

PROJETO DE TRANSPORTADOR E ASSENTADOR DE PORCELANAS

Cristian Ariel Bonetti; Juneor Gregolon; Mauricio Bedin; Mauricio Zanetti¹
Anderson Baldissera; Keila D. Ferrari Orso²

RESUMO

Este estudo tem por finalidade, desenvolver um equipamento para o processo da construção civil, com a realização da pesquisa de campo caracterizada como qualitativa, foi extraído do cliente a necessidade do transportador e assentador de porcelanas. Para a realização da atividade foi utilizado a ferramenta de qualidade *Quality Function Deployment* (QFD), para confrontar a necessidade inicial do cliente até chegar ao projeto final, conseguindo desta forma com auxílio do software *Solid Edge* desenvolver um equipamento totalmente mecanizado com um compartimento que calha diferentes tamanhos de porcelanatos, tem a promessa de um fácil deslocamento e simplicidade de manobra, possui um par de braços moveis que auxiliam na manobra da porcelana até a finalização da tarefa, com a possível mão de obra escassa, o equipamento aponta com objetivos de reduzir a força exercida, facilitar posições de trabalho e qualidade de posicionamento. Além de ser um equipamento economicamente viável, o mesmo pode reduzir o tempo de serviço e a quantidade de operadores necessários para realizar esta tarefa, podendo recolocar esses operadores para a realização de outras tarefas.

Palavras-chave: Ergonomia. Assentamento Porcelanato. Mecanizado. Projeto.

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico mundial e a construção civil vem em constante evolução, pela busca constante de novas formas de construção, tornando-se mais competitivo. Ou seja, essa atividade econômica, consegue, de forma rápida, propulsor do crescimento econômico pelos grandes investimentos e pela geração de empregos (TEIXEIRA, 2010).

Com a movimentação da construção civil, busca-se cada vez mais o aperfeiçoamento e facilidade de operações que demandam tempo e uma quantidade de esforços, buscando sempre a economia destes e a qualidade de produção (LANTELME, 1994).

Nesse contexto, acadêmicos do curso de Engenharia Mecânica por meio de pesquisas e estudos analisam o desenvolvimento do equipamento transportador mecanizado para assentamento de porcelanato, como objetivo, de reduzir problemas ergonômicos do processo.

¹ Acadêmicos de Engenharia Mecânica da UCEFF Faculdades. E-mail: bonetti.cristian@gmail.com; juneorgregolon@gmail.com; mauriciobedin-@hotmail.com; mauriciozanetti5121@hotmail.com.

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

Outrossim, buscar atender as necessidades de minimizar os esforços braçais, reduzir o tempo de execução de serviço e custos associados a mão de obra.

Diante do exposto questiona-se: **Como associar a teoria para o desenvolvimento do projeto de um equipamento de transporte e assentamento de porcelanato?** Portanto, essa pesquisa se justifica, pelo grande avanço tecnológico que possibilita o desenvolvimento de projetos inovadores, com mecanismos de alto padrão e tendo em vista que a dificuldade de se assentar porcelanatos está presente no desgaste físico do operador, a projeção do equipamento atende algumas exigências específicas do profissional, como o fácil manuseio e custo acessível, tornando o mesmo com aspecto mais básico.

Por seguinte, os objetivos analisados foram designados através de pesquisa de campo, com um questionário elaborado, onde aplicado a pessoas de diferentes escalas que atuam no ramo da construção civil. Uma vez identificada as necessidades se têm a possibilidade de realizar o desdobramento da função qualidade *Quality Function Deployment* (QFD) e em sequência define-se o equipamento que melhor atende as necessidades do cliente e do projeto. Mais adiante define-se a proposta comercial e por fim o projeto executivo.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 REQUISITOS DO CLIENTE E DO PROJETO

Segundo Maximiano (2010), para se ter sucesso com o projeto a primeira etapa é a escolha correta, ou seja, busca-se ideias requisitos que nascem com o diálogo com a busca de informações referentes, desta forma os requisitos pode ser sugestões de funcionários, ou melhor, sugestões diretamente do seu cliente.

Ainda Maximiano (2010), comenta que para o desenvolvimento desse novo produto é necessário buscar e atender as necessidades do cliente, seus requisitos, estudar os dados levantados e trazê-los para o desenvolvimento do projeto, juntamente com qualidade e inovação do produto.

Para desenvolver produtos novos inicialmente se tem muitos riscos, já que se trata de um projeto inovador. No qual exige assim, uma aplicação soberba nos requisitos do cliente e do projeto, já que são eles que definem o sucesso de tal projeto, pela sua ligação direta com o consumidor final (MADUREIRA, 2010).

Nessa linha de considerações, Baxter (2011) descreve que se necessita de uma “ligação” entre vendedor e consumidor final, ou seja, a empresa deve conhecer a necessidade futura do mercado, isso só é possível com o contato entre vendedor e o próprio consumidor final, desta forma a empresa estará um passo à frente para desenvolver novos produtos.

Madureira (2010), também comenta que no decorrer do desenvolvimento do produto, ele exige que se especifique tecnicamente requisitos de funcionalidade, de operação e de construção, estabelecendo que o produto tenha sucesso em realizar os requisitos e necessidades citadas pelo cliente.

2.2 *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD) E ESTRUTURA FUNCIONAL

Para Madureira (2010) na aprovação de um novo produto há a necessidade de que ele seja implementado pelos requisitos ou necessidades do cliente. Um dos métodos muito eficiente que foi desenvolvido na década de 70 é o Desdobramento Funcional da Qualidade (QFD).

O Desdobramento funcional da qualidade (QFD) é a ferramenta que tende a transformar a reivindicação que foi estabelecida pelo cliente em traços de um produto. Dessa forma, o Desdobramento da Função Qualidade é um cruzamento dos requisitos do cliente com os requisitos técnicos em forma gráfica. (MAXIMIANO, 2010).

Segundo Baxter (2011), tudo se inicia com a necessidade do mercado que será transformado de requisitos do cliente em linguagem técnica na matriz desdobramento da função qualidade (QFD), possibilitando analisar os produtos dos concorrentes, ordenando cada requisito conforme a importância para o desenvolvimento do projeto.

Assim, como para Madureira (2010), o desdobramento da função qualidade (QFD) é o conjunto das necessidades do cliente, onde esses requisitos geralmente são encontrados por meio de pesquisas de mercado e levantamento de informações. Sendo essas, analisadas e classificadas de tal forma que estabeleça a prioridade dos requisitos quanto a frequência e intensidade.

A conversão das necessidades do consumidor em visão técnica é realizada por uma classificação entre os requisitos do cliente e do projeto sendo avaliado em muito positivo ou negativo, sendo que muito positivo é um requisito importante para o desenvolvimento do projeto e negativo sendo um requisito não importante (BAXTER, 2011).

Conforme Baxter (2011), para a análise dos produtos concorrentes, existe duas etapas que devem ser seguidas, uma delas é o próprio consumidor fazer análise dos produtos já

existentes conforme a necessidade dos mesmos, e o segundo passo é a equipe do projeto detalhar cada requisito do projeto confrontando os mesmos com o produto do concorrente.

Sendo essa aplicação um pouco complicada e muito árdua, pela quantidade de dados que é necessária se ter para realizar as ligações. Essas ligações citadas é o desdobramento, que por análise transforma o desejo do seu cliente em diversificas especificações (MADUREIRA, 2010).

