



## Exploração de depósitos de patentes relacionados a área da ferramenta de qualidade FTA

SANTOS, Paulo Franklin Tavares<sup>1\*</sup>; ESQUIVEL, Matheus Oliveira<sup>2</sup>;

SILVA, Dyego Moura<sup>2</sup>; CARNEIRO NETO, José Aprígio<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Sergipe – UFS;

<sup>2</sup> Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Sergipe – UFS;

<sup>3</sup> Coordenação de Informática, Instituto Federal de Sergipe – IFS;

\* Autor de correspondência. E-mail: p.franklintavares@gmail.com

### RESUMO

A Análise de Árvore de Falhas (FTA – Fault Tree Analysis) é uma ferramenta de qualidade que consiste em um processo lógico dedutivo, que a partir de um evento indesejado pré-definido, procura possíveis causas para esse evento, adotando medidas adequadas para enfrentá-los e saná-los, buscando dessa forma melhorar a confiabilidade dos processos e dos produtos. O FTA, em geral, tem o formato de um fluxograma para auxiliar nas tomadas de decisão. O presente trabalho teve por objetivo analisar a quantidade de depósitos de patentes associadas à ferramenta FTA efetuados nas principais bases de dados de patentes do Brasil e do mundo. As bases de dados utilizadas nessa pesquisa foram: a Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO), o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI) e o Escritório Europeu de Patentes (Espacenet). A metodologia utilizada nessa pesquisa contou com a utilização de palavras-chave, relacionadas à ferramenta de qualidade FTA, inseridas nos campos de buscas dessas bases de dados. Os resultados das buscas foram analisados, interpretados e comparados, gerando gráficos estatísticos que mostram o processo de inovação tecnológica desse ferramenta ao longo dos anos. Os dados obtidos nessa pesquisa mostram que a China e os Estados Unidos, foram os países que mais investiram em inovações tecnológicas relacionados à essa tecnologia, com 539 e 69 depósitos de pedidos de patentes respectivamente. O Brasil, por sua vez, quando comparado a esses países, apresenta uma baixa quantidade de pedidos de patentes nessa área de FTA, registrando apenas 01 depósito de patente relacionado à essa tecnologia na base de dados do INPI.

**Palavras-chave:** FTA; Inovação Tecnológica; Patentes.

### Exploration of patent filings related to FTA quality tool area

#### ABSTRACT

Fault Tree Analysis (FTA) is a quality tool consisting of a logical deductive process, which from a predefined unwanted event, looks for possible causes for that event, adopting appropriate measures to address it, and remedy them, thereby seeking to improve the reliability of processes and products. The FTA is usually in the form of a flowchart to assist in decision making. The present work aimed to analyze the number of patent filings associated with the FTA tool made in the main patent databases in Brazil and in the world. The databases used in this research were: The World Intellectual Property Organization (WIPO), the National Institute of Industrial Property (INPI) and the European Patent Office (Espacenet). The methodology used in this research relied on the use of keywords related to the FTA quality tool, inserted in the search fields of these databases. The search results were analyzed, interpreted and compared, generating statistical graphs that show the technological innovation process of this tool over the years. The data obtained in this research show that China and the United States were the countries that invested the most in technological innovations related to this technology, with 539 and 69 patent filings respectively. Brazil, in turn, when compared to these countries, has a low number of patent applications in this area of FTA, registering only 01 patent filing related to this technology in the INPI database.

**Keywords:** FTA; Technologic innovation; Patents.

## 1 Introdução

A ferramenta *Fault Tree Analysis* (FTA) foi criada por H. A. Watson, no início dos anos 60, na *Nokia Bell Labs*, conhecida na época como *Bell Telephone Laboratories* e tinha por objetivo analisar a confiabilidade de um sistema de controle de mísseis. Segundo Bando *et al.* (2015), após o trabalho inicial no *Bell Telephone Laboratories*, a Análise de Árvore de Falhas continuou a ser utilizada pela *Boeing Company*, onde foi aplicada nas técnicas de simulação de aeronaves tripuladas. Desde essa época os métodos utilizados pela FTA estão sempre em desenvolvimento, por serem um modelo de confiabilidade e de segurança em projetos.

A árvore de falhas pode proporcionar uma melhoria contínua nos processos de produção, direcionando para uma melhor direção em uma tomada de decisões. Na visão de Helman e Andery (1995), o FTA é conceituada como um método de análise de produtos e processos que permite uma avaliação sistemática e padronizada de possíveis falhas, formando e orientando medidas preventivas ou corretivas.

Segundo Batista *et al.* (2012), o FTA possui, na maioria das vezes, um formato em fluxograma, que permite analisar as interações dos processos, apresentando uma visão macro, adicionada à cálculos de probabilidade que auxiliam na tomada de decisão.

