



Universidade Federal do Paraná
Programa de Pós-Graduação Lato Sensu
Engenharia Industrial 4.0



ALENON SCHULTZ FRAGOSO
ALESSANDER CIDRAL BOSLOOPER

TECNOLOGIAS DE INDÚSTRIA 4.0 APLICADAS EM SEGURANÇA
FERROVIÁRIA - PROJETO DVG - DETECTOR DE VIOLAÇÃO DE GABARITO

CURITIBA

2021

ALENON SCHULTZ FRAGOSO
ALESSANDER CIDRAL BOSLOOPER

**TECNOLOGIAS DE INDÚSTRIA 4.0 APLICADAS EM SEGURANÇA
FERROVIÁRIA - PROJETO DVG - DETECTOR DE VIOLAÇÃO DE GABARITO**

Monografia apresentada como resultado parcial à obtenção do grau de Especialista em Engenharia Industrial 4.0. Curso de Pós-graduação Lato Sensu, Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Pablo Deivid Valle

CURITIBA

2021

RESUMO

O estudo de caso aplicado numa ferrovia brasileira visa o aumento de segurança e diminuição de tempo de transito em suas linhas, dado que um acidente causa a paralisação do fluxo de trens. O principal objetivo é validar o gabarito quando houver um componente de vagão ferroviário ou uma carga desalinhada ao padrão do gabarito. A solução utiliza atividades baseadas na metodologia de gerenciamento de projetos, interligando conceitos de interoperabilidade de sensores com IoT e rádio frequência. Os sensores de roda e a laser foram interligados. Este sistema funciona localmente e estará sendo monitorado em tempo real com seus dados enviados para um banco de dados em nuvem (cloud) utilizando MQTT como protocolo. As simulações preliminares com 10 trens e diversos vagões foi de 100%, sem alarme falso e todos com alarme correto de violação. Este trabalho poderá ser utilizado e replicado para outras aplicações de segurança ferroviária como volumetria de carga, rolamento avariado, vagão sem freio, balanço e contagem de vagões.

Palavras-chave: Segurança ferroviária, IoT, Telecomunicações e Interoperabilidade.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas do processo de Análise <i>What If</i>	10
Figura 2. Logística e seus elementos principais.....	13
Figura 3. Volume de TKU transportado no Brasil.....	16
Figura 4. Tempo histórico e IoT.....	20
Figura 5. Sistemas IoT e sua arquitetura.....	20
Figura 6. Campos de aplicação dos sistemas IoT.....	21
Figura 7. Tríplice Restrição.....	27
Figura 8. Os relevantes agrupamentos de processos de PMBOK®.....	29
Figura 9. Fases estanques do cronograma.....	34
Figura 10. Relação do grau de incerteza contra impacto de risco.....	41
Figura 11. Demonstrativos dos riscos.....	42
Figura 12. Elenco das fases de administração de risco.....	44
Figura 13. Estrutura Analítica de Risco.....	45
Figura 14. Croqui de interoperabilidade.....	52
Figura 15. Arranjo de IoT.....	53
Figura 16. Placa Gerenciadora.....	54
Figura 17. Diagrama Elétrico.....	55
Figura 18. Áreas Calibradas.....	56

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Redução de Acidentes Ferroviários.....	6
Gráfico 2. Matriz de Transportes nos países em % de TKU.....	15

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Ferramentas de análise de risco.....	7
Tabela 2. Testes Simulados.....	57
Tabela 3. Matriz Taguchi.....	58

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	6
2. ANÁLISE DO RISCO DE ACIDENTES NO MODAL FERROVIÁRIO.....	7
3. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS	11
3.1 EMBASAMENTO TEÓRICO.....	12
3.2 GERENCIAMENTO DE OPERAÇÕES.....	14
3.3 MODAIS DE TRANSPORTE.....	15
4. TECNOLOGIAS SUGERIDAS.....	18
4.1 SISTEMAS UTILIZADOS NA LOGÍSTICA.....	19
4.2 A INTERNET DAS COISAS (IOT), E SUA APLICAÇÃO EM LOGÍSTICA.	19
5. PROJETOS E MODALIDADES GERENCIAIS.....	23
6. FERRAMENTAS DA EQUIPE GERENCIAL DO PROJETO.....	26
6.1 GUIA PMBOK® E QUESTÃO ESTRUTURAL.....	28
6.2 GUIA PMBOK® E MÉTODOS DE GERÊNCIA.....	30
7. ACERCA DA ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS NOS PROJETOS.....	39
7.1 VARIÁVEIS DE ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS.....	41
7.2 ETAPAS DA ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS.....	43
7.3 PLANIFICAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS.....	44
8. ELEMENTOS DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO.....	47
8.1 CONCEITOS, REFERÊNCIAS E METODOLOGIA.....	48
8.2 ARQUITETURA TECNOLÓGICA E EXPERIMENTAÇÃO.....	52
9. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
10. CONCLUSÕES.....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60

