

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO
DEPARTAMENTO DE AUTOMAÇÃO E SISTEMAS**

Gustavo Cargnin Kremer

**Sistema de apoio à decisão para o processo de
orçamentação e de indicação de fornecedores
na aquisição de equipamentos industriais**

Florianópolis
2017

Gustavo Cargnin Kremer

**Sistema de apoio à decisão para o processo de
orçamentação e de indicação de fornecedores na
aquisição de equipamentos industriais**

Relatório submetido à Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a aprovação na disciplina **DAS 5511: Projeto de Fim de Curso** do curso de Graduação em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Prof. Ricardo José Rabelo

Florianópolis
2017

Gustavo Cargnin Kremer

**Sistema de apoio à decisão para o processo de
orçamentação e de indicação de fornecedores na
aquisição de equipamentos industriais**

Esta monografia foi julgada no contexto da disciplina DAS5511: Projeto de Fim de Curso e aprovada na sua forma final pelo Curso de Engenharia de Controle e Automação.

Florianópolis, 01 de agosto de 2017

Banca Examinadora:

Prof. Ricardo José Rabelo
Orientador no Curso
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. João Carlos Espíndola Ferreira
Avaliador
Universidade Federal de Santa Catarina

Antônio Sandri Silvestre
Debatedor
Universidade Federal de Santa Catarina

Francisco Escher Guimarães da Silva
Debatedor
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, meus pais e irmão pelo apoio incondicional durante a faculdade, com certeza isso fez total diferença em meu desempenho, não só acadêmico, mas também nos desafios que quis enfrentar nesse período, viagens, congressos e a busca incessante pelo conhecimento.

Aos professores e amigos que me apoiaram nos meus 5 anos de estudos atrás do meu sonho de possuir um diploma de um grande curso em uma grande universidade.

Ao professor Ricardo Rabelo por ser meu orientador, mentor e conselheiro tanto no meu projeto de conclusão quanto ao projeto da BudIX, uma ideia e um sonho de empreendedorismo.

Ao meu sócio da BudIX, William, que juntos criamos um negócio que esperamos trazer muitos frutos.

A todos os alunos e amigos que fiz no curso de automação. O curso que pode ser resumida em apenas uma palavra: família. Por mais caótica que ela possa ser.

RESUMO

O projeto deste documento consiste no desenvolvimento da identificação e classificação de fornecedores para uma ferramenta de geração automática de orçamentos industriais, ferramenta que originou da fundação de uma startup chamada BudIX, criada com o intuito de otimizar o processo de compras e cadeia de suprimentos de projetos industriais, oferecendo agilidade e economia para indústrias e um novo canal de vendas para fornecedores de equipamentos industriais.

A ferramenta consiste na identificação de equipamentos do projeto industrial através de reconhecimento de imagem. Com equipamentos identificados e especificados, a ferramenta faz uma busca por fornecedores de todo o Brasil, analisa segundo critérios impostos pelo cliente e mostra uma recomendação para compra e uma tabela comparativa entre os outros fornecedores.

O desenvolvimento deste projeto tem o foco na parte de identificação e análise de fornecedores que tem embasamento em uma análise multicritério, medição substituta e análise de ponderação linear de prioridades e fatores de impacto, como por exemplo, o tempo de entrega, preço de equipamento e reputação do fornecedor. Com todas as análises e ponderações feitas, a ferramenta indica com eficiência um relatório com o melhor fornecedor para aquela necessidade do cliente, assim como dados da compra, dados do fornecedor e quadro comparativo, trazendo economia, agilidade e automatizando um processo de comparação completamente manual, demorado e ineficiente para a indústria.

Com o trabalho de identificação e classificação concluído, os próximos passos são a integração com a ferramenta de processamento de imagens já desenvolvida, recolhimento e padronização de banco de dados de fornecedores de equipamentos e por fim a integração com o sistema web para que usuários de qualquer lugar do país possa acessar a ferramenta e fazer orçamentos instantâneos.

Palavras-chave: Startup. Identificação. Classificação. Fornecedores. Multicritério.

ABSTRACT

The project of this document consists in the development of the suppliers' identification and classification for a tool of automatic generation of industrial budgets. This tool originated from the foundation of a startup called BudIX that was created with the purpose of optimizing the industrial projects' procurement process and supply chain. The proposal is to offer agility and economy to industries and a new sales channel for suppliers of industrial equipment.

The tool consists in the industrial project equipment's identification through image recognition. After the material identified and specified, the tool searches for suppliers all over Brazil, it analyses according to criteria imposed by the customer and shows a recommendation for purchase and a comparative table between the vendors.

The development of this project focuses on the part of supplier identification and analysis that is based on a "multicriteria analysis", "substitute measurement" and "analysis of linear weighting" of priorities and impact factors, such as delivery time, the price of equipment and reputation of the supplier. With all the analysis and weighting done, the tool efficiently displays a report with the best provider for that customer, as well as purchase data, supplier data and comparative table, bringing economy, agility and automating an entirely manual comparison process, slow and inefficient for the industry.

After the identification and classification work completed, the next steps are the integration with the already developed image processing tool, the collection, and standardization of equipment suppliers database and finally the integration with the web system so that users of any place of the country can access the tool and make instant budgets.

Key-words: Startup. Identification. Classification. Suppliers. Multicriteria.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Logo BudIX	13
Figura 2 - Taxonomia motor elétrico escolhido.....	23
Figura 3 - Ciclo Lean Startup (Ries,2011)	31
Figura 4 - Arquitetura modular do software.....	38
Figura 5 - Diagrama do banco de dados utilizado.....	48
Figura 6 - Interface do software MAMP	50
Figura 7 - Interface inicial com o usuário	52
Figura 8 - Orçamento final disponibilizado ao usuário.....	53
Figura 9 - Tabela com identificação dos equipamentos.....	54
Figura 10 - Tabela comparativa entre fornecedores	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela retirada do documento "Guia prático de motores elétricos" da empresa WEG	22
Tabela 2 - Prioridade normal (default) das indústrias	37
Tabela 3 - Prioridade urgente das indústrias	38
Tabela 4 - Normalização para dias de entrega	41
Tabela 5 - Peso para cada fator da prioridade: entrega	42
Tabela 6 - Normalização prazo de pagamento	43
Tabela 7 - Peso para cada fator da prioridade: método de pagamento	43
Tabela 8 - Peso para cada fator da prioridade: reputação do fornecedor	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP – Analytic Hierarchy Process

MVP – Minimum Viable Product

NPS – Net Promoter Score

PFC – Projeto de Fim de Curso

RFP – Request for Proposal

RFQ – Request for Quotation

SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

UML – Unified Modeling Language

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 BUDIX - O PROJETO	13
1.2 LOCALIZAÇÃO DO ASSUNTO, IMPORTÂNCIA E JUSTIFICATIVA	14
1.3 MOTIVAÇÃO	15
1.4 PROVA DE CONCEITO E DELIMITAÇÃO DE PROJETO.....	15
1.5 METODOLOGIA EMPREGADA	16
1.6 CONCLUSÃO	17
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
2.1 ESCOLHA DE FORNECEDOR	18
2.1.1 Modo de requisições atuais na indústria	18
2.1.2 Objetivos múltiplos e conflitantes	19
2.1.3 Métodos existentes para resolução	20
2.2 EQUIPAMENTO INDUSTRIAL	20
2.2.1 Motor elétrico	21
2.3 ANÁLISE MULTICRITÉRIO	23
2.3.1 Método AHP	24
2.4 SISTEMA DE APOIO À DECISÃO	24
2.5 ENGENHARIA DE SOFTWARE	25
2.5.1 Metodologia Ágil de Desenvolvimento de Software	26
2.5.2 Modelagem de dados	27
2.6 NET PROMOTER SCORE (NPS)	28
2.7 LEAN STARTUP	30
3 DESENVOLVIMENTO: ANÁLISE DE ESCOLHA DE FORNECEDORES	32
3.1 1º CICLO DE FEEDBACK CONSTRUIR-MEDIR-APRENDER	32
3.1.1 Hipóteses (Construir)	32
3.1.2 MVP (Medir)	32
3.1.3 Decisão (Aprender)	33
3.2 2º CICLO DE FEEDBACK CONSTRUIR-MEDIR-APRENDER	33
3.2.1 Hipóteses (Construir)	33
3.2.2 MVP (Medir)	34
3.2.3 Decisão (Aprender)	34
3.3 DESENVOLVIMENTO	34
3.4 QUALIDADE DO PRODUTO.....	38
3.4.1 Principais fatores	39
3.5 PREÇO	39

3.5.1 Principais fatores	39
3.5.2 Método de normalização	39
3.6 TEMPO DE ENTREGA	40
3.6.1 Principais fatores	40
3.6.2 Método de normalização	41
3.7 MÉTODO DE PAGAMENTO	42
3.7.1 Principais fatores	43
3.7.2 Método de normalização	43
3.8 REPUTAÇÃO DO FORNECEDOR	44
3.8.1 Principais fatores	44
3.8.2 Método de normalização	44
3.9 REQUISITOS	45
3.9.1 Requisitos funcionais	45
3.9.2 Requisitos não funcionais	47
3.10 MODELAGEM DO BANCO DE DADOS.....	47
4 IMPLEMENTAÇÃO	49
4.1 BANCO DE DADOS	49
4.2 PROGRAMAÇÃO.....	50
4.3 TELAS DE INTERFACE	51
4.4 ORÇAMENTO PARA O USUÁRIO	52
4.4.1 Discriminação de itens orçados	54
4.4.2 Quadro comparativo fornecedores	54
5 RESULTADOS	57
5.1 COMPARAÇÃO DO MÉTODO AUTOMATIZADO COM O MANUAL	57
5.1.1 Qualidade do equipamento	58
5.1.2 Preço	58
5.1.3 Entrega	58
5.1.4 Pagamento	59
5.1.5 Reputação	59
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS	60
6.1 ANÁLISE CRÍTICA	60
6.2 PERSPECTIVAS FUTURAS	61
REFERÊNCIAS	63
ANEXO A – FORMAS CONSTRUTIVAS	66
ANEXO B – PLACA DE IDENTIFICAÇÃO	67

1 INTRODUÇÃO

O seguinte Projeto de Fim de Curso consiste no desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão a gestores de indústrias para a compra de equipamentos industriais. A ferramenta possui o intuito de trazer facilidade, agilidade e economia para tomadores de decisões de indústrias ao construir novas plantas fabris ou alguma expansão para elas. Além de proporcionar o valor do projeto instantaneamente, outro foco da ferramenta é aumentar as opções de fornecedores para as fábricas.

Para que o leitor possa entender a complexidade do problema que o seguinte projeto se propôs a resolver necessita-se que o leitor reflita nos diferentes projetos que se encontram na indústria. A elaboração de um orçamento ou escolher um fornecedor para apenas um equipamento, um motor elétrico por exemplo, pode ser considerado extremamente fácil, visto que com algumas poucas ligações telefônicas o gestor poderia ter informações suficientes para decidir a compra do equipamento. Porém, quando se realiza uma expansão de linha ou uma construção de uma nova fábrica, a quantidade de equipamentos necessários para a construção pode chegar a dezenas de milhares (válvulas, motores, esteiras, tanques, compressores, sensores e todas as suas especificações singulares para cada finalidade na indústria, dentre outros equipamentos). A tomada de decisão de qual equipamento e em qual fornecedor escolher comprar pode ser muito complexa e demorada, visto que teria que ser feita uma comparação entre dezenas de fornecedores em cada critério que se decida analisar. Logo, com o objetivo proposto com a ferramenta de automatização, esse processo de orçamentação pode se reduzir para alguns minutos e reduzir também o tempo de tomada de decisão.

O foco do desenvolvimento deste projeto visa a recomendação de fornecedores de equipamentos para indústrias. Essa recomendação tem o intuito de identificar e classificar os fornecedores para que a compra de equipamentos seja feita com uma grande taxa de sucesso para as duas partes envolvidas.

Após vários trabalhos realizados em indústrias por um período de dois anos e através de artigos [17] constata-se que um grande problema na indústria, principalmente no setor de suprimentos e na gestão de fábricas, é a escolha do fornecedor ideal e a ponderação de requisitos para a compra de equipamentos para

a planta, o chão-de-fábrica. Segundo artigo citado anteriormente e a prática observada, as empresas possuem uma gestão e um processo para a compra e manutenção de matéria-prima, mas não possuem um plano de compras para equipamentos necessários para a produção ou necessitam fazer a comparação entre fornecedores individualmente.

De acordo com proposição de Bunn, uma organização de compras industriais pode ser interpretada como: I-um sistema de decisão; II - um processo político; III - um comportamento de trabalho; IV- uma coalizão; V - um sistema anárquico; VI - um processo adaptativo [18].

Nas pesquisas realizadas com indústrias no período de dois anos de trabalho prático, notou-se empiricamente que para fazer essa compra de equipamento (e não de matéria-prima) usa-se o processo de compra como um sistema de decisão e um processo político dentre aqueles citados acima por Bunn.

Na prática o setor de suprimentos necessita que a área técnica especifique corretamente o equipamento com todos os dados necessários para que seja feita a cotação. Para realizar essa especificação, o time técnico tem que realizar ligações para fornecedores para tirar algumas dúvidas pontuais ou pedindo auxílio para dimensionar algum item.

Com a especificação na responsabilidade do setor de compras ou suprimentos, o setor faz ligações ou envia e-mails para fornecedores cadastrados no banco de dados da empresa. Cada indústria possui seu processo interno de cotações, que pode variar com quantos fornecedores pode-se realizar a orçamentação, logo, a comparação de requisitos entre critérios de fornecedores pode complicar-se exponencialmente conforme o número de empresas aumente. Para contextualizar melhor, considera-se um exemplo de comparação de preço entre dois fornecedores. Esse processo pode ser feito rapidamente e sem muitos recursos, porém quando se tem mais requisitos (preço, tempo de entrega e qualidade por exemplo) e mais fornecedores, a complexidade de escolha aumenta e a comparação entre empresas e critérios torna-se humanamente difícil de ser feita.