Nem sempre o que é definido nas primeiras etapas na casa da qualidade quer dizer que vão ser seguidas rigorosamente até o final, pode ser que em algumas partes da matriz as metas se confrontam entre elas, sendo necessário sacrificar uma delas, para isso é importante analisar qual meta seria mais prioritária (BAXTER, 2011).

2.3 MATRIZ FUNCIONAL E MORFOLÓGICA

De acordo com Clements (2013), a matriz funcional deve ser desenvolvida por pessoas que trabalham no mesmo setor, dessa forma criando grupos de pessoas responsáveis elegendo um coordenador para demandar cada atividades, conseguindo dessa forma agrupar os máximos possíveis de conhecimentos e habilidades dessas pessoas conforme o projeto a ser executado.

Já, de acordo com Baxter (2011), a meta principal do projeto que deve ser alcançada já foram delimitada conforme a necessidade do cliente com o cruzamento casa da qualidade (QFD), nesta etapa da matriz funcional é preciso pensar de qual forma podemos exercer as funções físicas que foram estipuladas na casa da qualidade.

Ainda, conforme Clements (2013), o foco para desenvolver a estrutura funcional, é conseguir desenvolver um produto de qualidade que atenda todas as necessidades do cliente e que principalmente consiga ter a competitividade de custos que a empresa poderá fornecer.

Ao termino da matriz funcional a equipe técnica passa realizar a matriz morfológica, nesta fase a equipe consegue achar soluções que foram descritas na fase anterior, podendo inovar em cada requisito estipulado tudo depende do equipamento que está sendo estudado (CORAL, 2013).

De acordo com Baxter (2011), a mesma é de importantíssima relevância pois ela consegue auxiliar a equipe do projeto a raciocinar e visualizar diferentes componentes e soluções viáveis para o requisito do cliente.

Porém como se trata de projeto inovador, há várias interpretações e combinações que o responsável pela matriz poderá ter dificultando o mesmo a chegar na solução do problema final,

para isso é tomado alguns métodos que podem ajudar na hora de escolher a alternativa ideal, como por exemplo analisar a disponibilidade desses matérias no mercado, qual a segurança que a peça oferecerá para o equipamento e qual a resistência que a peça pode disponibilizar para o elemento da máquina, entre outras análises possíveis de serem feitos e que todo bom analista deve prestar atenção antes de tomar a decisão final (BAXTER, 2011).

2.4 MATRIZ PASSA NÃO PASSA E PROJETO BÁSICO

Ao início da matriz passa não passa, a equipe tem por objetivo começar agrupar todas as soluções que foram tomadas na matriz morfológicas, esta fase é realizada avaliando cada solução que foram disponíveis para diferentes requisitos, tentando reunir as melhores soluções para satisfazer a necessidade do produto (CORAL, 2013).

É onde se inicia a modelagem do projeto, ou seja, se aprofunda as definições técnicas do produto, melhora suas características e por último se tem a confirmação de que a grande maioria de todos os objetivos foram alcançados e atendidos, pela matriz passa não passa (MADUREIRA, 2010).

Desta forma, é necessário que ocorra a escolha de uma entre as soluções viáveis, tendo em mente que será realizado apenas um projeto. Sendo que, a maneira de escolha se dá por uma matriz de avaliação, que é uma forma organizada. A somatória maior entre os produtos é o escolhido (MADUREIRA, 2010).

Madureira (2010), cita ainda que o projeto básico parte das soluções que são viáveis, ou seja, selecionando a melhor entre as que foram sugeridas em todo o estudo, sendo a que vai ser executada no projeto. Dessa forma, o projeto básico será consolidado como o produto que é definido por todas as soluções.

Assim, Madureira (2010), se refere que a realização da matriz deve ser um trabalho em grupo, uma engenharia simultânea. Sendo a equipe, formada por representantes das áreas da empresa, as características a serem julgadas serão escolhidas pelos mesmos em votação. Assim, a solução escolhida basicamente será a melhor, pela participação de todo o conjunto.

2.5 MATRIZ DE RESPONSABILIDADE E CRONOGRAMA

Todo e qualquer projeto ao start inicial, é importante o esclarecimento de quais são as verdadeiras metas que planejam ser alcançadas, para isso além de só definir as metas principais

devemos também distribuir as tarefas para cada setor da empresa realizando dessa forma uma matriz de responsabilidade, que define data e hora para início e entrega das atividades a ser realizadas e nome do funcionário que está realizando a mesma (KERZNER, 2006).

Conforme o andamento das atividades que são estipuladas na matriz de responsabilidade, passando cada função do projeto para os setores responsáveis daquela execução, sempre terá uma pessoa responsável emitindo relatórios periódicos informando aos seus chefes de como estão andando suas atividades (BAXTER, 2011).

Já, de acordo com Pahl et al (2005), definir uma matriz de responsabilidade vai além de apenas determinar datas e pessoas para a realização das atividades, a partir do momento que qualquer empresa tomar esse método, a capacidade de gerenciar os custos provenientes a esse projeto aumentam, desta forma conseguindo realizar um projeto inovador mas de olho do custo final em relação ao do seu concorrente.

Segundo Clements (2013), todo projeto que é desenvolvido deverá ter um cronograma que estipula uma data de início que pode ser gerada pelo o gerente da empresa, e a data final que é uma data exigida pelo cliente, essas datas são essências para determinar a janela do projeto.

Conforme Baxter (2011), ao realizar o cronograma com as devidas datas e horas para realização do serviço, os primeiros dias de projetos são mais fácil de programar que as etapas finais, pois conforme o projeto vai andando as incertezas e as dificuldades cada vez irá aumentar mais.

Todas as atividades que serão executadas terão uma data de início e fim que devem ser cumpridas por cada setor responsável pela tarefa, essas datas obrigatoriamente devem existir alguma liberdade de atrasos ou adiantamento da mesma, sempre levando em consideração os imprevistos que podem acontecer durante o desenvolvimento do projeto, mas nunca ultrapassando a data final exigida pelo cliente (CLEMETS, 2013).

2.6 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA, PROPOSTA COMERCIAL E PROJETO EXECUTIVO

Para Maximiano (2010), o detalhamento do projeto, sua exposição detalhada, de peças e componentes, análise e estipulação de prazos, custos e outras condições do projeto, são atividades realizadas na especificação técnica.

O cuidado com a qualidade de forma mais significativa é realizada na especificação do projeto, sendo nesse estágio onde são estipuladas para o novo item as metas estratégicas,

contendo a partir das suas funções básicas, seu aspecto até mesmo a forma e embalagem e maneira de despacho desse produto (BAXTER, 2011).

Ainda, segundo Maximiano (2010), todas as ideias registradas sobre o projeto e suas circunstâncias de prática e dados da proposta comercial, assim, ela fornece informações de análise, esclarecimento e tomada de decisões, demonstra entendimento, qualidade e sentido de seu produtor. Assim, através da proposta comercial se tem um alicerce para negociar e vender o conceito de projeto.

O projeto executivo (PE), é a definição total do produto, de acordo com os requisitos técnicos buscados, testes dos protótipos e finalizando com a certificação do produto. Dessa forma é a formulação do produto, definida anteriormente no projeto básico e por fim determina os detalhes construtivos dos elementos componentes dos subsistemas (MADUREIRA, 2010).