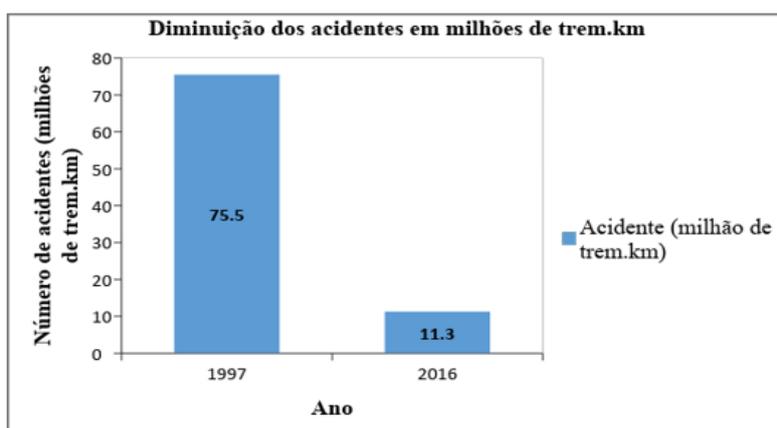
1. INTRODUÇÃO

O modal de transporte ferroviário foi concedido a iniciativa privada desde o ano de 1996, com as empresas em adesão a Associação Nacional dos Transportes Ferroviários, sob sigla (ANTF), a partir de então, na busca de aprimoramentos constantes em suas operações, com o fito de aumentar o volume de suas comercializações no decorrer do tempo histórico. Em consequência deste processo de otimização das operações ferroviárias, o modal pertinente atingiu o patamar de 503 milhões de toneladas transportadas no ano de 2016, em valor aumentativo em referência a 98,8%, desde a efetivação da concessão do modal então considerada, (ANTF, 2017).

É observado um elevado padrão de segurança no transporte ferroviário, em associação aos trabalhos da ANTF, ao emprego de novas tecnologias, processos de treinamento de pessoal, atividade de manutenção de maquinários e vias de passagem, além das campanhas de caráter regional de conscientização nas unidades escolares, passagens de nível e outras áreas que margeiam este mecanismo de transporte de mercadorias e serviços.

Tal elevação no padrão de segurança do modal ferroviário, objetiva-se a atingir o nível de segurança internacional observado para este sistema de transporte em particular. Como se observa no Gráfico 1, no exercício de 1997, ocorreram 75,5 acidentes por milhão de trens.km; em contradição ao ano de 2016, que apresentou um valor de 11,3 acidentes por milhão de trens.km; a representar uma diminuição superior a 85% no intervalo temporal de 19 anos, como informa a (ANTF, 2017).

Gráfico 1. Redução de acidentes ferroviários.



Fonte: (ANTF, 2017).

2. ANÁLISE DO RISCO DE ACIDENTES NO MODAL FERROVIÁRIO

No transporte de cargas ferroviário a análise de riscos cumpre função primordial, na condição de ferramenta que visualiza os perigos e riscos a ocorrer no traslado das cargas.

Este texto considera o exame das etapas de planejamento da análise de riscos, no afã de caracterizar o fator segurança no modal ferroviário de forma plena. Nos dias atuais, tem lugar variadas técnicas de avaliação de riscos, capazes de serem empregadas na proporção dos resultados que se deseja obter, dentro de caracteres de conotação qualitativa, quantitativa ou semi-qualitativa, (DINIZ, 2019).

A análise de risco de cunho qualitativo dá margem a dados de característica subjetiva, com o propósito de entender o comportamento de certo grupo alvo. No processo de análise semi-qualitativo, se empregam faixas de índices ou qualificações para as variáveis identificadas, com estruturação do fator de risco por agrupamentos homogêneos, (DINIZ, 2019).

Por seu turno, a análise de risco quantitativa emprega os valores numéricos para classificar o rol de probabilidades de ocorrência de acidentes e as consequências derivadas, (MIGUEL, 2020). Os sistemas de análise de risco são considerados na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1. Ferramentas de análise de risco.

<i>What-IF</i>	Qualitativa	Identifica os riscos a partir de perguntas contendo “e se...?”	Propõem recomendações a partir das respostas às questões formuladas.	<ul style="list-style-type: none"> - Método de fácil aplicação; - Adaptativa, podendo usar para projetos ou operações; 	<ul style="list-style-type: none"> - Questionamentos devem ser alinhados ao processo; - Necessita de equipe conhecedora do processo; - Pode necessitar de apoio de outras técnicas para a conclusão da análise.
Análise Preliminar de Perigos (APP)	Qualitativa/ Quantitativa	Identifica os perigos / riscos de forma inicial;	Propõem ações de prevenção e/ou eliminação do perigo/risco;	<ul style="list-style-type: none"> - Necessidade de análise prévia dos dados; - Gera classificação dos perigos/riscos identificados; 	<ul style="list-style-type: none"> - Estudo prévio, podendo gerar informações generalistas; - Requer maior tempo para a execução de todo o método;
Modos de Falhas e Efeitos - FMEA	Qualitativa/ Quantitativa	Realiza uma análise das possíveis falhas que podem ocorrer e seus efeitos.	Propõem ações de prevenção e/ou eliminação do perigo/risco;	<ul style="list-style-type: none"> - Método de fácil aplicação; - Técnica padronizada; - Pode analisar subsistemas; 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode analisar falhas não perigosas; - Técnica muito demorada; - Não considera combinação de falhas;

