

APLICAÇÃO DA ANÁLISE SUBVERSIVA PARA A DETERMINAÇÃO DOS REQUISITOS DE PROJETO

Thiago Bastos Fernandes (UFSC) thiago.bastos@posgrad.ufsc.com

Willian Carneiro de Oliveira (UTFPR) willian85@gmail.com

Marco Aurélio de Carvalho (UTFPR) marcoaurelio@utfpr.edu.br

Resumo:

Os requisitos dos clientes ditam a direção para o desenvolvimento de produtos mais novos, melhores e inovadores. As diversas metodologias de projeto em voga necessitam da maior quantidade possível de informações logo em suas fases iniciais, em que para produtos novos são utilizados métodos como pesquisas de mercado, aplicação direta da empatia e até mesmo brainstorming. Já para próximas gerações de um produto, a carga de requisitos e conhecimentos é mais completa, embasando melhores produtos, e tais conhecimentos são adquiridos por meio de métodos como *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA), *Causal Network Event Analysis* (CNEA) e *Fault Tree Analysis* (FTA). Uma recente pesquisa indicou que ao utilizar um método originado na Teoria da Solução de Problemas Inventivos (TRIZ), denominado *Anticipatory Failure Determination* (AFD), este apresenta benefícios quando comparado ao FMEA para o desenvolvimento de novos produtos. Deste modo, a presente pesquisa apresenta uma aplicação de tal método voltado à identificação dos requisitos técnicos e possíveis modos de falha do produto. Ao final, os resultados obtidos pela utilização do método foram comparados aos dados coletados literatura acadêmica. O objeto de estudo abordado foi uma cadeira de rodas, em que os participantes, sem conhecimentos prévios, analisaram a interface pessoa-sistema e, ao final, dados reais foram coletados para verificar se os resultados são factíveis. Com isso, foi identificado que a aplicação do AFD proporcionou resultados predominantemente semelhantes aos obtidos nos artigos científicos que abordaram o tema, demonstrando a eficácia do método.

Palavras chave: Análise Subversiva, Determinação Antecipada de Falha (AFD), TRIZ, Desenvolvimento de Produtos

Subversive Analysis as a customer's requests definition tool

Abstract

Customer requirements dictate the direction for the development of newer, better and innovative products. The various design methodologies in vogue require as much information as possible in the early stages, where new methods are used such as market research, direct application of empathy and even brainstorming. For the next generations of a product, the load of requirements and knowledge is more complete, supporting the development of better products, and such knowledge is acquired through methods like Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), Causal Network Event Analysis (CNEA) and Fault Tree Analysis (FTA). A recent academic research indicated that using a method originated by the Inventive Problem Solving Theory (TRIZ), called Anticipatory Failure Determination (AFD), presents benefits when compared to FMEA for the development of new products. Thus, this research presents an application of such a method aimed at identifying the technical requirements and possible modes of product failure. In the end, the results obtained by the use of the method were compared to the data collected from academic literature. The object of study was a wheelchair, in which the participants, without previous knowledge, analyzed the person-system interface and, in the end, real data were collected to verify if the results are feasible. With this, it was identified that the application of the AFD provided results predominantly similar to those obtained in the scientific and academic papers that approached the subject, demonstrating the effectiveness of the method.

Key-words: Subversive Analysis, Anticipatory Failure Determination (AFD), TRIZ, Product Development

1. Introdução

O desenvolvimento de produtos novos e melhores visa atender os requisitos dos clientes e, caso as demandas não sejam supridas, tais produtos podem não ser aceitos ou tornar-se obsoletos em pequenos períodos de tempo. Deste modo, pode-se entender que, quanto melhores forem as definições dos requisitos, maior será a chance de os mesmos serem atendidos.

As diversas metodologias de desenvolvimento de produtos desenvolvidas no Brasil – como por exemplo o PDP¹ e PRODIP² – apresentam, ao início do processo, as fases de projeto informacional e projeto conceitual, nas quais ocorre o entendimento do produto. Em tais fases existe a indicação de métodos específicos para atingir seus objetivos, dentre os métodos tem-se o QFD, o Brainstorming, a Análise Funcional e entrevistas com clientes (ROZENFELD et al, 2000; BACK, 2008; RODRIGUES et al, 2014).