Outro aspecto levantado por Madureira (2010), que a finalização do produto é conseguida pelo desdobramento realizado desde o início de subsistemas em conjuntos, componentes e peças. Assim, os protótipos podem ser construídos utilizando os desenhos e especificações e após isso testados e avaliados. Podendo ser realizadas correções em função dos testes.

2.7 MEMORIAL DE CÁLCULO E LISTA DE MATERIAIS

Para Pahl, et al (2005), as lista de materiais são aquelas que todos projetistas ao término do desenho deve apresentar para cada setor que irá fabricar a máquina, desta forma evita erros comuns da produção em desenvolver o equipamento com peças menores ou que não atendem a especificação daquele equipamento.

Listas de peças ou materiais são listas que compõem todos as peças necessárias para construção do equipamento, além disso são obrigatórios informar a quantidade necessária e o tamanho ideal das peças para ser montadas na máquina, tudo isso para facilitar o serviço da produção (PAHL, et al. 2005).

Maia (2015) comenta que além da fase do projeto detalhado, deve-se se ter uma confirmação que há funcionalidade do item, pelas etapas de cálculos estruturais. Assim, após serem dimensionados, eles determinam as dimensões e a capacidade de carga dos componentes em uma estrutura baseado em cálculos.

Por fim de acordo com Pahl, et al (2005), para cada tipo de projeto a lista de materiais é dividida em subdivisão conseguindo organizar cada lista devido ao setor responsável para produção de uma parte da máquina, desta forma a lista é estruturada conforme a necessidade daquele setor para a fabricação.

2.8 MANUAL DE MONTAGEM E OPERAÇÃO

Para se criar um material de suporte do produto, primeiramente inicia-se com o treinamento realizado na instalação, transporte, assistência técnica, etc. Sendo pessoas que trabalham no local. Criando-se também um passo a passo para o funcionamento do mesmo, contendo todas suas regulagens e funções e cuidados a serem tomados (ROZENFELD, et al., 2015).

Para garantir um equipamento em condições, referindo-se a desempenho fácil, preciso, rápido e econômico é imprescindível ter os manuais de uso e manutenção, para que a manutenção seja realizada por colaboradores com determinadas capacidades usando esses procedimentos já prescritos (BACK, et al, 2008).

Back, et al (2008), identifica que as falhas no equipamento podem acontecer sem previsão, são inevitáveis. Dessa forma, o que conta é a habilidade que se agrega para a sua restauração. Por isso a importância de redigir manuais de manutenção, fornecendo as instruções e os procedimentos adequados.

Ainda Rozenfeld et al (2015), cita que o restante dos manuais, como catálogos de configurações, catálogo online, propagandas, somente são realizados quando o produto está para lançar, ou seja na fase de lançamento, desenvolvidas pelo vendas, assistência técnica e de atendimento ao cliente.

2.9 MERCADO DE PORCELANATO

O porcelanato é um tipo de revestimento cerâmico que se destaca das demais convencionais, por suas características e estética, garantindo uma diversidade de aplicações, que vão desde demandas de altas resistências mecânicas e abrasão, e também pela impermeabilidade (CUNHA, 2001).

As porcelanas são produtos com texturas sofisticadas, atraindo o gosto do público alvo. Sendo mais versáteis, possibilitando o uso mais adequado do ambiente, ideais para serem utilizados em grandes espaços (ENGPLUS, 2018).

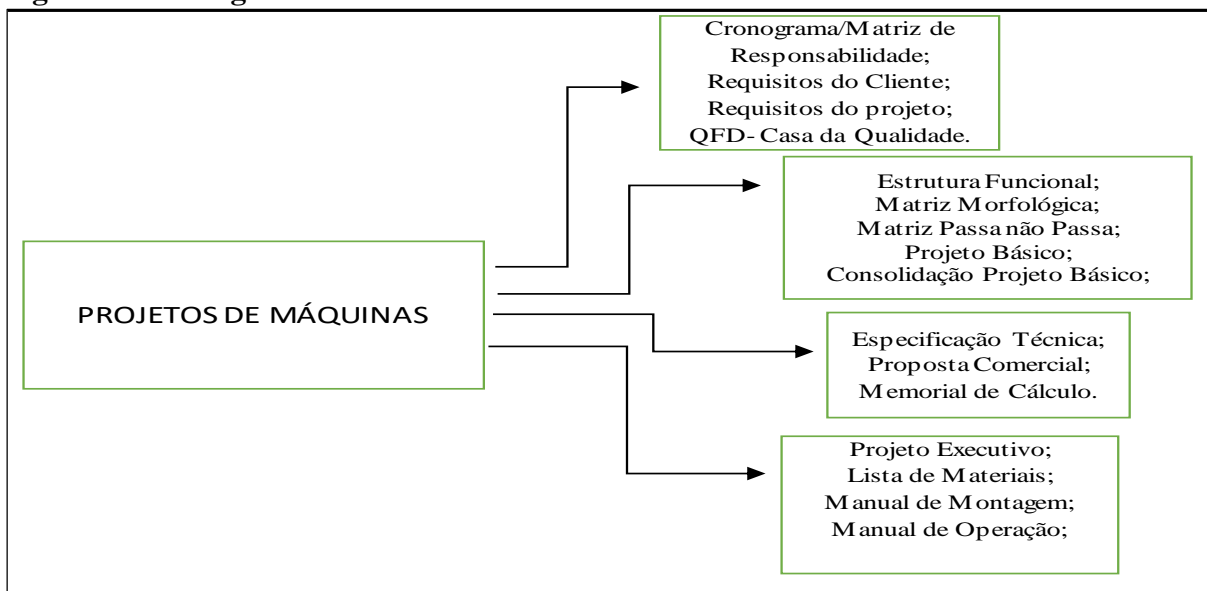
De acordo com Dino (2017), estudos realizados pelo Congresso Brasileiro de Cerâmica e a Associação Nacional da Indústria Cerâmica (ANICER) revelam que o Brasil está entre os três maiores produtores e consumidores de revestimentos no mundo. Os números apontam um crescimento significativo no decorrer dos últimos anos.

Ainda Dino (2017), comenta que só em 2010 o mercado de produção de revestimento atingiu 753 milhões de metros quadrados. Estimando um mercado com aproximadamente 100 indústrias instaladas em 18 estados brasileiros.

3 METODOLOGIA

A pesquisa atende um requisito de trabalho interdisciplinar da disciplina de Projeto de Máquinas, desenvolvido na UCEFF Faculdades ao longo do semestre 2018/02, na Figura 1 apresenta-se o fluxograma com as devidas tarefas desenvolvidas durante o semestre.

Figura 1 – Fluxograma



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A pesquisa é uma ferramenta que se faz necessária em qualquer forma de estudo, assim, é necessário apresentar os métodos utilizados para obtenção de resultados no trabalho. Desta

forma se entende como pesquisa uma ferramenta que é utilizada quando não há informação suficiente para responder o problema (GIL 2010).

Dessa forma, o nível de pesquisa definido para este estudo foi a pesquisa exploratória, que segundo Gil, (2014) as pesquisas que são incluídas nesse grupo, tem por finalidade desenvolver, resolver e transformar conceitos e ideias. Ou seja, a partir dos requisitos do cliente, desenvolver um assentador de porcelanato.

