

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

GETÚLIO OLINDO BELARMINO NETO

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA CLASSIFICAÇÃO DE PROJETOS
EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE CHICOTES ELÉTRICOS**

CAXIAS DO SUL

2019

GETÚLIO OLINDO BELARMINO NETO

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA CLASSIFICAÇÃO DE PROJETOS
EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE CHICOTES ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador Prof. Dr. Gabriel Vidor

CAXIAS DO SUL

2019

GETÚLIO OLINDO BELARMINO NETO

**APLICAÇÃO DE UMA FERRAMENTA PARA CLASSIFICAÇÃO DE PROJETOS
EM UMA EMPRESA FABRICANTE DE CHICOTES ELÉTRICOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Aprovado em 19 de junho de 2019

Banca Examinadora

Prof. Dr. Gabriel Vidor - orientador
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Me Michele Otobelli Berteli
Universidade de Caxias do Sul – UCS

Prof. Dr. Leandro Luís Corso
Universidade de Caxias do Sul – UCS

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que permitiu que tudo isso fosse possível, ao longo de toda a minha vida.

A Universidade de Caxias do Sul que me proporcionou inúmeros momentos de aprendizado que estarão para sempre gravados em minha memória.

Ao Prof. Dr. Gabriel Vidor, pela sua orientação, confiança e apoio, antes e durante a elaboração deste trabalho e, homenageando-o, estendo meus agradecimentos a todo o corpo docente do curso.

A minha mãe, Claudete Rita Rombaldi, pelo incentivo nas horas de desânimo e cansaço.

Ao meu amor, Aline Alexandre Borges, pela compreensão, companheirismo e suporte durante essa jornada.

Aos meus amigos que contribuíram para que esta caminhada fosse mais leve e que com certeza vão continuar presentes em minha vida.

A todos que, de uma forma ou outra fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso de Engenharia de Produção tem como tema a gestão e organização de projetos de produto. Dessa forma, o objetivo é aplicar uma ferramenta de classificação de projetos por meio da lógica de Análise dos Modos e Efeitos de Falha em uma empresa fabricante de chicotes elétricos. O método utilizado para sua execução é o de estudo de caso único. Nesse sentido, organizou-se em etapas tais como levantamento de dados, avaliação e ponderação de critérios pertinentes a classificação de projetos. Em seguida foi elaborada uma planilha de classificação e, posteriormente, foi aplicada em um conjunto de projetos para que fosse possível avaliar sua funcionalidade. Como resultados deste trabalho, destaca-se que, além de auxiliar na melhoria dos fluxos de trabalhos do setor de projetos de produtos, percebe-se reflexos nos setores de produção, compras, qualidade e comercial da empresa, no sentido de auxiliar a organização das tarefas destes setores por meio da antecipação das decisões. Destaca-se como aspectos positivos da utilização do método a simplicidade, a rapidez e a uniformização da forma de avaliação dos projetos; já como aspectos negativos a eventual perda de qualidade na avaliação dos projetos, caso os critérios não sejam devidamente selecionados e a impossibilidade de aplicação em ambientes onde exista um conhecimento consolidado referente à gestão de projetos. Desta forma, ficam sugestões para trabalhos futuros que abordem o uso de um banco de dados de avaliações, refinando os critérios de análise, uma análise de capacidade *versus* demanda na relação projetos e projetistas, e também comparação do método desse trabalho com outros métodos de classificação de projetos.

Palavras-chave: Projeto. Produto. FMEA. Chicotes elétricos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Lista de projetos cadastrados	27
Figura 2 – Etapas do trabalho	28
Figura 3 – FMEA preenchido pelo funcionário A.....	37
Figura 4 – FMEA preenchido pelo funcionário B.....	38
Figura 5 – FMEA preenchido pelo funcionário C.....	39
Figura 6 – Planilha para avaliação de projetos com exemplo de avaliação	41
Figura 7 – Exemplo de lista de projetos avaliados	41
Figura 8 – Exemplo aplicado de avaliação de projeto.....	42
Figura 9 – Etapas do processo de classificação de projetos	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Escala para a severidade dos modos potenciais de falha.....	22
Quadro 2 – Escala para a ocorrência das causas ou mecanismos potenciais de falha.....	23
Quadro 3 – Escala para a detecção dos controles.....	24
Quadro 4 – Critérios de avaliação de projetos e justificativas	32
Quadro 5 – Resultado da avaliação dos critérios.....	40
Quadro 6 – Comparativo de execução dos projetos	42

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AHP	<i>Analytic Hierarchy Process</i>
Cpk	Índice real de capacidade do processo
CPM	<i>Critical Path Method</i>
D	Detecção
FMEA	Análise dos Modos e Efeitos de Falha
Freq.	Frequência
Func.	Funcionário
GMP	Gestor de Múltiplos Projetos
GP	Gerentes de Projetos
GPP	Gestão do Portfólio de Projetos
KDD	<i>Knowledge Discovery in Database</i>
O	Ocorrência
PCP	Planejamento e Controle da Produção
PERT	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
PMI	Project Management Institute
PO	Pesquisa Operacional
PPAP	Processo de Aprovação de Peças de Produção
PROMETHEE	<i>Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations</i>
R	Risco
S	Severidade
t_{mi}	Tempo mais provável
t_{oi}	Tempo mais otimista
t_{pi}	Tempo mais pessimista

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
1.1	JUSTIFICATIVA	11
1.2	OBJETIVOS	13
1.2.1	Objetivo geral.....	13
1.2.2	Objetivos específicos	13
1.3	ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO	13
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	15
2.1	AVALIAÇÃO DE PROJETOS	15
2.2	FMEA	18
2.2.1	FMEA de projeto	18
2.2.2	FMEA de processo	19
2.2.3	Formulário de FMEA	20
3	PROPOSTA DE TRABALHO	26
3.1	CENÁRIO ATUAL	26
3.2	PROPOSTA DE TRABALHO	28
3.2.1	Análise de dados.....	29
3.2.2	Validação	29
3.2.3	Análise e avaliação.....	29
3.2.4	Aplicação	30
4	RESULTADOS	32
4.1	DESCRIÇÃO DA LÓGICA DE CLASSIFICAÇÃO DOS PROJETOS	32
4.2	DESCRIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE PROJETOS	40
4.3	IMPLICAÇÕES GERENCIAIS	44
5	CONCLUSÃO	47
	REFERÊNCIAS	49
	ANEXO A – FORMULÁRIO DE FMEA	51

1 INTRODUÇÃO

Uma situação comum que as empresas tentam resolver está ligada ao fato de fazer escolhas certas e consistentes que estejam alinhadas a sua estratégia. Uma opção para ajudar no que se refere a esse assunto é fazer o uso do gerenciamento de projetos. De acordo com o PMI (2017, p. 10), gestão de projetos é “a aplicação de conhecimentos, habilidades, ferramentas e técnicas às atividades do projeto a fim de cumprir os seus requisitos”.

Nesse mesmo sentido, além de tomar decisões corretas e alinhadas com o plano estratégico, é importante estabelecer uma ordem de execução de cada projeto. Dessa forma pode-se dizer que “a priorização dos projetos em um portfólio nada mais é do que uma ordenação baseada em uma relação entre os custos e os benefícios de cada projeto” (VARGAS, 2010, p. 2).

Dentro desse assunto é possível elencar práticas que contribuem para um resultado alinhado ao direcionamento estratégico da empresa e também que levam em consideração os custos e os benefícios. Um exemplo é o levantamento dos critérios utilizados. Nesta etapa os administradores da empresa devem deixar claros os seus objetivos para tornar possível a enumeração dos aspectos associados os projetos (CAVALHO; PESSÔA, 2012). Ainda, segundo Cavalho e Pessôa (2012), é importante que os responsáveis por implantar o processo de gerenciamento de portfólio em uma organização conheçam suas necessidades e objetivos, o que demonstra que os envolvidos na gestão devem ter como pré-requisito conhecimento sobre os projetos passarão pela sua análise.

Da mesma maneira que existem ações favoráveis ao processo de ordenação de projetos, outras práticas acabam interferindo negativamente neste processo. Neste sentido, Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005), descrevem que a interferência da alta administração no processo pode ser dada como um exemplo, pois o resultado da lista de priorização dos projetos nem sempre irá representar os anseios dos administradores. Outra ação que pode provocar resultados indesejados está ligada ao ato de quantificar equivocadamente a importância de um projeto. Conforme descrevem Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005, p. 16), “No processo de avaliação dos projetos observou-se uma tendência: todos os gerentes de projetos incorreram em maximizar o grau de importância de seus projetos, através de notas altas aos projetos sob sua responsabilidade”.

Na empresa em que esse trabalho será desenvolvido, os problemas e oportunidades em projetos também são presentes. Um exemplo é quando um projeto está em execução e devido a chegada de um novo projeto é necessário interromper outro que estava em andamento para

atender à demanda estabelecida pela Direção. De fato, não há prévia avaliação dos impactos causados pela parada. Outro exemplo é quando um novo desenvolvimento sem prazo de entrega é encaminhado ao setor de Engenharia de Produto. Na prática, isso dificulta o posicionamento do projeto quando comparado aos demais. A fim de estudar e entender detalhadamente esse processo, o trabalho focará na temática de classificação e gestão de projetos.

Para tanto, este trabalho é organizado em cinco capítulos. O primeiro traz essa introdução e entendimento da situação problema. O segundo apresenta o referencial teórico, onde estão destacados os conceitos e técnicas usados no desenvolvimento do trabalho. No terceiro capítulo é apresentada a proposta de trabalho, a fim de solucionar a situação problema. Reserva-se ao quarto capítulo a descrição, análise e discussão dos resultados obtidos. Ao final, no quinto capítulo, vem apresentada a conclusão.

1.1 JUSTIFICATIVA

Levando-se em consideração a assertividade que as empresas devem possuir na tomada de suas decisões estratégicas e no estabelecimento da ordem de execução das tarefas que compõe os seus projetos é determinante uma metodologia de classificação para elas. Neste sentido, de acordo com Cavalho e Pessoa (2012, p. 3), “a gestão do portfólio contempla a negociação por recursos quase sempre escassos e, por isso, faz-se necessário classificar os projetos de modo que seja possível diferenciá-los e compará-los com projetos similares.”. Na sequência estudos são relacionados para apresentar essa discussão.

No estudo feito por Padovani, Carvalho e Muscat (2010), foram desencadeadas etapas que tiveram início pela definição dos critérios de seleção e identificação das restrições pela organização. Foi criado um comitê executivo com a função de tomar decisões na pré-seleção de projetos tecnicamente viáveis e num segundo momento na seleção dos que necessitavam de investimentos. Após o segundo filtro, foram aplicadas restrições para que fosse escolhido o melhor portfólio do ponto de vista de investimentos.

No caso do estudo feito por Lima, Oliveira e Alencar (2013), a distribuição de novas tarefas é feita pelo Gestor de Múltiplos Projetos (GMP), que as indica entre os Gerentes de Projetos (GP), considerando a carga de trabalho de cada gerente e também a experiência com atividades similares anteriores. Todos os GP fazem a classificação de acordo com os critérios de: urgência, fonte de demanda, prazo do projeto, adequação ao planejamento estratégico, porte do projeto e complexidade do projeto. Em seguida é aplicado o método *Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluations* (PROMETHEE), o qual fornece uma lista de

classificação dos projetos. Esta lista passa pela avaliação conjunta do GMP e do GP que avaliam a carga de trabalho atribuída a cada projeto.

Em outro caso, apresentado por Rabechini Junior, Maximiano e Martins (2005), a partir de visitas técnicas realizadas na empresa onde foi aplicada a metodologia, foram escolhidas pessoas a serem entrevistadas. Após as entrevistas os dados obtidos foram tabulados e analisados. Com base nesta análise, foi elaborado um modelo de gerenciamento dedicado para a empresa utilizando-se indicadores que visavam o alinhamento estratégico e a efetividade para a classificação dos projetos.