Em fases mais desenvolvidas do projeto, quando já existe o protótipo ou o produto, são indicadas outras ferramentas para analisar e avaliar os produtos, sendo recomendada a utilização de métodos de análise de falhas como a Failure Mode and Effect Analysis (FMEA), a Fault Tree Analysis (FTA) e a Causal Network Event Analysis (CNEA) (DIAS et al. 2011).

O método FMEA, para Back (1983), apresenta grande utilidade na identificação da necessidade de modificação em projetos, uma vez que tal método auxilia na coleta de informações sobre o produto em si e consequências provenientes das falhas.

Essa maior riqueza de informações obtidas por meio do FMEA é fator decisivo em um projeto de produtos, porém, sua aplicação se restringe a fases avançadas do desenvolvimento, em que os custos relacionados à modificação e contingências de falhas são perdulários. De acordo com Huthwaite e Schneberger (1992), a cada fase que atrasa a identificação de uma falha, aumenta o custo de correção em um fator de até dez vezes.

Deste modo, pode-se compreender as ferramentas e os custos envolvidos em um projeto de desenvolvimento de produto, de forma simplificada, conforme ilustrado na Figura 1, em que foi utilizado o PDP (ROZENFELD et al, 2000) como modelo referência e foram relacionadas às ferramentas de identificação de requisitos e aos custos envolvidos nas alterações de projetos.

Compreendendo as informações contidas na Figura 1, se tornam evidentes os benefícios de trazer ferramentas de análise de falhas para fases iniciais do desenvolvimento de produtos. De certa forma, o que é buscado neste projeto é uma forma de prever falhas, mesmo para casos em que o sistema a ser desenvolvido ainda não exista ou seja protegido por registros de propriedade intelectual, ou seja, sem acesso ao sistema.

Uma forma de prever falhas é apresentada pela Teoria da Solução de Problemas Inventivos (TRIZ), em que os recursos disponíveis são utilizados em busca de gerar falhas em sistemas. A recente pesquisa desenvolvida por Silva (2017) abordou a aplicação do método da análise subversiva ou *Anticipatory Failure Determination* (AFD) para análise de falhas e, ao comparar os resultados aos obtidos pela utilização do FMEA, foram indicados melhorias e benefícios na utilização deste método. De certa forma, o AFD pode ser visto como uma predição de defeitos e falhas no sistema.