A utilização desse método é justificada pelo estudo de campo realizado no mês de agosto em quatro cidades diferentes, sendo elas Chapecó, Faxinal dos Guedes, Pinhalzinho e Santiago do Sul ambos no estado de Santa Catarina. Os instrumentos de coleta de dados foram a observação e entrevista. Neste sentido, foram entrevistados quatro pessoas de cada integrante do grupo (Município), totalizando um total de dezesseis trabalhadores pesquisados, entre esses profissionais se encontram o engenheiro civil, pedreiros e serventes para melhor se ter o alcance dos objetivos.

Com intuito de buscar informações sobre o problema estudado, através de análise qualitativa, foi possível realizar um questionário com quinze perguntas sendo elas descritivas e de múltiplas escolhas, na qual o objetivo principal era interrogar os profissionais que responderam à pesquisa que não trabalham na mesma empresa mas que são do mesmo ramo, em apontar qual seria a maior dificuldade deles hoje enfrentada durante seu dia-a-dia de serviço e assim identificar os requisitos desejados pelo cliente e posteriormente transformando em requisitos técnicos.

4 RESULTADOS

Para o desenvolvimento deste projeto, foi realizado um cronograma, conforme a Figura 1, estipulando períodos, prazos de entrega e, os integrantes responsáveis por cada tarefa. Mantendo assim, a organização e clareza no desenvolver do mesmo.

Figura 2 - Cronograma e Matriz de Responsabilidade

PROJETO DE MÁQUINAS			MATRIZ DE RESPONSABILIDADE			
	DATAS INICIO 26/7/2018	DATAS TERMINO 21/11/2018	CB=CRISTIAN	JG=JUNEOR	MB=MAURICIO	MZ=MAURICIO
1ª PARTE	26/7/2018	29/8/2018	ANÁLISE	EXECUÇÃO	COOPERAÇÃO	
PLANO DE ENSINO	26/7/2018	1/8/2018	CB;JG;MB;MZ	CB;JG;MB;MZ	CB;JG;MB;MZ	
CRONOGRAMA/MATRIZ RESPONSABILIDADE	2/8/2018	8/8/2018	JG;MB	CB;MZ;MB	CB;JG;MB;MZ	
REQUISITOS DO CLIENTE	9/8/2018	15/8/2018	JG;CB	MB;MZ;JG	CB;JG;MB;MZ	
REQUISITOS DO PROJETO	16/8/2018	22/8/2018	MB;MZ	CB;JG	CB;JG;MB;MZ	
QFD - CASA DA QUALIDADE	23/8/2018	29/8/2018				
2ª PARTE	30/08/18	04/10/18				
ESTRUTURA FUNCIONAL	30/08/18	05/09/18	MB;JG	CB;MB;MZ	CB;JG;MB;MZ	

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com a necessidade de abordar um problema para desenvolvimento do projeto, o estudo de caso iniciou-se com a elaboração de uma pesquisa de campo, onde por meio de um questionário aplicado ao cliente, estimulou o mesmo a responder quais seriam suas principais dificuldades em algum equipamento ou processo de produção.

O projeto executado foi um transportador e assentador de porcelanas, requerido pelos clientes. Portanto, a necessidade dos clientes seria ergonomia e facilidade do processo no geral.

4.1 APLICAÇÃO DOS REQUISITOS E MATRIZ DESDOBRAMENTO DA FUNÇÃO QUALIDADE (QFD)

Após a aplicação do questionário, analisou-se os itens citados e assinalados, transformando os dados coletados em requisitos do cliente para o projeto, por fim, subjugando esses requisitos, transformando os mesmo em requisitos de engenharia ou técnicos, Quadro 1.

Quadro 1 - Requisitos do cliente e de engenharia

NÍVEL	REQUISITOS DO CLIENTE	REQUISITOS DE ENGENHARIA
1	Ergonomia	Ajuste de posicionamento
2	Menor esforço físico	Baixo custo de fabricação
3	Movimento repetitivos	Compacta
4	Melhoria no processo de trabalho	Esforço operacional
5	Segurança	Ajuste dimensional
6	Fácil operação	Limitar o carregamento
7	Confiabilidade	Movimentar equipamento
8	Suporte para tamanhos diferentes	Controle de argamassa
9	Agilidade	Fácil montagem
10	Custo baixo de qualidade	Diversidade de aplicações
11	Padrão de qualidade	Fácil aquisição de peças
12	Menor desperdício	Normas regulamentadoras
13	Estrutura leve	Tempo do processo
14	Pouca manutenção	Durabilidade
15	Porte médio	Estrutura resistente

Fonte: Dados da pesquisa 2018.

Com os requisitos do cliente e de engenharia, foi possível realizar o confronto entre os mesmos pela matriz de desdobramento da função qualidade (QFD), sendo que cada item possui uma ligação com o restante, tendo como finalidade realizar uma hierarquia entre os requisitos, e que cada um tem sua importância no decorrer do projeto.

Dessa forma, com resultados do desdobramento da função qualidade (QFD), extraiu-se os requisitos de forma hierárquica, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 - Nível hierárquico dos requisitos

NÍVEL HIERARQUICO	REQUISITOS DO CLIENTE	NÍVEL HIERARQUICO	REQUISITO DE ENGENHARIA
1	Porte médio	1	Normas regulamentadoras
2	Padrão de qualidade	2	Esforço operacional
3	Suporte para tamanhos diferentes	3	Ajuste dimensional
4	Segurança	4	Compacta
5	Fácil operação	5	Limitar o carregamento
6	Menor esforço físico	6	Diversidade de aplicação
7	Ergonomia	7	Movimentar o equipamento
8	Movimentos repetitivos	8	Estrutura resistente
9	Pouca manutenção	9	Tempo do processo
10	Confiabilidade	10	Durabilidade
11	Melhoria no processo de trabalho	11	Fácil montagem
12	Menor desperdício	12	Ajuste posicionamento
13	Estrutura leve	13	Controle de argamassa
14	Agilidade	14	Baixo custo de fabricação
15	Custo baixo de aquisição	15	Fácil aquisição de peças

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.2 ESTRUTURA FUNCIONAL E MORFOLÓGICA

Com os níveis hierárquicos dos requisitos, é possível a construção da estrutura funcional, aonde se apresenta uma função geral para cada requisito e para cada função geral descreve-se funções parciais e elementares, que abrange as obrigações.

Após o desenvolvimento da matriz funcional, ocorre o desenvolvimento da matriz morfológica, respondendo as funções descritas na matriz funcional em quatro imagem diferentes que representavam a possível função requerida pelo equipamento, desta forma a técnica tem por objetivo ajudar a identificar o melhor conjunto formado na matriz morfológica, com intuito de atender da melhor forma possível os requisitos do cliente.