Na aplicação de um método desenvolvido por Pinho (2006), é possível identificar o uso de ferramentas que auxiliaram nas etapas que levaram a construção da metodologia de classificação. Na fase de obtenção de informações sobre projetos já desenvolvidos para identificação dos critérios de classificação, foi utilizado o método *Knowledge Discovery in Database* (KDD). Para a etapa de classificação, foi utilizada a metodologia *Analytic Hierarchy Process* (AHP), e para analisar o nível de pertinência de cada projeto a teoria dos Conjuntos Nebulosos “*Fuzzy Sets*” foi adotada. Ao final, combinando os resultados obtidos pelo método AHP e as pertinências calculadas para cada projeto foi estabelecida uma ordem de execução dos mesmos.

No estudo feito por Cavalho e Pessôa (2012), por meio de pesquisas bibliográficas e entrevistas com os coordenadores da área de transferência de tecnologia de uma instituição de ensino superior situada na cidade de São Paulo, foi possível determinar critérios para classificação dos projetos, tornando possível aplicar o método AHP. Os critérios estabelecidos como prioritários na análise foram: vantagem competitiva, tamanho do mercado, *stakeholders* e barreiras legais e de mercado. Após a aplicação, foi possível constatar que o método é pertinente para a situação em que foi aplicado, pois atende aos objetivos estabelecidos.

Da mesma forma dos estudos descritos, na empresa que é desenvolvido este trabalho existem oportunidades de melhorias a serem feitas na área de projetos. É perceptível que há uma deficiência no que se refere a maneira como os projetos são classificados atualmente, o que poderia ser solucionado pela aplicação de um método.

Com o desenvolvimento desse método é possível resolver problemas como os apresentados anteriormente na introdução deste trabalho onde o setor de Engenharia de Produto recebe a solicitação de desenvolvimento de um produto sem a informação do prazo para entrega do mesmo ou também como acontece em alguns casos onde a informação referente a entrega é simplesmente identificada como “urgente”. Além disso, a classificação do portfólio de projetos ficará mais transparente, uma vez que as informações estarão disponíveis da mesma forma para

todos os envolvidos, evitando problemas oriundos da falha na comunicação entre as pessoas e os setores.

1.2 OBJETIVOS

De forma a apresentar o foco do trabalho é definido o objetivo geral. Em seguida nos objetivos específicos, são descritas as entregas parciais para o concretizar.

1.2.1 Objetivo geral

O objetivo do trabalho é aplicar uma ferramenta de classificação de projetos por meio da lógica de Análise dos Modos e Efeitos de Falha (FMEA) em uma empresa fabricante de chicotes elétricos.

1.2.2 Objetivos específicos

Do objetivo geral derivam-se os específicos como sendo:

- a) elencar os critérios pertinentes a classificação dos projetos;
- b) validar os critérios de classificação dos projetos;
- c) avaliar e ponderar os critérios por meio da ferramenta FMEA;
- d) aplicar em um caso de análise.

1.3 ABORDAGEM E DELIMITAÇÃO DO TRABALHO

Este trabalho tem uma abordagem qualitativa na medida em que é realizada uma análise dos problemas encontrados e proposta uma ação de melhoria. Além disso, caracteriza-se por uma abordagem exploratória, visto que procura entender quais as variáveis que afetam a gestão dos projetos.

Com isso, o presente trabalho utiliza o método de estudo de caso para concluir seu desenvolvimento. Para Yin (1993), o estudo de caso pode ser classificado tanto por seu conteúdo quanto pelo propósito final ou ainda pela quantidade de casos (caso único – holístico ou incorporado ou casos múltiplos – também categorizados em holísticos ou incorporados). Existe uma predisposição destes tipos de estudo para que eles justifiquem o motivo pelos quais as decisões foram tomadas, bem como os parâmetros de implementação e o resultado final.

Inicialmente, será realizado um levantamento com base no conhecimento da equipe de fatores que podem influenciar na classificação de projetos. A partir desses dados é possível determinar quais são os modos de falha a serem utilizados para análise, observando que os mesmos devem ser aplicáveis a todos os projetos que serão avaliados.

A etapa seguinte é desenvolvida em função da validação dos critérios de classificação identificados na etapa anterior a fim de identificar se algum dos fatores considerados pode ser desconsiderado ou se existe algum outro que pode ser acrescentado. Essa validação será feita por meio de uma reunião com a Direção da empresa.

Concluída esta etapa, é iniciada a fase de avaliação e ponderação dos critérios estabelecidos anteriormente, onde cada um dos integrantes da equipe do setor de Engenharia de Produto, tendo como base o formulário de FMEA, irá verificar quais são as implicações pertinentes a cada critério avaliado. Esta etapa é realizada individualmente com a intenção de absorver a percepção de cada um dos participantes, o que enriquece o resultado do trabalho.

Ainda nesta etapa, após obter os resultados das avaliações da equipe, é efetuada a análise dos resultados e calculada a frequência relativa dos mesmos com a intenção de obter um valor (nota), que represente cada critério. Em seguida é elaborada uma planilha que será utilizada para avaliar os projetos individualmente, elaborar uma lista dos projetos avaliados, e classificá-los de acordo com a nota recebida.

Com todas as etapas anteriores devidamente concluídas, é possível realizar um período de testes para a validação da ferramenta. Neste ponto é necessário avaliar um determinado conjunto de projetos que foram executados da maneira comumente utilizada e em seguida avaliá-los com o auxílio da ferramenta e posteriormente avaliar os resultados obtidos desta comparação.

Tendo em vista que os modos de falha levantados atendam a todos os projetos analisados, apresenta-se como delimitação o fato que este trabalho não abrange a família de produtos composta pelos fios rígidos e pelas chapas de cobre dobradas, pois os projetos deste tipo de produto não são desenvolvidos internamente pela empresa, sendo utilizado o desenho do cliente para a produção. Outra delimitação é voltada a questão do tempo de execução das atividades que é de um ano em função da duração deste trabalho.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para a realização deste trabalho se faz necessária a busca da definição de temas e também de ferramentas que auxiliem no seu desenvolvimento. Sendo assim, a seguir estarão descritos os assuntos que se tornam pertinentes de serem abordados no que se refere a temática de classificação de projetos, como é o caso da avaliação de projetos e também da ferramenta utilizada para tal, que é o FMEA.

2.1 AVALIAÇÃO DE PROJETOS

É importante que as empresas possuam uma maneira de classificar seus projetos para direcionar melhor seus recursos, tanto financeiros como humanos. Neste sentido, para que seja possível estabelecer essa classificação é necessário que se estabeleça uma forma de avaliação para tal. De uma forma geral, existem diversos tipos de avaliação que podem ser utilizados, cabe a empresa se inspirar neles e optar pelas dimensões mais significativas para o seu negócio, (CARVALHO; RABECHINI JUNIOR, 2015).

Para Maximiano (2014), os projetos podem ser avaliados levando em consideração o contexto no qual estão inseridos e também o seu grau de dificuldade. Com relação ao contexto podem ser levados em consideração aspectos como as situações econômicas, sociais e políticas do momento em que o projeto é desenvolvido. Para as dificuldades, as quais definem o grau de risco do projeto, é possível avaliá-las de acordo com a complexidade, as incertezas e com a familiaridade com os projetos da empresa.

De acordo com o mesmo autor, a complexidade de um projeto pode ser verificada através do número de variáveis que devem ser controladas, quanto maior o seu número, mais complexo o projeto. Outros fatores que podem interferir no quão complexo um projeto é estão ligadas as relações humanas, no que se refere ao número de pessoas envolvidas, a complexidade técnica baseada o conhecimento técnico da equipe do projeto, a distância entre as pessoas ou os recursos, ao volume de informações relacionadas a serem processadas, além de questões voltadas ao tempo de duração, o risco e a segurança tanto dos envolvidos com o projeto como também com o usuário final do produto que está sendo desenvolvido.

No que se refere as incertezas, Maximiano (2014) descreve que estas são responsáveis por ocasionar interferências na duração e no orçamento do projeto. No entanto, em projetos de desenvolvimento de produtos novos este fator se torna uma característica comum, pois é

conhecida a forma como eles começam, mas não se sabe como irão terminar. Nesses casos o orçamento e o prazos de execução não são definidos com exatidão.

Já para o grau de familiaridade, o autor refere-se ao nível de conhecimento da organização com relação as práticas de administração de projetos. Considerando-se uma escala, em um extremo está a empresa que não possui nenhuma habilidade com os requisitos e ferramentas e do outro lado está outra que possui um alto conhecimento relacionado a projetos e sua gestão.

A temática de avaliação de projetos é abordada por Cavalcanti e Silveira (2016), através da Gestão do Portfólio de Projetos (GPP). Com a utilização desta gestão é possível obter benefícios como a seleção de projetos com um potencial estratégico elevado e eliminar projetos que não se alinham com a empresa. Outro ponto positivo do uso da GPP é a transparência que a organização obtém em alocar recursos restritos para o andamento de múltiplos projetos sem que haja interferência na execução e no sucesso deles.

Na etapa de seleção de projetos da GPP, os autores descrevem que a mesma não avalia os projetos individualmente, mas sim um conjunto deles com a intenção de propor um pacote de projetos com a alocação ótima dos recursos. Nesta fase exige-se as descrições do impacto estratégico e também do orçamento estimado para todo o projeto, além de informações relativas aos recursos humanos necessários, pois esta informação também pode ocasionar uma restrição na seleção do projeto. Tendo em mão estas informações é feita a seleção propriamente dita que, em alguns casos complexos utiliza algoritmos matemáticos e *softwares*, em outros é feita por uma equipe de pessoas da organização que avaliam critérios qualitativos.

No campo da Pesquisa Operacional (PO), é possível identificar duas técnicas baseadas em redes voltadas para a avaliação de projetos, são elas a *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) e a *Critical Path Method* (CPM). Segundo Hillier e Lieberman (2013), estas técnicas foram desenvolvidas independentemente no final dos anos de 1950 com o intuito de auxiliar no planejamento da coordenação das atividades de um projeto. Ao longo dos anos, as melhores práticas dos dois modelos acabaram se unindo no que hoje é conhecida como técnica PERT/CPM.

Loesch e Hein (2009), descrevem que na técnica PERT o tempo de duração das atividades é considerado de forma determinística. Inicialmente é montada uma tabela composta por 3 colunas, na primeira coluna são descritas todas as atividades do projeto. A segunda coluna é composta pelas precedências de cada atividade, ou seja, são relacionadas as dependências que as atividades do projeto possuem entre si. Na última coluna são identificados os tempos de

duração de cada atividade. A partir desta tabela é gerado um grafo composto por linhas e nós, onde são representadas as atividades e suas relações de dependência.

Para tornar possível a programação dessa técnica os mesmos autores trazem que é preciso definir as datas de início e término mais cedo, que são as datas de ocorrência normal das atividades do projeto calculadas do evento inicial para o evento final, e as datas de início e término mais tarde, que são as datas máximas calculadas do evento final para o evento inicial que determinam o começo e encerramento das atividades sem que haja interferência no tempo total de duração do projeto. Calculadas todas as datas é possível notar que em pelo menos um caminho as folgas, que são obtidas pela subtração entre o término mais tarde e o término mais cedo, é nula em todas as atividades. Este caminho é denominado como caminho crítico.

Com relação ao CPM, Loesch e Hein (2009) indicam que a técnica é utilizada para projetos em que as atividades possuem tempo de duração definidos de forma estocástica em uma distribuição beta de probabilidades. Desta forma cada atividade possui três medidas de tempo que são identificadas como tempo mais otimista (t_{oi}), tempo mais provável (t_{mi}) e tempo mais pessimista (t_{pi}). Essas medidas são utilizadas para determinar a média e a variância do tempo de execução de cada atividade. Após essa etapa pode-se obter o tempo médio e a variância do projeto, já o caminho crítico pode ser obtido da mesma forma descrita anteriormente para o método PERT. Com o uso do CPM também é possível determinar a probabilidade de um projeto cumprir o prazo determinado.