A solução proposta neste PFC é melhorar a busca de fornecedor e equipamento, automatizando assim o processo de comparação entre prioridades e fornecedores. Não se encontrou na literatura um comum acordo no quesito de quais requisitos são os ideais para encontrar o melhor fornecedor. Para cada caso ou setor mercadológico pode-se ter um requisito ou prioridade diferente. Porém, para a

prova de conceito feita nesse trabalho a escolha em três requisitos essenciais foram feitas com base em artigo [19] e que são preço, tempo de entrega e método de pagamento. Reputação do fornecedor e qualidade de produto se mostraram relevantes na hora da escolha do fornecedor quando uma pesquisa com indústrias foi realizada e também foram incluídos, totalizando cinco critérios.

A proposta é encontrar a combinação de fornecedores para cada equipamento com o preço mais baixo, com o produto de melhor qualidade, menor tempo de entrega, o maior tempo para pagamento e o fornecedor com a melhor reputação no mercado.

Para encontrar esse fornecedor com todos esses requisitos, o PFC irá tratar com normalizações de dados e análises multicritérios que serão esclarecidos no decorrer do documento.

1.1 BudIX - O projeto



Figura 1 - Logo BudIX

A BudIX é uma startup não constituída, mas em desenvolvimento para criação de novos negócios tecnológicos para o setor industrial. Segundo Rodrigues et al (2016), a criação de tecnologias para indústrias é vista como algo primordial por gestores e diretores corporativos de empresas, ainda mais com a chegada da indústria 4.0 e a automação como sinônimo de ganho de processo, economia de recursos e um diferencial competitivo para o mercado [20].

Aproveitando toda essa revolução no ramo industrial, visto no artigo citado acima, a solução proposta pela BudIX visa trazer benefícios no setor de suprimentos das empresas, a ponto de que orçamentos para novos equipamentos industriais possam ser feitos de forma instantânea, barata e confiável.

Este projeto visa então o desenvolvimento do início de uma startup com o intuito de entrar no ramo industrial trazendo agilidade e economia para as indústrias na sua cadeia de suprimentos.

O modelo de negócios da startup possui como clientes as indústrias, as prestadoras de serviços para indústrias (chamadas de integradoras de soluções) e os fornecedores de equipamentos industriais. Para as indústrias proporciona-se agilidade em decisões de aprovação de projeto, para os integradores tem-se agilidade na disponibilidade de orçamento, aumentando a eficiência perante os concorrentes e sendo um diferencial. Por último, um novo canal de vendas nacional para os fornecedores é aberto, podendo negociar de forma simples e passiva com qualquer cliente no Brasil.

A geração de receita da plataforma é feita com uma mensalidade cobrada das indústrias e integradoras, para que elas façam a utilização da ferramenta e manutenção do histórico de compras e análises. Outra forma de receita é a cobrança de comissão de cada venda efetuada na plataforma pelos fornecedores.

Nosso canal de vendas é utilizando a recomendação dos clientes para outros clientes e através da internet, por meio de marketing digital e e-mails direcionados.

As principais despesas são manutenção da plataforma web, desenvolvedores de front e back-end, além de custos com marketing, comercial e infraestrutura.

1.2 Localização do assunto, importância e justificativa

O projeto de conclusão do curso está intimamente ligado ao foco principal do curso, o ramo industrial em si. Através da identificação de equipamentos de projetos, especificação deles e consequente análise e recomendação de fornecedor.

A escolha do desenvolvimento deste projeto levou-se por dois motivos principais. A primeira é a oportunidade de negócio advinda da ineficiência do processo de orçamento e compra de equipamento industrial percebida em conversas e falhas práticas nas indústrias. Em segundo, por trazer uma solução que pode beneficiar a indústria brasileira, com o propósito de torná-la mais competitiva, com mais ganhos para o consumidor final.

1.3 Motivação

Os modos de geração de orçamentos atualmente são vários, como podemos observar no artigo “Orçamento Empresarial: uma revisão teórica” de Cremonuzzi et al [4].

No ramo industrial, mais precisamente no setor de grãos, foi observado durante dois anos de trabalho em indústrias que as alternativas existentes hoje no mercado industrial para a elaboração de orçamentos remetem a modos manuais, imprecisos e muitas vezes por recomendação de confiança de clientes. “Diversos autores, no entanto, destacam que o estudo do comportamento do consumidor industrial está relativamente maduro, e que a vida útil do grande conhecimento gerado nesse período de mais de trinta anos está se esgotando (Ward e Webster Jr, 1991 e Sheth, 1996)” [17], o que mostra que a análise de fornecedores ainda possui espaço para novos estudos e proposições.

Para elaborar um orçamento de um simples equipamento elétrico por exemplo, o colaborador da indústria, muitas vezes do setor de compras ou suprimentos deve fazer ligações e trocas de e-mail com fornecedores conhecidos da indústria e localizados próximos.

Essa busca manual de orçamento traz ineficiência ao processo, visto que os custos são o tempo de um colaborador, a ligação telefônica, além de que a busca por fornecedores é limitada, perdendo muitas vezes oportunidades de fazer novos negócios com preços menores e qualidade melhor.

Outra alternativa observada e utilizada na indústria é a busca de fornecedores em plataformas na web (sites como solucoesindustriais.com.br e nei.com.br), porém essas plataformas apenas oferecem o nome e os dados principais de fornecedores que distribuem o equipamento pesquisado. Ainda assim você precisa ligar, entrar em contato com o fornecedor para obter preço, prazo de entrega e informações essenciais para a compra. Há ainda o risco de comprar em um novo fornecedor sem a indústria saber se ela é de confiança ou se tudo que a empresa promete ela cumpre.

1.4 Prova de conceito e delimitação de projeto

Prova de Conceito, do inglês *Proof of Concept* (PoC), é um termo utilizado para denominar um modelo prático que possa provar o conceito (teórico)

estabelecido por uma pesquisa ou artigo técnico [5]. A prova de conceito permite demonstrar na prática a metodologia, os conceitos e as tecnologias envolvidas na elaboração do projeto [6].

Com isso em mente, pela complexidade e integração de várias partes que o projeto necessita (reconhecimento de imagem, padronização de banco de dados para integração, etc), a prova de conceito deste projeto será feita utilizando um banco de dados com fornecedores, clientes e transações fictícias, mas com informações condizentes com a realidade e similares com os operados no mercado.

O projeto de geração automática de orçamentos foi dividido em duas etapas:

1. Etapa 1 – Reconhecimento de imagem: A partir de um projeto com extensão em pdf ou png como entrada do software, ele identifica e quantifica os equipamentos como por exemplo motores, válvulas, esteiras e tubulações. Os itens identificados e a quantidade de cada um são as saídas do software e que serão utilizados para a etapa 2.
2. Etapa 2 – Análise e recomendação de fornecedores: A partir dos equipamentos identificados e detalhados, a recomendação de fornecedores é feita seguindo uma série de condições e filtros que serão detalhados nesse trabalho. Essa segunda etapa é o foco do desenvolvimento do Projeto de Fim de Curso.

Devido ao tempo de projeto necessário ao PFC e o nível de desenvolvimento em que a plataforma se encontra, a delimitação deste projeto será apenas a etapa 2.

1.5 Metodologia empregada

Para um processo mais rápido, prático e menos retrabalho, o desenvolvimento do escopo de todo o projeto foi pensado na metodologia *Lean Startup*, de Eric Ries [1], que visa a interação com o usuário em todas as partes. Para desenvolver a metodologia de escolha de fornecedores foram necessárias várias entrevistas com fornecedores e indústrias, para entender sempre a maior necessidade.

O uso da metodologia Lean também é refletida no uso constante de mínimo produto viável (MVP) para que se possa ter o ciclo de estruturar, fazer, medir com o cliente (feedback) e alterar conforme feedback.

Para a execução do projeto e a construção da startup, a metodologia utilizada no Núcleo de Empreendedorismo da UFSC foi fundamental. Com auxílio do

professor Rogério Lacerda do departamento de Administração da UFSC e o Laboratório de Inovação e Gestão (LIG) eles passaram a metodologia *Lean Startup* e *Design Thinking*, juntamente com um acompanhamento.

A pré incubação oferecida foi de extremo auxílio ao desenvolvimento, visto que pode-se seguir uma metodologia não só técnica, mas de gestão e estratégica também. No evento realizado por eles, o “*Milestone*”, a startup foi apresentada com um *pitch* para investidores de Santa Catarina e foi realizado graças ao resultado do acompanhamento do Núcleo.

1.6 Conclusão

Através deste projeto pude desenvolver ainda mais as habilidades aprendidas no curso de Engenharia de Controle e Automação, aqui representadas nesses principais tópicos, mas que serão abordados com mais profundidade no decorrer do trabalho desenvolvido: Análise multicritério, Sistema de Apoio a Decisão e conceitos de programação, metodologias de desenvolvimento e banco de dados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para que o entendimento do trabalho possa ser feito por qualquer pessoa, não só aquelas que estão no ambiente de automação da universidade, mas também qualquer pessoa de qualquer área do conhecimento que se interesse pelo assunto abordado.

Neste capítulo é apresentada toda a fundamentação teórica e embasamento mínimo necessário para o entendimento do trabalho.

2.1 Escolha de fornecedor

Em relatos de gestores de indústrias e em artigos [4] há um consenso que a decisão da escolha do orçamento ideal de fornecedor para os equipamentos industriais é importante, visto que a escolha de itens pode resultar em um processo de fabricação ruim, ou de má qualidade, ou até mesmo com custos mais elevados. Uma vez o fornecedor contratado e o produto comprado, o sucesso do projeto dependerá do fornecedor, ou seja, fatores como qualidade, tempo de entrega e garantia do produto saem do controle da indústria.

A principal ferramenta da indústria para diminuir quaisquer riscos na hora da compra dos equipamentos é a escolha correta do fornecedor. Porém, essa escolha remete a análise de muitos fatores. Fatores que às vezes são complementares entre eles ou até restritivos, como por exemplo, o produto de melhor qualidade, em sua maioria, são os produtos mais caros. Então como conseguir um produto de alta qualidade pelo menor preço?

Com o intuito de auxiliar essa escolha nas indústrias, a ferramenta irá implementar uma análise multicritério em uma série de fatores importantes para que o risco para a indústria seja mínimo e o fator “escolha de fornecedor” não seja mais um problema para a produção da fábrica.

2.1.1 Modo de requisições atuais na indústria

Após observação e pesquisa empírica realizada por dois anos *in loco*, constata-se que atualmente as indústrias pesquisadas no ramo alimentício e de grãos podem fazer uma requisição de cotação (**Request for Quotation - RFQ**) ou uma requisição de proposta (**Request for Proposal - RFP**) [11]. A requisição de cotação (RFQ) é quando a indústria já possui conhecimento técnico dos equipamentos que necessitam, espalham essa especificação e fornecedores

mandam os orçamentos de acordo com essa especificação. Para essas indústrias em específico, os fornecedores que atendem os pedidos são de localização geográfica próxima à planta da fábrica por motivos de comodidade. Já a requisição de propostas (RFP) são as empresas que especificam os equipamentos juntamente com a indústria, ou seja, eles vão até a planta para conhecer o processo de fabricação, o problema que ela possui, especificam os equipamentos necessários e elaboram uma proposta de implementação.

As duas requisições empregadas são feitas manualmente, necessitando de vários recursos, como tempo de colaboradores, dinheiro e principalmente tempo que a implementação deixa de estar produzindo. O gasto do processo de pedido de orçamentos pode ser contabilizado pelos gastos de homem hora do colaborador da indústria para ligações, troca de e-mail, reuniões explicativas com fornecedores, além do valor dos telefonemas e o valor do tempo do colaborador que poderia estar trazendo resultados mais lucrativos para a empresa.

A escolha do melhor fornecedor, independente do modo de requisição escolhido pela indústria, pode ser complicado, visto que vários orçamentos podem chegar até as mãos das áreas responsáveis pela decisão da compra.

2.1.2 Objetivos múltiplos e conflitantes

Além do número de orçamentos e propostas serem altos, cada fornecedor pode ter suas características com os equipamentos e métodos de trabalho, por exemplo, preço, qualidade, reputação e tempo de entrega da mercadoria. Essa variedade de requisitos caracteriza um problema de **objetivos múltiplos e conflitantes**.

Um objetivo para um decisor é um estado futuro de uma variável que esse decisor pretende obter. Em geral, um decisor detém vários objetivos simultâneos, os quais são chamados de objetivos múltiplos.

Muitos destes objetivos são contraditórios entre si, geralmente não se conversam e o decisor trabalha cada um destes objetivos em suas respectivas esferas de atuação. Algumas vezes não se sabe o que se ganha em um dos objetivos e o que se perde em outro (por exemplo, o valor que se ganha em um equipamento barato pode se perder na qualidade ou vida útil do equipamento), por isso, tem-se que de alguma forma medir para que essa compensação seja possível.

Dois objetivos estão em conflito quando o incremento na realização de um implica uma redução na obtenção do outro.

2.1.3 Métodos existentes para resolução

A quantidade e natureza dos critérios avaliados complicam o processo seletivo, além de que os fatores qualitativos dificultam a mensuração devido ao caráter subjetivo e muitas vezes pessoal, além dos critérios conflitantes mencionados no item 2.1.2.

Na literatura, diversas modelagens foram desenvolvidas para a atividade de seleção de fornecedores, as quais utilizam desde modelos de ponderação até métodos mais sofisticados com programação matemática e métodos de apoio a decisão multicritério. Os modelos propostos visam englobar o máximo de critérios possíveis e reduzir a subjetividade da decisão. Alguns destes modelos abrangem a decisão em grupo, existindo um grande número de ferramentas para tratar esse tipo de problema.