4.3 MATRIZ PASSA NÃO PASSA

Com os itens de cada equipamentos selecionados, foi realizada a matriz passa não passa, para se ter duas melhores soluções, sendo P = passa e NP = não passa, essa matriz impõe quais componentes dos equipamentos atendem e não atendem aos requisitos, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Matriz Passa não Passa

REQUISITOS DOS CLIENTES	OPÇÕES			
	A	B	C	D
1. Porte médio	P	P	P	P
2. Padrão de qualidade	P	P	NP	NP
3. Suporte para tamanhos diferentes	P	P	P	P
4. Segurança	P	P	P	P
5. Fácil operação	P	NP	NP	NP
6. Menor esforço físico	P	P	P	P
7. Ergonomia	P	P	P	P
8. Movimentos repetitivos	P	P	P	NP
9. Pouca manutenção	P	P	P	P
10. Confiabilidade	P	P	P	P
11. Melhoria no processo de trabalho	P	P	NP	NP
12. Menor desperdício	NP	NP	NP	NP
13. Estrutura leve	P	P	P	NP
14. Agilidade	P	P	NP	NP
15. Custo baixo de aquisição	P	P	P	P
TOTAL	14	13	10	8

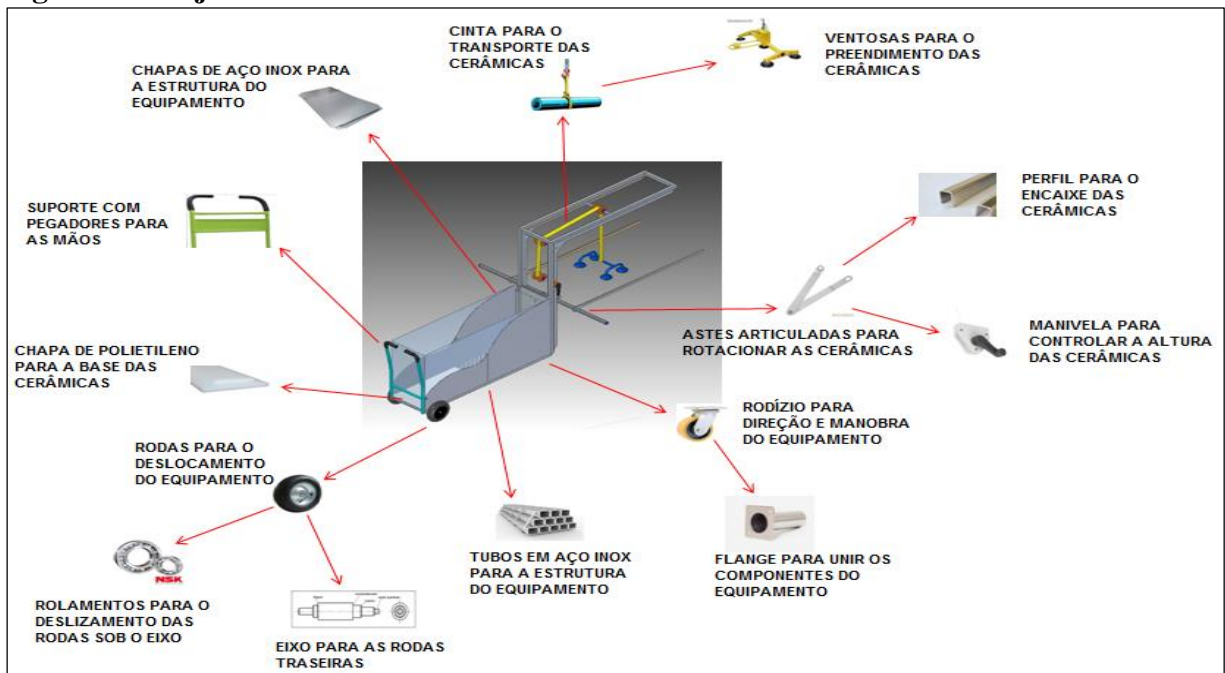
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

A partir da matriz morfológica, há condições de estruturar o projeto básico, levando em consideração os requisitos do cliente.

4.4 PROJETO BÁSICO

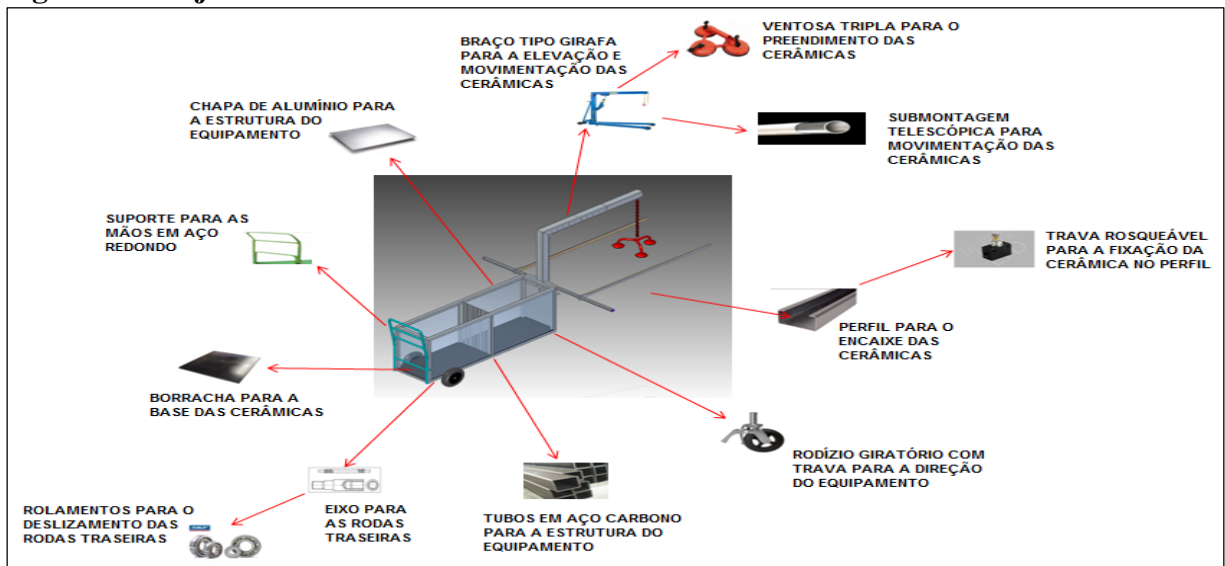
Com a matriz morfológica e a passa não passa, foi definido os dois projetos que atendiam as necessidades do cliente, desenvolvendo o projeto básico, demonstrado nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Projeto Básico 01



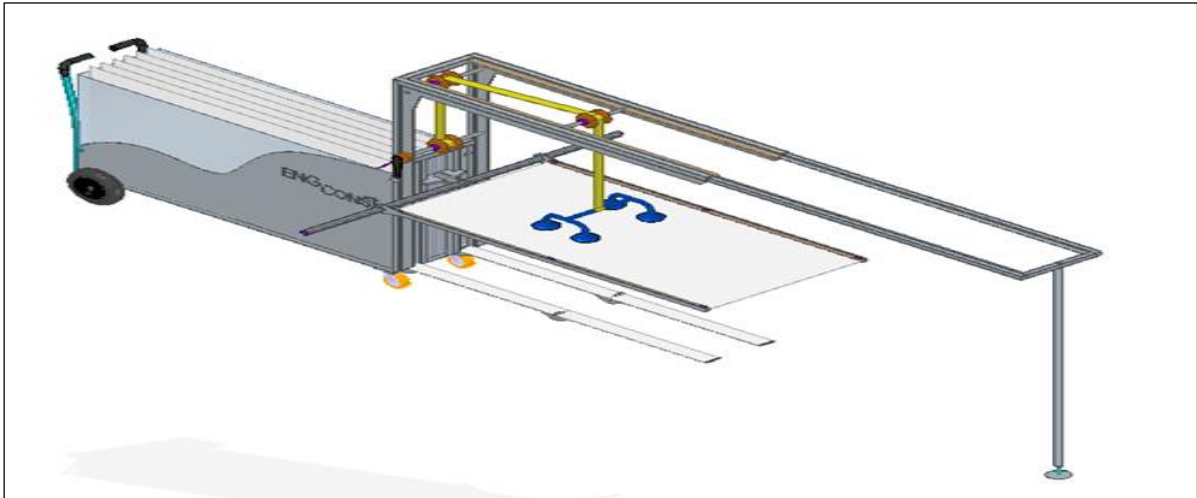
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Figura 4 - Projeto Básico 02



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Com a realização da apresentação dos projetos básicos, foi realizado uma votação entre a equipe para definir o melhor projeto, assim, foi escolhido a máquina I. No entanto, foi solicitado algumas mudanças e melhorias, as quais achavam-se necessário, desta forma com uma reunião realizado entre a equipe, ficou definido que as melhorias apresentadas seriam atendidas, acarretando então num novo equipamento, conforme mostra a Figura 5.