Para que uma organização possa se torna cada vez mais competitiva no mercado é preciso que a mesma utilize um sistema de prevenção cada vez mais eficiente, buscando ter sempre um diferencial competitivo junto ao seu mercado. Por sua vez, seus produtos devem ser entregues no mercado livre de qualquer problema de falha durante o seu processo de fabricação, garantindo dessa forma a maximização dos lucros.

Portanto, a ferramenta *Fault Tree Analysis* (FTA) é utilizada por essas organizações com o objetivo de analisar as possíveis causas e os riscos, que englobam toda a cadeia de produção, desde eventos associados com falhas por parte do projeto, até a expedição do produto.

A ferramenta de qualidade FTA é utilizada quando se deseja investigar todas as possíveis causas de um efeito indesejado em um processo ou projeto, seja na fase de implementação, seja em execução ou para manutenção da qualidade. Para Helman e Andery (1995), a ferramenta FTA é capaz de demonstrar uma correlação funcional perfeita entre uma falha e as suas possíveis causas.

Devido a ligação do FTA com a qualidade dos mais diversos ambientes (processos, projetos, produtos, acadêmicos, industriais, comerciais, público ou privado), a avaliação desta ferramenta é de suma importância, visto que o avanço de seu estudo proporciona uma maior confiabilidade da qualidade do produto ou serviço ofertado nas mais diversas áreas.

Logo, o presente trabalho tem por objetivo realizar uma investigação tecnológica dos depósitos de patentes relacionados ao uso dessa ferramenta, tendo como fonte de investigação os pedidos de patentes depositados nas bases de dados do Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), da Organização Mundial da Propriedade Intelectual (WIPO) e do Escritório Europeu de Patentes (Espacenet).

## **2 Metodologia**

Este estudo partiu da análise de artigos científicos, dissertações, teses e periódicos na área de FTA, tendo um caráter qualitativo e quantitativo. Em seguida, foi realizado uma busca de patentes em três bases de dados, o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), a World Intellectual Property Organization (WIPO) e a European Patent Office (Espacenet).

As buscas foram realizadas no mês de setembro de 2019, visando identificar depósitos de patentes que utilizam a ferramenta FTA, aplicados nos mais variados aspectos da indústria e dos institutos de pesquisa, seja no setor privado quanto público.

Como estratégia de busca utilizou-se palavras-chave inseridas nos campos “Título”, “*Front Page*”, “*Any Field*” e “Resumo”, das referidas bases de dados. As palavras-chave utilizadas nas buscas foram: “Estrutura De Análise De Falhas” e “*Fault Tree Analysis*”, dando ênfase aos pedidos de patentes relacionados à ferramenta objeto de estudo.

Após a coleta, os resultados obtidos nas buscas foram processados e tabulados em planilhas eletrônicas, gerando posteriormente gráficos estatísticos que possibilitem a visualização das tendências do desenvolvimento dessa ferramenta ao longo do tempo nessas bases de dados pesquisadas, identificando quem são seus principais inventores, os países que mais investem no desenvolvimento tecnológico dessa ferramenta, a evolução dos pedidos de patentes ao longo dos anos e os Códigos Internacionais de Classificação das Patentes que definem essa tecnologia nas bases de dados de patentes.

## **3 Resultados e discussões**

De acordo com as buscas realizadas nas bases de dados, foram identificados um total de 19.602 depósitos relacionados à essa tecnologia, mais para a análise dessa pesquisa, foi realizado um corte estratégico, destacando apenas os pedidos de patentes pesquisados através dos campos “Resumo”, “Título” e “Front Page” das bases de dados citadas. Essas buscas apresentam uma relação mais direta com o tema em questão. Com base nesses critérios de corte, foram analisados 784 depósitos de pedidos de patentes (ver Tabela 1).

Tabela 1 – Quantidade de pedidos de patentes relacionados à ferramenta FTA depositados nas bases de dados do INPI, WIPO e Espacenet

Palavras-chave	Busca	Quantidade de depósitos de patentes		
		INPI	WIPO	Espacenet
<b>Estrutura De Análise De Falhas</b>	“Título”	1	0	0
	“Resumo”	5	6	-
	“Resumo” ou “Título”	-	6	0
	“ <i>Front Page</i> ”	-	6	-
	“ <i>Any Field</i> ”	-	1.506	-
<b>Fault Tree Analysis</b>	“Título”	0	50	52
	“Resumo”	0	338	-
	“Resumo” ou “Título”	-	347	426
	“ <i>Front Page</i> ”	-	353	-
	“ <i>Any Field</i> ”	-	16.506	-
<b>Total</b>		<b>19.602</b>		