Com uma análise mais voltada para projetos de sistemas de informação de empresas, Laudon e Laudon (2014), propõem um sistema de avaliação de projetos baseado na análise da carteira de projetos. Para tanto, os autores sugerem que seja feito um inventário de todos os ativos e de projetos da empresa. Paralelamente, deve-se construir uma carteira financeira que representará os investimentos que a empresa dispõe para os seus projetos. Essa carteira também deixará explícita duas características inerentes dos projetos, que são os riscos e as vantagens que eles possuem. Com base nesses dados, é possível classificar os projetos em quatro grupos, os que possuem baixo risco e alto benefício, os que possuem alto risco e alto benefício, os que possuem baixo risco e baixo benefício e os que possuem alto risco e baixo benefício.

Tendo como base essa divisão, os mesmos autores indicam uma ordem de execução dos projetos, começando por aqueles que possuem alto retorno e baixo risco, passando para a análise dos que possuem alto retorno e alto risco, em seguida desse-se reavaliar os que possuem baixo retorno e baixo risco, enquanto os que possuem alto risco e baixo retorno devem ser eliminados da carteira.

Como é possível perceber, os métodos de avaliação de projeto apresentados anteriormente apresentam características que podem ser aplicadas em inúmeras situações. Neste caso é papel da empresa analisar qual delas se adequa melhor a sua realidade, conforme descrevem Carvalho e Rabechini Junior (2015).

Dessa forma, levando-se em consideração a dinâmica de trabalho e o volume de projetos que são executados pela empresa, os modelos de avaliação de projetos apresentados não são adequados para a realidade da empresa. Essa inadequação se deve a fatores como a necessidade de treinamentos para os métodos que utilizam *softwares* dedicados, alto nível de processamento computacional e tempo de desenvolvimento para métodos mais complexos.

2.2 FMEA

O método de Análise dos Modos e Efeitos de Falha, tem como objetivo avaliar e minimizar, por meio de análise e de propostas de melhorias, que ocorram falhas no processo de fabricação ou também no projeto do produto. Em outras palavras, com a utilização do FMEA, busca-se aumentar a confiabilidade do produto ou do processo através do qual este é produzido. Seu desenvolvimento ocorreu no meio militar americano no final da década de 1940, porém foi adotada pela indústria automotiva na década de 1970, quando empresas como Chrysler, Ford e General Motors desenvolveram normas para garantir a qualidade de seus produtos (TOLEDO et al., 2017).

Em virtude de poder ser utilizado tanto para o desenvolvimento do projeto do produto, como também do projeto do processo e da manufatura, Toledo et al. (2017) descrevem que a FMEA é classificada em dois tipos, de projeto e de processo. A seguir serão descritas as características de cada um desses tipos.

2.2.1 FMEA de projeto

De acordo com Fogliatto e Ribeiro (2009), o engenheiro ou a equipe de projeto fazem uso do FMEA de projeto para assegurar que todos os modos potenciais de falha sejam descritos e discutidos de forma adequada. Desta forma, esta ferramenta contribui para a redução dos riscos de falha pois atua na avaliação objetiva dos requerimentos de projeto. Em complemento, Toledo et al. (2017) trazem que neste tipo de FMEA são consideradas as possíveis falhas que um produto pode apresentar mesmo estando dentro das especificações do projeto.

Com relação as vantagens ao se utilizar o FMEA de projeto, Fogliatto e Ribeiro (2009) destacam pontos importantes como o auxílio na avaliação de alternativas de projeto, o aumento no conhecimento de todos os envolvidos no estudo, o estabelecimento de uma ordem de ações de melhoria através da priorização dos aspectos relativos a confiabilidade também a qualidade, a promoção de alterações no projeto para facilitar sua manufatura e montagem com também pode servir de referencial para futuras alterações ou também como base para um novo projeto, além de permitir o rastreamento de recomendações associadas com a diminuição de riscos.

Outro fator importante destacado pelos mesmos autores refere-se ao fato de que o FMEA de projeto leva em consideração que tanto a manufatura quanto a montagem irão atender aos requisitos de projeto. Os modos de falha associados a fabricação e construção do produto serão analisados pela FMEA de processo.

No que se refere as etapas iniciais do estudo é importante que todas as áreas atingidas pelo projeto estejam envolvidas. Um exemplo citado por Fogliatto e Ribeiro (2009), é no caso de um projeto de motor que vai montado sobre um chassi, o projetista do chassi deve fazer parte do grupo de estudo, o que acaba promovendo uma troca de ideias entre os participantes e por consequência, uma melhoria no projeto. Juntamente a isso o responsável pelo estudo deve reunir documentos que servirão de base para o desenvolvimento do FMEA como por exemplo, relatórios de assistências técnicas, de reclamações de clientes, normas aplicáveis ao projeto, desempenho de concorrentes ou também levantamento de equipamentos com suas respectivas capacidades, além do projeto do produto em si. Tendo em mãos estas informações, são levantadas características que são necessárias e também as que não são para que se delimite o foco do estudo e se torne mais fácil identificar os modos de falha e as possíveis ações corretivas levando em consideração apenas as características desejadas.

2.2.2 FMEA de processo

Conforme descrevem Fogliatto e Ribeiro (2009), para a análise de possíveis modos de falha, causas e efeitos a equipe de desenvolvimento de processos faz o uso da FMEA de processo. Nesse estudo a equipe analisa as etapas, operações e procedimentos em busca de possíveis modos de falha. Para este estudo do processo, falha é definida como uma ocorrência que pode comprometer a qualidade do produto. De forma análoga a FMEA de projeto, a FMEA de processo também leva em conta a experiência da equipe envolvida na análise. Lobo (2010), complementa a definição de FMEA de processo como uma análise que tem como objetivo evitar falhas no processo tendo como base as não conformidades do produto com relação ao projeto.

Outra característica apontada por Fogliatto e Ribeiro (2009) é que o FMEA de processo tanto pode ser utilizado para a análise de processos industriais como também para processos administrativos. Além disso, os autores apontam algumas características deste tipo de análise de modos e efeitos de falha, como o auxílio na identificação de parâmetros a serem controlados em função da redução ou detecção da condição de falha do processo, a facilitação de análises futuras do processo em função do registro dos resultados do estudo, o auxílio na avaliação das alternativas de manufatura ou montagem e na priorização dos modos potenciais de falha a fim de estabelecer uma ordem para as ações de melhoria no processo, o aumento do conhecimento dos envolvidos com relação aos aspectos importantes do processo, além de servir como base para estudos de processo similares.

No que diz respeito ao foco de análise do FMEA de processo, Fogliatto e Ribeiro (2009) citam que este considera que a produção do item de acordo com o projeto irá atender as necessidades do cliente, por tanto, falhas associadas a deficiências de projeto não fazem parte deste estudo, devendo ser avaliadas pelo FMEA de projeto. Os autores ainda descrevem que o FMEA pode auxiliar também no desenvolvimento de novos equipamentos ou dispositivos para atender as especificações do projeto.

Da mesma forma que ocorre para o FMEA de projeto, Fogliatto e Ribeiro (2009) mostram que no FMEA de processo, as ações iniciais são em função de reunir uma equipe formada por todos os representantes das áreas atingidas pelo processo. Em conjunto a isso, devem ser disponibilizados documentos que auxiliem na preparação do FMEA, como por exemplo manuais de treinamento operação e segurança, um resumo da capacidade e da capacidade dos equipamentos, especificações e normas a serem atendidas, bem como o próprio projeto do processo.

Com base nestas informações, os autores indicam que seja construído um fluxograma do processo para identificar o encadeamento das etapas e a visualização das interfaces. Também devem ser levantadas todas características necessárias a serem atendidas e as que não é necessário satisfazer. Quanto melhor elas forem definidas, maior será a facilidade de identificar os modos potenciais de falha e por consequência, suas ações corretivas.

2.2.3 Formulário de FMEA

O funcionamento básico do formulário de FMEA segue uma metodologia única independente do seu tipo ou da sua aplicação, ou seja, se é um FMEA de produto ou processo, ou ainda se o estudo está sendo feito sobre um produto ou processo existente ou novo (LOBO,

2010; TOLEDO et al., 2017). Desta forma, os campos contidos neste formulário são divididos em: cabeçalho, item e função, modos potenciais de falha, efeitos potenciais de falha, severidade (S), causas ou mecanismos potenciais de falha, ocorrência (O), controles de prevenção e detecção, detecção (D), risco (R) ações recomendadas, responsável e data (para a ação), ações efetuadas e risco resultante (R) (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

O cabeçalho deve conter os dados de identificação referentes ao responsável pelo estudo como também da equipe participante, a descrição do item ou processo que está sendo analisado, a data em que o estudo foi feito, além do número de identificação da FMEA. Este número irá auxiliar no arquivamento e rastreabilidade do documento (CARPINETTI, 2016; FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Nos campos de descrição do item e função, as informações referentes aos itens do projeto ou processo devem ser descritos. No caso da FMEA de projeto todos os seus componentes devem ser analisados. Para o FMEA de processo todas as etapas e operações devem ser analisadas. Para ambos os casos, se um componente ou operação estiverem associados a mais de um modo de falha, cada um deles deve ser representado individualmente. A correta descrição tanto dos itens como dos processos ajuda na etapa seguinte de identificação da falha (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Na coluna dos modos potenciais de falha, os participantes do estudo indicam os possíveis pontos que um item pode falhar em atender os requisitos de projeto no caso da FMEA deste tipo, ou também, no caso de um FMEA de processo, pode ser definido como a maneira através da qual um processo pode falhar em atingir uma especificação de projeto, ou seja uma possível não-conformidade do produto com relação ao projeto. Nesta coluna devem ser listados todos os modos potenciais de falha, até os que possuem probabilidade de ocorrência praticamente nula, inclusive aqueles que ocorrem em situações específicas de operação, como por exemplo, em dias com temperatura muito baixa, ou em casos de alto volume de produção (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Os mesmos autores ainda descrevem que a lista de modos potenciais de falha é construída em função da experiência dos membros da equipe, e da interação entre eles. Podem ser utilizados dados de projetos ou processos similares anteriores que foram malsucedidos, como também dados de assistência técnica e de reclamações de clientes. É importante compreender que um modo potencial de falha pode tanto ser a causa de um modo de falha como pode ser o efeito de um modo de falha, o que determina se é causa efeito ou modo de falha é o item que está sendo analisado.

Para os efeitos potenciais de falha, Carpinetti (2016) e Fogliatto e Ribeiro (2009), indicam que devem ser descritos os defeitos resultantes dos modos de falha da forma que seriam percebidos pelo cliente, seja este interno ou externo a empresa. Assim como nos modos potenciais de falha, os efeitos devem ser estabelecidos em função do item ou processo que está sendo analisado.

No item de severidade, Fogliatto e Ribeiro (2009) descrevem que é realizada uma avaliação qualitativa dos efeitos potenciais de falha. Em virtude deste tipo de avaliação, pode-se justificar o amplo emprego desta metodologia na indústria, pois não necessita de medições ou análises matemáticas para ser realizado. A escala de medição da severidade varia de 1, para um efeito pouco severo, a 10 no caso de um efeito muito severo. Como forma de auxílio para a avaliação da severidade, sugere-se o uso de uma escala ilustrada no Quadro 1.

Quadro 1 – Escala para a severidade dos modos potenciais de falha

SEVERIDADE		
Índice	Severidade	Critério
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorre.
2 3	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente.
4 5 6	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente.
7 8	Alta	Sistema deixa de funcionar e há grande descontentamento do cliente.
9 10	Muito alta	Idem ao anterior, porém afeta a segurança.