Figura 5 - Projeto Básico

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Assim, conforme mostra a Figura 5, o cliente ficou satisfeito com as melhorias incluídas no projeto básico.

4.5 ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA

Com a aprovação do projeto básico, iniciou-se a especificação técnica, referente a instalação, garantia, condições e apresentação da proposta, documentação a ser fornecida e documentos de projeto e engenharia, além de esclarecer todos os dados técnicos da máquina conforme mostra os Quadros 4 e 5.

Quadro 4 - Dados técnicos

MÓDULO DE MONTAGEM PARA ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DOS PORCELANATOS	DADOS
Número máximo de porcelanatos para o transporte	6 Unidades
Carga máxima permitida	420 kg
Dimensão máxima por unidade de porcelanato	(240x120x8) cm
Espessuras permitidas	3 à 10 mm
Aberturas para retirada dos porcelanatos	2 Saídas frontais
Número de porcelanatos retirados por vez	1 Unidades
Prendimento dos porcelanatos no carrinho	Através de 6 suportes deslizantes
Sentido cartesiano para movimentação dos porcelanatos	X e Y
Posição de armazenamento	Vertical

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Quadro 5 - Montagem do equipamento

MÓDULO DE MONTAGEM PARA ASSENTAMENTO E MOVIMENTAÇÃO DOS PORCELANATOS	DADOS
Capacidade de assentamento	1 Unidade por vez
Deslocamento frontal máxima dos porcelanatos	4800 mm
Deslocamento lateral máxima dos porcelanatos	620 mm
Carga máxima por porcelanato	70 kg
Fixação lateral	Hastes com regulagem
Fixação superior	Sistema de ventosas com 4 prendimentos de sucção
Elevação e nivelamento dos porcelanatos	Manivela de catraca para operação manual
Ajuste de posicionamento	Eixo com laterais fresadas, para deslizamento em perfil "U"
Alternar a posição do porcelanato para passagem de argamassa	Sistema de eixo giratório

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Após a especificação técnica definida a equipe elabora a proposta comercial, especificando os serviços a serem prestados, condições e detalhamento de pagamentos, prazo de entrega, validade da proposta e tributos inerentes ao projeto. Conforme mostra o Quadro 6.

Quadro 6 – Orçamento

QUANTIDADE	SERVIÇOS A SER EXECUTADOS	VALOR DA MÁQUINA SEM IMPOSTO	VALOR DA MÁQUINA COM IMPOSTO
1	MATERIAIS PARA O EQUIPAMENTO	R\$ 9.830,18	R\$ 11.494,43
1	FABRICAÇÃO E MONTAGEM EM FÁBRICA	R\$ 6.153,29	R\$ 7.195,04
TOTAL DA MÁQUINA COM E SEM IMPOSTO		R\$ 15.983,47	R\$ 18.689,47

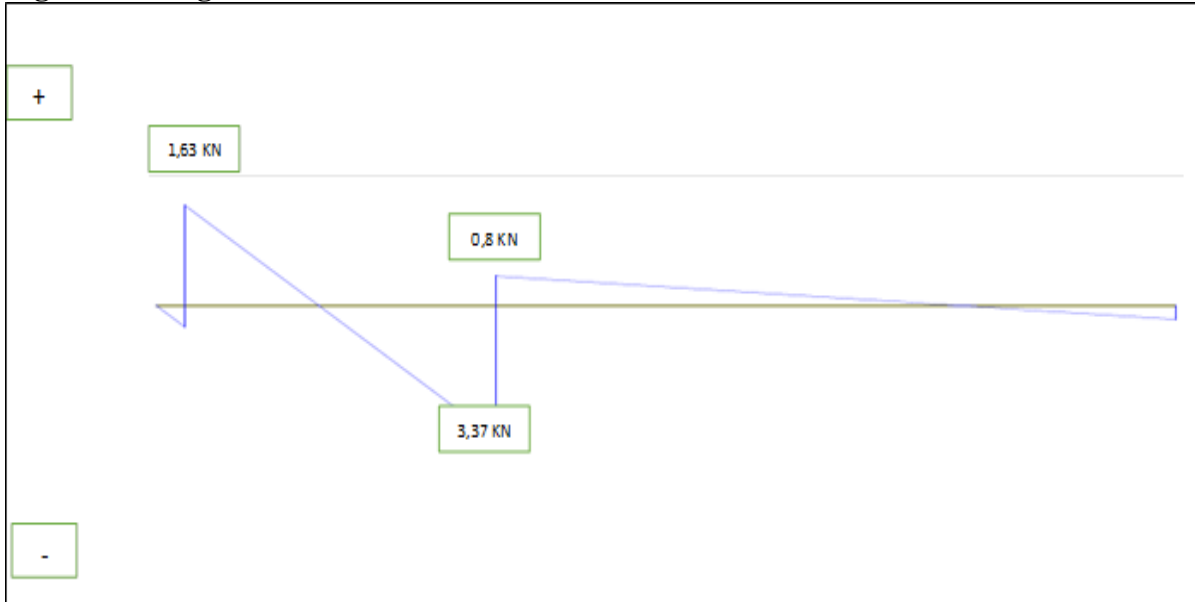
Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Assim o orçamento mostra todo detalhamento dos valores para os materiais de construção, a mão de obra de fabricação e montagem na empresa, conforme especificados no Quadro 6.

4.6 MEMORIAL DE CÁLCULO

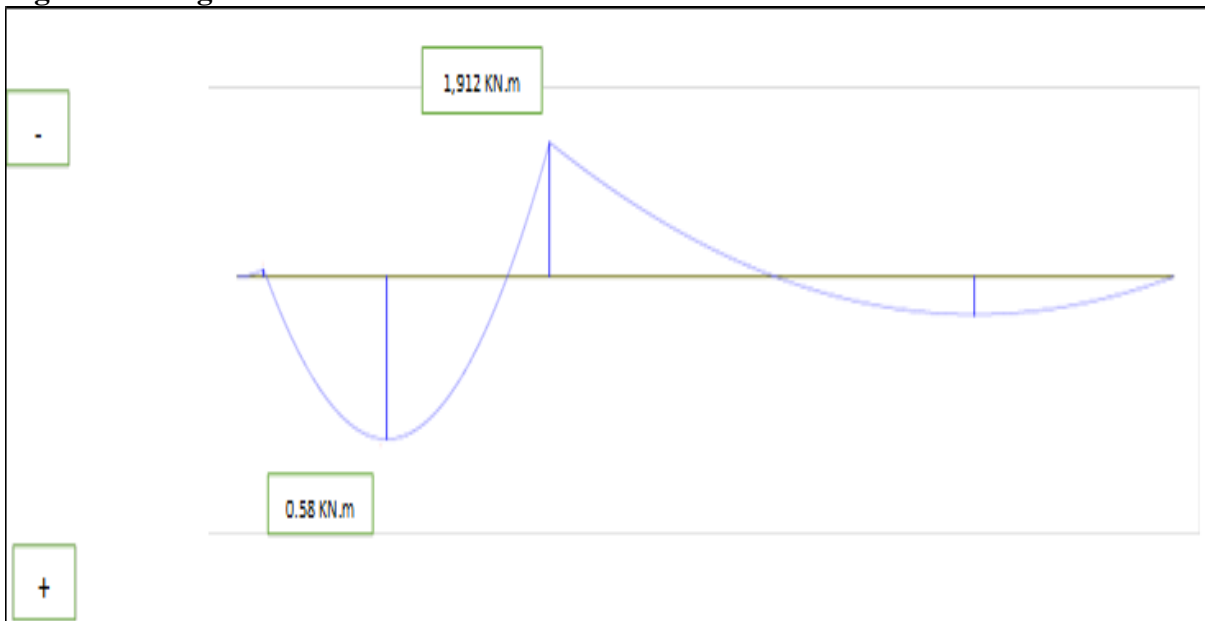
Com a finalização da proposta comercial e especificação técnica, a equipe desenvolveu o memorial de cálculo, envolvendo todos os cálculos de comportamento conforme as Figuras 6 e 7 e o quadro 7 demonstrando a resistência da estrutura.