¹PDP – Processo de Desenvolvimento de Produto

² PRODIP – Processo de Desenvolvimento Integrado de Produtos

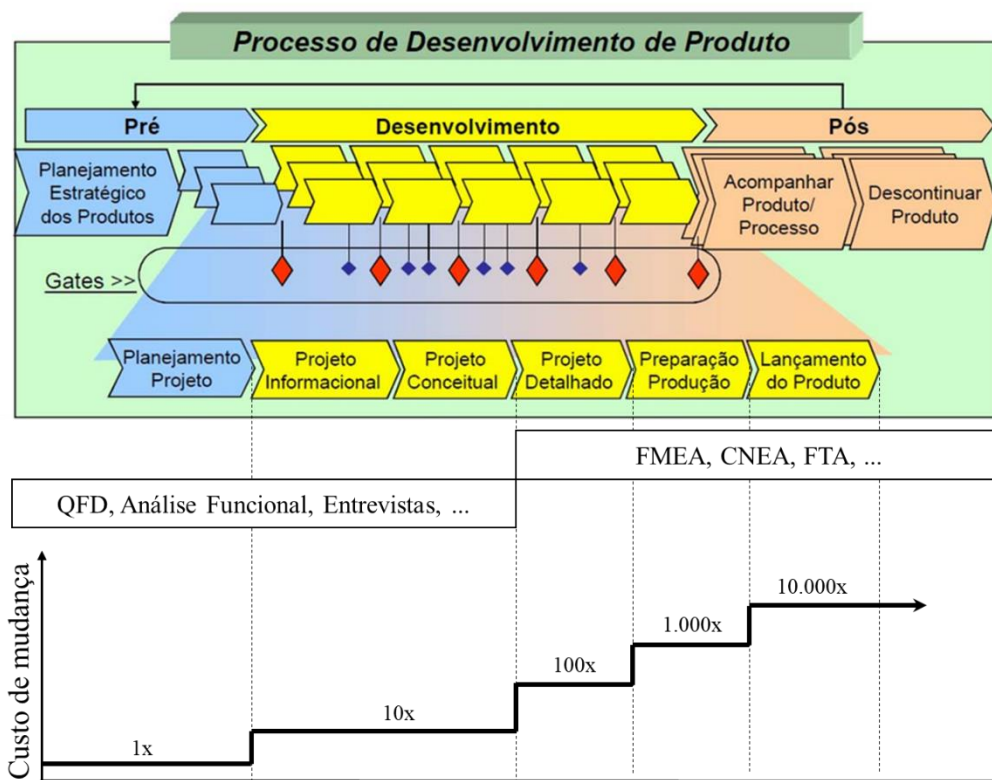


Figura 1 – Estágios do desenvolvimento de produto e os custos de mudança

Fonte: ROZENFELD et al. (2000)

Deste modo, a presente pesquisa visa apresentar o método e experimentar a capacidade do mesmo para a atividade de obtenção dos requisitos de projeto para um Sistema Técnico (ST) fora do limite de conhecimento dos desenvolvedores, sem a utilização de pesquisas de mercado e/ou entrevistas.

Devido ao impacto e importância social de tecnologias assistivas, um sistema técnico deste nicho foi abordado como objeto de estudo. Atualmente, tem-se discutido muito sobre o tema mobilidade urbana. De acordo com os dados do IBGE do ano de 2010, o Brasil possui mais de 13 milhões de habitantes com algum tipo de deficiência motora, o que representa cerca de 7% da população. Assim, o objeto de pesquisa escolhido foi uma Cadeira de Rodas Manual (CRM) e, através da aplicação do AFD, foram identificadas oportunidades de melhoria em seu projeto. O modelo de cadeira de rodas escolhido foi a cadeira do tipo manual conforme ilustrado na Figura 2, em que a movimentação é realizada pelo próprio usuário ou pelo cuidador, através de manoplas no encosto da cadeira.

Com as informações apresentadas, os próximos tópicos deste artigo têm a função de apresentar a TRIZ, o método AFD, seguido do procedimento para aplicação de tal método. Ao final, foi aplicado o método e, por meio de pesquisas na literatura acadêmica, os resultados foram correlacionados, visando identificar as capacidades de predição de falhas do AFD.

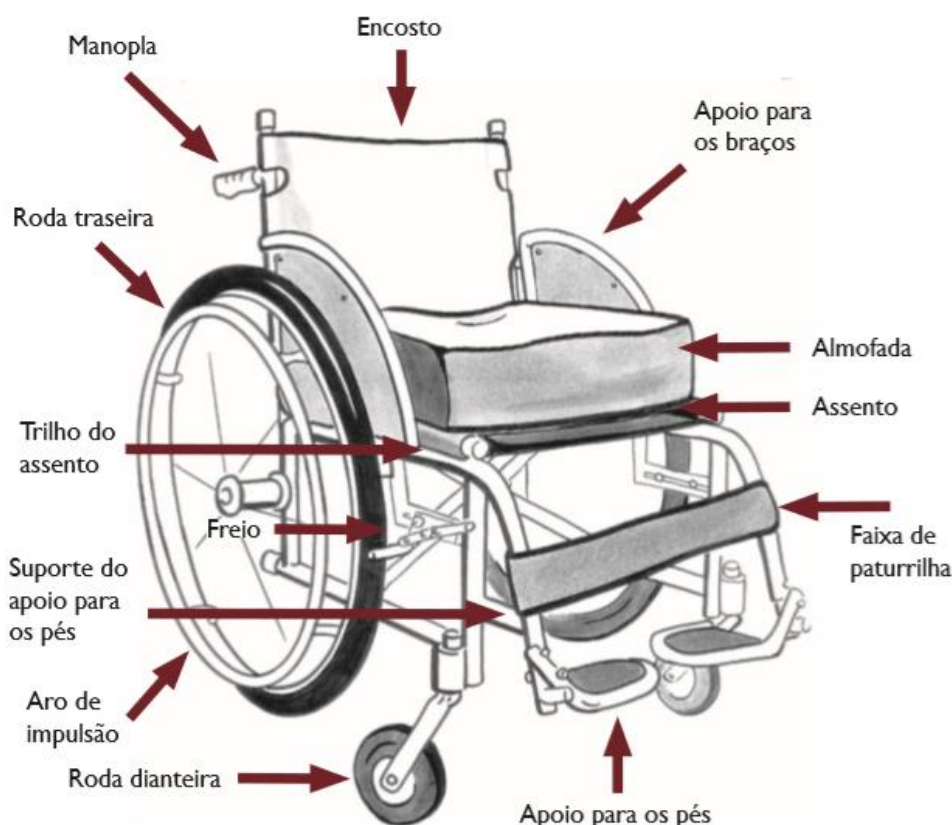


Figura 2 – Objeto de estudo abordado neste projeto

Fonte: Frost et al. (2012)