A variedade das ferramentas e técnicas são bem extensas, por isso, neste projeto apenas duas serão utilizadas:

- Ponderação linear: nesse modelo, pesos são atribuídos a cada critério, geralmente de forma subjetiva. A avaliação global de cada fornecedor é dada pela soma do seu desempenho nos critérios multiplicado pelos seus respectivos pesos;
- Modelo multicritério: ajuda o decisor a sistematicamente avaliar um conjunto de alternativas em relação a vários critérios;

2.2 Equipamento Industrial

Equipamento industrial é considerado todo aquele item essencial para o desenvolvimento, auxílio ou maximização na produção de enormes quantidades de itens acabados ou semiacabados em pequena quantidade de tempo.

Durante a revolução industrial, as máquinas foram substituindo os trabalhos humanos, principalmente aqueles que envolviam uma maior força física e pouco pensamento crítico e criatividade. Essa mudança proporcionou um aumento produtivo, uma melhora na saúde do profissional e principalmente mudanças de trabalhos, fazendo com que as pessoas estudassem mais para novas funções e necessidades que estavam sendo criadas.

Em uma indústria de processo, os equipamentos industriais podem ser válvulas (manuais, proporcionais, elétricas, pneumáticas), esteiras transportadoras (correia, roletes), inversores de frequência, *softstarters*, compressores e principalmente motores elétricos. Para caso de estudo, o projeto em desenvolvimento levará em consideração somente o reconhecimento de motores elétricos, assim como suas características principais para elaborar o orçamento.

A escolha deste equipamento foi pelo fato de ser um dos principais equipamentos utilizados na indústria e por ser considerado um importante item na hora da avaliação de compra e busca de orçamentos. Além de que é o equipamento mais solicitado para orçamentos e o mais vendido nos fornecedores entrevistados.

2.2.1 Motor elétrico

O motor elétrico é uma máquina destinada para converter energia elétrica em energia mecânica, no caso industrial, essa energia mecânica pode ser o processamento de algum produto ou a utilização no transporte em esteiras, por exemplo. Eles são muito utilizados em indústrias pelo fato de serem fáceis de transportar, baixo custo, simplicidade de comando, fácil construção e fácil adaptação com qualquer tipo de carga e processo [8].

A elaboração de orçamento pode ser feita utilizando algumas informações básicas de cada equipamento. Através de catálogos pesquisados, de entrevistas por telefone com fornecedores da região sul do Brasil, mais especificamente, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, conclui-se que quatro características são necessárias para elaborar um orçamento prévio e básico de motor para a prova de conceito proposta nesse trabalho:

- Tensão [V]
- Potência [CV]
- Número de polos
- Forma construtiva

A tensão pode depender da região da indústria e se a rede é monofásica (tensão medida entre fase e neutro) ou trifásica (tensão medida entre fases). Na prova de conceito que será feito os motores elétricos trifásicos, com a tensão de operação que pode variar entre 220, 380 e 440V foram escolhidos

A potência é a força que o motor gera para movimentar a carga em uma determinada velocidade. Essa força pode ser medida em kW (quilowatts), CV (cavalo vapor) ou HP (*horsepower*). A potência especificada na placa de identificação do motor indica a potência mecânica na ponta do eixo.

Como no Brasil utiliza-se uma rede com frequência de 60 Hz, tem-se as seguintes rotações por número de polos. A rotação é o número de giros do eixo do motor por uma unidade de tempo. O número de polos é diretamente proporcional à rotação do motor. A tabela 1 explica e identifica os principais.

Número de polos	Rotação síncrona
2 polos	3.600 rpm
4 polos	1.800 rpm
6 polos	1.200 rpm
8 polos	900 rpm

Tabela 1 - Tabela retirada do documento "Guia prático de motores elétricos" da empresa WEG

Os motores com 2 e 4 polos são os mais utilizados na indústria. [7]

A última característica básica para elaboração de orçamento é a forma construtiva dele. No anexo A está uma tabela com as diferentes divisões que a empresa WEG utiliza para identificar essas formas que podem variar desde motores que podem ter ou não pés, com a ponta do eixo virado para a esquerda ou direita e até mesmo o tipo de fixação.

Para deixar mais claro, dentre todas as opções de motores que existem no mercado, a figura 2 apresenta uma taxonomia (baseada no autor Petruzella [7]) explodindo em categorias e identificando em verde a categoria que será trabalhada para a prova de conceito deste projeto.

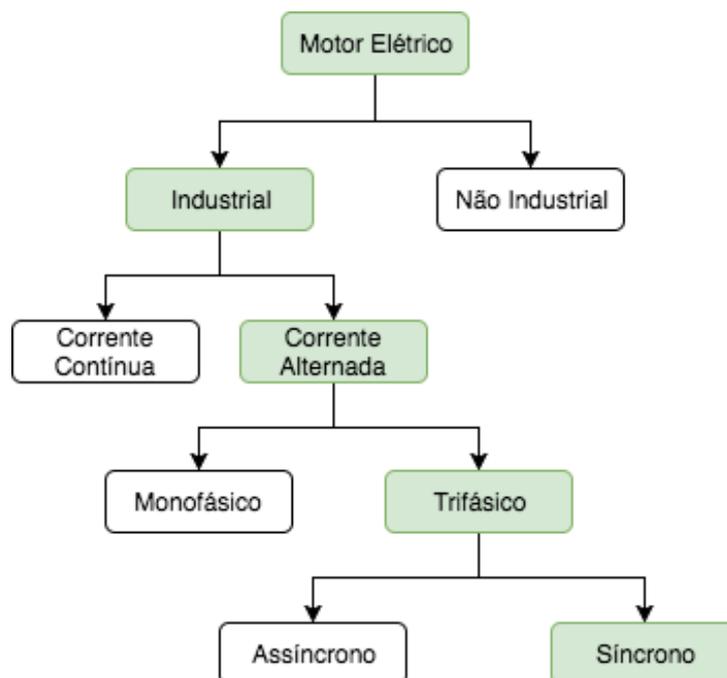


Figura 2 - Taxonomia motor elétrico escolhido

2.3 Análise Multicritério

As metodologias **Ponderação Linear** e **Modelo Multicritério** foram utilizadas para facilitar a escolha do melhor fornecedor dentre todas as opções e com várias perspectivas que podem ser analisadas, além de que a **Medição Substituta** foi utilizada. Esta serve para normalizar as medidas e equiparar todos os critérios na mesma escala para poder quantificar a tomada de decisão.

A metodologia multicritério foi escolhida devido ao fato de ser a metodologia mais empregada para a mesma situação deste trabalho, que é o auxílio da tomada de decisão de contratação de fornecedores. No trabalho de revisão da literatura existente sobre as metodologias de escolha de fornecedores, os métodos de apoio multicritério aparecem em 50% dos 56 estudos analisados. [10]

Dentro da metodologia multicritério, o método **AHP (Analytic Hierarchy Process)** foi sugerido em 43% destes artigos [10] e também será utilizado nesse projeto. Tanto pelo fato de estar conceitualmente provado, quanto por ser um modelo que possui inúmeros exemplos de implementação.

2.3.1 Método AHP

O modelo AHP (*Analytical Hierarchic Process*) foi criado na década de 70, por Saaty, com o objetivo de apoiar a tomada de decisão. Apesar de não ser algo voltado diretamente para a seleção de fornecedores, ele é bastante usado para este fim. A metodologia faz parte dos métodos tradicionais.

O modelo é norteado por três princípios: a constituição de uma hierarquia, o estabelecimento de prioridades e a consistência lógica. Diferente dos métodos modernos, os métodos tradicionais partem da ideia de que é possível modelar a situação problema e suas variáveis a fim de obter as melhores soluções através da otimização [24].

O método fornece um procedimento racional para modelar um problema de decisão, visto que funciona a partir da seleção dos critérios e dos pesos a partir das preferências dos decisores. O que pode analisar e comparar rapidamente várias alternativas.

Os critérios são comparados entre si dois a dois e ponderados conforme decisão do gestor. Mesmo que critérios sejam completamente diferentes ou imensuráveis, o método AHP permite a comparação racional (vindo da quantificação e ponderação) e consistente, assegurada pelo modelo. Além disso, é humanamente impossível fazer uma análise entre todas as soluções individualmente e comparar. Os elementos fundamentais do método AHP são [9]:

1. **Atributos:** as alternativas são comparadas em relação a um conjunto de critérios;
2. **Correlação binária:** para cada critério, duas alternativas são comparadas binariamente, isto é, uma alternativa é preferível ou indiferente ao outro;
3. **Escala fundamental:** a cada elemento se associa um valor de prioridade numa escala numérica;
4. **Hierarquia:** conjunto de elementos ordenados por ordem de preferência em seus níveis hierárquicos

2.4 Sistema de Apoio à Decisão

O projeto desenvolvido é considerado um sistema de apoio à decisão, o qual consiste em um sistema que disponibiliza subsídios para facilitar a tomada de decisão dentre inúmeras opções de escolha existente de forma clara e objetiva.

Também pode ser utilizado para o gerenciamento dos mais diversos níveis da organização. [14]

O termo sistema de apoio à decisão tem sido utilizado de diferentes formas (após a década de 80) e tem recebido diferentes definições de acordo com o ponto de vista de cada autor. O Sistema de Apoio à Decisão de um modo geral é “um sistema computacional que auxilia o processo de tomada de decisão” [15]. Outro autor define mais especificamente como “um interativo, flexível e adaptável sistema de informação, especialmente desenvolvido para apoiar a solução de um problema gerencial não estruturado para aperfeiçoar a tomada de decisão. Utiliza dados, provê uma interface amigável e permite ao tomador de decisão ter sua própria percepção” [15].

O autor Hättenschwiler [15] identifica cinco componentes de um sistema de apoio a decisão:

- Usuários com diferentes regras de negócio e funções no processo de tomada de decisão;
- Um específico e definido contexto de decisão;
- Um sistema objetivo descrevendo as preferências principais;
- Uma base de conhecimento que é composta de informações, base de conhecimento, programas administrativos e sistemas geradores de relatórios;
- Um trabalho de preparação do ambiente, análise e documentação das alternativas de decisão.

2.5 Engenharia de software

Segundo Rezende [22], “Engenharia de Software é metodologia de desenvolvimento e manutenção de sistemas modulares, com as seguintes características: processo (roteiro) dinâmico, integrado e inteligente de soluções tecnológicas; adequação aos requisitos funcionais do negócio do cliente e seus respectivos procedimentos pertinentes; efetivação de padrões de qualidade, produtividade e efetividade em suas atividades e produtos; fundamentação na

Tecnologia e Informação disponível, viável, oportuna e especializada; planejamento e gestão de atividades, recursos, custos e datas.”

Com foco principal em produtividade, a engenharia de software auxilia na criação de softwares olhando por várias perspectivas, desde econômicas até técnicas, trazendo metodologias e conceitos para a concretização de um software ou sistema a partir de uma necessidade. Para o desenvolvimento de software, alguns processos são necessários [13]:

- Análise econômica
- Análise de requisitos de software
- Especificação
- Arquitetura de software
- Implementação (ou codificação)
- Teste
- Documentação
- Suporte e treinamento de software
- Manutenção

O processo de análise econômica foi realizado em um processo anterior ao do desenvolvimento deste projeto, no momento da criação da startup BudIX, citada no capítulo 1.1. Já os processos de análise de requisitos de software, especificação, arquitetura de software e implementação foram realizadas de forma simples e delimitadas necessariamente para prova de conceito. Os outros pontos, não se viu a real necessidade de implementação nessa primeira interação.

A análise é essencial para o projeto para que desenvolvamos um produto que usuário e cliente julguem necessários ou úteis para seus trabalhos. Com uma análise malfeita, o projeto sofrerá retrabalhos e com isso um aumento no custo de projeto.

2.5.1 Metodologia Ágil de Desenvolvimento de Software

O método escolhido para desenvolvimento do software foi o a metodologia ágil, a qual oferece uma maior liberdade para um desenvolvimento prático, rápido e com interface, mesmo que mínima, com os clientes da startup. Essa metodologia

também permite em pouco tempo, ter um produto mínimo viável funcional e sem gastar muitos recursos. Ele possui a seguinte base (Pressman, 2011):

- Os indivíduos e as interações são mais importantes do que os processos e as ferramentas;
- O software funcionando é mais importante do que uma documentação completa;
- A colaboração com e dos clientes acima de apenas negociações de contratos e;
- Respostas a mudanças acima de seguir um plano.

“A engenharia de software ágil combina filosofia com um conjunto de princípios de desenvolvimento. A filosofia defende a satisfação do cliente e a entrega de incremental prévio; equipes de projetos pequenas e altamente motivadas; métodos informais; artefatos de engenharia de software mínimos e, acima de tudo, simplicidade no desenvolvimento geral. Os princípios de desenvolvimento priorizam a entrega mais que a análise e projeto (embora essas atividades não sejam desencorajadas); também priorizam a comunicação ativa e contínua entre desenvolvedores e clientes”. (Pressman, 2011) [16]

A metodologia ágil também se diferencia de metodologias mais tradicionais como o método cascata por exemplo. O primeiro é um processo rígido, com um processo bem definido e muito focado no desenvolvimento, recolhimento de especificação de requisitos, documentos de projeto, planejamento de testes e assim por diante. Podendo se estender a meses ou anos. Não interessante para o projeto atual, nem para o conceito de startup.

2.5.2 Modelagem de dados

A UML – Linguagem de Modelagem Unificada - é uma linguagem padrão para a estrutura de projetos de software. Ela não é uma metodologia de desenvolvimento, o que significa que ela não diz o que fazer primeiro ou quais são os próximos passos para projetar o sistema, mas ela auxilia a visualizar o desenho e a comunicação entre os objetos de forma padronizada.