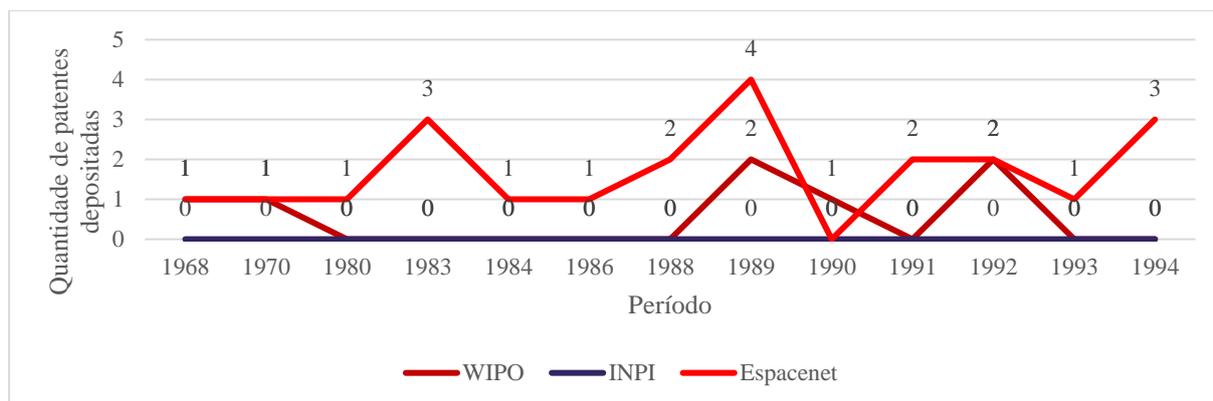
Fonte: Autoria Própria

### 3.1 Evolução anual dos pedidos de patentes

O primeiro pedido de patentes na área de FTA foi efetuado no ano de 1968, intitulado de “Falha circuito de endereçamento tolerante”. O depósito, foi efetuado pelo Estados Unidos, tendo como requerente a GEN ELECTRIC. Esse pedido de patente trata de uma memória supercondutora com uma pluralidade de linhas de acionamento para selecionar locais de memória. A patente segue a linha de FTA, a partir da ideia de utilizar o número de grupos de linhas fornecidas pelo equipamento através da análise de falhas anteriores.

No período compreendido entre os anos de 1968 a 1994, foi registrado um pico de pedidos de patentes, com 04 pedidos de patentes depositados na base da Espacenet no ano de 1989, sendo 02 desses pedidos efetuados pelos Estados Unidos e dois pelo Japão, como mostra a Figura 1. Esse pico ocorreu devido ao protocolo referente ao Acordo de Madrid, administrado pela Organização Mundial da Propriedade Intelectual (OMPI), adotado em 27 de junho de 1989, que alavancou o interesse de pesquisadores e da indústria pela busca de proteções das suas invenções (MESQUITA, 2016).

Figura 1 – Evolução anual dos pedidos de patentes relacionados à FTA entre 1968 e 1994

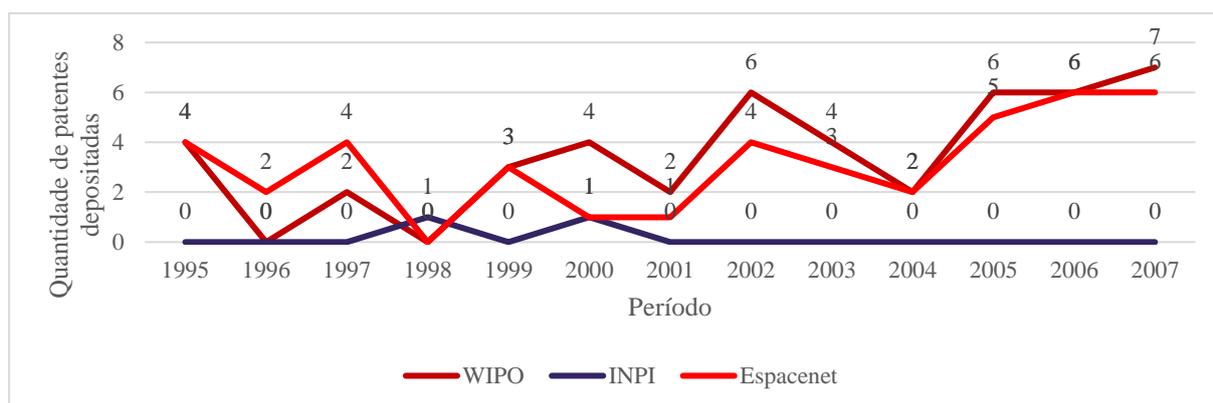


Fonte: Autorial Própria

Entre os anos de 1995 a 2007, foi registrado um novo pico de depósitos de pedidos de patentes relacionados à tecnologia de FTA. O pico foi identificado no ano de 2007, na base da WIPO, com 07 depósitos, sendo 02 desses depósitos efetuados pelo Japão, 02 pelos Estados Unidos, 01 pela Coreia do Sul, 01 pela China e 01 pela Alemanha (ver Figura 02).