2. Revisão Teórica

A Teoria da Solução de Problemas Inventivos foi originada por meio de análise de patentes de sucesso – cerca de 200.000 inicialmente – por Genrich Altshuller e seus colaboradores, visando identificar correlações e meios que levaram ao sucesso, assim sintetizando da TRIZ, acrônimo para nome em russo Teoriya Resheniya Izobretatelskikh Zadatch (SMITH, 2003).

As correlações e pontos comuns da evolução foram então utilizados para a criação de conceitos – e.g. Tendências Evolutivas, Princípios da Separação e Curvas-S – e ferramentas – e.g. Matriz de contradições, Análise Su-Campo, Análise de Funções e Atributos, Padrões Inventivos e Análise Subversiva. A Matriz de Contradições Técnicas – MC – é a ferramenta mais utilizada da teoria, formada por 39 parâmetros de engenharia – PEs – que se conflitam e as intercessões apresentam insights – Princípios Inventivos, PIs – de possíveis caminhos para solucionar o problema em questão (GADD, 2011).

De acordo com Savransky (2000) todo o conhecimento adquirido pelo homem (exceto matemática e filosofia) pode ser classificado em três grupos: estudo de eventos da natureza, comportamento humano e objetos artificiais. A singularidade da TRIZ é que ela combina conhecimento desses três grandes grupos. Em suma, TRIZ é uma teoria sistematizada para a resolução inventiva de problemas baseada em conhecimento e orientada pelo homem.

A principal distinção entre o método da análise subversiva e as outras abordagens é que a AFD busca causar a falha, conforme descrito por Kaplan e ilustrado na Figura 3.

<u>Abordagem AFD</u>		<u>Abordagens Tradicionais</u>
• Como posso causar essa falha? • Que sequência de eventos devo promover para essa falha? • Quais recursos disponíveis posso utilizar para gerar essa falha?		• Como ocorreu essa falha? • Qual foi a sequência de eventos causou essa falha? • O que iniciou essa falha?

Figura 3 – Comparativo entre o AFD e as abordagens tradicionais

Fonte: Kaplan (1999)

O procedimento para subverter o problema, realizar a análise e propor novas soluções é composto por dez passos. Como este projeto visa a identificação das possíveis falhas que podem ocorrer em um sistema técnico, a análise foi limitada ao sexto passo, conforme será detalhado na próxima seção do artigo.

3. Metodologia

Conforme apresentado na introdução, o presente projeto tem por objetivo estudar a capacidade do método da análise subversiva para a atividade de identificar os requisitos técnicos em um sistema de pouca familiaridade aos desenvolvedores. Para tanto, o processo da análise é descrito conforme os passos um ao seis por Kaplan et al (1999) e detalhado no Quadro 1.

Quadro 1 – Etapas para elaboração da Análise Subversiva

Etapa	Etapa da análise	Descrição
1ª Etapa	Formular o problema original	Descrição da situação original associada ao fenômeno indesejado
2ª Etapa	Identificar o cenário de sucesso	Identificação dos resultados da ocorrência dos cenários, em que falhas são desvios do percurso ideal
3ª Etapa	Formular o problema invertido	Descrever a atividade de causar a falha
4ª Etapa	Identificar formas aparentes de deteriorar as funções úteis do sistema	Sendo estas dos tipos iniciais, médias ou finais
5ª Etapa	Identificar os recursos disponíveis que podem ser utilizados para gerar a falha	Listar os recursos disponíveis para posteriormente buscar a geração da falha
6ª Etapa	Utilizar as bases de conhecimentos	Consultar os <i>checklists</i> de possíveis fontes de perigo

Fonte: Adaptado de Kaplan (1999)

4. Aplicação da Proposta

Para a experimentação da proposta foram selecionados participantes com conhecimento em desenvolvimento de produto e sem familiaridade com o objeto de estudo, de forma a manter o ambiente controlado. O Quadro 2 apresenta brevemente os participantes do estudo, identificando a formação acadêmica, a área de concentração e a familiaridade com o objeto de

estudo. Para o quesito “Familiaridade ao objeto de estudo” os participantes identificaram a quantidade aproximada de horas que utilizaram o sistema.