Fonte: Adaptado de Lobo (2010)

Nas causas ou mecanismos potenciais de falha, busca-se identificar a causa raiz do problema. Nas análises de projetos, as causas potenciais de falha podem ser interpretadas através de uma deficiência do projeto, que por consequência é um modo de falha. Já para as análises de processos, as causas são identificadas através de uma deficiência no processo, a qual consequentemente é um modo de falha. Para ambos os casos as causas devem ser representadas de forma específica, dessa forma, a descrição feita de forma adequada facilita na elaboração das ações de correção e melhoria (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Para a ocorrência é realizada a relação com a probabilidade de uma causa ou mecanismo de falha ocorrer. Em geral, no caso de uma FMEA de projeto é necessário que se façam alterações no mesmo para que se reduza a ocorrência de uma causa ou mecanismo. Para

os casos de FMEA de processo, dados como a taxa de falha e a capacidade do processo devem ser disponibilizados observando dados históricos de processos similares, quando possível (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Nos casos em que dados quantitativos (dados de campo ou de análises de engenharia) estão disponíveis os mesmos autores mostram que é possível utilizar as seguintes equações para determinar a ocorrência:

$$\text{Ocorrência} = (\text{Taxa de Falha} / 0,000001)^{0,20} \quad (1)$$

$$\text{Ocorrência} = 9,3 \times (1,5 - \text{Cpk}) \quad (2)$$

Conforme Fogliatto e Ribeiro (2009), nos dois tipos de FMEA a escala relaciona-se com a taxa de falha, mas não de maneira diretamente proporcional. Para o caso da FMEA de processo também pode ser utilizado o índice real de capacidade do processo (Cpk), para estabelecer a relação. No Quadro 2 é exibida a escala para auxílio na determinação da ocorrência das causas ou mecanismos de falha.

Quadro 2 – Escala para a ocorrência das causas ou mecanismos potenciais de falha

OCORRÊNCIA			
Índice	Ocorrência	Proporção	Cpk
1	Remota	1:1.000.000	Cpk > 1,67
2	Pequena	1:20.000	Cpk > 1,00
3		1:4.000	
4	Moderada	1:1.000	Cpk < 1,00
5		1:400	
6		1:80	
7	Alta	1:40	
8		1:20	
9	Muito alta	1:8	
10		1:2	

Fonte: Adaptado de Lobo (2010)

Na etapa de controles de prevenção e detecção, são descritos os mecanismos atuais de controle que possuem a capacidade de poder identificar falhas decorrentes das causas. São estes controles que podem evitar ou diminuir a chance de a falha acontecer, e caso ela ocorra, eles serão capazes de identifica-la (CARPINETTI, 2016).

No FMEA de projeto esses controles podem ser feitos por meio de processo de verificação durante a fase de desenvolvimento do projeto ou por meios de testes computacionais

ou de protótipos de produtos antes de seu lançamento. No FMEA de processo, estes controles podem ser feitos através de um dispositivo à prova de erro, como por exemplo um gabarito, através do controle de parâmetros de processo como no caso do controle da corrente de uma máquina de solda, ou ainda controlados por meio de inspeções após o processo ser concluído (CARPINETTI, 2016).

A detecção é medida de acordo com a capacidade que os controles têm em detectar as causas ou os modos potenciais de falha. A escala varia de 1 a 10, sendo que 1 representa que o modo de falha será detectado, e 10, que representa quando o modo de falha não será detectado, caso ele ocorra (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009). O Quadro 3 a seguir, apresenta uma escala para o auxílio na determinação do fator de detecção dos controles.

Quadro 3 – Escala para a detecção dos controles

DETECÇÃO		
Índice	Detecção	Critério
1 2	Muito grande	Certamente será detectado.
3 4	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
5 6	Moderada	Provavelmente será detectado
7 8	Pequena	Provavelmente não será detectado
9 10	Muito pequena	Certamente não será detectado.

Fonte: Adaptado de Lobo (2010)

Na coluna referente ao risco, é calculado o produto entre os valores obtidos anteriormente nos itens de severidade, ocorrência e detecção através da seguinte equação:

$$R = S \times O \times D \quad (3)$$

O valor do risco é calculado para estabelecer as prioridades das ações de correção e melhoria para os dois tipos de FMEA. Seu valor, que pode variar de 1 a 1000 pontos e cresce geometricamente à medida que cada uma das variáveis de severidade, ocorrência e detecção aumentam, sendo que as equipes devem concentrar esforços nos itens onde o risco é maior. Em muitos casos o limite estabelecido para que seja necessário efetuar ações de correção está contido em uma faixa que vai de 80 a 100 pontos. Contudo, levando-se em consideração que uma equipe pode ser mais severa que outra com relação a avaliação em cada variável, utiliza-

se o princípio de Pareto atuando nos itens que possuem maior risco independentemente do valor absoluto obtido. Em casos onde o valor do risco é igual para mais de um item, classifica-se pela maior pontuação obtida na severidade, seguida de probabilidade de não detecção da falha (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Após obtido o valor para o risco de todos os itens, a etapa seguinte refere-se as ações recomendadas que, conforme descrito anteriormente devem ser tomadas primeiramente para os itens de maior risco. No caso da FMEA de projeto, as ações podem atingir pontos como a revisão do desenho do projeto, dos materiais utilizados, revisão de planos de teste e também de projetos de experimento para melhorar parâmetros de projeto. Na FMEA de processo ações como a incorporação de novos procedimentos ou controles, o uso de tecnologias alternativas, a revisão de projetos de manufatura e montagem, além do uso da manutenção autônoma e da intensificação das atividades de manutenção preditiva e corretiva. Caso nenhuma ação seja necessária para uma causa específica, deve-se identificar na coluna referida com a expressão “nenhuma”. Isto identifica que o risco foi avaliado e não obteve pontuação suficiente para que fosse tomada uma ação corretiva (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Após esta etapa, são indicados os responsáveis por cada ação na coluna identificada como responsável e data. Em geral as ações são executadas por um grupo de pessoas, mas para que se torne mais fácil a comunicação e a cobrança de resultados indica-se apenas o nome do responsável pela equipe. Em seguida descreve-se em linhas gerais as ações de correção e melhoria efetivamente executadas, estando elas identificadas anteriormente na coluna de ações recomendadas ou não (FOGLIATTO; RIBEIRO, 2009).

Fogliatto e Ribeiro (2009) descrevem que, após as ações corretivas serem definidas é necessário fazer uma estimativa para a severidade, a ocorrência e a detecção. O valor do risco deve ser reduzido para os valores aceitáveis com a redução no valor das variáveis levando-se em consideração a implementação da ação proposta. Caso contrário a ação recomendada deve ser reformulada até que o valor do risco esteja dentro da faixa estabelecida pela equipe como admissível. Com base nestas informações, é construído o formulário do FMEA como pode ser visualizado no Anexo A.

3 PROPOSTA DE TRABALHO

Com base nos objetivos estabelecidos no Capítulo 1 e no referencial teórico descrito no Capítulo 2, este capítulo apresenta a proposta para elaboração deste trabalho. Inicialmente serão apresentados o cenário atual do setor e a situação da classificação de projetos. Em seguida, qual a ação proposta para melhorar esta etapa da gestão de projetos na empresa.

3.1 CENÁRIO ATUAL

A estrutura atual do setor de projetos da empresa é composta pelo supervisor e mais três desenhistas, totalizando quatro pessoas. Todos são aptos a trabalhar em projetos de qualquer cliente que a empresa fornece ou possa vir a fornecer. Não há uma designação fixa de um determinado cliente ou tipo de projeto para um desenhista em específico. Em casos de alta demanda, o supervisor da área também auxilia no desenvolvimento de projetos.

O fluxo dos projetos executados pelo setor funciona de forma que todos os projetos sejam executados no menor tempo possível de forma a fornecer uma resposta ágil para o setor comercial. Para que isto seja possível, são realizadas determinadas etapas, as quais serão descritas a seguir.

O processo tem seu início no momento em que o supervisor da área recebe a solicitação do setor comercial para o desenvolvimento de um projeto via e-mail. Este e-mail vem com as tratativas feitas entre a empresa e o cliente até o momento, em alguns casos, além do desenho do item a ser desenvolvido e informações complementares. Em seguida o supervisor solicita ao setor administrativo o cadastro do projeto no sistema de ERP. Com o projeto cadastrado, é dada entrada das informações do mesmo no sistema onde são apontadas as etapas que cada desenhista irá realizar.

Neste sistema os projetos ficam ordenados na sequência em que foram cadastrados, conforme ilustrado na Figura 1, e a ordem em que serão feitos é determinada por meio de reuniões feitas entre o supervisor da área e o diretor da empresa responsável pelo setor comercial. Nas reuniões, o supervisor apresenta a lista de projetos pendentes e o diretor indica qual é a ordem que deve ser seguida com base nas necessidades dos clientes que ele entende que devem ser atendidas primeiro.

Figura 1 – Lista de projetos cadastrados

Tipo	Projeto Nº	Cliente	Elaborado	Última ação	Responsável	Prazo final	#
Em aprovação							
Em desenvolvimento							
Desenvolvimento de blocos							
Desenvolvimento de produto							
	100000188030 (8933)	RANDON S/A IMPLEMENTOS E PARTICIPACOES		13/09/2018		10/10/2018	
	100000201067 (8811)	RANDON S/A IMPLEMENTOS E PARTICIPACOES		10/07/2018		24/07/2018	
	100000201068 (8810)	RANDON S/A IMPLEMENTOS E PARTICIPACOES		10/07/2018		24/07/2018	
	11103653 (8947)	MARCOPOLO S/A -UNIDADE ANA RECH - MP10		26/09/2018		10/10/2018	
	11152407 (8946)	MARCOPOLO S/A -UNIDADE ANA RECH - MP10		26/09/2018		10/10/2018	
	11200490 (8881)	MARCOPOLO S/A -UNIDADE ANA RECH - MP10		07/08/2018		27/08/2018	
	11263776 (8950)	MARCOPOLO S/A -UNIDADE ANA RECH - MP10		27/09/2018		10/10/2018	
	11263777 (8884)	MARCOPOLO S/A -UNIDADE ANA RECH - MP10		07/08/2018		21/08/2018	
	11353743 (8883)	MARCOPOLO S/A -UNIDADE ANA RECH - MP10		07/08/2018		10/10/2018	
	11361316 (8951)	MARCOPOLO S/A -UNIDADE ANA RECH - MP10		27/09/2018		02/10/2018	
	181296-0010 (8846)	IES DO BRASIL SOLUCOES EM EQUIPAMENTOS LTDA (SIAC DO BRASIL)		27/07/2018		24/08/2018	
	371900003 (8831)	IES DO BRASIL SOLUCOES EM EQUIPAMENTOS LTDA (SIAC DO BRASIL)		19/07/2018		24/07/2018	
	6011.011.130.00.3 (8863)	AGRALE S/A F2		06/08/2018		20/08/2018	
	6013.011.112.00.7 (8917)	AGRALE S/A F2		29/08/2018		31/08/2018	
	6016.011.019.00.7 (8942)	AGRALE S/A F2		25/09/2018		03/10/2018	
	6016.011.020.00.5 (8941)	AGRALE S/A F2		25/09/2018		02/10/2018	
	6016.011.022.00.1 (8961)	AGRALE S/A F2		03/10/2018		04/10/2018	
	6016.011.023.00.9 (8960)	AGRALE S/A F2		03/10/2018		04/10/2018	
	6016.011.024.00.7 (8959)	AGRALE S/A F2		03/10/2018		04/10/2018	
Em revisão							
Finalizado							

Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Determinada a ordem de execução dos projetos, o supervisor faz o apontamento para os desenhistas via sistema, sempre iniciando do mais crítico para o menos crítico. Em seguida, estes iniciam o desenvolvimento dos projetos que lhes foram atribuídos apontando cada etapa no sistema conforme são executadas.

Da forma como são classificados os projetos atualmente, é perceptível que podem ocorrer equívocos quanto a consideração de um projeto com relação ao outro quando se leva em consideração apenas a opinião de uma pessoa, sem que sejam observadas as consequências desta decisão ou que não sejam avaliados outros pontos de vista. Esta situação pode ocasionar riscos para a empresa no que se refere ao atendimento das necessidades dos clientes.