Vale ressaltar que no ano de 2007, o Comitê de Concorrência, adotou um Conjunto de Ferramentas de Avaliação da Concorrência, buscando integrar e desenvolver uma metodologia de melhores práticas para avaliação da concorrência (ASSUNÇÃO, 2013). Essa metodologia estimulou os pesquisadores e inventores a buscar pela proteção de suas invenções junto aos órgãos de proteção de patentes.

Figura 2 – Evolução anual dos pedidos de patentes relacionados à FTA entre 1995 e 2007



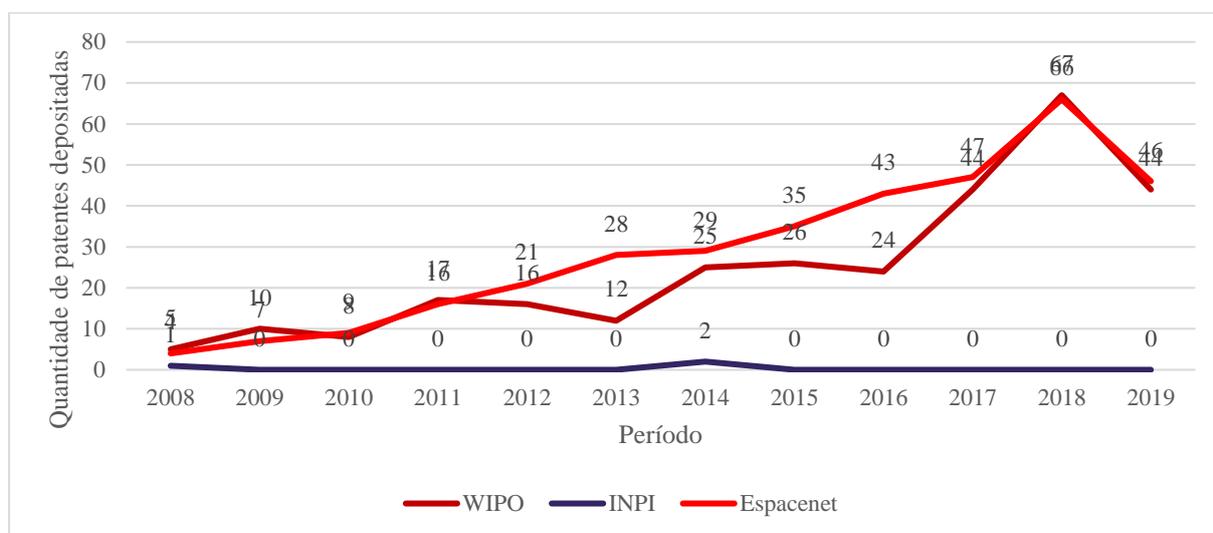
Fonte: Autorial Própria

No período de 2008 a 2019, observa-se um crescimento significativo no volume de depósitos de pedidos de patente relacionados à tecnologia FTA. O pico foi registrado no ano de

2018, com 67 depósitos (ver Figura 3). Esse cenário foi motivado pelo crescimento econômico mundial da ordem de 3,7% do Produto Interno Bruto global (EFE,2018).

Vale destacar que o Brasil não conseguiu acompanhar esse ritmo acelerado de produção tecnológica, devido à falta de incentivos no desenvolvimento de pesquisas nessa área tecnológica, tendo registrado apenas 02 depósitos de pedidos de patentes em 2014, na base de dados do INPI.

Figura 3 – Evolução anual dos pedidos de patentes relacionados à FTA entre 2008 e 2019