Para explicar o funcionamento e comportamento de um software precisa-se do modelo, facilitando assim seu entendimento, através das características

principais que evitarão erros de programação, projeto e funcionamento. A modelagem de dados dará o suporte para os processos de negócio, como esses dados estarão organizados e quais os relacionamentos que pretende-se estabelecer entre eles.

Normalmente a modelagem de dados é classificada da seguinte maneira (Booch et al, 2006):

- Modelo conceitual: o modelo conceitual é um diagrama em blocos que demonstra todas as relações entre as entidades, suas especializações, seus atributos e auto relações.
- Modelo lógico: O modelo lógico mostra as ligações entre as tabelas de banco de dados, as chaves primárias, os componentes de cada uma e muito mais.
- Modelo físico: Inclui a análise das características e recursos necessários para armazenamento e manipulação das estruturas de dados (estrutura de armazenamento, endereçamento, acesso e alocação física), sendo uma sequência de comandos executados em SQL a fim de criar as tabelas, estruturas e ligações projetadas até então e finalmente criar o banco de dados.

Para a modelagem do sistema, utiliza-se diagramas de classe UML, que descrevem o objeto e informações de estruturas usadas pelo seu aplicativo, internamente e comunicação com seus usuários. O diagrama de classes descreve as informações sem referência a qualquer implementação específica.

2.6 Net Promoter Score (NPS)

A metodologia de Net Promoter Score foi utilizada para um dos cinco critérios utilizados no algoritmo de escolha de fornecedor ideal: a reputação.

O Net Promoter Score foi uma metodologia criada pelo estadunidense Fred Reichheld, consultor da renomada empresa de consultoria estratégica Bain & Company e foi apresentado pela primeira vez em 2003 em um artigo na Harvard Business Review [2]. O NPS tem o objetivo de realizar a mensuração do grau de satisfação e fidelidade dos consumidores de qualquer tipo de empresa [3].

Todas as empresas querem que seus clientes fiquem satisfeitos comprando seus produtos e possam futuramente voltar para comprar novamente ou recomendar novas pessoas. Podemos resumir a metodologia NPS com a seguinte pergunta: “Em

uma escala de 0 a 10, o quanto você recomendaria a Empresa X para um amigo ou colega?”

Altas pontuações para essa pergunta estão fortemente correlacionadas com recompras, indicações e outras ações que possam contribuir para o crescimento da empresa. Após a compilação de um estudo com dezenas de empresas feita pelos autores da metodologia, os líderes no NPS cresceram em média mais de duas vezes a taxa dos seus concorrentes [2].

O NPS é uma metodologia que varia a nota dada pelo usuário entre 0 e 10. Sendo que as pontuações de 0 a 6 são chamados de clientes detratores, 7 e 8 de clientes neutros e 9 e 10 são clientes promotores.

Os clientes detratores (nota de 0 a 6) são aqueles que indicam que suas experiências de compras pioraram depois de comprar ou fazer negócio com a empresa. Os clientes neutros (nota 7 ou 8) são os que compram produtos realmente quando necessário e não são leais, nem entusiastas pela empresa. Já os clientes promotores (nota 9 ou 10) são aqueles que de alguma maneira tiveram a vida melhorada pela experiência de compra com a empresa. Eles são leais, dão feedbacks e recomendam a empresa para outras pessoas.

A nota do NPS é calculada como uma porcentagem e é simplesmente uma equação.

$$\%NPS = \%PROMOTORES - \%DETRATORES$$

Equação 1 - Cálculo nota Net Promoter Score (NPS)

A partir da equação, pode-se analisar os resultados da seguinte forma:

- Zona de excelência – NPS entre 75 e 100
- Zona de qualidade – NPS entre 50 e 74
- Zona de aperfeiçoamento – NPS entre 0 e 49
- Zona crítica – NPS entre -100 e -1

Como pode-se ver na explicação do NPS dada a cima, pretende-se nesse trabalho mostrar, de uma forma simples, como tratar o critério reputação do usuário. Para essa prova de conceito, delimitado nesse projeto, o critério de reputação é uma tabela com todas as notas das transações entre cliente e fornecedor já preenchida. Porém, futuramente, pretende-se com a ferramenta fazer essa gestão de notas de

transações entre as partes e conseguir em *real time* a nota e perspectiva da reputação.

2.7 Lean Startup

Lean Startup é uma metodologia criada por Eric Ries, um empreendedor e escritor estadunidense do Vale do Silício. Ele criou o movimento de estratégia que direciona as companhias startup (empresas de tecnologia escalável, com alto e rápido potencial de crescimento) a alocar seus recursos de forma mais eficiente [1].

Um dos principais tópicos que o autor aborda em seu livro *Lean Startup: a Startup Enxuta* é a rápida mudança, adaptação que as startups tem que ter para conseguir mercado, sobreviver e crescer. Com isso, ele defende que as empresas devem ir para o mercado o mais rápido possível para comprovar se o que a empresa está planejando entregar de valor aos seus clientes é realmente a necessidade dos usuários. Caso não seja, a startup deve alterar seu modelo de negócios e seu planejamento de produto. Com esse movimento, elas conseguem se adequar com pouco ou nenhum dinheiro ou pessoas para encontrar seu produto ideal para aquele problema encontrado.

A figura 3, retirada do livro Lean Startup [1] mostra como o conceito de lean startup funciona. Este ciclo começa no estágio de construir com um conjunto de ideias ou hipóteses que são usadas para se criar artefatos (mockups, código, landing page, etc.) a fim de testar uma hipótese previamente decidida [21]. As respostas coletadas deste experimento são medidas (Measure Phase) de modo a analisar se as hipóteses foram confirmadas ou refutadas. Com essas informações a startup tem a capacidade de decidir as próximas ações (Learn), ou seja, se vai pivotar ou continuar a desenvolver o produto [21].

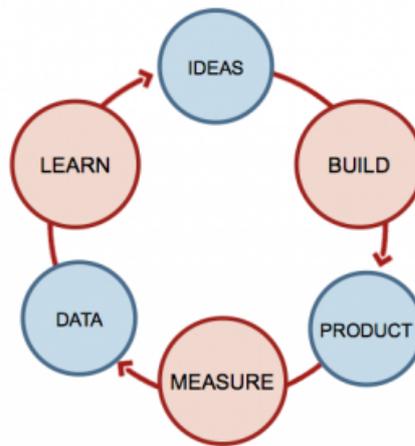


Figura 3 - Ciclo Lean Startup (Ries,2011)

O projeto e todo o conceito da criação da startup fez-se baseada nesse ciclo, o qual trouxe um resultado mais rápido para o desenvolvimento do protótipo e a contínua melhoria dele, para que se entregasse o melhor projeto para o cliente.

3 DESENVOLVIMENTO: ANÁLISE DE ESCOLHA DE FORNECEDORES

O desenvolvimento do projeto de fim de curso passou pela metodologia de Lean Startup, que foi explicada um pouco melhor no capítulo anterior. Ele consistiu em um processo repetitivo e em forma de ciclo de feedback: Construir, medir e aprender. Esse projeto teve dois ciclos que serão detalhados a seguir.

3.1 1º Ciclo de feedback Construir-Medir-Aprender

O primeiro ciclo de feedback teve o objetivo de validar a ideia de negócio da startup e verificar com possíveis empresas se esse problema realmente existia na indústria e se viam necessidade de um projeto para a melhoria do processo. Foi entrevistado um número de 10 indústrias do setor de grãos do Paraná e Mato Grosso, além de que uma empresa de automação industrial.

3.1.1 Hipóteses (Construir)

Para a primeira parte do projeto, algumas hipóteses foram levantadas para um primeiro contato com o processo de compras das indústrias. O objetivo era entender um pouco melhor o processo realizado atualmente e onde estariam os gargalos para que pudéssemos otimizar.

As hipóteses feitas inicialmente foram:

- 1) Indústrias possuem alguma **dificuldade** para realizar orçamentos de equipamentos?
- 2) Vocês possuem alguma limitação na busca de fornecedores?
- 3) Para comprar equipamentos, vocês preferem ir atrás de novos fornecedores ou que eles vão até vocês para fazer propostas?
- 4) A demora na entrega de orçamentos por essas empresas é prejudicial para o projeto?

3.1.2 MVP (Medir)

A forma encontrada para medir os resultados foi com uma pesquisa rápida feita por telefone ou e-mail diretamente com as empresas. Abaixo é feito um compilado com as respostas das hipóteses levantadas.

- 1) A maior dificuldade sentida nas indústrias é que para realizar um orçamento de um equipamento industrial, este necessita ser especificado pela equipe técnica da indústria e daí repassado para o setor de compras/suprimentos. Segundo as

empresas, esse processo pode gerar uma perda de informações importantes resultando em tempo perdido.

2) A limitação pelos fornecedores são aqueles cadastrados no banco de dados. Ou seja, para equipamentos recorrentes eles já possuem um histórico de compras com os mesmos fornecedores. Para equipamentos que nunca foram utilizados na fábrica eles utilizam a internet para a busca.

3) As indústrias preferem que novos fornecedores batam na porta deles para mostrar o portfólio de equipamentos e vender como suas empresas são melhores que os concorrentes.

4) A demora foi considerada sim um problema, principalmente em projetos que necessita do equipamento em caráter emergencial, caso de uma planta parada por exemplo.

3.1.3 Decisão (Aprender)

A partir do resultado das hipóteses levantadas foi decidido seguir em frente com o projeto visto que realmente a automação no processo de orçamentação pode trazer de forma mais objetiva e produtiva as informações e com isso facilitar a tomada de decisão.

3.2 2º Ciclo de feedback Construir-Medir-Aprender

O segundo ciclo é composto na validação de hipóteses mais aprofundadas daquelas feitas no primeiro ciclo. A partir disso, o aparecimento do protótipo desenvolvido nesse PFC foi necessário.

3.2.1 Hipóteses (Construir)

As hipóteses levantadas nesse segundo ciclo foram a partir da utilização da ferramenta, verificar a usabilidade e o quanto a ferramenta faz sentido para a indústria na busca por fornecedores de forma prática.

3.2.2 MVP (Medir)

A validação das hipóteses construídas consiste na elaboração de um MVP (mínimo produto viável em português) para teste diretamente dos clientes industriais e a partir da usabilidade e da experiência, atingindo então a aprovação ou não quanto a solução entregue proposta.

O MVP nesse projeto será tratado como prova de conceito e será explicado detalhadamente no decorrer dos próximos capítulos, como o desenvolvimento e a implementação do projeto.

3.2.3 Decisão (Aprender)

O MVP não conseguiu ser testado até a defesa deste projeto em nenhuma empresa devido à sua elaboração e conclusão serem o tema deste projeto de fim de curso. Com isso, a decisão de permanecer com a solução ou adaptar-se será exposto no último capítulo deste trabalho.

3.3 Desenvolvimento

A solução encontrada para o desenvolvimento deste problema de análise e recomendação foi dividir em três principais etapas, chamados:

- Input
- Caixa preta
- Output

O input são as entradas que o sistema a ser desenvolvido terá. As entradas serão o equipamento identificado (com as especificações necessárias para fazer o orçamento) e a prioridade escolhida pelo cliente.

Nesse projeto, para prova de conceito, será tratada apenas um equipamento, porém com diferentes modelos e fornecedores. O equipamento escolhido foi o motor elétrico trifásico de 60 Hertz de frequência, assim como citado no capítulo 1 e especificado no capítulo 2. As especificações essenciais que os fornecedores necessitam para fazer um orçamento são: tensão de operação, potência, número de polos e a forma construtiva (deitado para a direita, fixo no solo para a esquerda, etc).

O usuário poderá escolher apenas uma das cinco prioridades elencadas, que são: qualidade do produto, preço, prazo de entrega, método de pagamento e reputação do fornecedor.

A caixa preta consiste no desenvolvimento de todo o código da solução. Para haver uma regra na recomendação, todos os critérios serão normalizados de 0 a 10, sendo que cada um destes itens possui um peso diferente, dependendo da escolha da prioridade do usuário.

Como output, o usuário terá em mãos uma recomendação de fornecedor para comprar o equipamento solicitado no input. Todos os 5 fatores de risco foram levados em conta, mas principalmente a prioridade detalhada pelo usuário no input. Outro ponto atendido no output é um dashboard onde o usuário poderá mudar sua prioridade para verificar outros fornecedores interessantes para a compra de equipamento. Para esse projeto, a parte de dashboards não será atendida. Será declarado como projeto futuro.

A escolha de fornecedores é uma escolha cada vez mais difícil para tomadores de decisões nas empresas (Siqueira, 2004). Há inúmeros fornecedores no mercado, cada um com suas características, benefícios e modo de trabalhar. Então como escolher o melhor fornecedor de material que atende da melhor maneira a minha necessidade atual?

O software e método proposto nesse projeto tem o objetivo de auxiliar na tomada de decisão e trazer mais agilidade para que a indústria possa escolher seu fornecedor de uma forma mais dinâmica, instantânea e com pouca ou nenhuma margem para erros.

Uma parte do projeto está em funcionamento e consiste de um projeto industrial, muitas vezes um P&ID (*Piping & Instrumentation Diagram/Drawing*) ou projetos elétricos, o sistema desenvolvido fará o processamento de imagens, ou seja, fará o escaneamento do projeto, buscando padrões definidos e inseridos no software. Esses padrões são desenhos/ícones de equipamentos padronizados pela ISA (*International Society of Automation*). Quando um padrão é identificado nesse projeto, o sistema irá pedir para o usuário ajudá-lo a especificar. Se o item identificado for um motor, o sistema irá pedir pela tensão, potência, número de polos e forma construtiva dele. Essas especificações são essenciais para a realização de um orçamento, sendo que cada equipamento possui suas próprias especificações básicas.