Em alguns casos de projetos anteriores, já ocorreram situações onde foi dedicado um tempo considerável de um desenhista voltado exclusivamente para o desenvolvimento de um projeto de um cliente considerado como importante pelo diretor comercial, deixando de lado todos os demais projetos que já estavam na fila de desenvolvimento. Após a conclusão do mesmo o cliente postergou a compra para o mês seguinte. Neste caso o projeto poderia ter sido

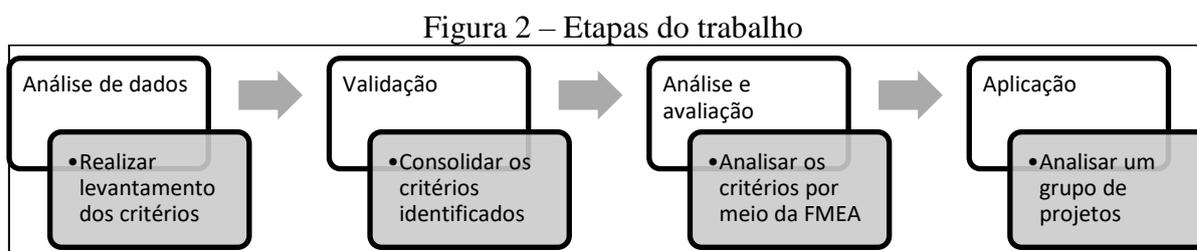
incluído na lista de projetos levando-se em consideração o fato de ser de um cliente de importância estratégica para a empresa, mas mantendo a ordem dos projetos que já haviam sido classificados anteriormente.

Outro caso relacionado com a classificação equivocada de projetos ocorre quando todos os funcionários estão trabalhando em determinados projetos e por ordem do diretor, um ou mais desenhistas devem parar de trabalhar no projeto que estão desenvolvendo e iniciar um novo projeto imediatamente por se tratar de um cliente que necessita de um chicote para realizar testes no equipamento que ele está desenvolvendo. Depois de entregue o projeto e o chicote ter sido fabricado o cliente não voltou a comprar peças deste projeto. Além de ocorrer uma situação semelhante àquela descrita anteriormente existe o risco de ocorrerem problemas com o projeto que foi interrompido, como por exemplo, o prazo de entrega que será alterado, ou até de informações que podem se perder caso não tenham sido devidamente registradas.

Em situações como as relatadas acima, a decisão de parar uma atividade que está sendo desenvolvida, ou também de priorizar o atendimento de um cliente em relação aos demais pode apresentar riscos a empresa. Estes riscos podem estar ligados ao fato de não aproveitar o tempo disponível do setor de forma adequada e também pode ocasionar perdas de ordem financeira pois, ao deixar de lado um projeto, corre-se o risco de o cliente cancelar a compra do produto ou, em situações extremas, o cliente pode deixar de comprar da empresa alegando que esta não lhe atende de forma adequada.

3.2 PROPOSTA DE TRABALHO

Com a intenção de melhorar a situação descrita anteriormente no que se refere a classificação dos projetos, é apresentada a proposta de trabalho considerada adequada para a realidade da empresa, como vem apresentado na Figura 2.



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

As etapas desenvolvidas são divididas em análise dos dados para levantamento dos critérios, validação dos critérios identificados, análise e avaliação dos critérios por meio da FMEA e aplicação do método em um grupo de projetos.

3.2.1 Análise de dados

O ponto de partida para do estudo baseia-se no levantamento dos possíveis fatores que podem ser pertinentes à classificação dos projetos. Este levantamento propicia que toda a equipe que realiza os projetos na empresa seja envolvida, fazendo com que a questão seja avaliada de pontos de vista diferentes. As fontes de dados podem ser desde o registro informal de situações anteriores que envolveram a tomada de decisão para a determinação da lista de projetos, como também o conhecimento e a experiência de cada um dos participantes desta etapa.

Como produto desta análise, são determinados todos os critérios que de uma forma ou outra podem ser levados em consideração quando se trata do estabelecimento de uma ordem para a execução de projetos. A determinação desses critérios é a base de todo o estudo para a aplicação da metodologia de classificação de projetos apresentada neste trabalho, além disso, os modos de falha deverão ser aplicáveis a todos os tipos de chicotes produzidos.

3.2.2 Validação

Com a lista de modos de falha identificados, pode-se iniciar a etapa que trata da aprovação dos mesmos. É importante realizar esta validação já que os critérios identificados não são extraídos de um banco de dados, mas sim levando-se em consideração as percepções da equipe do setor de Engenharia de Produto. Para validar os critérios, a pessoa responsável por executar a tarefa de classificação de projetos atualmente deve observar se todos os critérios estão de acordo com os fatores levados em consideração por ela, e se também não existe mais algum que possa ser acrescentado a fim de tornar a análise mais completa possível.

Ao final desta etapa tem-se como resultado a lista de critérios que possuem relação direta com a classificação de projetos validada com base na avaliação da pessoa que toma a decisão da ordem de realização dos projetos. Dessa forma é possível dar início a etapa de análise e avaliação dos critérios.

3.2.3 Análise e avaliação

Na etapa de análise e avaliação, usa-se a lista dos fatores consolidados na etapa anterior e o formulário da FMEA para analisar de forma qualitativa e quantitativa todos os critérios, que, neste ponto, passam a ser considerados como modos de falha, como são denominados os pontos em que um item pode falhar, de acordo com a metodologia de análise dos modos e

efeitos de falha. Com isso é possível iniciar a avaliação, identificando em cada modo os tipos de falha potencial, os efeitos dos modos de falha dos modos de falha, as causas da falha em potencial, além dos controles de prevenção e detecção e, posteriormente, os níveis de severidade, ocorrência e detecção, para que seja possível obter o valor do risco gerado por cada um dos modos de falha identificados, multiplicando-se os três valores entre si.

Após obter estes valores, é possível avaliar o nível, de contribuição que cada critério possui. Para obter esse valor, é utilizada a frequência relativa que é o resultado da relação entre a frequência absoluta e o somatório das mesmas, sendo representada pela seguinte equação:

$$F_i = f_i / \sum f_i, \text{ onde} \quad (4)$$

F_i – frequência relativa;

f_i – frequência absoluta (neste caso considerou-se a soma dos riscos como frequência absoluta);

$\sum f_i$ – somatório das frequências absolutas.

Em seguida, é elaborada a tabela de classificação de projetos que será constituída por uma série de perguntas onde cada uma delas será relacionada com um dos modos de falha identificados. Cada pergunta terá um peso definido pelo valor obtido através do cálculo da frequência relativa, assim as perguntas associadas aos modos de falha que possuem riscos elevados terão pesos maiores do que as perguntas que se referem aos modos de falha com riscos menores.

Ao final, cada projeto que tiver sido analisado com o auxílio da tabela terá uma pontuação. Dessa forma, será possível formar uma lista de projetos e posteriormente classificá-los com base na pontuação que receberam. Uma vez definida a tabela de classificação, todos os projetos recebidos serão analisados com base nos mesmos critérios, ou seja, a classificação será feita com base em uma avaliação que não depende de uma opinião apenas, mas sim de um conjunto de perguntas que analisam o projeto como um todo.

3.2.4 Aplicação

Na última etapa da proposta de trabalho é realizada a aplicação da ferramenta concebida na etapa anterior e um determinado conjunto de projetos para evidenciar a sua funcionalidade e realizar possíveis ajustes nas configurações da planilha de classificação de projetos. Os projetos escolhidos para avaliação com a ferramenta já devem ter sido executados

pela forma atualmente utilizada de classificação para que seja possível comparar a ordem com que eles foram executados e posteriormente avaliar se existem ganhos com caso a empresa opte por usar este tipo de avaliação e classificação.

A análise da comparação deve observar os fatores que justifiquem as diferenças ou semelhanças entre os métodos. Pode ser levado em consideração que a ordem atual de execução dos projetos não obedece rigorosamente aos mesmos critérios, o que não ocorre com o uso da ferramenta pois, os critérios de avaliação serão sempre os mesmos. Também é importante avaliar se, no período em que os projetos foram executados o volume de projetos era menor, o que reflete na ordem de execução dos projetos, fazendo com que eles sejam executados na ordem que chegam.

4 RESULTADOS

Conforme a proposta de trabalho estabelecida no Capítulo 3, o presente capítulo trás o resultado obtido mediante ao cumprimento das etapas estabelecidas na Seção 3.2. Ao final, apresenta-se uma avaliação dos efeitos evidenciados com a implementação da metodologia de classificação de projetos.

4.1 DESCRIÇÃO DA LÓGICA DE CLASSIFICAÇÃO DOS PROJETOS

Inicialmente, realizou-se um levantamento de informações com o setor Engenharia de Produto a fim de utilizar-se da experiência da equipe para levantar possíveis critérios que seriam úteis para aplicação do método de classificação. O levantamento foi realizado por meio de uma reunião onde foi apresentada a proposta deste trabalho e, em seguida, todos os integrantes do setor puderam expor suas opiniões e sugerir possíveis alternativas de regras que influenciam ou não na classificação dos projetos.

Finalizada a consulta, os critérios identificados pela equipe são relacionados a fatores como o cliente estar ou não cadastrado, o projeto estar integrado a outros projetos, a possível produção de amostras e/ou orçamentos, análise de investimentos e tempo, o nível de informações disponíveis para a execução do projeto, o fato de o projeto possuir referência pregressa, possuir novos componentes, o projeto ser aderente as famílias de produtos já existentes, do registro de problemas em projetos similares e também do projeto que, se realizado, gera impacto produtivo devido as suas características específicas. Tais critérios serão descritos no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4 – Critérios de avaliação de projetos e justificativas (continua)

CRITÉRIOS PARA CLASSIFICAÇÃO DE PROJETOS		
CRITÉRIO	JUSTIFICATIVA PRÁTICA	JUSTIFICATIVA TEÓRICA
Cliente cadastrado	Caso já exista o fornecimento de produtos para o cliente significa que podem ser negociadas questões relativas a prazos de entrega. Caso o cliente ainda não faça parte da carteira é importante dar uma resposta em um espaço de tempo curto a fim de prospectar novos clientes.	

Projeto integrado a outros projetos	Em situações onde o cliente envia mais de um projeto na mesma solicitação, é necessário que sejam todos analisados conjuntamente, o que demanda um tempo maior do que se comparado às situações onde a solicitação do cliente é de apenas um projeto.	Cavalcanti e Silveira (2016), descrevem que a etapa de seleção de projetos da GPP não avalia os projetos individualmente, mas sim um conjunto deles com a intenção de propor um pacote de projetos com a alocação ótima dos recursos
Produção de amostras e orçamentos	Solicitações dos clientes são apenas para fins de orçamento, não havendo a necessidade de serem produzidas peças do mesmo.	
Análise de investimentos e tempo	Em casos onde o cliente estabelece prazo para retorno da solicitação de desenvolvimento com preço de venda e/ou prazo para entrega de lote piloto.	É possível classificar os projetos em quatro grupos, os que possuem baixo risco e alto benefício, os que possuem alto risco e alto benefício, os que possuem baixo risco e baixo benefício e os que possuem alto risco e baixo benefício, Laudon e Laudon (2014)
Informações disponíveis	Para casos onde o cliente não informa com clareza o que deve ser feito ou quando o mesmo não possui um desenho do produto a ser desenvolvido.	Maximiano (2014) descreve que as incertezas são responsáveis por ocasionar interferências na duração e no orçamento do projeto
Projeto tem referência pregressa	Nos casos onde o novo projeto pode ser desenvolvido com base em algum outro projeto anterior usa-se este como referência e acaba reduzindo o tempo de desenvolvimento do projeto devido ao fato de algumas informações já estarem no projeto anterior.	Com relação as dificuldades, as quais definem o grau de risco do projeto, é possível avaliá-las de acordo com a familiaridade com os projetos da empresa, Maximiano (2014).
Projeto tem novos componentes	Nestes casos, quando forem identificados no momento do recebimento do projeto ou até mesmo informado pelo cliente que o projeto possui componentes novos é necessária uma análise cuidadosa a fim de verificar as informações referentes aos componentes novos.	Tendo em mãos as informações referentes ao projeto é feita a seleção que, em casos complexos utiliza algoritmos matemáticos e <i>softwares</i> , em outros é feita por uma equipe de pessoas da organização que avaliam critérios qualitativos, Cavalcanti e Silveira (2016).
Projeto aderente as famílias de produtos	Para os casos de novos clientes e novos desenvolvimentos é necessária uma atenção maior por ser um projeto onde não há um conhecimento prévio adquirido.	Maximiano (2014) descreve que as incertezas são responsáveis por ocasionar interferências na duração e no orçamento do projeto

(conclusão)

Projeto com histórico de problemas	Para casos onde há conhecimento de reclamações dos clientes que tenham relação com o projeto que está sendo desenvolvido.	Tendo em mãos as informações referentes ao projeto é feita a seleção que, em casos complexos utiliza algoritmos matemáticos e <i>softwares</i> , em outros é feita por uma equipe de pessoas da organização que avaliam critérios qualitativos, Cavalcanti e Silveira (2016).
Projeto com impacto produtivo	Em situações onde o projeto entre em produção, haverá algum impacto no processo atual, como por exemplo, a necessidade de desenvolver uma linha específica para a sua produção, ou até mesmo uma nova etapa ou ferramenta que tenha que ser inserida ao processo atual que interfere no fluxo produtivo.	Para Maximiano (2014), os projetos podem ser avaliados levando em consideração o contexto no qual estão inseridos e também o seu grau de dificuldade. É possível classificar os projetos em quatro grupos, os que possuem baixo risco e alto benefício, os que possuem alto risco e alto benefício, os que possuem baixo risco e baixo benefício e os que possuem alto risco e baixo benefício, Laudon e Laudon (2014)

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

No que se refere ao critério que analisa se o cliente já está cadastrado ou não, a importância se deve ao fato de, caso já exista o fornecimento de produtos para o cliente, significa que podem ser negociadas questões relativas a prazos de entrega, caso contrário é importante dar uma resposta em um espaço de tempo curto a fim de prospectar novos clientes.