Fonte: (DINIZ, 2019).

A literatura indica que, na investigação dos fatores de risco observados no sistema ferroviário, o processo de análise *What If* se mostra como o mais adequado para estudar as operações de âmbito ferroviário. O fator principal da escolha desta técnica reside na facilidade de adaptação, e a estruturação do processo analítico de risco em conformidade a modelagem necessária, (DINIZ, 2019).

Também, em razão dos poucos estudos existentes na literatura sobre as operações no sistema ferroviário, a análise *What If* cumpre a função de bem sinalizar o gerenciamento de risco em conformidade as técnicas laborais solicitadas, (BILHEIRO, 2019).

Na atualidade, conforme o relatório de conotação executiva do Anuário do Sistema Ferroviário, (ANTT, 2018), os patamares de acidentes ferroviários atingiram o valor de 85% nos últimos anos. Mas, ainda se observam discrepâncias entre as companhias que operam no sistema ferroviário, com cenário mais pessimistas em termos da ocorrência de acidentes na linha ferroviária.

Para facilitar a análise dos fatores de risco ferroviário identificados, se utiliza a classificação de (GOLD, 1998), cujo mérito reside na apresentação dos agrupamentos de riscos principais relativos a segurança ferroviária.

No cômputo dos fatores de risco de acidentes ferroviários, tais perigos vêm a receber terminologias das situações contribuintes. A seguir são descritos os fatores comumente relacionados com eventos de risco da forma:

- a) Fator humano: eventos vinculados ao comportamento do cidadão envolvidos com o acidente;
- b) Fator relativo aos trens: faz referência ao estado de conversão ou operação da unidade de transporte, que contribuem para a ocorrência do acidente;
- c) Fatores de meio ambiente e estado da via férrea: tem vínculo com o estado de conservação da via férrea e suas características de conformação, sinalização e demais variáveis de entorno da via férrea;
- d) Fator institucional e social: tem relação com os caracteres de regulamentação, gerenciamento da via férrea, regulamentação e outros que possam incidir na ocorrência do acidente (DINIZ, 2019).

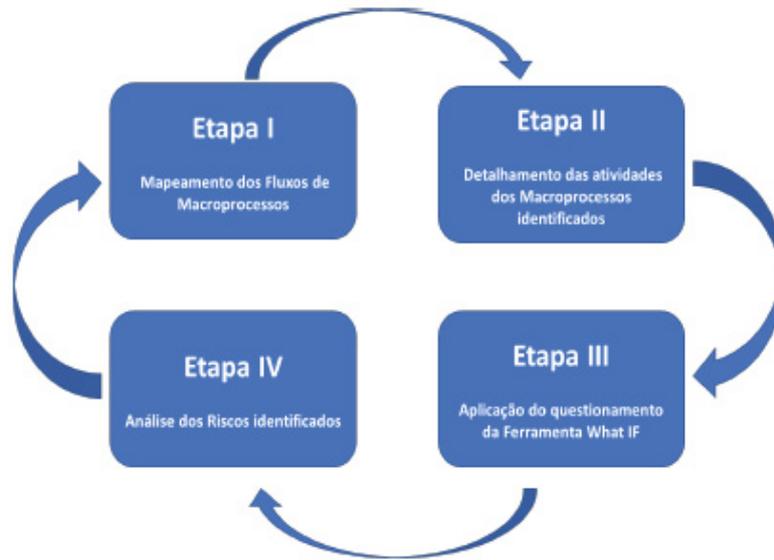
Para classificar a identificação de riscos, se emprega o conteúdo disponível na Norma Regulamentadora (NR 09), com a realização de adaptações, de modo a considerar como fatores de risco:

- a) Risco físico: as várias formas de energia e modo de exposição do trabalhador a estas, quais sejam, vibrações, ruídos, pressões e temperaturas elevadas, radiações de ionização ou não ionizantes, assim como exposição a ultrassom ou infrassom;
- b) Risco químico: exposição do trabalhador ferroviário a substâncias, compostos e produtos químicos variados, com capacidade de penetração no organismo pelas vias áreas, na condição de poeiras, névoas, fumos, gases, neblinas ou vapores, ou por teor de emissão de radiação venha a causar efeito deletério a saúde em virtude sua absorção pela pele, ou mesmo ingestão em alimentos contaminados;
- c) Risco biológico: contato com bactérias, parasitas, fungos, bacilos, vírus, e outras espécies afins;
- d) Risco de acidente: neste campo se enquadram todos os fatores a causar perigo para o trabalhador do sistema ferroviário, afetando sua integridade em termos físicos ou morais. Como fatores de risco é lícito citar: arranjo de maquinário deficiente, equipamentos de trabalho sem proteção, ferramentas com defeito ou inadequadas, exposição a eletricidade, explosão química ou incêndio, animais peçonhentos, alocação inadequada de produtos químicos e outros, (FIOCRUZ, 2012);

O instrumento analítico empregado no desenvolvimento do método *What If* consiste na montagem de um questionário com suas respostas pertinentes, como mostra a Tabela 1, que foi extraído do trabalho de (MUNIZ, 2017), com acertos pertinentes. Via de regra, análise dos fatores de risco tem lugar na observação das operações de rotina em estação ferroviária.

Com o fito de facilitar didaticamente a rotina de análise dos fatores de risco relativos a aplicação da técnica *What If*, o método via de regra é dividido em quatro etapas, trazendo facilidades para o acompanhamento dos trabalhos, como se observa na Figura 1 a seguir.

Figura 1. Etapas do processo de Análise *What If*.



Fonte: (DINIZ, 2019).

Na etapa I se realiza o mapeamento de fluxo associado a macroprocessos, com o levantamento de tais fluxos no decorrer das operações ferroviárias, assim como a interpretação dos limites associados a cada macroprocesso em particular; com o propósito de determinar quais os caracteres de escopo do projeto ferroviário contribuem para o fator segurança de operação, (MIGUEL, 2020).

Na etapa II se processa o detalhamento dos trabalhos dos macroprocessos sinalizados, buscando detalhar qual macroprocesso elencado na etapa I, dá margem a um melhor aperfeiçoamento do projeto da via ferroviária, cumprindo papel de relevância na análise dos riscos do planejamento da linha férrea, (DINIZ, 2019).

Já na etapa III, se aplica o questionário da ferramenta What If, composto de perguntas relativas ao fator de segurança das operações ferroviárias, que servem para todo um processo de discussão. As atividades sob identificação na etapa II, em forma de mapeamento serviram de base na construção do questionário, dando margem a identificação dos perigos possíveis que o trabalhador ferroviário se expõe em seu cotidiano laboral, permitindo a montagem de uma matriz de riscos, (BILHEIRO, 2019)

Por fim, na etapa IV se faz a análise dos riscos sob identificação, com uma leitura crítica das variáveis de risco, com base nas informações obtidas no questionário do método *What If*, (DINIZ, 2019).

3. GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

Um dos maiores desafios a serem vencidos pelo moderno gerenciamento da cadeia de suprimentos, tem sido a incorporação de novas tecnologias, tendo em vista que o atual nível de exigência em termos de eficácia e eficiência atualmente buscados por esses administradores é muito mais alto, em decorrência da alta competitividade do setor.

Uma vez que a utilização de processos auxiliares na atividade de transportes não é novidade, convive-se hoje com a expectativa de que os novos profissionais de logística dominem a sua utilização de maneira proativa. Um dos bons processos auxiliares, tem sido o redespacho de mercadorias. No segmento de transportes, o redespacho é uma prática usual, que ocorre quando uma empresa transportadora é contratada para prestar determinado serviço de transporte de materiais e opte por prestar somente parte desse serviço, repassando a outra transportadora ou transportador autônomo o cumprimento do trajeto a ser percorrido até o destino final, (PELIZZARO, 2017).

A atual rede de transportes, muito capilarizada, oferece o campo mais produtivo para essa estratégia, porém, faz-se necessário um planejamento muito acurado para que os parâmetros de operação e de confiabilidade sejam alcançados, (PELIZZARO, 2017).

Uma das soluções encontradas, foi a utilização em larga escala de dispositivos de controle e rastreamento sem contato humano, entre os quais o RFID (*Radio-Frequency Identification*) ou identificação por rádio frequência. O RFID é um tipo de tecnologia de identificação automática, que consiste em objetos identificados de forma estruturada. Com a utilização de ondas de rádio, um dispositivo de leitura faz a captura automática os dados contidos no microchip, permitindo que estes sejam, então, processados, (MACAULAY, BUCKALEW e CHUNG, 2015).

Os vários tipos de meios de transporte utilizados na maioria dos transportadores estabelecidos exigem um grau avançado de conhecimento desta estratégia, para que possam entregar a eficiência esperada, bem como a redução dos custos, via economia de mão de obra, possibilidade de se integrar e racionalizar os processos e permitir a redução dos valores de seguro. Uma logística bem aplicada e entendida ajuda a empresa na redução de custos e aumenta o valor dos produtos ou serviços oferecidos ao cliente, (MACAULAY, BUCKALEW e CHUNG, 2015).