Figura 6 - Diagrama momento fletor



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Figura 7 - Diagrama Momento Cortante.



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Quadro 7 - Memorial de cálculo

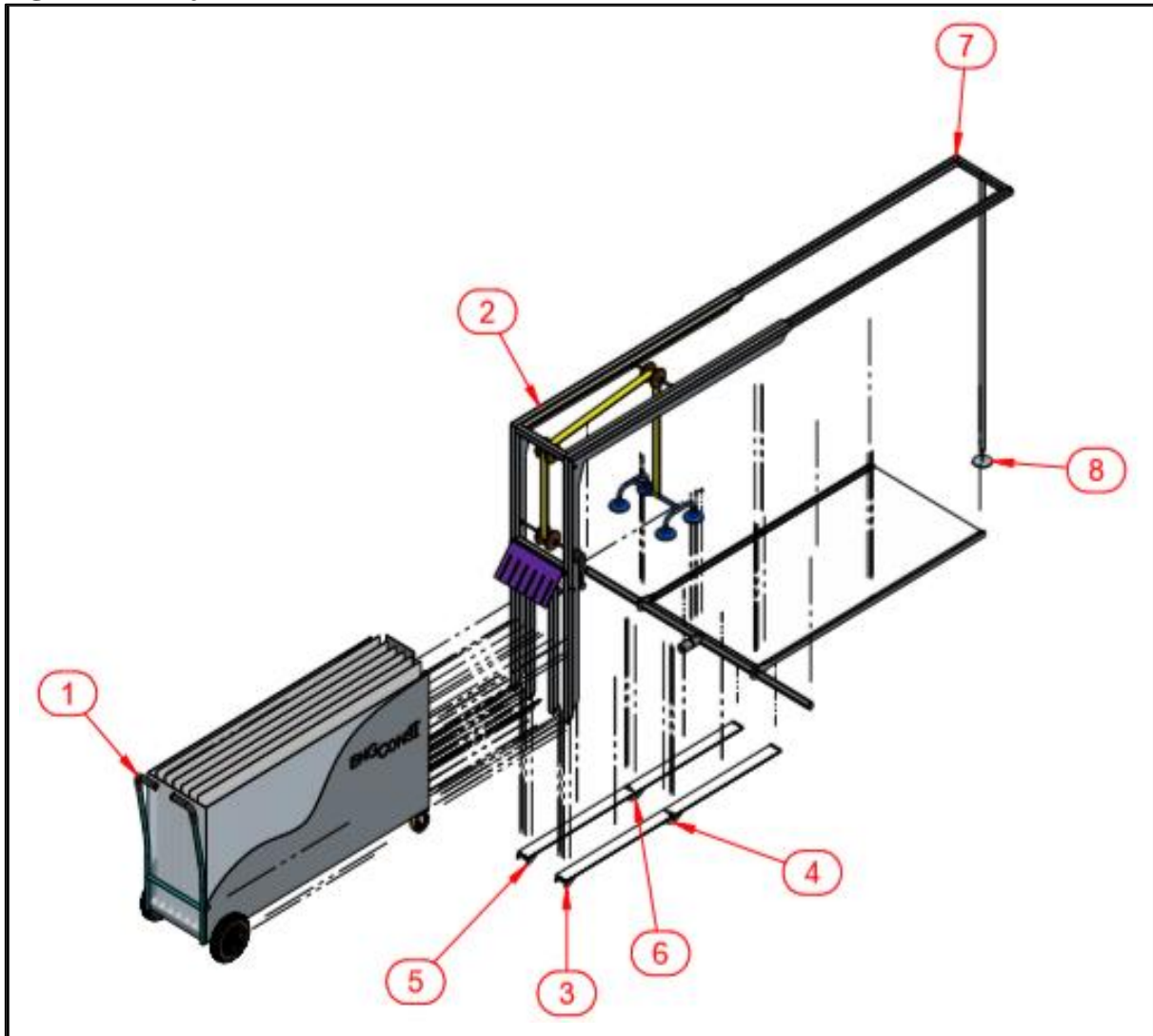
CÁLCULO DAS REAÇÕES DA ESTRUTURA	
DESCRIÇÃO	FÓRMULAS E RESULTADOS
Análise das reações	$RA + RB = 5,8 \text{ KN}$
Sómatoria do momento (MA)	$MA = 0$ $RB = 4.17 \text{ KN}$
Sómatoria do momento (MB)	$MB = 0$ $RA = 1,63 \text{ KN}$
CÁLCULO DE RESISTÊNCIA PARA ESTRUTURA TRASEIRA	TENSÃO DE ESCOAMENTO = 215 Mpa FORÇA = 4200 N
Área	$A = (h_e \times l_e) - (h_i \times l_i)$ $A = 2,91 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Tensão Admissível	Tensão Admissível = Força/Área Tensão Admissível = 14,43 Mpa
Coefficiente de Segurança	CS = Tensão de escoamento/ Tensão admissível CS = 14,9
CÁLCULO DE RESISTÊNCIA PARA ESTRUTURA FRONTAL	TENSÃO DE ESCOAMENTO = 215 Mpa FORÇA = 800 N
Área	$A = r^2 \times \pi$ $A = 1,267 \times 10^{-4} \text{ m}^2$
Tensão Admissível	Tensão Admissível = Força/Área Tensão Admissível = 14,43 Mpa
Coefficiente de Segurança	CS = Tensão de escoamento/ Tensão admissível CS = 14,9

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.7 PROJETO EXECUTIVO

Por fim, foi elaborado o projeto executivo numerando todos os itens necessários para a construção do equipamento, com o auxílio do software *Solid Edge*, conforme Figura 8.

Figura 8 – Projeto Executivo



Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Consta no Projeto Executivo cada componente correspondente do equipamento, (quadro 8). Utilizando o software *Solid Edge*, relacionando o número do item, nome do arquivo, descrição e a quantidade de peças.