Já para o critério voltado para questão de o projeto estar associado a outros projetos, sua importância e justificada por situações onde o cliente envia mais de um projeto na mesma solicitação. Neste caso, é necessário que sejam todos orçados ou desenvolvidos em forma de conjunto o que demanda um tempo maior do que se comparado às situações onde a solicitação do cliente é de apenas um projeto.

O critério que trata da possível produção de amostras e/ou orçamentos, é considerado importante pois, o tempo empregado pelo setor de Engenharia de Produto para os casos onde o cliente necessita apenas de uma cotação é menor que o tempo necessário nos casos onde o cliente solicita também a produção de amostras, pois, na primeira situação não é obrigatório o desenvolvimento de um projeto completo com desenhos e especificações detalhadas de montagem, mas sim, de uma lista com a matéria-prima utilizada para a fabricação do item.

Com relação ao critério de análise de investimentos e tempo, torna-se importante avaliá-lo pois, nos casos em que o cliente estabelece um prazo para a entrega é necessário que se analise a lista de projetos pendentes. Caso ocorra interferências entre os que já estão

cadastrados e o novo projeto, se proponha uma alteração na ordem de execução dos mesmos, incluindo a nova solicitação de desenvolvimento para que o prazo estabelecido seja atendido.

A justificativa para o critério que avalia o nível de informações disponíveis, está ligada aos casos onde o cliente não disponibiliza informações suficientes ou até mesmo não possui um desenho do produto. Nestes casos o desenvolvimento acaba necessitando de um tempo maior até que se obtenha todas as informações para sua execução.

Outro critério que também se relaciona com a qualidade das informações disponibilizadas é o que trata das situações em que o projeto possui referência pregressa. Nesta situação as informações disponíveis acabam auxiliando no desenvolvimento atual.

Para o critério que analisa a presença ou não de componentes novos no projeto, a sua consideração justifica-se pelo fato de que, nestes casos, quando for identificado no momento do recebimento do projeto ou até mesmo informado pelo cliente que o projeto possui componentes novos é necessária uma análise cuidadosa a fim de verificar as informações referentes aos componentes novos.

Analogamente ao critério que analisa as referências pregressas dos projetos, o critério relacionado a aderência às famílias de produtos existentes é importante pois leva em consideração se já existe um conhecimento adquirido a respeito daquele projeto. Caso contrário é importante que se dedique atenção redobrada no seu desenvolvimento pois não existem parâmetros para utilizar como base de consulta.

Referente a situação de minimização de inconsistências nos projetos, o critério que trata do histórico de registro de problemas com projetos similares se faz importante pois, caso existam registros destas inconsistências, procura-se não repetir os erros cometidos nos projetos anteriores.

O critério que verifica o impacto produtivo do novo projeto trata de situações onde, se o projeto entre em produção, haverá algum impacto no processo atual, como por exemplo, a necessidade de desenvolver uma linha específica para a sua produção, ou até mesmo uma nova etapa ou ferramenta tenha que ser inserida ao processo atual e que interfere no fluxo produtivo.

A etapa seguinte realizada foi a de validação dos critérios descritos no Quadro 4 com o Diretor Comercial, que atualmente é a pessoa que determina qual é a ordem de execução dos projetos. Esta validação é importante pois os critérios não foram retirados de um banco de dados, como foi proposto inicialmente, mas sim identificados de forma subjetiva, levando-se em consideração as percepções da equipe do setor de Engenharia de Produto. Desta forma, é necessário que a pessoa que executa a tarefa de classificação de projetos evidencie se todos os

critérios estão de acordo com os fatores levados em consideração por ele, e se também não existe mais algum que possa ser acrescentado.

A validação dos critérios foi realizada em uma reunião onde foi contextualizada a situação pela qual estava sendo realizado este trabalho. Após esta etapa, foi apresentada a lista dos pontos a serem levados em consideração para a elaboração da metodologia de classificação de projetos e discutida a relevância de cada um para o funcionamento da ferramenta. Em seguida o Diretor Comercial expressou seu ponto de vista com relação aos tópicos apresentados e concordou com a utilização de todos eles que de uma forma ou outra contemplam os fatores que o mesmo leva em consideração para avaliar os projetos atualmente.

Tendo realizada a validação, iniciou-se a etapa de avaliação dos riscos relacionados a cada um dos critérios identificados. Para identificar e posteriormente quantificar tais critérios utilizou-se a metodologia da FMEA que expressa o risco envolvido em cada critério de acordo com os valores atribuídos a severidade, ocorrência e detecção, como já havia sido explicado no Capítulo 2.

Com a intenção de obter a percepção de cada integrante da equipe do setor de Engenharia de Produto, foi proposto que o preenchimento da FMEA fosse realizado individualmente. Desta maneira, poderiam ser analisados os diferentes pontos de vista sobre um mesmo critério, o que enriquece e contribui para o resultado do trabalho, já que os perfis de cada integrante da equipe diferem entre si tanto por idade, como por tempo de experiência relacionada a atividade que realizam e também pelo nível de conclusão do Ensino Superior que cada um possui. A seguir, é apresentada uma breve descrição do perfil de cada funcionário que participou desta etapa.

A fim de preservar suas identidades, os participantes da etapa de preenchimento da FMEA serão tratados como funcionário A, funcionário B e funcionário C. Enquanto o funcionário A tem de 30 anos de idade e 10 anos de experiência na área, além de estar finalizando o Ensino Superior, o funcionário B tem mais de 25 anos de idade e três anos de experiência no ramo, porém já possui aproximadamente 50% do Ensino Superior concluído e o funcionário C possui pouco mais de 20 anos de idade, um ano de experiência em chicotes elétricos e estar no início da graduação.

Tendo em vista estas diferenças entre os perfis dos participantes, após a conclusão do preenchimento da FMEA os resultados obtidos da avaliação de cada funcionário estão representados nas Figuras 3, 4, e 5 dispostas a seguir. É importante lembrar que não houve interferência entre os funcionários durante a realização desta etapa.

Figura 3 – FMEA preenchido pelo funcionário A

Análise de Modos e Efeitos de Falhas									
Descrição do produto ou processo	Função (ões) do produto ou processo	Tipo de falha potencial	Efeito de falha potencial	Causa da falha em potencial	Controles atuais (detecção e prevenção)	Índices			
						S	O	D	R
Projetos novos, orçamentos, alterações	Cliente cadastrado	Atraso na entrega	Perda de oportunidade de negócio	Alta demanda de projetos	Primary	5	4	2	40
	Projeto integrado a outros projetos	Cliente envia os projetos separadamente	Aumento no tempo de resposta para o cliente	Informação incorreta ou distorcida	Comercial	3	2	3	18
	Produção de amostras e orçamentos	Após o envio da cotação o cliente envia um pedido	Retrabalho do projeto	Informações incorretas	Comercial	5	4	3	60
	Análise de investimentos e tempo	O prazo estabelecido não pode ser atendido	Alteração das demandas	Erro de programação	Comercial	6	2	4	48
	Informações disponíveis	Componente especificado incorretamente	Produto não conforme	Falta de informações fornecidas pelo cliente	Conhecimento da equipe	7	2	2	28
	Projeto tem referência pregressa	Propagação do erro	Não conformidade do produto	Falta de informações a respeito do erro	Registro de correções e melhorias	4	1	3	12
	Projeto tem novos componentes	Especificação incorreta	Interferência na montagem do produto	Especificação incorreta por parte do cliente	Conhecimento da equipe	2	3	2	12
	Projeto aderente as famílias de produtos	Especificação incorreta	Não conformidade do produto	Falta de conhecimento sobre o componente / produto	Conhecimento da equipe / banco de dados	6	5	2	60
	Projeto com histórico de problemas	Reocorrência de falhas	Não conformidade do produto	Não há registro da falha	Registro de correções e melhorias	5	4	2	40
	Projeto com impacto produtivo	Produto exige um recurso específico	Interferência no fluxo produtivo / atrasos	Não identificação do impacto	Conhecimento da equipe	8	4	8	256

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Figura 4 – FMEA preenchido pelo funcionário B

Análise de Modos e Efeitos de Falhas									
Descrição do produto ou processo	Função (ões) do produto ou processo	Tipo de falha potencial	Efeito de falha potencial	Causa da falha em potencial	Controles atuais (detecção e prevenção)	Índices			
						S	O	D	R
Projetos novos, orçamentos, alterações	Cliente cadastrado	Atraso na entrega	Parada de produção	Falha de PCP (planejamento)	Primary	5	3	1	15
	Projeto integrado a outros projetos	Demora no retorno	Não compete pelo pedido	Volume de demandas	Primary	3	3	5	45
	Produção de amostras e orçamentos	Cliente solicita amostra quando era somente orçamento	Atraso na entrega	Falha de comunicação	Comercial	5	3	5	75
	Análise de investimentos e tempo	Preço acima do praticado no mercado	Perda do pedido	Falta de análise produtiva	Comercial	2	2	7	28
	Informações disponíveis	Produto final incorreto	Não monta no produto do cliente	Devolução / retrabalho do chicote	Inspeção / qualidade	6	2	6	72
	Projeto tem referência pregressa	Desenvolvimento incorreto	Fabricação incorreta	Falta de atenção no desenvolvimento	Desenhista	2	3	4	24
	Projeto tem novos componentes	Análise incorreta	Compra do item errado	Falta de análise crítica	Engenharia de produto	6	1	1	6
	Projeto aderente as famílias de produtos	Produto final incorreto	Produto errado entregue para o cliente	<i>Falta de know-how</i>	Conhecimento da Engenharia de produto	6	2	3	36
	Projeto com histórico de problemas	Problemas continuam acontecendo	Produto inerte para o cliente e processo continua falhando	Falta de comunicação do problema para a Engenharia	RNC externas e reuniões	5	5	5	125
	Projeto com impacto produtivo	Produção "ajusta" os meios produtivos disponíveis	Produto tecnicamente incorreto ou falho / sem o aval do fabricante	Produto do cliente apresentou falha em campo	Não há controles	4	8	9	288

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Figura 5 – FMEA preenchido pelo funcionário C