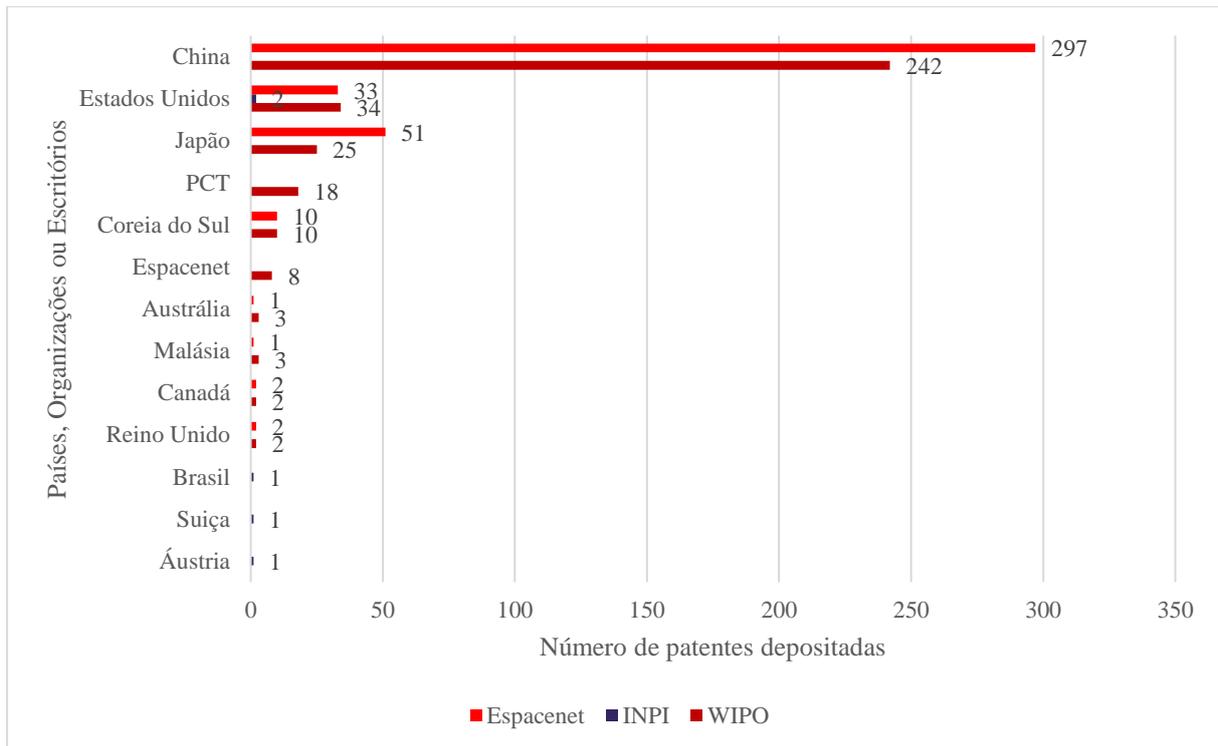


Fonte: Autoria Própria

### 3.2 Depósitos por países de origem

O ranking dos países com o maior volume de depósitos de pedidos de patentes relacionados à ferramenta de FTA é liderado pela China, com 539 depósitos, seguido pelo Japão, com 76 depósitos e pelos Estados Unidos, com 69 depósitos efetuados.

Figura 4 – Número de patentes depositadas por países, organizações e escritórios



Fonte: Autoria Própria

Na base de dados do INPI foram identificados apenas 05 depósitos de pedidos de patentes relacionados à tecnologia FTA, representando um quantitativo relativamente baixo em relação às outras bases de dados de patentes utilizadas nas buscas dessa pesquisa.

Vale destacar que a maioria desses depósitos foram efetuados por depositantes estrangeiros, residentes em outros países. O Brasil teve apenas um único depósito de pedidos de patentes relacionados à essa tecnologia efetuado por residentes no país.

Esse baixo volume de pedidos de patentes está relacionado com o nível de proteção intelectual oferecida por cada país. Especificamente no Brasil, o tempo de concessão de uma patente é muito elevado, desestimulando os inventores que desejam proteger suas invenções. De acordo com Maskus (2000), esse nível de proteção intelectual é analisado pelas firmas multinacionais, quando desejam investir em algum país.

Segundo Smarzynska (2004), a composição desses investimentos também é afetada por essas proteções. As multinacionais preferem implantar sua tecnologia em países que garantem essa proteção, em vez de países que não a garantem, neste último caso, elas simplesmente implantam canais de distribuição dos seus produtos.

### 3.3 Patentes Depositadas pelo Código Internacional de Patentes (CIP)

Para se ter uma melhor organização de qual área tecnológica a patente pertence e para se estabelecer a melhor forma de busca, foi-se criado o Código Internacional de Patentes (CIP) para classificar os pedidos. Nele as áreas tecnológicas são divididas em classe entre A até H como mostrado no Quadro 1 e também com subclasses, formando um sistema hierárquico.

Quadro 1 – A legenda deve possuir informações autossuficientes para seu entendimento

CIP	Descrição
A	Necessidades Humanas
B	Transporte ou Realização de Operações
C	Química ou Metalurgia
D	Têxteis ou Papel
E	Construções Fixas
F	Engenharia Mecânica, Iluminação, Aquecimento, Armas ou Jateamento
G	Física
H	Eletricidade

Fonte: WIPO (2019)