Quadro 2 – Dados dos participantes da análise

Nome (acrônimo)	Formação Acadêmica	Área de Concentração	Familiaridade ao objeto de estudo
WO	Mestrando em Eng. Mecânica	Eng. Mecânica	0 horas
TF	MSc.	Eng. Mecânica	0 horas

4.1 Aplicação do Método AFD

A análises foram realizadas por participantes com nenhuma familiaridade com cadeira de rodas. Em sequência, os dados foram coletados com base nas falhas presentes no mundo real e comparados em busca de correlações entre falhas criadas e reais.

i. Formular o problema original

Como primeira etapa da análise os participantes foram requisitados a formular o problema original, com base no modelo descrito por Kaplan et al (1999), conforme apresentando na sequência.

*“Existe um sistema chamado **cadeira de rodas** para **permitir a movimentação de pessoas com dificuldades de locomoção**. Nós desejamos encontrar todos os efeitos indesejáveis possíveis ou falhas que podem ocorrer dentro do sistema, e identificar as formas na qual estes fenômenos indesejados podem ocorrer.”*

ii. Identificar o cenário de sucesso

Nesta fase da análise, com base na formulação do problema, foi elaborado o cenário planejado para a utilização da tecnologia. Tal cenário se caracteriza na Figura 4 pela curva denominada S_0 , na qual o usuário utiliza o sistema técnico sem sofrer danos ou ferimentos. De acordo com Kaplan et al (1999) qualquer situação de perigo – ou falha – representa um desvio ao longo de S_0 .

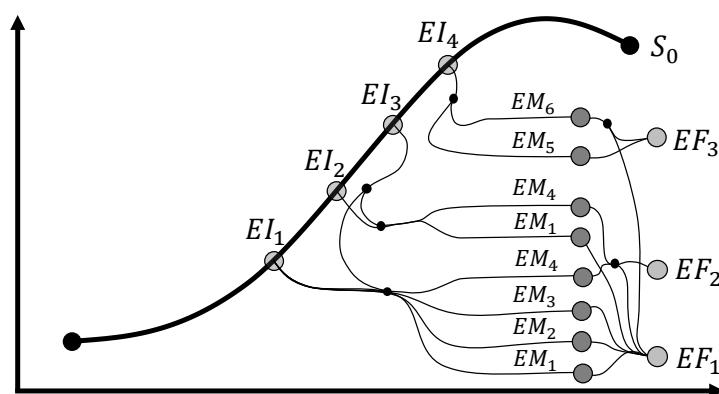


Figura 4 – Cenário planejado e as falhas do ST

Deste modo, foram identificados pelos participantes da análise Eventos Iniciais (EI), Eventos Médios (EM) dos tipos convergentes e divergentes e, por fim, Estados Finais da falha (EF). Os pontos em questão foram dispostos no Quadro 3, identificando a quantidade de ramificações de cada EI, EM e EF.

Quadro 3 – Identificação dos Eventos contidos na Figura 4

Tipo de evento	Identificação	Significado	Ramificações
Evento inicial (EI)	EI – 1	Propulsão da CRM	4
	EI – 2	Frenagem da CRM	2
	EI – 3	Manobras da CRM	6
	EI – 4	CRM estática	2
Evento médio (EM)	EM – 1	Danos aos ombros	1
	EM – 2	Danos aos braços	1
	EM – 3	Danos aos pulsos	1
	EM – 4	Danos às palmas das mãos	2
	EM – 5	Danos às nádegas	1
	EM – 6	Danos ao dorso	2
Estados finais (EF)	EF – 1	Dores	6
	EF – 2	Calos	1
	EF – 3	Escaras	2

Com a identificação da quantidade de ramificações, foi identificado pelos participantes que todos os eventos iniciais são relacionados às dores, sendo esse estado final o com maior quantidade de conexões. Porém, foi compreendido pelos participantes que a EF-3 (escaras) é a condição de maior dano aos usuários, uma vez que esse tipo de ferimento pode acarretar complicações de difícil tratamento. Com o exposto, os participantes foram guiados ao terceiro passo da análise.

iii. Formular o problema invertido:

Compreendendo o cenário de sucesso e suas ramificações indesejadas os participantes criaram a formulação invertida para o problema, conforme apresentado na sequência.