Nesse projeto de conclusão de curso, a identificação do equipamento não será trabalhada com o reconhecimento de imagem e sim com um equipamento fixo,

nesse caso o motor elétrico, mas sem as suas especificações, que serão adicionadas pelo usuário manualmente.

Depois de todos os equipamentos serem identificados e contabilizados no projeto, uma pergunta será feita para o usuário: “Qual a sua prioridade?”.

Após busca em conjunto de artigos e uma pesquisa feita no mercado, com ligações e respostas de formulários de algumas das principais indústrias de processos alimentícios e de grãos do Brasil, foi concluído quais seriam os cinco principais filtros que as empresas tentam avaliar quando iniciam um processo de compra.

As possíveis alternativas são:

- Qualidade do produto
- Preço
- Tempo de entrega
- Condições de pagamento
- Reputação do fornecedor

O número cinco de prioridades foi escolhida por causa da pesquisa feita com as indústrias, onde essas cinco se mostraram as mais relevantes para a indústria na hora da escolha de fornecedor além da combinação com o artigo de Longaray (2010), explicado no capítulo anterior.

A identificação da prioridade do usuário é fundamental, visto que a ferramenta pode ser usada com o intuito de garantir uma boa qualidade e um bom preço, ou seja, equipamentos para construções ou ampliações fabris futuras. Ou a ferramenta também pode ser utilizada para compras de projeto de reposição urgente. A troca de equipamentos que quebraram no meio da fábrica possui uma prioridade de tempo de entrega acima de qualquer outra coisa.

Com a prioridade identificada, a ferramenta irá fazer uma recomendação do melhor fornecedor para essa compra, entregando no final um relatório com as empresas classificadas de acordo com as prioridades das categorias estabelecidas.

Para análise deste projeto, essas categorias serão chamadas de “Filtros”. Cada filtro teve que passar por uma análise multicritério, além de uma análise linear ponderada, visto que cada um possui dados quantitativos que não são da mesma ordem de grandeza, ou seja, não se compara o filtro preço com tempo de entrega no

mesmo nível, pois o filtro preço pode ter um produto custando mil reais e o tempo de entrega pode ser de 10 dias, por exemplo. Ou seja, eles não estão normalizados e não podem ser comparados igualmente na parte quantitativa.

A normalização escolhida para todos os filtros foram notas de 0 a 10, incluindo números decimais, pois retratava melhor as características dos dados, além de que em alguns filtros não era necessário fazer uma normalização, como é o caso do filtro “Reputação do Fornecedor” que utilizou a técnica Net Promoter Score (NPS), já medida entre 0 e 10.

Para encontrar um peso para cada filtro, ou seja, quais fatores eram mais importantes para identificação, uma entrevista em conjunto com as indústrias foi realizada, além de seguidas iterações como proposto em Ries (2011) com as indústrias. A conclusão é que há duas ordens de prioridades conforme a situação. Para situações normais, de compra de materiais de forma programada, a ordem de prioridade nos filtros foi:

PRIORIDADE NORMAL (DEFAULT)	
Prioridade	Filtro
1	Qualidade
2	Preço
3	Tempo de entrega
4	Método de pagamento
5	Reputação do Fornecedor

Tabela 2 - Prioridade normal (default) das indústrias

De acordo com a pesquisa realizada, há também uma segunda ordem de prioridade que é quando necessita-se fazer a compra de algum equipamento que é de caráter urgente, de caráter essencial para o funcionamento da planta. Então, um segundo tipo de prioridade seria:

PRIORIDADE URGENTE	
Prioridade	Filtro
1	Tempo de entrega
2	Qualidade

3	Preço
4	Método de pagamento
5	Reputação do fornecedor

Tabela 3 - Prioridade urgente das indústrias

No software, o usuário poderá escolher qual será sua principal prioridade para aquela busca de fornecedores. Essa prioridade será automaticamente colocada como prioridade número 1, passando na frente dos outros filtros. Já as outras prioridades não escolhidas ou em um sistema utilizando o modo default, as prioridades serão seguidas conforme a tabela 2 – Prioridade Normal (Default).

A figura 4 serve para exemplificar melhor como o software é desenvolvido, assim como cada função/método utilizado para conseguir as notas de cada critério.

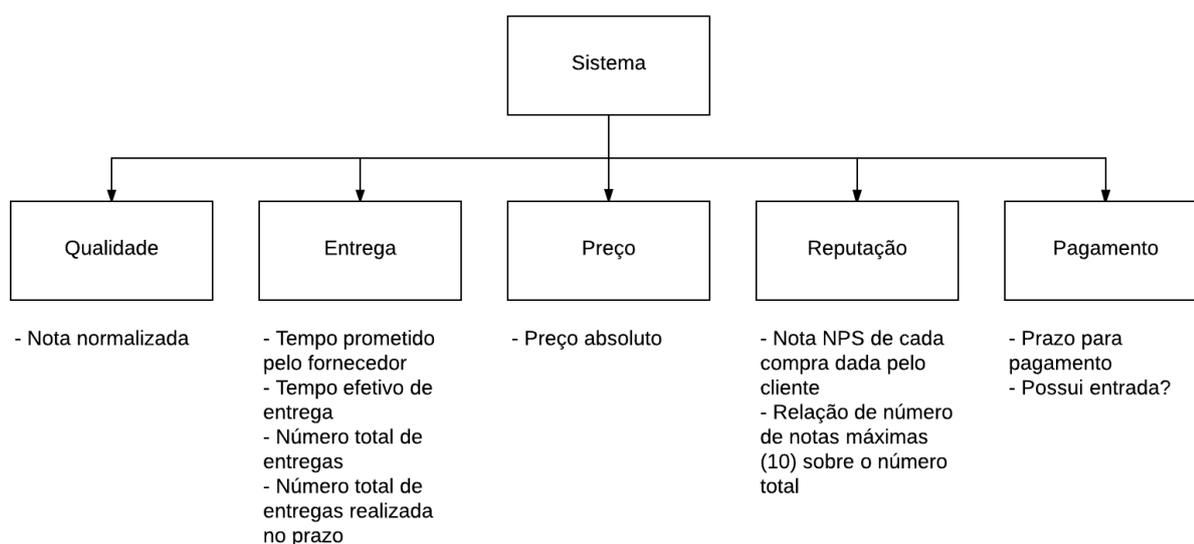


Figura 4 - Arquitetura modular do software

Agora será feita a análise de cada filtro escolhido, suas características e indicadores trabalhados.

3.4 Qualidade do produto

A qualidade do produto remete na confiança que as empresas podem ter com o equipamento, desde a forma e materiais de construção até a quantidade de empresas que utilizam esse equipamento, mostrando que a marca é de confiança e realiza o que promete.

3.4.1 Principais fatores

Para a prova de conceito do projeto, o único fator considerado é uma nota normalizada e combinada dos fatores citados anteriormente. A nota já está normalizada entre 0 e 10. Essa combinação de notas seria a dos vendedores para o produto, a nota dos usuários e o tempo de vida útil prometido com o tempo de vida útil efetivo médio. Como o foco do projeto não é o desenvolvimento singular destes filtros, mas sim facilitar a análise de escolha de fornecedor, uma nota já normalizada foi considerada. A montagem e otimização deste filtro será um trabalho futuro.

3.5 Preço

O preço é um critério importante, mas ele pode ser muitas vezes conflitante, visto que um produto muito barato pode ter uma qualidade muito ruim. Então, ele é um requisito que não pode ser avaliado sozinho em uma análise de escolha. O preço de venda de equipamentos pode variar muito de acordo com localização do fornecedor, margem de lucro da empresa, se está trabalhando com quantidade de equipamentos na venda ou até mesmo a situação econômica do setor.

3.5.1 Principais fatores

Para o filtro do preço, o único dado considerado foi qual fornecedor possui o menor valor absoluto do equipamento.

3.5.2 Método de normalização

A normalização da nota é feita a partir da organização dos preços da ordem crescente para decrescente. O menor valor será a nota máxima da escala e o maior valor absoluto será a nota mínima da escala, ou seja, 10 e 0 respectivamente.

Para o restante dos preços que estão entre o preço máximo e mínimo, a normalização é feita seguindo a seguinte fórmula:

$$Nota = \frac{(In - Min) * (N_M - N_m)}{(Máx - Min)}$$

Equação 2 - Cálculo de normalização e padronização das prioridades

Sendo:

In = Valor a ser convertido

Máx = Valor original máximo

Min = Valor original mínimo

N_M = Valor máximo da escala

N_m = Valor mínimo da escala

A equação 2 é chamada de “equação com nota inversa”, visto que ela oferece a nota máxima para o menor valor e a nota mínima para o maior valor. Essa fórmula será utilizada para outras normalizações também.

3.6 Tempo de entrega

O tempo de entrega consiste no prazo de dias para o equipamento sair do fornecedor e chegar no cliente. Ele é importante para saber se o produto chegará no tempo planejado do cliente para sua expansão ou manutenção preventiva ocorrer no cronograma. Porém, alguns outros fatores devem ser levados em consideração além do tempo que o fornecedor diz que realiza a entrega. Deve-se analisar quantas vezes ele entregou no prazo prometido por exemplo.

3.6.1 Principais fatores

Para o filtro de tempo de entrega, os dados considerados para identificar o melhor fornecedor com tempo de entrega foram:

- Tempo de entrega indicado pelo próprio fornecedor
- Tempo real de entrega do equipamento até chegar no cliente
- Número total de entregas realizadas pelo fornecedor
- Número total de entregas realizadas no prazo

Com esses dados consegue-se identificar aqueles fornecedores que prometem tempos de entrega condizentes com a taxa real de entrega, ou seja, através da análise do histórico de vendas do fornecedor, o sistema consegue dizer o quão confiável e eficiente o fornecedor é em relação a suas entregas.

3.6.2 Método de normalização

O fator “diferença de dias entre o prometido e o medido” é um dos itens mais importantes do filtro de “Entregas”, pois reflete o lado real das entregas do fornecedor através de históricos. Por isso, ele possui o maior peso na divisão entre os fatores. Para normalizar esse item é pego o resultado da diferença entre a média dos prazos de entregas efetuadas do fornecedor e os dias prometidos no cadastro. A normalização do tempo de entrega efetivo é feita conforme a tabela a seguir devido uma observação realizada nas indústrias que se pesquisou, mostrando de uma nota de 0 a 10 o quanto que as empresas se mostram confortáveis quanto ao tempo de entrega dos equipamentos.

Entrega	Nota
Mais de 10 dias adiantado	10
Entre 5 e 10 dias adiantado	9
Entre 3 e 5 dias adiantado	8
2 dias adiantado	7
1 dia adiantado	6
No dia prometido	5
1 dia atrasado	4
2 dias atrasado	3
Entre 3 e 5 dias atrasado	2
Entre 5 e 10 dias atrasado	1
Mais de 10 dias atrasado	0

Tabela 4 - Normalização para dias de entrega

O segundo fator é a porcentagem de entregas realizadas no prazo pelo fornecedor. Trabalhando com o fator porcentagem, não importa se o fornecedor fez uma ou mil entregas, para ter nota máxima ele tem que realizar 100% das entregas no prazo.

Para o cálculo da nota, utiliza-se a equação desenvolvida abaixo:

$$Nota = \frac{(In - Máx) * (N_M - N_m)}{(Min - Máx)}$$

Equação 3 - Cálculo de normalização e padronização das prioridades

Sendo:

In = Valor a ser convertido

Máx = Valor original máximo

Min = Valor original mínimo

N_M = Valor máximo da escala

N_m = Valor mínimo da escala

A equação 3 é chamada de “equação com nota direta”, visto que ela oferece a nota máxima para o maior valor e a nota mínima para o menor valor. Essa fórmula será utilizada para outras normalizações também

O terceiro fator é o número total de entregas que o fornecedor já realizou. Quanto maior for o número de entregas feitas, maior é a confiança depositada nesse fornecedor, ou mais tempo de mercado eles possuem, o que mostra uma maior solidez no que eles entregam. A normalização das notas será feita pela equação 3.

Por último considera-se o tempo que o fornecedor promete a entrega do equipamento ao cliente. A normalização das notas será feita pela equação 2.

Fator	Peso
Diferença entre prometido e medido	0.4
Porcentagem de entregas no prazo	0.12
Número total de entregas	0.18
Tempo de entrega indicado pelo fornecedor	0.3

Tabela 5 - Peso para cada fator da prioridade: entrega

3.7 Método de pagamento

Os métodos de pagamento podem ser um grande influenciador na hora da escolha de fornecedor, visto que o valor do equipamento pode ser muito maior que a movimentação financeira da empresa cliente pode suportar. Então compras com

prazos de pagamentos maiores podem ser mais benéficas para a saúde financeira do cliente, aumentando o fluxo de caixa e o capital de giro por exemplo.

3.7.1 Principais fatores

Para o filtro métodos de pagamentos, os dados considerados para identificar os melhores fornecedores foram:

- Prazos de pagamento longos
- Possui ou não pagamento de entrada

3.7.2 Método de normalização

Os prazos de pagamentos são configurados em número de dias. Quanto maior o prazo de pagamento, maior é a nota dada para o fornecedor.

Para aqueles fornecedores que não possuem entrada de pagamento é dada a nota máxima, e para aqueles que possuem entrada, a nota dada é a mínima. Abaixo uma tabela para ilustrar os pontos dados para o prazo de pagamentos.

Prazo	Nota
Até 30 dias	4
Entre 30 e 45 dias	6
Entre 45 e 60 dias	8
Entre 60 e 90 dias	9
Mais que 90 dias	10

Tabela 6 - Normalização prazo de pagamento

Abaixo segue o peso de cada fator no cálculo da nota do filtro de método de pagamento.