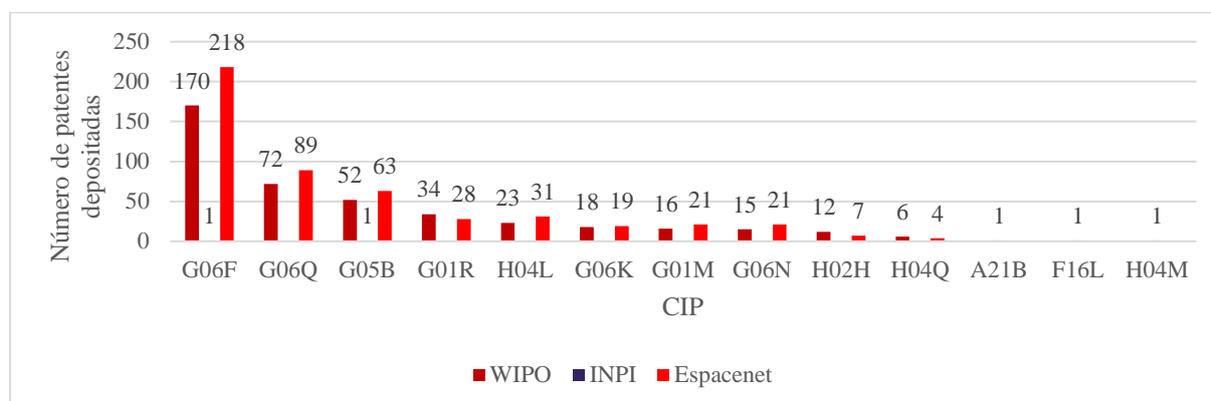
Diante do Quadro 1, é possível através da coleta de dados das bases de patentes em estudo na Figura 5 perceber que a classes presentes no estudo são G, H, A e F, ou seja, Física, Eletricidade, Necessidades Humanas e Engenharia Mecânica, respectivamente.

Observando a Figura 5 e a Tabela 2, pode-se perceber que a três maiores subclasse da área de FTA foram as seguintes siglas do CIP: G06F, G06Q e G05B. A sigla G06F teve o maior número de patentes com 42,24% (389 patentes depositadas), a qual está relacionada com Processamento de dados digitais elétricos.

A segunda maior possui relação com Sistemas ou métodos de tratamento de dados, especialmente adaptados para fins administrativos, comerciais, financeiros, gerenciais, de supervisão ou de previsão, sendo este G06Q com 17,48% (161 patentes depositadas).

Posteriormente, com o terceiro foi o G05B com 12,60% (116 patentes depositadas) e relacionado a área relacionada com sistemas de controle ou regulação em geral e elementos funcionais de tais sistemas.

Figura 5 – Número de patentes depositadas de FTA pela Classificação Internacional de Patentes – CIP



Fonte: Autoria Própria

Tabela 2 – Descrição das classificações CIP associada ao FTA

CIP	Porcentagem de patentes depositadas (%)	Descrição
<b>G06F</b>	42,24%	Processamento de dados digitais elétricos
<b>G06Q</b>	17,48%	Sistemas ou métodos de tratamento de dados, especialmente adaptados para fins administrativos, comerciais, financeiros, gerenciais, de supervisão ou de previsão
<b>G05B</b>	12,60%	Sistemas de controle ou regulação em geral; elementos funcionais de tais sistemas
<b>G01R</b>	6,73%	Medição de variáveis elétricas; medição de variáveis magnéticas
<b>H04L</b>	5,86%	Transmissão de informação digital
<b>G06K</b>	4,02%	Reconhecimento de dados; apresentação de dados; portadores de registros; manuseio de portadores de registros
<b>G01M</b>	4,02%	Teste de equilíbrio estático ou dinâmico de máquinas ou estruturas; ensaio de estruturas ou aparelhos, não fornecidos de outra forma
<b>G06N</b>	3,91%	Sistemas de computador baseados em modelos computacionais específicos
<b>H02H</b>	2,06%	Dispositivos de circuito de proteção de emergência
<b>H04Q</b>	1,09%	Selecionando comutadores, relés e seletores
<b>A21B</b>	0,11%	Fornos para padaria; máquinas ou equipamentos para assar
<b>F16L</b>	0,11%	Tubos; juntas ou conexões para tubos; suportes para tubos, cabos ou tubos de proteção; meios para isolamento térmico em geral
<b>H04M</b>	0,11%	Comunicação Telefônica