O presente trabalho tem como característica ser do tipo pesquisa exploratória, pois busca reunir informações a respeito do assunto abordado, tendo por finalidade definir, buscar a compreensão e a extensão do problema. Segundo (GIL, 2008), este tipo de pesquisa visa fornecer uma nova visão sobre uma determinada situação, e tem como foco desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias. A abordagem que caracteriza este texto é do tipo qualitativa.

3.1 EMBASAMENTO TEÓRICO

a) Definição de Logística

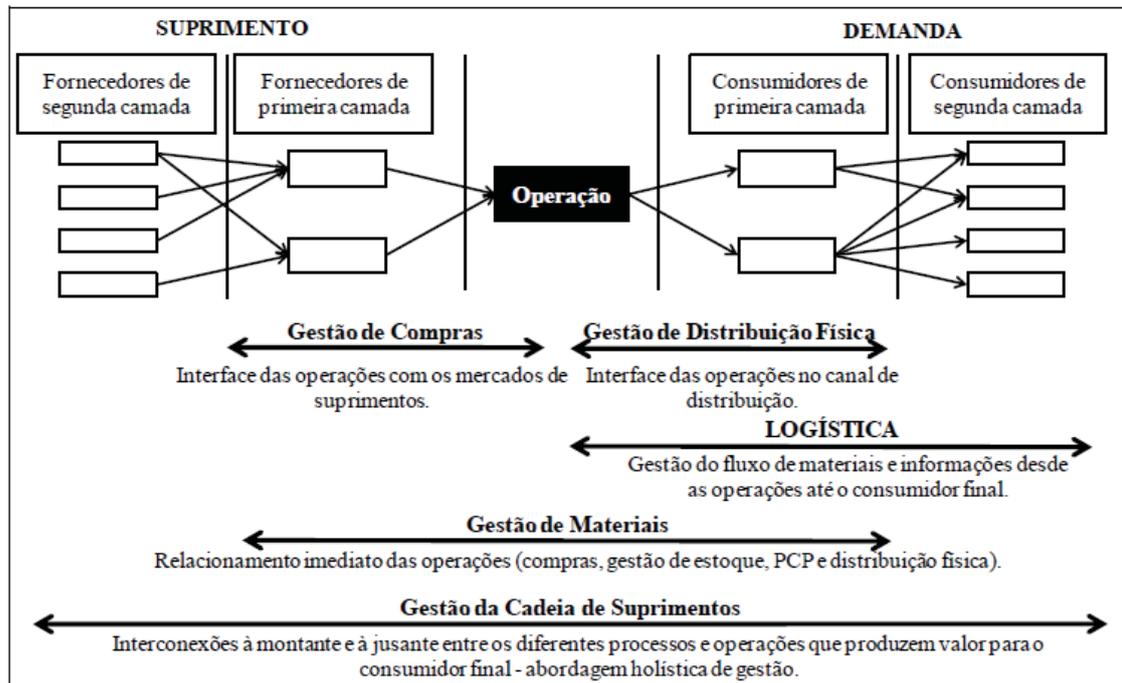
“A logística é singular: nunca para! Está ocorrendo em todo o mundo, 24 horas por dia, sete dias por semana, durante 52 semanas por ano. Poucas áreas de operação envolvem a complexidade ou abrangem o escopo geográfico característicos da logística. O objetivo da logística é tornar disponíveis produtos e serviços local onde são necessários, no momento em que são desejados. “ (BOWERSOX e CLOSS, 2001 p. 19).

Para Xenos (1998) a sociedade tem dependido cada vez mais de produtos e serviços mecanizados e automatizados, em que o trabalho humano vem sendo substituído pelo trabalho das máquinas, por este, garantir maior produtividade e conseqüentemente mais competitividade, possibilitando produzir melhores produtos, em grandes volumes e a custos reduzidos.

A Logística de transporte é fundamental para toda empresa que precisa fazer com que seus produtos cheguem aos seus clientes no momento certo, sem contratempos ou prejuízos, (XENOS, 1998).

Através da logística nos transportes, a empresa obtém diversas vantagens tanto no setor econômico, quanto através da sua marca aos olhos dos clientes. Dentro dessas vantagens encontra-se: otimização do tempo, redução de avarias nas mercadorias, diferenciação entre os concorrentes, diminuição de custos, entre outros, (CARVALHO, 2012). A Figura 2 traz os elementos de relevância no campo da Logística.

Figura 2. Logística e seus elementos principais.



Fonte: (NOVAES, 2004).