Fator	Peso
Possui entrada?	0.2
Prazo de pagamento	0.8

Tabela 7 - Peso para cada fator da prioridade: método de pagamento

3.8 Reputação do fornecedor

Para muitos clientes, somente preço, tempo de entrega e métodos de pagamento não são suficientes para uma análise de compra de equipamento. A reputação do fornecedor conta bastante, visto que ele pode não cumprir com o que foi acordado entre as partes, ou até, passar por uma situação de atrasos em entregas. A reputação então consegue analisar a imagem de um fornecedor perante todos os clientes já atendidos.

3.8.1 Principais fatores

Para o filtro de reputação do fornecedor, os dados considerados para identificar a melhor reputação foram baseados no Net Promoter Score (NPS):

- Média do NPS
- Relação do número de notas máximas sobre número total de notas

Com o NPS, a plataforma consegue de uma maneira simples medir como o fornecedor é visto pelos seus usuários e depois ter uma análise do quão esse cliente pode colaborar com o crescimento da empresa.

3.8.2 Método de normalização

O NPS, por seu funcionamento natural, já é uma nota de 0 a 10. Logo, ela não passou por uma normalização. O valor utilizado para verificar a pontuação do fornecedor é a média de todas as notas já dadas pelos usuários.

O segundo fator considerado é a porcentagem de notas máximas (nota 10) em relação a número total de votos. A porcentagem de nota máxima pode esclarecer que há muitas pessoas promotoras e que podem alavancar ainda mais o negócio. Além de que esse dado mostra que a qualidade da empresa é alta e dificilmente decairá.

Fator	Peso
Nota NPS	0.75
Porcentagem de notas 10	0.25

Tabela 8 - Peso para cada fator da prioridade: reputação do fornecedor

3.9 Requisitos

Para o funcionamento do software de prova de conceito, os seguintes requisitos deverão ser implementados.

3.9.1 Requisitos funcionais

Os requisitos funcionais, como explicado no capítulo 2.5.2, são aqueles que são essenciais para o funcionamento do software e a interação com o usuário.

RF01 – Inserção e especificação de equipamento pelo usuário

Processo: Campos separados para cada especificação. Permitido texto para a forma construtiva e inteiro para tensão, número de polos e potência. A partir do momento dos campos salvos, eles serão a base para comparação e busca nas tabelas dos bancos de dados para encontrar o melhor fornecedor.

RF02 – Escolha de prioridade pelo usuário

Processo: Usuário deve escolher uma das cinco opções que apareceu em uma lista. A partir da prioridade escolhida, o sistema de pesos para cada prioridade será alterado.

RF03 – Acessar e ordenar tabela de equipamentos pelo preço

Processo: Ordenação crescente da tabela equipamento pelo valor. Deve-se gerar uma nova tabela com os 10 primeiros itens da tabela e aplicar notas de 0 a 10, sendo 10 para o item mais barato e 0 para o mais caro.

RF04 – Colocar e salvar nota da qualidade do produto

Processo: Acessar tabela de qualidade da marca do produto para fazer o sistema de peso da recomendação.

RF05 – Colocar e salvar nota do tempo de entrega dito pelo fornecedor

Processo: Verificar prazos de entrega indicados por fornecedores para efetuar uma nota para cada um. Identificar prazo máximo e prazo mínimo. Colocar notas conforme especificado anteriormente no item 3.3.

RF06 – Colocar e salvar nota do tempo real de entrega

Processo: Verificar prazo real de entrega de cada operação de cada fornecedor. Calcular média de dias de entrega de cada fornecedor.

RF07 – Colocar e salvar nota do número total de entregas

Processo: Contabilizar número total de entregas de cada fornecedor.

RF08 – Colocar e salvar nota do número de entregas realizadas no prazo

Processo: Fazer um comparativo de quantas entregas de cada fornecedor foram feitas no tempo menor que o prometido do dado da tabela do fornecedor.

RF09 – Colocar e salvar nota do prazo de pagamento

Processo: Verificar quantidade de dias disponibilizado para pagamento dos equipamentos. Colocar notas conforme item 3.4.

RF10 – Verificar e colocar nota se há entrada no pagamento

Processo: Verificar se há ou não necessidade de pagamento de entrada na hora da compra do equipamento.

RF11 – Salvar média e colocar nota do NPS

Processo: Calcular nota de reputação de cada fornecedor, a partir do acesso a tabela reputação e enviar o resultado para a coluna reputação da tabela de fornecedores. Número de promotores menos número de detratores dividido por número total de votos.

RF12 – Verificar e salvar relação de notas máximas

Processo: A partir da tabela de reputação, fazer o cálculo de notas máximas sobre número total de notas.

RF13 – Ponderar cada objeto dentro das prioridades

Processo: Cada prioridade possui objetos internos responsáveis pela nota final. Cada objeto possui uma ponderação ou uma importância diferente para aquela prioridade, com isso, é colocado pesos para cada um, como especificado no item 3.

RF14 – Somar notas já ponderadas de cada filtro

Processo: Somar cada objeto ponderado para resultar na nota final do filtro.

RF15 – Ponderar cada prioridade

Processo: Cada prioridade possui uma ponderação definida em conjunto com o usuário.

RF16 – Somar nota final de todas as prioridades

Processo: Somar a nota de todas as prioridades já ponderadas.

RF17 – Mostrar relatório com dados do fornecedor escolhido

Processo: Relatório final para o usuário. Informações sobre o fornecedor, assim como as prioridades que ele se destaca e resultou ser escolhido.

3.9.2 Requisitos não funcionais

Os requisitos não funcionais são aqueles relacionados ao uso da aplicação em termos de desempenho, usabilidade, confiabilidade, segurança, disponibilidade, manutenção e tecnologias envolvidas.

RNF01 – Tempo de resposta

Processo: O tempo de resposta total de processamento não deve ser maior que 30 segundos.

RNF02 – Idioma

Processo: O idioma escolhido primeiramente será o português.

3.10 Modelagem do banco de dados

O banco de dados do sistema foi modelado utilizando o software MySQL Workbench. Segue abaixo a relação entre as tabelas dos bancos de dados.

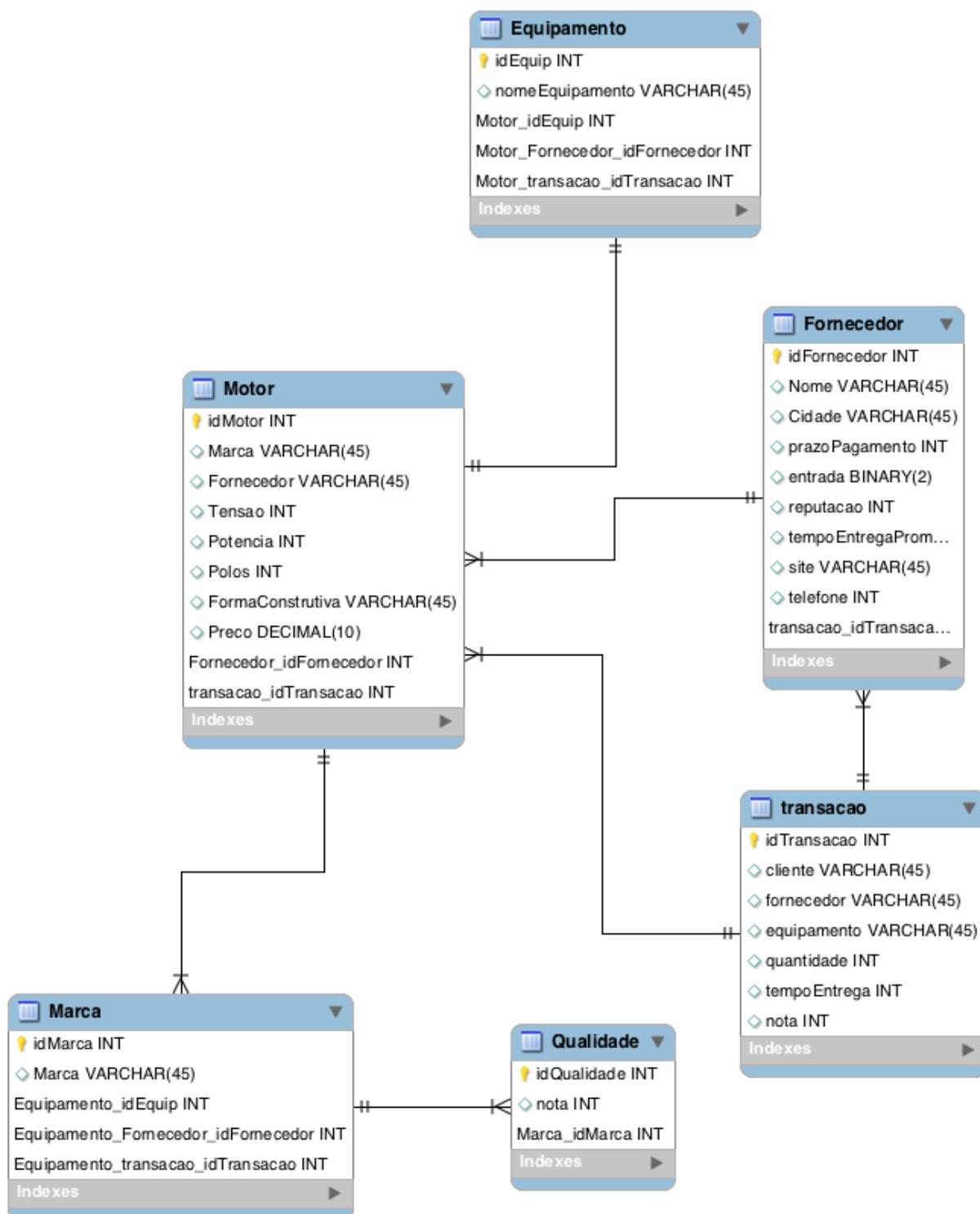


Figura 5 - Diagrama do banco de dados utilizado

4 IMPLEMENTAÇÃO

A implementação do projeto aconteceu em ambiente de programação Python, utilizando banco de dados MySQL. O python foi escolhido pela facilidade de aprendizado, uma linguagem que possui muita documentação na internet, além de muitos fóruns que podem auxiliar em qualquer dificuldade. O python também possui uma facilidade com biblioteca e funções prontas para reconhecimento de imagem, logo, a integração com a primeira parte (de reconhecimento de motores em projetos) será muito mais prática e rápida.

O MySQL foi escolhido por ser um gerenciamento de banco de dados muito utilizado, fácil de usar e *free*. Foi utilizada a plataforma MySQL Workbench.

4.1 Banco de dados

Como já dito na área de prova de conceito, os dados utilizados para implementar e testar a ferramenta são fictícios, ou seja, não são dados reais. Futuramente esses dados virão da alimentação com a integração de banco de dados de outros fornecedores, histórico de transações de compra, além da alimentação de fornecedores no próprio banco de dados da BudIX.

Para atingir uma quantidade significativa de dados para conseguir fazer uma análise mais confiável, foi utilizado o software Microsoft Office Excel. Para cada tabela criada no banco de dados, uma planilha também foi criada. As colunas dos dois softwares também tinham que ser idênticas.

Após o preenchimento da planilha com dados, o arquivo foi salvo com a extensão csv (*comma separated value*). No software SGBD, foram criadas tabelas dentro do banco de dados "PFC" com nomes e colunas iguais as criadas no Excel. Fez-se a importação dos dados "csv" para o sql e foi retornado o número de linhas da tabela para verificar se a operação aconteceu.

Para que houvesse uma comunicação local (localhost), o software MAMP foi utilizado, a qual funciona como um servidor local e disponibiliza o MySQL online para utilizar no ambiente Python.

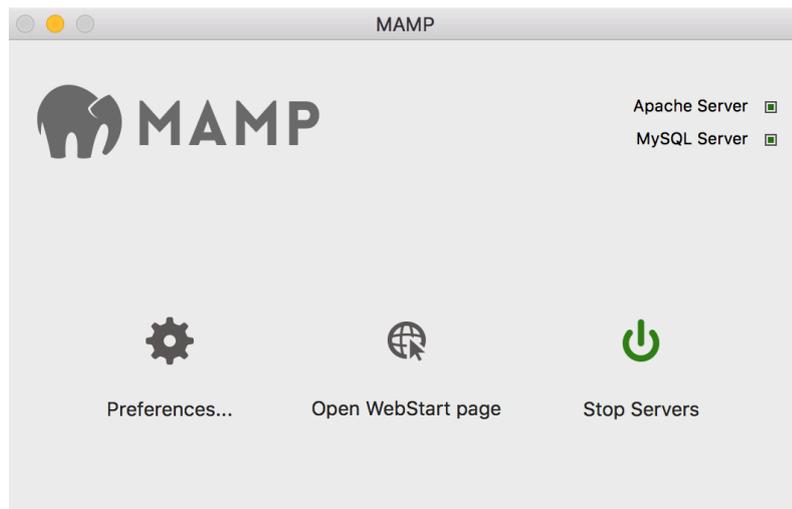


Figura 6 - Interface do software MAMP

Foram utilizadas apenas quatro tabelas para o banco de dados. Porém, para popular essas tabelas no banco de dados são necessários uma integração e tratamento com outros bancos de dados externos, e isto não foi tratado no escopo deste projeto. As tabelas utilizadas foram de:

- **Fornecedor:** possui dados de localização e forma de comunicação dos fornecedores. Também possui o tempo de entrega prometido para o equipamento, métodos de pagamento e a reputação atual dele;
- **Equipamento:** Informações sobre o equipamento, marca, fornecedor que o vende, especificações técnicas e o preço vendido;
- **Qualidade da marca:** Possui apenas o nome da marca e a nota. Essa nota consiste no compilado de outros fatores externos, quantitativos e qualitativos. Porém, para essa prova de conceito, consideramos uma nota de 0 a 10.
- **Transação:** Tabela com o histórico com todas as transações que ocorreram entre fornecedores e clientes. Ela contém a quantidade de itens pedidos, a nota dada pelo cliente e o tempo de entrega real do equipamento.