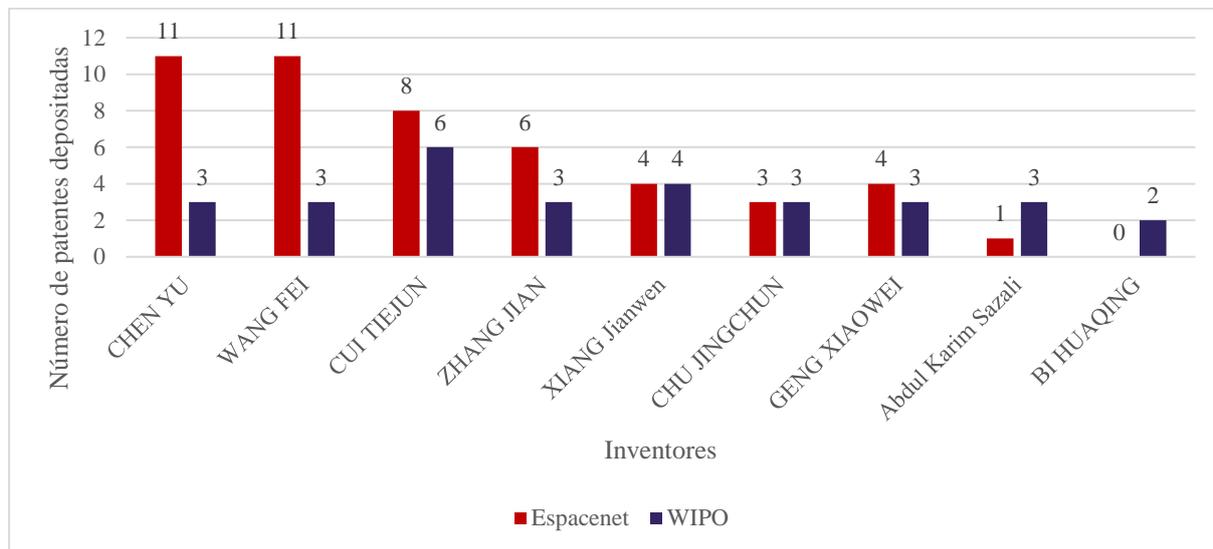
Fonte: Descrição adaptada de WIPO (2019)

### 3.4 Principais Inventores da Tecnologia

Com os dados obtidos durante a pesquisa foi possível observar quais os maiores inventores relacionados à FTA. Observando a Figura 6, com os dados dos inventores encontrados na WIPO e Espacenet, pode-se perceber que Chen Yu, Wang Fei e Cui Tiejun estão empatados em primeiro lugar e possuem um total de 14 patentes depositadas, sendo os 3 inventores, chineses. Em segundo lugar se encontra Zhang Jian, com 9 patentes depositadas,

sendo este também, da China, evidenciando o domínio chinês em patentes relacionadas à ferramenta.

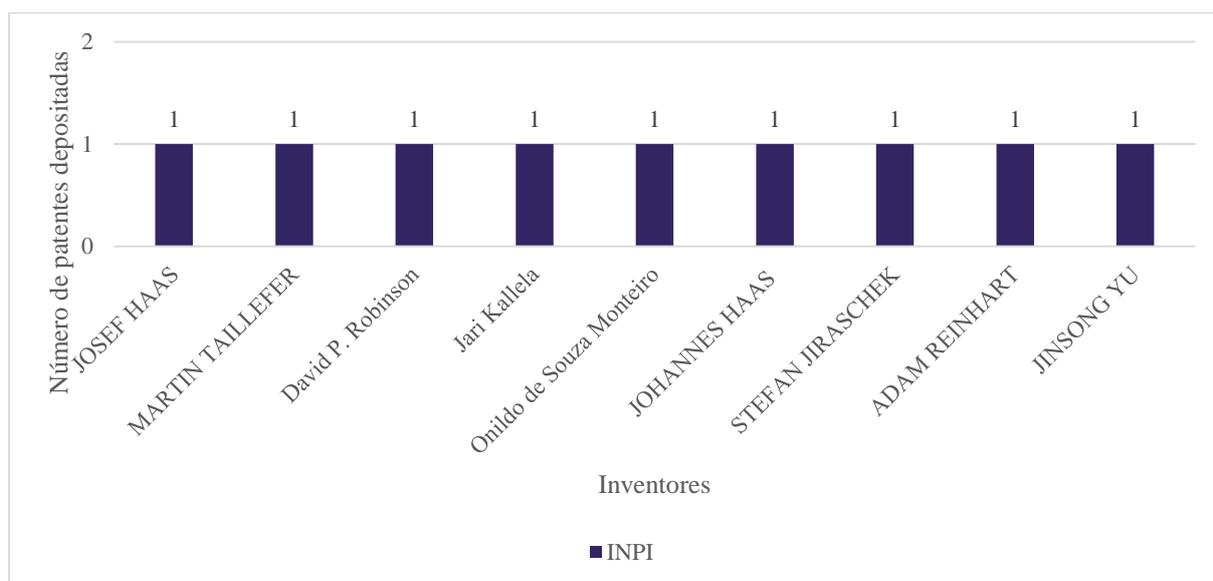
Figura 6 – Principais inventores relacionados à tecnologia de FTA nas bases da WIPO e Espacenet



Fonte: Esta pesquisa

Na Figura 7 podemos observar os dados sobre os inventores encontrados no INPI, contudo, todos possuem apenas 1 patente depositada. Isto pode ocorrer pelo fato desta base ser menos utilizada que as anteriores mostradas nesta pesquisa.