*“Existe um sistema chamado cadeira de rodas para **permitir a movimentação de pessoas com dificuldades de locomoção**. É necessário produzir todos os efeitos indesejáveis possíveis ou falhas que podem ocorrer dentro do sistema.”*

iv. Identificar formas aparentes de deteriorar as funções úteis do sistema, conforme apresentado no Quadro 4.

Quadro 4 – Formas aparentes para deteriorar o sistema

Estágio do evento	Identificação	Formas de intensificar o dano
Formas óbvias de intensificar	EI – 1 (Propulsão da CRM)	• Inclinação exagerada do pavimento
	EI – 2 (Frenagem da CRM)	• Coeficiente de atrito do pavimento
		• Inclinação exagerada do pavimento

nocivamente os eventos iniciais		Desaceleração longa
	EI – 3 (Manobra da CRM)	- Excesso de movimentos - Ausência de movimentos
	EI – 4 (CRM estática)	Defeitos no sistema
Formas óbvias de intensificar nocivamente os eventos médios	EM – 1 (Danos aos ombros)	- Excesso de força na movimentação - LER
	EM – 2 (Danos aos braços)	- Excesso de força na movimentação - Tendinite
	EM – 3 (Danos aos pulsos)	- Excesso de força na movimentação - LER
	EM – 4 (Danos às palmas das mãos)	- Calor gerado na movimentação - Ferimento nas mãos
	EM – 5 (Danos às nádegas)	- Excesso de tempo estático - Atrito com o assento
	EM – 6 (Danos ao dorso)	- Excesso de tempo estático - Atrito com o encosto
Formas óbvias de intensificar nocivamente os estados finais	EF – 1 (Dores)	- Cortes na pele - Postura inadequada - Excesso de força na movimentação
	EF – 2 (Calos)	- Cortes na pele - Posicionamento não anatômico da mão no aro da roda
	EF – 3 (Escaras)	- Ambiente úmido - Excesso de tempo estático
Cenários de risco óbvios	EI-1 ► Terreno irregular ► EM-1 ► EF-1	
	EI-2 ► Declive longo ► EM-4 ► EF-2	
	EI-3 ► Movimentos de rotação repetitivos ► EM-1 ► EF-1	
	EI-4 ► Longos períodos sem movimentação ► EM-5 ► EF-3	

v. Identificar os recursos disponíveis que podem ser utilizados para gerar a falha:

De acordo com Mann (2002), recursos são artefatos (ou coisas) disponíveis que não estão sendo utilizadas ao máximo. Deste modo, recursos podem ser compreendidos como qualquer coisa gratuita e/ou facilmente transformada, dentro ou nas imediações do sistema técnico.

Nesta etapa, os participantes identificaram os recursos disponíveis. Para tanto, Kaplan (1999) apresenta uma sequência de tipos de recursos a serem explorados. As indicações realizadas foram compiladas no Quadro 5.

Quadro 5 – Identificação dos recursos disponíveis

Tipo de recurso	Recurso	Descrição
1. Substância	1.1. Usuário do sistema	1.1.1. Pessoa portadora de necessidades especiais
	1.2. Cadeira de rodas	

		1.2.1. Assento da CRM
		1.2.2. Encosto da CRM
		1.2.3. Apoio para os braços da CRM
		1.2.4. Rodas dianteira e traseiras
		1.2.5. Aro de impulsão
2. Campo		2.1.1. Gravidade cria a força que segura a pessoa na cadeira
	2.1. Gravitacional	2.2.1. Inercia para início ou fim do movimento
	2.2. Energia cinética	2.2.2. Terrenos em desnível
	2.3. Energia do ambiente	2.3.1. Calor
		2.3.2. Frio
		2.3.3. Chuva
		2.3.4. Vento
		3.1.1. Pessoa na CRM estática
3. Tempo	3.1. Anterior a ação	3.2.1. Início do movimento
	3.2. Durante a ação	3.2.2. Movimento uniforme
		3.2.3. Desaceleração
		3.2.4. Manobras com a CRM
4. Funcional	4.1. Sistema do freio	4.1.1. Travamento das rodas da CRM
5. Sistêmico	5.1. Manutenção	5.1.1. Manutenção dos rolamentos
		5.1.2. Manutenção dos freios
		5.1.3. Manutenção do assento
6. Organizacional	6.1. Condição do pavimento	6.1.1. Condições dos pavimentos de movimentação da CRM
7. Elementos perigosos	7.1. Condições de trafego	7.1.1. Condições de acessibilidade
		7.1.2. Manutenção de pavimentos
8. Controle	8.1. Diferencial de movimento entre rodas traseiras	8.1.1. Regulagem manual de movimentos entre rodas traseiras para realizar curvas
		8.1.2. Regulagem de centro de gravidade para superar obstáculos