4.2 Programação

A programação ocorreu modularmente. Para cada um dos cinco filtros foi criado um arquivo python (extensão .py). Dentro de cada arquivo (filtro) foi criado funções de acordo com cada elemento de importância no filtro.

4.3 Telas de interface

Para realizar a interface com o usuário, foi importada a biblioteca Tkinter, nativa do Python.

Como apontado no início do documento, o projeto foi dividido em duas partes, uma é o reconhecimento de imagem e a outra é o discorrido neste documento. Como ainda não há a integração entre as duas partes, foi necessário desenvolver uma interface com o usuário para que ele possa colocar as especificações do equipamento para o orçamento.

Após ocorrer a integração futuramente, essa interface não será mais necessária, visto que a única interface com o usuário será uma página web para que o cliente possa fazer o upload do projeto industrial.

A tela de início consiste simplesmente na logo da BudIX e campos para que o usuário possa preencher. Os campos são quantidade de equipamentos, tensão, potência, número de polos e forma construtiva do equipamento.

Há também uma sequência de alternativas para que o usuário possa escolher uma única prioridade dentre as 5 listadas.

BudIX - Plataforma automática de geração de orçamentos

Ajude-me a especificar seu equipamento

Quantidade

Tensao

Potencia

Polos

Forma Construtiva

Selecione a prioridade

- Qualidade
- Preço
- Tempo de entrega
- Método de pagamento
- Reputação do fornecedor



Figura 7 - Interface inicial com o usuário

Quando o usuário clica em confirmar depois de preenchido todos os campos, o sistema começa a busca do melhor fornecedor para as especificações definidas.

4.4 Orçamento para o usuário

O orçamento oferecido ao cliente trará o equipamento solicitado, juntamente com o fornecedor recomendado e o valor total da compra.

Uma tabela comparativa com os cinco primeiros fornecedores de cada prioridade também é mostrada para que o usuário possa comparar e se quiser escolher outro fornecedor de seu agrado.



RELATÓRIO FINAL

#	Descrição	Fornecedor	Quantidade	V. Unitário	V. Total
1	Motor 380V 10cv 2p B3E	Fornecedor C	3	1706,00	5118,00

VALOR TOTAL 5118,00

QUADRO COMPARATIVO FORNECEDORES					
Prioridade	1º	2º	3º	4º	5º
Preço	FORNECEDOR C	FORNECEDOR B	FORNECEDOR K	FORNECEDOR J	FORNECEDOR A
Tempo Entrega	FORNECEDOR C	FORNECEDOR K	FORNECEDOR A	FORNECEDOR B	FORNECEDOR N
Qualidade	FORNECEDOR B	FORNECEDOR C	FORNECEDOR N	FORNECEDOR M	FORNECEDOR J
Método Pagamento	FORNECEDOR L	FORNECEDOR M	FORNECEDOR N	FORNECEDOR J	FORNECEDOR C
Reputação	FORNECEDOR C	FORNECEDOR A	FORNECEDOR J	FORNECEDOR B	FORNECEDOR M

 www.budix.com.br
 g.kremer@budix.com.br

Figura 8 - Orçamento final disponibilizado ao usuário

4.4.1 Discriminação de itens orçados

No relatório final proposto que será mostrado para o cliente, uma tabela com a identificação dos itens será mostrada igual a representada na figura 9. Nessa tabela se encontra os itens que foram orçados, características deles, qual fornecedor foi o indicado para essa compra, a quantidade pedida, o valor unitário de cada equipamento o sub total (multiplicação de quantidade e valor unitário) e por fim o valor total do orçamento.

É importante destacar que se houver mais de um equipamento para ser orçado, eles aparecerão em sequência e para cada um deles, uma análise multicritério e ponderada será realizada para encontrar o fornecedor ideal, assim como mostrado no método utilizado no capítulo 3. O que é considerado como um diferencial com os métodos feitos hoje em dia, onde essa comparação é realizada de forma manual, com ligações e planilhas.

RELATÓRIO FINAL

#	Descrição	Fornecedor	Quantidade	V. Unitário	V. Total
1	Motor 380V 10cv 2p B3E	Fornecedor C	3	1706,00	5118,00

VALOR TOTAL 5118,00

Figura 9 - Tabela com identificação dos equipamentos

4.4.2 Quadro comparativo fornecedores

O principal desenvolvimento e contribuição deste projeto é a automatização da orçamentação de projetos industriais, comprovar que uma análise de fornecedores para uma compra de equipamento não necessita perder semanas de

projeto. Mostrar que uma análise apenas de preço entre dois fornecedores é diferente do que analisar dezenas de critérios em um equipamento dentre centenas de fornecedores. Fazer uma comparação entre dois fornecedores para cada critério entre eles manualmente pode ser considerada humanamente impossível, visto as milhões de combinações que se pode obter.

Com a intenção de facilitar essa tomada de decisão, o software também entrega no relatório final uma tabela comparativa, ilustrada na figura 10.

QUADRO COMPARATIVO FORNECEDORES					
Prioridade	1º	2º	3º	4º	5º
Preço	FORNECEDOR C	FORNECEDOR B	FORNECEDOR K	FORNECEDOR J	FORNECEDOR A
Tempo Entrega	FORNECEDOR C	FORNECEDOR K	FORNECEDOR A	FORNECEDOR B	FORNECEDOR N
Qualidade	FORNECEDOR B	FORNECEDOR C	FORNECEDOR N	FORNECEDOR M	FORNECEDOR J
Método Pagamento	FORNECEDOR L	FORNECEDOR M	FORNECEDOR N	FORNECEDOR J	FORNECEDOR C
Reputação	FORNECEDOR C	FORNECEDOR A	FORNECEDOR J	FORNECEDOR B	FORNECEDOR M

Figura 10 - Tabela comparativa entre fornecedores

Essa tabela tem o intuito de mostrar de forma visual ao tomador de decisão os melhores fornecedores ranqueados nos equipamentos solicitados, assim como mostrar o quão bem posicionado o fornecedor escolhido está perante seus concorrentes.

Para se chegar nessa tabela comparativa mostrada na figura 10, todos os fornecedores passaram por normalizações de cada um dos cinco quesitos definidos para encontrarmos uma nota absoluta e mensurável. Muitas vezes essas notas alcançadas tinham que passar por transformações em equações para que todas as prioridades possam ser comparadas entre si (como comparar o número de dias de entrega com o preço de um equipamento por exemplo). No final, para chegar ao

ranking é necessário aplicar a ponderação de cada prioridade e somar todas as notas. Com isso, o ranking das melhores empresas fornecedoras é montada e é mostrada as cinco melhores ao cliente. A tabela se divide nas 5 prioridades que foi tratado todo o trabalho até agora e em 5 posições.

No exemplo dessa tabela, pode-se observar que o fornecedor C (escolhido para a compra detalhada na figura 8) é o melhor fornecedor nos requisitos preço, tempo de entrega e reputação. Está em segundo lugar no quesito qualidade e em quinto lugar no quesito método de pagamento.

Pode-se observar nesse exemplo que o Fornecedor C é o mais uniforme visto que aparece entre os cinco primeiros em todos os quesitos, o que não ocorre com nenhum outro fornecedor. Justificando então a escolha deste fornecedor para a compra do equipamento solicitado.

Informações sobre endereço, site, telefone do fornecedor do equipamento, assim como nota de cada prioridade obtida por ele ou até informações como método de pagamento será fornecida para o cliente após a conclusão da compra. A intenção é manter a transação do equipamento dentro da plataforma sem que uma das partes possa negociar com o cliente/fornecedor sem intermédio da plataforma.

Por se mostrar uma prova de conceito, não ainda uma ferramenta pronta para uso completo, a tela para mostrar essas informações ainda não foi desenvolvida.

5 RESULTADOS

A análise de resultados deste projeto necessita que o leitor reflita nos diferentes projetos que se encontra na indústria. A elaboração de um orçamento ou escolher um fornecedor para apenas um equipamento, um motor elétrico por exemplo, pode ser considerado extremamente fácil, visto que com algumas poucas ligações o gestor já teria informações necessárias para decidir a compra de equipamento. Porém, quando se realiza uma expansão de linha ou uma construção de uma nova fábrica, a quantidade de equipamentos necessários para a construção pode chegar a dezenas de milhares (válvulas, motores, esteiras, tanques, compressores, sensores e todas as suas especificações singulares para cada finalidade na indústria). A tomada de decisão de qual equipamento e em qual fornecedor escolher comprar pode ser muito complexa e demorada. Logo, com a ferramenta de automatização esse processo de tomada de decisão pode se reduzir para alguns minutos.

O objetivo do projeto era mostrar ao usuário a melhor escolha dentre todos os fornecedores existentes no mercado, utilizando critérios e prioridades como o preço, qualidade do produto, tempo de entrega, métodos de pagamentos e reputação da empresa.

Com duas entradas do usuário ao sistema: a especificação necessária do equipamento e a prioridade do cliente, gerou-se uma saída que é um relatório com dados do orçamento (equipamento, quantidade, valor). Foi fornecida também uma tabela comparativa entre os fornecedores para cada prioridade.

Para exemplificar melhor ainda os resultados obtidos, fez-se uma comparação do processo, o tempo e a eficiência do método manual e o automatizado pelo software desenvolvido nesse projeto.

5.1 Comparação do método automatizado com o manual

Para encontrar o fornecedor ideal, muitas vezes como explicitado no capítulo 2.1, a indústria usa os fornecedores conhecidos ou próximos da região geográfica para buscar orçamentos. Muitas vezes alguns critérios como reputação ou até tempo de entrega não são levados em conta na análise, por já ter um conhecimento empírico destes fornecedores.

Para buscar um fornecedor pelos filtros de prioridades utilizados nesse trabalho necessitaria muito tempo e recursos para fazer comparações entre todos os fornecedores existentes no mercado. A seguir faz-se uma análise de cada filtro:

5.1.1 Qualidade do equipamento

- Para saber da qualidade de um equipamento, a indústria teria que ter uma experiência prévia com aquele equipamento, ter trabalhado uma boa quantidade de tempo com ele;
- Outra forma de saber da qualidade seria através de feedbacks de concorrentes ou fábricas parceiras sobre a utilização daquele equipamento;
- Inúmeras ligações teriam que ser feitas para fornecedores para entender o funcionamento temporal dos equipamentos.

Com o software, a qualidade será contabilizada através de *reviews* de usuários, com uma base maior e mais confiável sobre a qualidade do equipamento. Aqueles com notas mais altas serão indicados com maior frequência do que aqueles com notas baixas.

5.1.2 Preço

- Para saber o preço de um determinado equipamento, a indústria teria que fazer inúmeras ligações para fornecedores
- Geralmente possui um contato limitado de fornecedores para fazer orçamento. Esse número às vezes é limitado por questão geográfica.

Com o software, a busca por preços não precisa se limitar aos fornecedores conhecidos e nem precisará de horas ao telefone para conseguir preços de equipamentos. A comparação antes feita manualmente e que demandava tempo e tinha limitação de comparações agora é evitada com a automatização deste processo.

5.1.3 Entrega

Assim como no caso do filtro de qualidade, para saber o tempo de entrega deve-se ter uma experiência prévia com o fornecedor ou depender de feedbacks,

ainda assim, seria uma análise não confiável, com poucos dados para a amostra. Não saberá a exatidão do tempo de entrega, nem o quanto isso se diferencia do prometido pelo fornecedor.

O software diz com uma forma mais precisa ao usuário, o tempo de entrega do fornecedor, a partir de históricos de compras e comparação com o prometido pelo fornecedor, trazendo assim um dado mais confiável sobre a taxa de entregas no prazo.

5.1.4 Pagamento

A indústria tem essa informação quando já realizou alguma compra ou fez uma ligação para o fornecedor.

Com o software, o usuário terá todas as informações de pagamento de forma mais fácil e direta, sabendo se necessita algum pagamento de entrada ou não, ou quantos dias ele possui de prazo para pagar a conta. Como dito no final do capítulo 4.4.2, a implementação da tela de informações do fornecedor será implementada em trabalhos futuros.

5.1.5 Reputação

A indústria sabe da reputação de um fornecedor de forma totalmente abstrata, sendo por experiência própria ou vindo de feedback de indústrias terceiras.

Com o software é possível a partir de notas dadas pelos usuários a cada transação de compra, estabelecer um nível de reputação mais confiável.

Com a conclusão deste projeto, a importância da automação dessa análise de fornecedores é ressaltada. É importante salientar o tempo que poderá ser economizado quando trata-se de comparações entre dezenas de critérios de um equipamento e entre milhares de fornecedores que podem vender esse equipamento para a indústria.

Além disso, a ferramenta mostra-se em um ambiente totalmente integrado, onde o usuário especifica tecnicamente os equipamentos, realiza a orçamentação e por fim pode realizar a compra e acompanhamento (parte será desenvolvida em trabalhos futuros).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS

A partir do objetivo inicial traçado que era trazer a análise do melhor fornecedor para a indústria a partir de prioridades, consegue-se perceber que o objetivo do trabalho foi atingido, visto que utilizando uma prova de conceito com 15 fornecedores, cada um com sua dinâmica simulada de entrega diferente, reputação com o mercado e modos de pagamento.

Esse objetivo também foi alcançado quando se observa que toda a análise automática ocorreu em um ambiente totalmente integrado, ou seja, não foi necessário entrar em sites, listas telefônicas ou usar qualquer outra ferramenta para que um orçamento ou informações da empresa possam ser conseguidas.

Além de que toda essa comparação e recomendação automática não foi necessário fazer uma comparação manual de um por um dos fornecedores.

Com o resultado se mostrando satisfatório, os impactos que a ferramenta pode gerar são desde econômicos, com economia de pessoal fazendo ligação ou enviando e-mail, ou até em tempo onde o usuário poderá alocar parte do time que ocupava essa função, visto que a automatização do software necessitará apenas de uma pessoa analisar e tomar as decisões de compra que o software gera.