Análise de Modos e Efeitos de Falhas									
Descrição do produto ou processo	Função (ões) do produto ou processo	Tipo de falha potencial	Efeito de falha potencial	Causa da falha em potencial	Controles atuais (detecção e prevenção)	Índices			
						S	O	D	R
Projetos novos, orçamentos, alterações	Cliente cadastrado	Atraso	Insatisfação	Outras demandas	Primary	7	2	3	42
	Projeto integrado a outros projetos	Atraso	Cliente sem retorno	Mal planejamento	Primary	2	1	2	4
	Produção de amostras e orçamentos	Solicitação de pedido	Fábrica despreparada	Má comunicação	Comercial obtém informações	4	3	5	60
	Análise de investimentos e tempo	Mensuração falha	Preço repassado errado	Custos incertos / indefinidos	Não há controles	3	3	9	81
	Informações disponíveis	Mal entendimento do projeto	Desenvolvimento incorreto	Desenho incorreto	Análise crítica do desenho	10	1	2	20
	Projeto tem referência pregressa	Falha propagada	Novo projeto herda o erro	Falta de análise	Análise crítica	7	2	3	42
	Projeto tem novos componentes	Falta de informações do componente	Não identificação do componente	Cliente não possui informações	Pesquisa no banco de dados	3	2	2	12
	Projeto aderente as famílias de produtos	Mal entendimento do projeto	Desenvolvimento incorreto	Falta de know-how	Análise crítica	7	2	2	28
	Projeto com histórico de problemas	Desconhecimento das reclamações	Futuras reclamações	Falta de comunicação interna	Registro de correções e melhorias	8	5	1	40
	Projeto com impacto produtivo	Desconhecimento dos impactos	Produção ineficiente	Falta de know-how do processo produtivo	Análise crítica	3	3	4	36

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Como é possível perceber, as avaliações feitas pelo funcionário A, pelo funcionário B e pelo funcionário C, diferenciaram entre si em quase todos os critérios avaliados, como já era esperado, devido a percepção que cada um teve ser divergente dos demais pelas características de cada um, de acordo com o que foi apresentado na breve descrição dos perfis feita anteriormente neste Capítulo. Com base nestes resultados, a melhor forma encontrada de expressar um valor que representasse a avaliação dos critérios foi o somatório dos riscos resultantes das avaliações feitas por cada participante.

O Quadro 5 a seguir apresenta o resultado individual da avaliação, a soma dos valores referentes aos riscos e também a frequência relativa de cada um deles, este último valor será utilizado como peso representativo do critério para a classificação dos projetos.

Quadro 5 – Resultado da avaliação dos critérios

CRITÉRIOS	Func. A	Func. B	Func. C	SOMA	FREQ. RELATIVA
	Risco	Risco	Risco		
Projeto com impacto produtivo	256	288	36	580	0,351
Projeto com histórico de problemas	40	125	40	205	0,124
Produção de amostras e orçamentos	60	75	60	195	0,118
Análise de investimentos e tempo	48	28	81	157	0,095
Projeto aderente as famílias de produtos	60	36	28	124	0,075
Informações disponíveis	28	72	20	120	0,073
Cliente cadastrado	40	15	42	97	0,059
Projeto tem referência pregressa	12	24	42	78	0,047
Projeto integrado a outros projetos	18	45	4	67	0,041
Projeto tem novos componentes	12	6	12	30	0,018
TOTAL				1653	1,000

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

4.2 DESCRIÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DE PROJETOS

Com a aprovação do Diretor Comercial e os valores referentes aos pesos de cada critério determinados, foi possível iniciar a etapa seguinte que tinha como principal objetivo a concepção da ferramenta de classificação de projetos. Nesta ferramenta deve constar o código do projeto que estava sendo avaliado, e, após isto, devem ser marcados com um “X” os critérios contemplados pelo projeto e paralelamente a marcação, deveriam ser somados os pesos de cada critério marcado no campo identificado como “NOTA”. A Figura 6 a seguir demonstra a Planilha de Avaliação de Projetos juntamente com um exemplo de avaliação de um projeto.

Figura 6 – Planilha para avaliação de projetos com exemplo de avaliação

CRITÉRIOS		CÓDIGO DO PROJETO	NOTA	
x	Cliente cadastrado	CCCC	0,1537	ENVIAR
x	Projeto integrado a outros projetos			
	Produção de amostras e orçamentos			
	Análise de investimentos e tempo			
	Informações disponíveis			
	Projeto tem referência pregressa			
x	Projeto tem novos componentes			
	Projeto aderente as famílias de produtos			
	Projeto com histórico de problemas			
	Projeto com impacto produtivo			

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Ao final da avaliação, ao clicar no botão “ENVIAR”, o código do projeto e sua respectiva nota são enviados para outra aba da pasta de trabalho denominada “LISTA DE PROJETOS”. Nesta aba, constam todos os projetos que estão sendo avaliados naquele momento. Tendo a lista dos projetos que devem ser avaliados completa, ao clicar no botão “CLASSIFICAR”, a lista é ordenada tendo como base a nota recebida pelo projeto, exibindo uma possível ordem de execução dos projetos de acordo com os critérios avaliados. Como é possível visualizar na Figura 7, os projetos foram ordenados de acordo com suas notas e a coluna denominada como “ORDEM”, identifica a ordem sugerida que os projetos podem ser executados.

Figura 7 – Exemplo de lista de projetos avaliados

ORDEM	CÓDIGO DO PROJETO	NOTA	CLASSIFICAR
1º	BBBB	0,5439	
2º	DDDD	0,3097	
3º	ABAB	0,2583	
4º	SSSS	0,2377	
5º	ADAA	0,2371	
6º	CCCC	0,1537	
7º	AAAA	0,1379	

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Para que fosse possível evidenciar a funcionalidade da ferramenta, determinou-se um período de testes onde, em paralelo com a execução dos projetos da forma como vem sendo feita até então, os mesmos projetos foram avaliados de acordo com a metodologia proposta neste trabalho. Na Figura 8 pode-se visualizar um exemplo aplicado de avaliação de um projeto baseado em suas características.

Figura 8 – Exemplo aplicado de avaliação de projeto

	CRITÉRIOS	CÓDIGO DO PROJETO	NOTA	
x	Cliente cadastrado	B2092870	0,3775	ENVIAR
x	Projeto integrado a outros projetos			
x	Produção de amostras e orçamentos			
x	Análise de investimentos e tempo			
	Informações disponíveis			
	Projeto tem referência pregressa			
x	Projeto tem novos componentes			
x	Projeto aderente as famílias de produtos			
	Projeto com histórico de problemas			
	Projeto com impacto produtivo			

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

Levando-se em consideração os critérios identificados na avaliação deste projeto, é possível evidenciar suas características, como por exemplo, o fato de o projeto possuir novos componentes, que influencia no prazo de entrega de uma amostra ou protótipo do item, que também é um dos critérios válidos para este projeto. Outro ponto de avaliação que se destaca é o fato de o projeto não ser aderente as famílias de produtos, mesmo se tratando de um cliente cadastrado. Isto pode ser explicado pelo fato de o cliente possuir algumas características específicas quanto a instalação do chicote elétrico o que ocasionou o surgimento de condições que fizeram com que o produto não se encaixasse nas famílias de produtos atuais.

O período de testes compreendeu os projetos executados pelo setor de Engenharia de Produto de 15 até 18 de abril de 2019 e o resultado produzido é apresentado no Quadro 6.

Quadro 6 – Comparativo de execução dos projetos (continua)

ORDEM	COM O USO DA FERRAMENTA	SEM O USO DA FERRAMENTA
	CÓDIGO DO PROJETO	CÓDIGO DO PROJETO
1º	B2092870	7300-4478

(conclusão)

2°	7300-4470	6025.011.150.00.1 (9134)
3°	7300-4467	7300-4464
4°	B2092830	7300-4465
5°	7300-4468	7300-4466
6°	7300-4465	7300-4467
7°	7300-4466	7300-4468
8°	7300-4464	7300-4470
9°	6025.011.150.00.1 (9134)	B2092820
10°	7300-4478	B2092830
11°	0419 (9135)	B2092870
12°	B2092820	7300-4391 (8800)
13°	1675 (9136)	0419 (9135)
14°	7300-4391 (8800)	1675 (9136)

Fonte: elaborado pelo autor (2019).

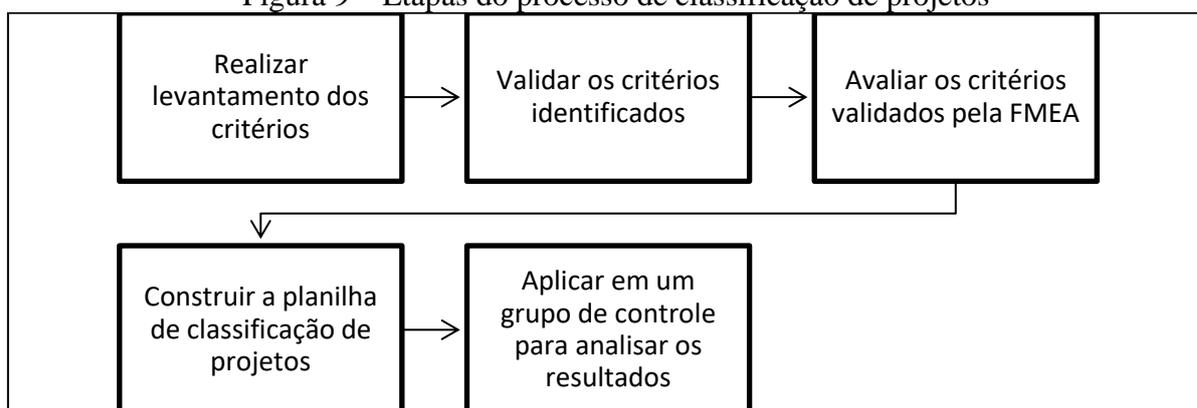
Como percebe-se ao analisar o resultado do Quadro 6, a sequência de execução dos projetos avaliando-se através da metodologia difere completamente da sequência de execução dos projetos considerando-se a maneira utilizada atualmente. Isto ocorre pois, na forma atual de classificação, os projetos nem sempre são avaliados sob os mesmos critérios, ou seja, a ordem é estabelecida basicamente pelo julgamento do Diretor Comercial.

Outro fator que influencia para esta diferença entre uma classificação e a outra está ligada ao fato de que, na ausência de uma ordem estabelecida, segue-se a ordem de chegada dos projetos ao setor de Engenharia de Produto. Deste modo a execução acontece sem qualquer avaliação prévia das informações ou dados relativos aos projetos.

Ambas situações descritas acima são minimizadas ao se utilizar a metodologia proposta, pois, o julgamento de cada projeto é dado pelos mesmos critérios o que coloca todos em um mesmo nível de avaliação, diferenciando-se apenas por suas características individuais. Quanto ao fato da ausência de uma ordem de execução também não haveriam mais problemas pois todos os projetos que chegam a Engenharia de Produto devem ser avaliados pela ferramenta, ou seja, sempre haverá uma ordem de execução para os projetos baseados na avaliação de critérios, mesmo se a pessoa responsável por determinar o sequenciamento não estiver presente ou por algum motivo não puder determinar a ordem de realização.

Levando-se em consideração a realização de todas as etapas desenvolvidas para o cumprimento da proposta deste trabalho, é possível estabelecer um fluxo que compreende as etapas do processo de classificação de projetos. A Figura 9 a seguir demonstra a sequência de passos necessários para tal.

Figura 9 – Etapas do processo de classificação de projetos



Fonte: elaborado pelo autor (2019)

Como é possível perceber, o processo de classificação de projetos possui cinco etapas principais. A primeira leva em consideração o levantamento dos critérios pertinentes a classificação dos projetos. A segunda, é dedicada a validar os critérios levantados com a pessoa responsável por classificar os projetos. Na terceira etapa realiza-se a avaliação dos critérios validados por meio da FMEA para obtenção dos riscos de cada um e também a média ponderada para a de terminação do peso de cada critério na avaliação. A quarta etapa foca em montar uma planilha que contenha a lógica necessária para somar os critérios válidos para um determinado projeto, além de construir uma lista dos projetos avaliados. Na quinta e última etapa, deve-se aplicar o método em um grupo de projetos para evidenciar sua funcionalidade e também analisar a qualidade dos resultados obtidos, além de eventuais ajustes.