Figura 7 – Principais inventores relacionados à tecnologia de FTA na base do INPI



Fonte: Esta pesquisa

#### 4 Considerações finais

O presente artigo obteve resultados através de consultas realizadas nas principais bases de dados de patentes mundiais, ficou evidente que o maior número de patentes depositadas que utilizam a ferramenta FTA ocorreram no período de 2016 e 2019 na base de dados WIPO e no mesmo período na base europeia Espacenet. Os países que tem a liderança sobre depósito de patentes são: China, Estados Unidos e Japão respectivamente.

O código de Classificação Internacional de Patentes (CIP) define as buscas realizadas nas bases de dados de dados de patentes, e tem-se como destaque o código G06F com (42,22%) das patentes depositadas nas três bases principais. Além disso, existem também outros códigos identificados sobre a ferramenta como: G06Q com (17,52%), G05B (12,51%) que complementam o topo da tabela de classificação de patentes.

Dentre as bases pesquisadas existem alguns inventores que se destacam pelo número de patentes depositadas foram o Chen Yu e Wang Fei com iguais 14 pedidos de patentes.

A ferramenta *Fault Tree Analysis* (FTA) demonstrou neste trabalho um importante adicional ao controle estatístico de confiabilidade e segurança na tomada de decisões para as defesas de depósitos nas análises dos dados, além de proporcionar ao gestor dados que proporcionem metas a serem seguidas.

O Diagrama de Árvore proporciona também acesso ao controle de falhas intermediárias que na qual são de em suma importância para caracterização dos eventuais problemas decorridos com o produto.

Por fim, a pesquisa evidencia que o levantamento dessas patentes traz para os futuros depositantes e inventores que a inserção de novas tecnologias com essa ferramenta de qualidade facilita e agiliza as decisões a serem tomadas para criação de um produto ou processo. Dessa forma, é necessário que essas tecnologias desenvolvidas sejam protegidas mais rápido possível para garantir seu uso e comercialização pela empresa ou instituição que desenvolveu.

#### Agradecimentos

Agradecemos a Deus por ter dado forças para continuar nessa jornada acadêmica com o grupo de pesquisa. Ao professor José Aprígio Carneiro Neto, pelo empenho e ajuda na orientação dos meus trabalhos. A Universidade Federal de Sergipe, em especial ao Departamento de Engenharia Mecânica, pelo auxílio que dados aos alunos no desenvolvimento dos seus estudos.

## Referências bibliográficas

ASSUNÇÃO, Linara Oeiras. **ORGANIZAÇÃO DE COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE) E A MELHORIA DAS POLÍTICAS PÚBLICAS NO BRASIL**. 2013. Disponível em: <<http://www.publicadireito.com.br/artigos/?cod=612d1d91c87e0a19>>. Acesso em: 20 set. 2019.

BATISTA, B.D; GOMES, G.K; BALTAZAR, A.V. A árvore de falhas (FTA) como ferramenta para o alcance da excelência no processo de fornecimento de água quente por aquecedores solares. XXXII Encontro nacional de engenharia de produção. Rio grande do Sul, 2012.

BRAYNER, A. R. A.; MEDEIROS, C. B; PATIAS, J. Análise probabilística de árvore de falhas na gestão de segurança de barragens-bloco D28 da barragem de Itaipu. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE GRANDES BARRAGENS, XXVI., 2015, Foz do Iguaçu. Anais [...]. Paraná: [s. n.], 2015. p. 1-14.

EFE. **Crescimento da economia mundial alcançou seu máximo, diz OCDE**: Panorama apresentado pela OCDE em seu relatório semestral situa em 3,7% o aumento do Produto Interno Bruto global em 2018. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/economia/crescimento-da-economia-mundial-alcancou-seu-maximo-diz-ocde/>>. Acesso em: 23 set. 2019.

ESPAENET. **Espacenet**: Patent search. 2019. Disponível em: <[https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en\\_EP](https://worldwide.espacenet.com/advancedSearch?locale=en_EP)>. Acesso em: 15 set. 2019.

HELMAN, Horacio. ANDERY, Paulo Roberto Pereira. **Análise de Falhas (Aplicação dos Métodos de FMEA–FTA)**. TQC: Gestão Pela Qualidade Total – Série Ferramentas da Qualidade, v.11, 1ª Edição. Belo Horizonte: QFCO, 1995.

INPI. **Consulta à Base de Dados do INPI**: PESQUISA BÁSICA. 2019. Disponível em: <<https://gru.inpi.gov.br/pePI/jsp/patentes/PatenteSearchBasico.jsp>>. Acesso em: 15 set. 2019.

MESQUITA, Paula Andrea Roesse. **Análise da aplicação do protocolo de Madri para proteção internacional de marcas no Brasil**. 2016.

WIPO. **World Intellectual Property Organization**. 2019. Disponível em: <<http://ipc.inpi.gov.br/ipcpub/?notion=scheme&version=20170101&symbol=none&menulang=pt&lang=pt&viewmode=f&fipcpc=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes-es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>>. Acesso em: 15 set. 2019.