As operações logísticas se fazem presentes em todas as ações de desenvolvimento de projeto, promovendo o controle de estoque, a maximização dos lucros, a redução dos custos operacionais, permitindo uma evolução eficaz do estado da arte dos negócios da organização, ocupando a logística um lugar de destaque nas preocupações da administração, conduzindo as atividades empresariais com eficiência e segurança operacional.

Conforme (NOVAES, 2004), a logística pode ser definida como um modo de planejamento, execução do controle do fluxo de mercadorias acabadas, do estoque empregado no processo produtivo, da armazenagem de matéria-prima, e das informações relativas a tais, desde o ponto de partida do processo produtivo até as ações de consumo dos bens e serviços, atendendo em toda esta escala o requisito de satisfazer o cliente em potencial.

Na ótica de (NOVAES, 2004), o desenvolvimento da logística centra-se em três aspectos, a saber, o transporte, a distribuição e a armazenagem; a adição destes três itens num panorama integrado de operações gera um conjunto chamado de logística. Caso não haja um procedimento administrativo que proceda a integração cabal dos citados aspectos, pode haver uma ruptura de desarranjo das informações conduzindo

a elevação dos custos operacionais pertinentes a uma dada operação logística particular.

Segundo (CARVALHO, 2012), a terminologia logística tem fulcro nas operações militares, sendo desenvolvida para alocar os recursos necessários, na posição geográfica, horário e quantidade necessária para permitir as vitórias nas batalhas.

Conforme (CARVALHO, 2012), a logística constitui uma ferramenta que promove a redução dos custos operacionais, na mesma proporção que eleva o percentual de lucro da organização empresarial, promovendo ações de gerenciamento de todos os processos pertinentes ao abastecimento da cadeia de suprimentos para que haja um fluxo positivo de bens e serviços, em condição de máxima eficiência e custo operacional minimizado.

Numa perspectiva histórica, a logística surge como um carro de batalha das empresas na busca da otimização de suas operações de transporte, distribuição, manutenção, armazenagem etc., dos materiais no prazo certo e no local previamente destinado.

3.2 GERENCIAMENTO DE OPERAÇÕES

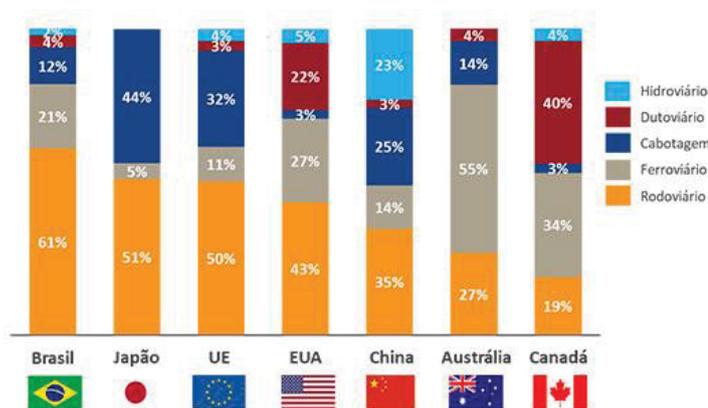
Entre as diversas atribuições esperadas de uma operação de transporte e distribuição de materiais, temos a eficiência e a eficácia. Eficiência e eficácia são palavras semelhantes e, muitas vezes, consideradas sinônimos. No entanto, existem diferenças sutis na definição e utilização de ambos os termos. A eficiência seria o ato de “fazer certo as coisas”, enquanto que a eficácia consiste em “fazer as coisas certas”, segundo (CARVALHO, 2012).

Levando esta definição adiante, o controle efetivo das operações se torna fundamental para o crescimento e o desenvolvimento de um empreendimento logístico. Por tanto, o setor de Logística e Transportes, necessita estar sempre em evolução, buscando novas tecnologias e estratégias como forma de redução de custos e aumento da competitividade, conforme (PÊGO, 2016).

3.3 MODAIS DE TRANSPORTE

Dentro do universo logístico atual, temos uma série de meios de se efetuar a movimentação de cargas e materiais. Por exemplo, o Modal Rodoviário, que compreende todo transporte realizado em vias asfaltadas ou não, com finalidade de deslocamento de cargas, pessoas e animais, o Modal Aquaviário, que se desloca por meio de embarcações, marítimas, fluviais ou lacustres, o Modal Ferroviário, representado pelos trens, o Modal Aéreo, por meio de aeronaves, e outros. Cada um deles com suas especificidades e características, de deslocamento, tempo e custo, (PÊGO, 2016). A disponibilidade e uso dos diversos modais no mundo, pode ser observada no Gráfico 2 abaixo:

Gráfico 2. Matriz de Transportes nos países em % de TKU.