A oportunidade de abrir novos fornecedores antes desconhecidos e que podem abrir novas oportunidades de ganhos produtivos para a indústria também deve ser reconhecida como um possível ganho. Olhando pelo lado econômico, ficar dependente de apenas um fornecedor pode ser arriscado para a indústria.

6.1 Análise crítica

A ferramenta tem a possibilidade de atrair resultados para o processo de compras das indústrias, a partir do momento que a ferramenta proporciona diferentes análises de acordo com várias prioridades e com milhares de fornecedores ao mesmo tempo.

A análise de fornecedores como atividade do ser humano pode trazer erros ao processo devido a características externas. Com a automatização do processo, a atividade se torna confiável, se torna passível de análises maiores, mais complexas e mais rápidas.

Com essa agilidade da ferramenta, indústrias tem o potencial de garantir o retorno financeiro vindo da economia de recursos.

Retirando a preocupação de colaboradores nessa atividade totalmente mecânica, há a possibilidade da alocação das horas do trabalhador em atividades mais produtivas e que muitas vezes exigem criatividade ou pensamento crítico, trazendo uma maior produtividade e mudança de cultura para a empresa.

6.2 Perspectivas futuras

Com a conclusão deste projeto, a ferramenta da BudIX deve passar por uma integração entre as duas partes do projeto.

A próxima etapa da BudIX, nesse processo de desenvolvimento da ferramenta, será a integração entre o sistema de reconhecimento de imagem dos equipamentos industriais com a recomendação de fornecedor, de forma totalmente automática, não precisando mais o usuário colocar como entradas as especificações do equipamento como feito nesse projeto. A primeira parte que foi a identificação automática de equipamentos industriais a partir do reconhecimento de imagem foi fruto de um outro projeto. Essa primeira parte já está em funcionamento e já testado com projetos do mercado. A segunda parte foi o desenvolvido nesse projeto e agora deve-se fazer a integração entre elas.

Para essa prova de conceito, apenas o equipamento “motor” foi utilizado como já dito em capítulos anteriores, mas a ferramenta será expandida para todos os tipos de equipamentos industriais (como por exemplo válvulas, esteiras, tanques, etc).

Para os próximos trabalhos da startup, análises e gestão dos dados também serão feitas. O usuário fará toda a pesquisa de fornecedores na ferramenta, a compra do equipamento e depois a sua respectiva avaliação, gerando dados para melhorar as indicações de fornecedores e para entregar um feedback para os fornecedores nos quesitos mais fracos de venda e que poderiam ser aperfeiçoados.

Reuniões com grandes fornecedores já foram agendadas para que ocorra a inserção do banco de dados de equipamentos proprietárias deles no banco de dados da BudIX. Para que isso aconteça, será necessário um software intermediário para fazer a padronização do banco de dados, visto que cada fornecedor pode trabalhar com uma tecnologia diferente, com uma linguagem diferente ou até com um sistema de integração diferente, como planilhas excel ou proprietárias em nuvem.

Reuniões com indústrias interessadas em utilizar a plataforma também foram agendadas, iniciando então, a recorrência na venda do serviço de identificação e análise de fornecedores para a indústria.

Por fim, após a realização deste projeto, a integração com o reconhecimento de imagem já em funcionamento e a possível aquisição dos primeiros clientes, a constituição legal da empresa deve ser iniciada com o início do processo de aquisição do Cadastro Nacional de Empresa Jurídica (CNPJ).

Conclui-se que em paralelo com o desenvolvimento do projeto de fim de curso, surge uma empresa. Uma empresa que busca a inovação em uma das áreas econômicas que mais precisa se reinventar para ser competitivo. Através da BudIX, busca-se entregar orçamentos mais rápidos, melhores e com mais confiança, fazendo da indústria cada vez mais competitiva e produtiva.

REFERÊNCIAS

- [1] RIES, E. The lean startup: How today's entrepreneurs use continuous innovation to create radically successful businesses. [S.l.]: Random House LLC, 2011.
- [2] Satisfação de clientes, O que é o Net Promoter Score? Disponível em: < <https://satisfacaodeclientes.com/o-que-o-net-promoter-score/>>. Acesso em 5 de junho de 2017.
- [3] REICHHELD, FRED. A pergunta definitiva 2.0. 1. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- [4] CREMONEZZI, A. SILVA, A. SILVA, J. SILVA, T. Orçamento Empresarial: uma revisão da literatura. Trabalho de graduação (Graduação em Ciências Contábeis) – CEUNSP, São Paulo.
- [5] GAEA Consulting, Por que é importante fazer uma prova de conceito? (PoC) Disponível em: <<https://gaea.com.br/por-que-e-importante-fazer-uma-prova-de-conceito/>>. Acesso em 17 de maio de 2017.
- [6] Marco Antônio Silva, Prova de conceito (PoC) em projetos. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/prova-de-conceito-poc-em-projetos-silva-pmp-prince2-practitioner>>. Acesso em 17 de maio de 2017.
- [7] PETRUZELLA, FRANK D. Motores elétricos e acionamentos. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- [8] Eduardo Costa, Motores Elétricos. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABn2YAB/trabalho#>>. Acesso em 10 de junho de 2017.

- [9] Mario H Trentim, Tomada de decisão em projetos – método AHP. Disponível em: <http://blog.mundopm.com.br/2012/05/02/tomada-de-decisao-em-projetos-%E2%80%93-metodo-ahp/>. Acesso em 5 de maio de 2017.
- [10] COELHO VIANA, J. HAZIN ALENCAR, L. Metodologias para seleção de fornecedores: uma revisão da literatura. Associação Brasileira de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, v.22, n.4, p. 625-636, set/dez 2012.
- [11] Carlos Magno da Silva Xavier, A teoria da decisão na escolha de fornecedores para projetos. Disponível em: <http://beware.com.br/academia/artigos/a-teoria-da-decisao-na-escolha-de-fornecedores-para-projetos/>. Acesso em: 15 de maio de 2017.
- [13] Ana Paula Quiterio, Análise de requisitos. Disponível em: <http://www.infoescola.com/engenharia-de-software/analise-de-requisitos/>. Acesso em 27 de maio de 2017.
- [14] Portogente, Sistema de Apoio à Decisão. Disponível em: <https://portogente.com.br/portopedia/74775-sistema-de-apoio-a-decisao>. Acesso em 14 de maio de 2017.
- [15] Geane Barbosa, Sistema de Apoio à Decisão – SAD. Disponível em: <http://www.administradores.com.br/artigos/tecnologia/sistema-de-apoio-a-decisao-sad/26378/>. Acesso em: 16 de maio de 2017.
- [16] Pressman, Roger S. Engenharia de Software: Uma abordagem profissional. Bookman, Porto Alegre, 2011.
- [17] SIQUEIRA, A. C. B.; TOLEDO, G. L. Comportamento do comprador industrial: uma análise comparativa entre um modelo transacional e um modelo de relacionamento. Seminários em Administração FEA-USP–VII SemeAd, 2004.
- [18] BUNN, M. D. Understanding Organizational Buying Behavior: The Challenges of the 1990s. Review of Marketing - American Marketing Association, vol. 4, 1992, p. 227-259.

- [19] Longaray, André Andrade, and Guilherme Brandelli Bucco. "Emprego da análise hierárquica de processos no desenvolvimento de sistema de apoio à decisão para seleção de fornecedores de materiais de informática: o caso da FAURG.", 2010.
- [20] Rodrigues, Leticia Francischini, Rodrigo Aguiar de Jesus, and Klaus Schützer. Indústria 4.0: Uma revisão da literatura. Revista de Ciência & Tecnologia 19.38: 33-45.
- [21] MAURYA, A. Running lean: iterate from plan A to a plan that works. [S.l.]: "O'Reilly Media, Inc.", 2012.
- [22] REZENDE, Denis Alcides. Engenharia de software e sistemas de informação. Brasport, 2005.
- [23] BOOCH, Grady; RUMBAUGH, James; JACOBSON, Ivar. UML: guia do usuário. Elsevier Brasil, 2006.
- [24] SAATY, Thomas L. What is the analytic hierarchy process?. In: Mathematical models for decision support. Springer, Berlin, Heidelberg, 1988. p. 109-121.

ANEXO A – FORMAS CONSTRUTIVAS

Formas Construtivas

As formas construtivas definem como o motor vai ser fixado e acoplado à carga. Os motores são geralmente fornecidos na forma construtiva B3D, (montagem na posição horizontal, motor com pés, eixo à direita, olhando para a caixa de ligação). Demais formas construtivas podem ser observadas na tabela abaixo.

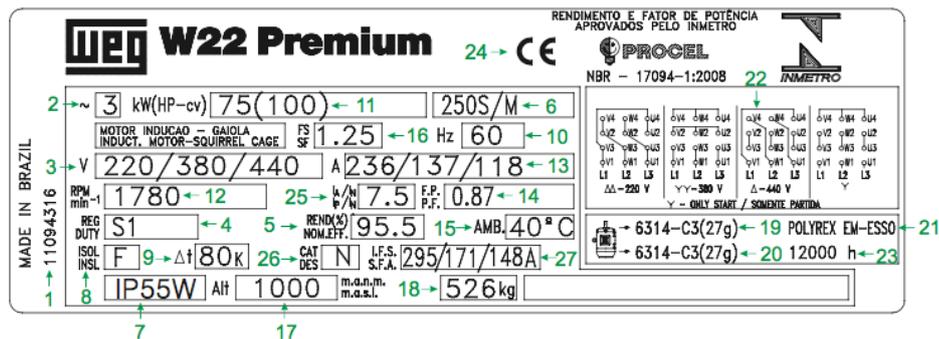
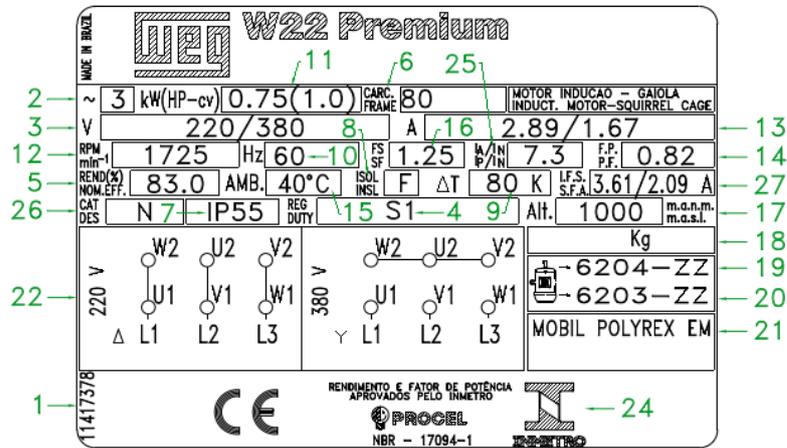
Forma Construtiva	Configuração																	
	Referência	B3E	B3D	B3T	B5E	B5D	B5T	B35E	B35D	B35T	B14E							
Detalhes	Carcaça	com pés	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	com pés	com pés	com pés	sem pés								
	Ponta de eixo	à esquerda	à direita	à esquerda	à direita	à direita	à esquerda	à direita	à esquerda	à esquerda								
	Fixação	base ou trilhos	base ou trilhos	flange FF	flange FF	flange FF	base ou flange FF	base ou flange FF	base ou flange FF	flange FC								
Forma Construtiva	Configuração																	
	Referência	B14D	B14T	B34E	B34D	B34T	V5	V5E	V5T	V6	V6E	V6T	V1	V3				
Detalhes	Carcaça	sem pés	sem pés	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés	sem pés									
	Ponta de eixo	à direita	à direita	à esquerda	à esquerda	à esquerda	para baixo	para baixo	para baixo	para cima	para cima	para cima	para baixo	para cima				
	Fixação	flange FC	flange FC	base ou flange FC	base ou flange FC	base ou flange FC	parede	parede	parede	parede	parede	parede	flange FF	flange FF				
Forma Construtiva	Configuração																	
	Referência	V15	V15E	V15T	V36	V36E	V36T	V18	V19	B6	B6E	B6T	B7	B7E	B7T	B8	B8E	B8T
Detalhes	Carcaça	com pés	sem pés	sem pés	sem pés	com pés	com pés	com pés	com pés	com pés	com pés	com pés	com pés	com pés				
	Ponta de eixo	para baixo	para baixo	para baixo	para cima	para cima	para baixo	para baixo	para cima	para cima	para cima	para cima	para frente					
	Fixação	parede ou flange FF	flange C	flange C	flange C	parede	parede	parede	parede	parede	parede	teto	teto	teto				

Anexo retirado da página 9 do documento “Guia Prático de Treinamento Técnico Comercial de Motor Elétrico” da WEG.

ANEXO B – PLACA DE IDENTIFICAÇÃO

Placa de Identificação

Exemplo de Placa de Identificação: motor trifásico.



- | | |
|---|---|
| 1 - Código do motor | 17 - Altura |
| 2 - Número de fases | 18 - Massa |
| 3 - Tensão nominal de operação | 19 - Especificação do rolamento dianteiro e quantidade de graxa |
| 4 - Regime de serviço | 20 - Especificação do rolamento traseiro e quantidade de graxa |
| 5 - Rendimento | 21 - Tipo de graxa utilizada nos rolamentos |
| 6 - Modelo da carcaça | 22 - Esquema de ligação para a tensão nominal |
| 7 - Grau de proteção | 23 - Tempo de relubrificação do motor (em horas) |
| 8 - Classe de isolamento | 24 - Certificações |
| 9 - Temperatura da classe de isolamento | 25 - Relação da corrente de partida/corrente nominal |
| 10 - Frequência | 26 - Categoria de conjugado |
| 11 - Potência | 27 - Corrente no fator de serviço |

Imagem retirada da página 12 do documento “Guia Prático de Treinamento Técnico Comercial de Motor Elétrico” da WEG.