Quadro 8 – Projeto Executivo

Número do Item	Descrição	Quantidade
1	MONTAGEM COMPARTIMENTO PARA PORCELANATOS	1
2	MONTAGEM P/ NIVELAMENTO DE PORCELANATOS	1
3	MONTAGEM TAMPA P/ DESLIZ. DE PORCELANATOS	1
5	MONTAGEM TAMPA P/ DESLIZ. DE PORCELANATOS	1
7	MONTAGEM TELESCÓPICA PARA PROLONGAMENTO DA ESTRUT.	1
8	MONTAGEM SUPORTE CONTRA PESO	1
4	MONTAGEM TAMPA P/ DESLIZ. DE PORCELANATOS	1
6	MONTAGEM TAMPA P/ DESLIZ. DE PORCELANATOS	1

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.8 LISTA DE MATERIAS

Após o desenvolvimento do projeto básico e realizado a melhoria citado anteriormente consegue-se extrair do *software Solid Edge*, a lista de materiais necessário para fabricação do transportador e assentador de porcelanatos, a seguir mostraremos alguns dos itens relacionando com a quantidade necessária e o tipo do material de cada item.

Quadro 9 – Lista de Materiais

LISTA DE MATERIAIS		
UNIDADE	DESCRIÇÃO	MATERIAL
9	PARAFUSO SEXTAVADO M8X20 mm	Aço inoxidável, 304
8	PARAFUSO SEXTAVADO M10X20 mm	Aço inoxidável, 304
6	PARAFUSO SEXTAVADO M8X20 mm	Aço inoxidável, 304
2	SUPORE PARA TRAVA	Aço inoxidável, 304
1	VENTOSA COM 4 PRENDIMENTOS	Plástico ABS, alto impacto
2	SUPORE PARA FIM DE CURSO	Aço inoxidável, 304
1	MANIVELA COM CATRACA	Plástico ABS, alto impacto
4	HASTE EM POLIETILENO PARA DESLIZ. DE EIXO	Aço inoxidável, 304
2	RODA TRASEIRA	Material Convencional
1	CHAPA DE FUNDO P/ TRANSPORTADOR	Aço inoxidável, 304
1	CHAPA LATERAL PARA ESTRUTURA TRANSPORTADOR	Aço inoxidável, 304
1	CHAPA LATERAL PARA ESTRUTURA TRANSPORTADOR	Aço inoxidável, 304
1	CHAPA FRONTAL P/ ESTRUTURA	Aço inoxidável, 304

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

4.9 MANUAL DE MONTAGEM E OPERAÇÃO

Manual de montagem e operação, é elaborado com o intuito de auxiliar o cliente a se familiarizar e ter conhecimento do equipamento antes de começar a operar o mesmo, seguindo as normas que foram descritas nos manuais para desenvolver o trabalho de forma segura para o operador e eficiente para o desenvolvimento das atividades. Desta forma, apresenta-se alguns dos cuidados que os operadores devem ter antes de iniciar as atividades com o equipamento.

Quadro 10 - Procedimento de operação

1	Posicione o equipamento em seu ambiente de trabalho, desde que atenda as condições descritas no item 2.2 do manual de montagem e operação para o seu correto funcionamento;
2	Acione as travas dos dois rodízios giratórios frontais, a ponto de travar o equipamento no local inserido;
3	Após confirmar que o equipamento está travado, regule os suportes que acomodam os porcelanatos, conforme o tamanho e dimensões dos mesmos;
4	Manobre e execute movimentos em todos os mecanismos que serão utilizados, mas sem conter os porcelanatos que serão assentados, e garanta que estão em pleno funcionamento;
5	Após a inspeção dos componentes sujeitos ao movimento, abasteça o compartimento de carga, com os porcelanatos que serão empregados;
6	Quando todos os cinco itens citados anteriormente estejam confirmados, o equipamento estará pronto para iniciar as operações.

Fonte: Dados da pesquisa (2018).

Portanto, o manual de operação serve de base para um bom funcionamento do equipamento, bem como, para a própria segurança do operador da máquina.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pela observação dos aspectos analisados se pode determinar fatores importantes no desenvolvimento de um projeto, propondo a criação e aprovação de uma máquina para o ramo da construção civil, que vem em constante evolução e aperfeiçoamento, por isso, buscou-se alinhar inovação com qualidade, resultando em um produto que atendesse a demanda e as expectativas do mercado consumidor.

Mediante ao exposto, foi de grande valia, pelos resultados alcançados, pois, além de ser algo inovador no mercado, buscou-se produzir um equipamento que estivesse ao alcance no que diz respeito a questão financeira, por outro lado, a execução do projeto atende um pré-requisito acadêmico do curso de Engenharia Mecânica, agregando novos conhecimentos ao futuro profissional, bem como, oferecendo novos produtos ao mercado.

Por fim, o desenvolvimento desse projeto, poderá compor nos novos estudos ou na modificação de outros produtos, atendo as necessidades do mercado, visando a melhor utilização ou aperfeiçoamentos de componentes que podem ser inovadores no ramo da construção civil.

REFERÊNCIAS

BACK, N., Ogliari, A., Dias, A., & Silva, J. C. **Projeto Entegrado de Produtos**. Barueri-SP: Manole Ltda, 2008.

BAXTER, Mike. **Projeto de produto: guia prático para o design de novos produtos**. 3º ed. São Paulo: Blucher, 2011.

CLEMENTS, James P, GIDO e Jack. **Gestão de projetos**. Tradução: MELHADO Silvio B. São Paulo: GENGAGE Learning, 2013.

CORAL, E. et al. **Gestão integrada da inovação: estratégia, organização e desenvolvimento de produtos**. 1º ed. São Paulo: Atlas, 2013.

CUNHA, E. **Porcelanato em fachadas: a problemática e as possibilidades de fixação**. *Anais do 45º Congresso Brasileiro de Cerâmica*, pp. 501302-501304. (30 de Maio de 2001).

DINO. **Comunicação Corporativa**. São Paulo, Exame. Disponível em: <https://exame.abril.com.br/negocios/dino/brasil-e-o-segundo-maior-produtor-mundial-no-setor-de-revestimentos-shtml/>. Acesso em 16 nov. 2018.

ENGPLUS. **Redação EngPlus**. Disponíveis em: <http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2018/ceusa-lanca-maior-porcelanato-do-mercado>. Acesso em 16 nov. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e Técnicas de pesquisa social**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2014.

_____. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6º ed. São Paulo: Atlas, 2010.

KERZNER, Harold. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. 2º ed. Porto Alegre: Bookman; 2006.

LANTELME, E. M. **Proposta de um sistema de indicadores de qualidade**. Porto Alegre. 1994.

MAIA, M. **Projeto Mecânico – O que é e para que serve o detalhamento?** (2015). Disponível em: <http://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/projetos-mecanicos/detalhamento-projeto-mecanico/>. Acesso em outubro 2018.

MADUREIRA, O. M. **Metodologia do Projeto**. planejamento, execução e gerenciamento. São Paulo: Blucher. 2010.

MAXIMIANO, Antônio Cesar Amaru. **Administração de Projetos: Como Transformar Ideias em Resultados**. 4ºed. São Paulo: Atlas, 2010.

PAHL, Gerhard et al. **Projeto na engenharia**. 6º ed. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 2005.

TEIXEIRA, Luciene Pires. **Desempenho da construção brasileira**. Belo Horizonte: UFMG, 2010.

ROZENFELD, H., Forcellini, F. A., Amaral, D. C., de Toledo, J. C., Silva, S. L., & Dário Henrique Alliprandini, R. K. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos**. São Paulo: Saraiva, 2015.