vi. Utilizar as bases de conhecimentos:

De acordo com Kaplan et al (1999) o método AFD apresenta onze *checklists* com função de tabular falhas passadas em uma forma que usuários possam considerar tais conhecimentos em problemas atuais. O Quadro 6 apresenta a identificação das onze listas, em que os participantes do presente projeto consultaram para identificar e formalizar as ações prejudiciais e, por conseguinte, os requisitos do projeto. Algumas das listas não foram utilizadas, pois os participantes não têm familiaridade com sistema em questão.

Quadro 6 – Componentes utilizados nas onze listas

Checklist	Orientação	Nome da lista	Componentes utilizados nesta pesquisa
1	Tipo de falha	Falhas funcionais típicas	Não aplicada
2	Tipo de falha	Impactos danosos típicos	Atrito dos aros das rodas nas palmas as mãos dos usuários Travamento das rodas devido a sujeiras nos rolamentos Falha do sistema de freios Ferimentos causados por atrito na palma das mãos Ferimentos causados na interface do assento com a pessoa Esforços nas articulações para movimentação
3	Tempo	Estágios típicos do ciclo de vida de um sistema técnico	Falhas e descuidos de manutenção Substituições de componentes por especificação errada Desgaste da almofada do assento
4	Espaço	Zonas tipicamente danosas ou frágeis em sistemas	Contato das mãos da pessoa no aro da roda do sistema Esforço nas articulações para movimentação Contato da pessoa ao assento da CRM
5	Tempo	Períodos de funcionamento tipicamente danosos	Não aplicada
6	Tipo de falha	Fontes típicas de alto perigo	Condições de pavimentação ruins Condições de terreno irregular
7	Tipo de falha	Distúrbios típicos em fluxos	Condição de aceleração do sistema Condição de frenagem do sistema Condição de manobra do sistema
8	Outras	Recursos típicos capazes de gerar impactos danosos	Forças relacionadas à fixação da pessoa na CRM Forças para vencer a inércia do sistema
9	Outras	Padrões de cenários típicos de falhas	Não aplicada
10	Intensificação da falha	Métodos de intensificar uma falha	Travamento das rodas Quebra do eixo das rodas Quebra do sistema de freios
11	Intensificação da falha	Meios de mascarar e esconder falhas	Não aplicada

Fonte: Adaptado de Kaplan et al (1999)

4.1.1 Possíveis requisitos identificados com a análise

Com a elaboração da análise, os dados coletados foram classificados, tendo os resultados apresentado no Quadro 7, em que foi identificado pelos participantes que os danos relacionados às mãos da pessoa foram os mais recorrentes ao decorrer da análise, porém foi ressaltado pelos mesmo que o tipo de ferimento mais grave é a formação de escaras.

Quadro 7 – Ações prejudiciais identificadas na Análise Subversiva

Classificação	Tipo de ação prejudicial	Fonte da ação prejudicial
1	Formação de escaras	Interface pessoa-assento
2	Formação de calos nas mãos	Interface mão-aro durante a aceleração, frenagem ou manobra da CRM
3	Dores nas articulações	Excesso de força exigido para a movimentação da CRM
4	Impedimento de movimentação por falhas no sistema	Falhas de manutenção

Desta forma, ao final da análise subversiva foram identificados e classificados requisitos. Tais requisitos formam o conjunto de “requisitos dos clientes”, conforme especificado no escopo desta pesquisa. Visando verificar a efetividade do método para este caso específico, foram coletados dados reais por meio de pesquisas na literatura acadêmica e propriedade intelectual.

4.2 Coleta de Dados Reais

As falhas e danos na interface sistema-homem para usuários de CRM foram identificadas na literatura acadêmica, os resultados foram compilados e estão identificados no Quadro 8.