Fonte: <https://www.ilos.com.br/web/tag/matriz-de-transportes/>

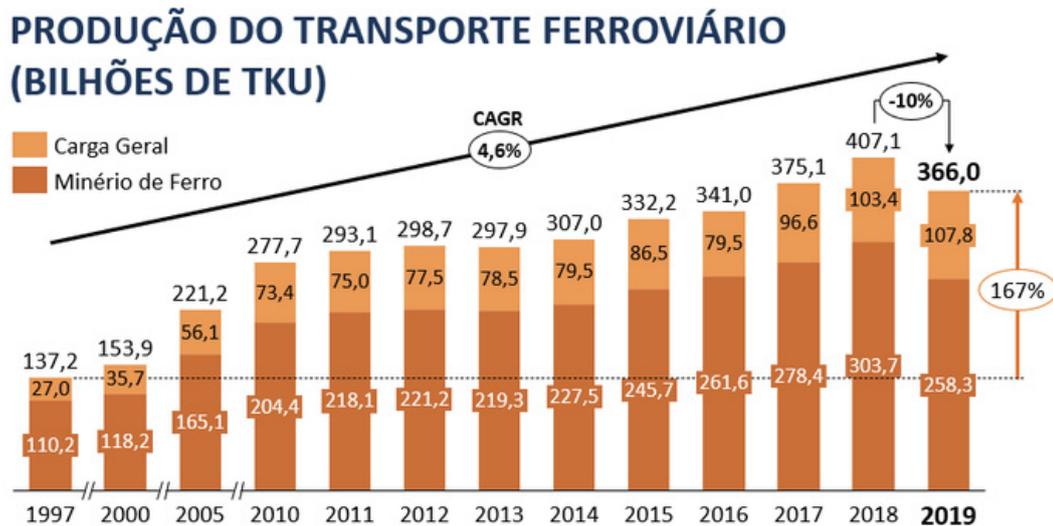
Atualmente, devido aos custos e condições das diversas operações atendidas pela Logística, torna-se necessária a integração entre os vários Modais (intermodalidade e multimodalidade), as quais requerem um controle de deslocamento e alocação de meios muito mais complexa do que o transporte feito de maneira singular (utilizando um único modal).

A operação é tanto mais complexa levando-se em conta a disponibilidade e alcance dos diversos modais, (RIBEIRO, 2010).

Conforme (NOVAES, 2004), em cada modal de transporte se observa suas nuances, fins últimos, e relação custo / benefício. Neste cenário, cada modal se adequa a uma modalidade de carga a ser conduzida, com base em sua capacidade,

celeridade, segurança, confiabilidade, etc., possuindo condições de versatilidade capazes de suprir as demandas do cliente. A Figura 3 sintetiza a relevância e o aumento do transporte ferroviário no âmbito da logística Brasileira.

Figura 3. Volume de TKU transportado no Brasil.



Fonte: <https://www.antf.org.br/informacoes-gerais/>

a) Transporte Ferroviário

Novaes (2004), diz que o transporte ferroviário possui adequação ao transporte de produtos com valor agregado baixo, e em quantidades relevantes.

Segundo (PÊGO, 2016), o transporte pelas ferrovias agrega baixo custo, sem apresentar uma flexibilidade importante, com prazos de entrega dilatados e com variação, além de em certos casos existir a necessidade de baldear as mercadorias de um vagão ferroviário a outro, pois nem todas as ferrovias são dotadas da bitola larga, que é própria para o transporte de cargas pesadas. O transporte ferroviário recebe indicação para elevadas quantidades de produtos, conduzida à longas distâncias, tendo por característica serem não perecíveis ou frágeis.

Pêgo (2016), sinaliza que nossa malha ferroviária não é extensa e dotada de pouco recursos em termos de investimentos governamentais, com algumas malhas operando para o transporte á curtas distâncias.

Na ótica de (BOWERSOX e CLOSS, 2001), este modal de transporte possui algumas vantagens, a saber:

- Possui adequação para distâncias longas e elevadas quantidades de carga;
- É economicamente viável em termos de custos;
- O dispêndio de recursos na dotação de infraestrutura é baixo.

Novaes (2004), em contrapartida indica algumas desvantagens na utilização do transporte ferroviário, a saber:

- A dificuldade de transporte em decorrência da diferença das bitolas ao longo do percurso;
- Trajeto menos flexível;
- Requer um número maior de operações de transbordo;
- Dificuldade de previsão no tocante ao dia e horário da chegada da mercadoria;
- Condição de segurança baixa, com exposição dos produtos á furtos.

Segundo (SARDINHA, 2017), no cômputo do frete ferroviário entram dois fatores de influência. O citado autor os atribui a questão do percurso percorrido em relação ao peso da mercadoria, que é expresso na sentença TKU, que tem por significado tonelada por quilômetro útil. Normalmente o frete recebe cobrança por vagão, pela taxa de parada cobrada por dia, existindo ainda um frete mínimo para a situação em que o vagão é carregado com um peso menor que sua capacidade.