Existem vantagens em se utilizar esta metodologia, e seus efeitos podem auxiliar outros setores. A seção 4.3 a seguir trata dos aspectos perceptíveis na empresa caso a mesma opte por implantar este método de classificação de projetos.

4.3 IMPLICAÇÕES GERENCIAIS

Percebe-se que existem fatores positivos ligados a implementação da metodologia de classificação de projetos. Além disto, os reflexos do uso da mesma são perceptíveis nos demais setores da empresa. Tais reflexos podem contribuir para uma melhor organização das atividades dos departamentos.

Levando-se em consideração que o setor de Planejamento e Controle da Produção (PCP), baseia-se no horizonte de itens que devem ser entregues para o cliente, é possível evidenciar um ponto onde podem ser obtidos ganhos. Este ponto está associado a forma de organização dos projetos. Com esta organização, o setor tem a possibilidade de montar

estratégias que contemplem a entrada de novos projetos no fluxo produtivo evitando desta forma interrupções não planejadas na sequência de trabalho determinada pela programação.

Ainda com relação as interrupções, tal fator auxilia também nos níveis de ocupação de equipamentos e de operadores, uma vez que, ao analisar os novos produtos que estão prestes a entrar no processo produtivo, é possível identificar se os mesmos podem ser agrupados com outros produtos que já estejam sequenciados levando-se em consideração as características levantadas no momento da avaliação do projeto.

O setor produtivo também seria beneficia-se pela análise envolvida na etapa de identificação dos critérios pertinentes aos projetos. Um dos critérios avaliados trata diretamente da verificação do impacto produtivo envolvido no projeto. Caso seja identificado algum processo ou alguma operação pela qual o produto tenha de passar que ainda não é contemplado pelo sistema produtivo atual, antecipa-se a análise que identifica se o produto pode ser integrado ao fluxo atual ou se é necessária a inclusão de novas etapas ao processo para atender as características do produto novo.

Um outro exemplo de contribuição pode ser percebido no setor de compras. Neste caso, no momento da ordenação dos projetos, um dos fatores avaliados é a presença ou não de componentes novos necessários para a montagem dos chicotes elétricos. Este critério influencia diretamente o setor responsável pela aquisição de matéria prima, pois, se o componente em questão for identificado antes, o mesmo tem um tempo maior para ser adquirido o que minimiza a seu impacto sobre o prazo de entrega do produto final, já que boa parte dos componentes utilizados possuem um prazo de entrega médio de 90 dias.

As atividades realizadas pelo setor da Qualidade também sofreriam interferência caso a metodologia seja adotada. Com acesso a lista de classificação dos projetos, a realização do preenchimento da documentação referente ao Processo de Aprovação de Peças de Produção (PPAP) também poderia ser realizada na mesma ordem, além de ser possível adiantar etapas da documentação que não dependem da análise da peça física.

Além dessa vantagem relacionada com a documentação, poderia haver uma forma de cooperação entre a ferramenta e os apontamentos feitos pelo setor da Qualidade no que se refere aos registros de não-conformidades. Ao mesmo tempo que as informações referentes a estes registros podem auxiliar a identificar se o projeto que está sendo avaliado possui um histórico de problemas (critério considerado na avaliação do projeto), a avaliação de um projeto pode evidenciar que existe algum histórico de problemas com projetos da mesma família e, dessa forma, comunicar ao setor de inspeção para que possam tomar ações que minimizem a recorrência da causa da não conformidade no projeto atual.

Quanto aos reflexos percebidos pelo setor Comercial, pode ser ressaltado que, além de não ser estritamente necessária a presença do Diretor para a determinação da realização dos projetos, é possível mantê-lo informado qual a ordem em que estarão sendo executados os projetos e, caso seja necessário modificá-la, é possível visualizar como ficará a colocação dos demais projetos. Isto implica na melhora do nível de informação fornecida pelo setor de Engenharia de Produto para o setor Comercial, que pode fazer uso desta informação também para atualizar os clientes quanto ao *status* do andamento dos projetos.

Como pôde ser evidenciado, o impacto da implementação da metodologia de classificação de projetos poderia ser percebido em diversos setores da empresa. Embora possa representar uma etapa a mais no fluxo de desenvolvimento de produtos, as informações que podem ser aproveitadas desta etapa fazem com que este fato se torne quase imperceptível.

5 CONCLUSÃO

O objetivo deste trabalho foi aplicar uma ferramenta de classificação de projetos em uma empresa fabricante de chicotes elétricos. Para isso, foi organizado em quatro etapas e os principais resultados foram o levantamento de regras que influenciam na classificação de projetos, na pontuação destes critérios, na elaboração de uma planilha de classificação de projetos o que resultou em uma ferramenta capaz de classifica-los por meio de uma pontuação atribuída a cada um.

Para cumprir a esse objetivo, o trabalho foi organizado por meio de quatro objetivos específicos. O primeiro de elencar os critérios pertinentes a classificação de dos projetos, pode-se dizer que foi cumprido na sua totalidade. Isso pode ser evidenciado levando-se em consideração que foi realizada uma reunião com todos os integrantes do setor de Engenharia de Produto para que, baseando-se nos conhecimentos da equipe, fossem levantados os fatores determinantes para a ordem em que os projetos são executados.

Quanto ao objetivo específico de validar os critérios de classificação dos projetos é possível considera-lo como atendido. Evidencia-se o atendimento a esse objetivo na etapa seguinte a obtenção dos fatores relevantes a classificação dos projetos, onde foram levados ao Diretor Comercial – responsável por determinar a ordem em que os projetos são executados – os critérios de classificação para verificar se o mesmo estava de acordo com os tópicos levantados ou se havia algum a acrescentar ou retirar de acordo com a sua interpretação.

Já para o objetivo específico de avaliar e ponderar os critérios, também é possível observar o seu cumprimento total. Seu atendimento pode ser percebido com a realização das etapas de avaliação dos critérios validados por meio da ferramenta FMEA, bem como com a determinação dos pesos de cada critério e da posterior construção da planilha de classificação de projetos.

Da mesma forma que os anteriores, o objetivo específico de aplicar o método em um caso de análise foi alcançado em sua totalidade. Tal cumprimento é perceptível por meio da análise realizada após aplicação do método em um grupo de projetos selecionados, onde, posteriormente comparou-se com a ordem em que os projetos foram executados sem o uso da ferramenta. Com isso foi possível observar a funcionalidade do método para a situação em que foi aplicado e também os possíveis reflexos percebidos nos demais setores da empresa.

Tendo realizado todos os objetivos a que este trabalho se propôs, torna-se possível identificar aspectos positivos em se utilizar este método. Um destes aspectos, se refere a relativa simplicidade de aplicação do mesmo pois não necessita de um conhecimento aprofundado no

que se refere a gestão de projetos. Outro ponto positivo identificado é a questão da rapidez em que a avaliação é feita, o que para uma aplicação que envolve alta demanda de projetos é fundamental. Neste mesmo sentido, outra característica positiva, é o fato de que a forma de avaliação aplicada para todos os projetos é a mesma, tornando possível compará-los e classificá-los.

Em contraponto aos aspectos positivos, podem ser identificados também alguns fatores negativos relacionados ao método de classificação de projetos. Em situações onde a complexidade em determinar os critérios que impactam na classificação, ou quando eles não sejam identificados adequadamente, o resultado não terá a mesma qualidade comparado ao método devidamente aplicado. Também pode-se dizer que este método não é o mais adequado para aplicação em situações onde já exista um conhecimento consolidado referente a gestão de projetos pois, nestes casos a complexidade é maior, justificando o uso de métodos mais robustos de classificação.

Dito isso, é possível identificar sugestões de trabalhos futuros baseando-se na mesma temática. Um dos pontos que poderia ser acrescentado no método desenvolvido trata da questão do registro das avaliações feitas, ou seja, após concluir a avaliação, os critérios marcados ficariam salvo em um banco de dados de avaliação de projetos, com isso, as informações poderiam ser recuperadas caso fosse necessário em algum momento. Ainda, considerando-se a situação encontrada na empresa em que foi aplicado o método, poderia ser agregada a análise de demanda *versus* capacidade do setor de projetos, tornando possível a visualização da carga de trabalho para um determinado período em relação ao número de desenhistas disponíveis.

Além dessas possibilidades, podem ser realizados estudos de aplicação do método em outras empresas do mesmo ou de outro ramo de atividade a fim de evidenciar sua aplicabilidade nos diferentes tipos de situações onde é necessário estabelecer uma classificação das atividades a serem desenvolvidas. Em paralelo a esta aplicação, também poderiam ser feitos estudos comparativos deste método com relação a outros a fim de identificar o mais adequado para um determinado caso.

REFERÊNCIAS

- CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.
- CARVALHO, Marly Monteiro de; RABECHINI JUNIOR, Roque. **Fundamentos em gestão de projetos: construindo competências para gerenciar projetos**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2015.
- CAVALCANTI, Francisco Rodrigo P.; SILVEIRA, Jarbas A. N. **Fundamentos de gestão de projetos: gestão de riscos**. São Paulo: Atlas, 2016.
- CAVALHO, Kahan Monteiro de; PESSÔA, Leonel Cesarino. Classificação de projetos: um estudo da aplicação do método ahp. **Revista de Gestão e Projetos**, [s.l.], v. 3, n. 1, p. 280-298, 1 abr. 2012. University Nove de Julho.
- FOGLIATTO, Flávio Sanson; RIBEIRO, José Luis Duarte. **Confabilidade e manutenção industrial**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.
- HILLIER, Frederick S.; LIEBERMAN, Gerald J. **Introdução a pesquisa operacional**. 9. ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.
- LAUDON, Kenneth C.; LAUDON, Jane P. **Sistemas de informação gerenciais**. 11. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.
- LIMA, Maria Teresa de Araujo de; OLIVEIRA, Elaine Cristina Batista de; ALENCAR, Luciana Hazin. Modelo de apoio à decisão para priorização de projetos em uma empresa de saneamento. **Production**, [s.l.], v. 24, n. 2, p. 351-363, 17 set. 2013.
- LOBO, Renato Nogueirol. **Gestão da Qualidade**. São Paulo: Érica, 2010.
- LOESCH, Cláudio; HEIN, Nelson. **Pesquisa operacional: fundamentos e modelos**. São Paulo: Saraiva, 2009.
- MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. **Administração de projetos: como transformar ideias em resultados**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2014.
- PADOVANI, Marisa. **Apoio à decisão na seleção do portfólio de projetos: uma abordagem híbrida usando os métodos AHP e programação inteira**. 2007. 267 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- PADOVANI, Marisa; CARVALHO, Marly Monteiro de; MUSCAT, Antonio Rafael Namur. Seleção e alocação de recursos em portfólio de projetos: estudo de caso no setor químico. **Gestão & Produção**, [s.l.], v. 17, n. 1, p. 157-180, 2010.
- PINHO, Selma Foligne Crespio de. **Uma metodologia de apoio à decisão para priorização de projetos de tecnologia da informação**. 2006. 164 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos (Guia PMBOK)/Project Management Institute**. 6. ed. Newtown Square, Pensilvânia: Project Management Institute, Inc., 2017.

RABECHINI JUNIOR, Roque; MAXIMIANO, Antonio César Amaru; MARTINS, Vergilio Antonio. A adoção de gerenciamento de portfólio como uma alternativa gerencial: o caso de uma empresa prestadora de serviço de interconexão eletrônica. **Produção**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 416-433, dez. 2005.

TOLEDO, José Carlos de et al. **Qualidade: gestão e métodos**. Rio de Janeiro: LTC, 2017.

VARGAS, Ricardo Viana. **Utilizando a programação multicritério (AHP) para selecionar e priorizar projetos na gestão de portfólio: Programação Multicritério (AHP)**. 2010. Disponível em: <<https://ricardo-vargas.com/pt/articles/analytic-hierarchy-process/>>. Acesso em: 11 ago. 2018.

YIN, Robert K. **Applications of case study research**. 34. ed. Thousand Oaks, California: Sage Publications. 1993.