Quadro 8 – Ações prejudiciais identificadas na literatura

Ações prejudiciais	População afetada	Fonte
Dores nos punhos	49-73%	Boninger et al (1999) Boninger et al (1997)
Dores nos ombros	31-73%	Mercer et al (2006)
Úlceras de pressão	36-50%	Apatsidis et al (2002)
Calosidade nas mãos	–	BR 202012012848 4
Subir e descer da cadeira de rodas	–	US5984334A

4.3 Comparação Entre Métodos

Com a elaboração da análise subversiva e coleta de dados na bibliografia foi possível realizar uma comparação entre os dados obtidos. Para realizar tal comparação o Quadro 9 foi elaborado, contendo à esquerda os dados reais e à direita os requisitos obtidos por meio da análise subversiva.

Quadro 9 – Comparação entre resultados

Dados obtidos na literatura	Dados obtidos na Análise Subversiva
Dores nos punhos	Dores nas articulações
Dores nos ombros	Formação de escaras
Úlceras de pressão	Formação de calos nas mãos
Calosidade nas mãos	Impedimento de movimentação por falhas no sistema
Subir e descer da cadeira de rodas	

5 Conclusão

O objetivo geral do presente estudo foi gerar requisitos de clientes para o processo de desenvolvimento de produto em casos em que os projetistas não têm conhecimento para com o sistema. As abordagens tradicionais indicam a utilização de pesquisas de mercado, entrevistas, aplicação direta da empatia e *brainstorming*, em que definições erradas de requisitos geram gradativamente mais custo ao projeto ao decorrer das etapas de desenvolvimento. Deste modo, foi aplicada a Análise Subversiva em que, ao identificar as funções do sistema e os recursos disponíveis, foram elaborados cenários de falha e identificados requisitos de projeto. Ao final, foram comparados os dados obtidos aos dados reais – identificados na literatura – e pôde ser observado que o método aplicado resultou, para este caso, em requisitos semelhantes. Ressalta-se que este estudo foi realizado num ambiente controlado e apresenta apenas um resultado preliminar da aplicação, com menor tempo dedicado à função, sem necessitar de especialistas, sendo um método melhor estruturado que o *brainstorming* e sem os custos de uma pesquisa de mercado.

Referências

- BACK, N. Metodologia de Projeto de Produtos Industriais. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1983.
- BACK, Nelson et al. Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem. Barueri: Malone, p. 435-482, 2008.
- DEMOGRÁFICO, IBGE Censo. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em, v. 3, 2010.
- DIAS, A., Calil, L. F. P., Rigoni, E., Sakurada, E. Y., Ogliari, A., & Kagueiama, H. A. (2011). Metodologia para Análise de Risco: Mitigação de Perda de SF6 em Disjuntores. Florianópolis: Studio S.
- GADD, K. TRIZ for Engineers: Enabling Inventive Problem Solving. John Wiley & Sons, 2011
- HUTHWAITE, B. E.; SCHNEBERGER, D. Design for Competitiveness: the Teamwork Approach to Product Development. USA, Institute For Competitive Design, 1992.
- KAPLAN, Stan et al. New Tools for Failure and Risk Analysis: an Introduction to Anticipatory Failure Determination (AFD) and the Theory of Scenario Structuring. Ideation International, 1999.
- MORAES, Helton Scheer de. Projeto Conceitual de Sistemas de Assento para Cadeira de Rodas: uma abordagem sistemática. 2009.
- RODRIGUES, Alessandro Roger et al. Desenho Técnico Mecânico: Do Planejamento do Produto ao Controle de Qualidade. Elsevier Brasil, 2014
- ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo. Gestão de Desenvolvimento de Produtos: uma Referência para a Melhoria do Processo. Editora Saraiva, 2000.
- SAVRANSKY, S D. Engineering of Creativity: Introduction to TRIZ Methodology of Inventive Problem Solving. CRC Press, 2000.
- SILVA, Renan Favarão da et al. Determinação Antecipada de Falha (AFD) para a Identificação de Falhas Potenciais no Projeto de Produtos: uma Comparação com a Análise de Modo e Efeitos de Falha (FMEA). 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
- SMITH, Emily M. From Russia with TRIZ. Mechanical Engineering, v. 125, n. 3, p. D18, 2003.