurança ao usuário, ter bitola variável, possuir ótima resistência mecânica ao desgaste, ter estrutura leve, gerar energia elétrica própria, ser de fácil montagem.

4. CONCLUSÕES

A aplicação do diagrama de Mudge, permitiu à equipe de trabalho determinar o valor de importância de cada um dos requerimentos dos clientes, assim, como seu valor numérico a serem usados no preenchimento da matriz da casa da qualidade (QFD) nas etapas posteriores.

Adicionalmente, pode-se concluir que sua aplicação forma parte de um dos processos mais importantes dentro da fase da metodologia de desenvolvimento de produtos, permitindo que o desejo do cliente seja analisado e hierarquizado. Com isso, o produto final, irá atender melhor às necessidades dos clientes que tiverem interesse em adquirir o produto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FONSECA, J. **Sistematização do Processo de Obtenção das Especificações de Projeto de Produtos Industriais e Sua Implementação Computacional**. 2000. 71f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Curso de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

REIS, A. V. **Desenvolvimento de concepções para a dosagem e deposição de precisão para sementes miúdas**. 2003. 228f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ROZENFELD, H.; FORCELLINI, F.; AMARAL, D.; TOLEDO, J.; SILVA, S.; ALLIPRANDINI, D.; SCALICE, R. **Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

HORNEKE, N.; **Aplicação do diagrama de mudge e quality function deployment (qfd) na hierarquização dos requisitos de projeto de um mecanismo aplicador de calor**. 2012. 21º Congresso de Iniciação Científica. Universidade Federal de Pelotas.

REIS, Â.; **Sistematização da tarefa de valoração dos requisitos dos clientes para uso no QFD**. 2002. II Congresso de Iniciação Científica. Universidade Federal de Pelotas.

MICHELS, E.; **Vantagens e desvantagens da utilização do método Mudge na análise de importância de desperdício de software**. 2020. X Congresso Brasileiro de Engenharia de Produção. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.