4. TECNOLOGIAS SUGERIDAS

A Tecnologia da Informação é um fator cada vez mais comum no dia-a-dia das pessoas e das empresas. Tudo gira em torno da informação. Portanto, a empresa que melhor conseguir lidar com a informação, certamente terá vantagens competitivas em relação aos concorrentes, (ROCHA, 2015).

Festa e Assumpção (2012), afirmam que: “As novas tecnologias da informação não são simplesmente ferramentas a serem aplicadas, mas processos a serem desenvolvidos”.

A tempos que os processos logísticos se desenvolvem e buscam agilidade, a redução de custos, qualidade e satisfação dos clientes. A área de sistemas necessita desenvolver resultados e soluções que contribuam para que o planejamento e os objetivos das empresas sejam alcançados, (SAAB JÚNIOR e CORREA, 2008).

Além de toda a diferenciação que a empresa irá obter adquirindo um sistema novo e atualizado, o investimento em soluções de Tecnologia da Informação garante redução de riscos e erros, resultando assim, processos mais seguros, confiáveis e assertivos, (FESTA e ASSUMPÇÃO, 2012). Na ciência e computação a Ontologia é um modelo de dados que representa um conjunto de conceitos dentro de um domínio e relacionamento entre eles. Da mesma forma, a interoperabilidade é o que permite que softwares de diferentes fabricantes possam “conversar” entre si usando uma linguagem comum e aberta. Mantendo a analogia, é importante pensar que o nível da conversa entre os indivíduos fica nivelada pelo falante mais iniciante do idioma. Semelhantemente a esse exemplo, existem arquivos padrão para tornar a interoperabilidade possível, que podem ser exportados por um programa e as informações serão lidas por um outro programa de outra empresa. Interoperabilidade é a capacidade de um sistema se comunicar de forma transparente, ou o mais próximo disso, com outro sistema (SILVA, 2004), isto é, a habilidade de um sistema transferir e utilizar informações de maneira uniforme e eficiente entre várias organizações.

4.1 SISTEMAS UTILIZADOS NA LOGÍSTICA

Como o setor de logística sempre visa a rapidez, a qualidade e a assertividade, fazer com que seu fluxo de informações seja contínuo e confiável é fundamental. Portanto, além do RFID, outros sistemas chamam a atenção na área, (GUILHERME, 2010).

Enterprise Resource Planning (ERP): sistema voltado para a gestão empresarial e o seu benefício principal é a integração das áreas da empresa. Dessa forma, se sua empresa possui um sistema para gestão financeira, outro para gestão contábil, um para vendas e, assim por diante, o ERP pode eliminar a necessidade de um sistema para cada área e realizar a integração entre elas, (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

Customer Relationship Management (CRM): apesar de ser um sistema voltado para a área comercial, ele também engloba os serviços de atendimento da empresa, como as entregas, por exemplo. Com o CRM, a empresa pode buscar feedbacks de seus clientes a respeito dos prazos praticados, do serviço de entregas e até mesmo a respeito da integridade das mercadorias, para aprimorar seus processos, (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

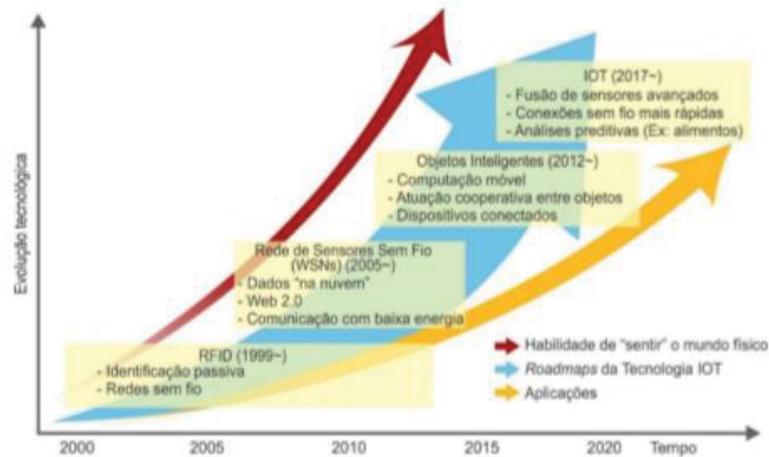
Warehouse Management System (WMS): é voltado para o gerenciamento de estoque. Ele ajuda a garantir todas as entradas e saídas de materiais, de forma a otimizar os processos e a utilização do espaço do armazém, (BOWERSOX e CLOSS, 2001).

4.2 A INTERNET DAS COISAS (IOT), E SUA APLICAÇÃO EM LOGÍSTICA

Várias são as definições plausíveis para a terminologia IoT, dentre as quais, a ofertada por *Cluster of European Research Projects*, da forma: Um arranjo estrutural de rede dotado de dinâmica e globalidade, capaz de autoconfigurar-se utilizando protocolos de comunicação de conotação padrão e de característica Inter operável, no qual as 'coisas' em domínio virtual e físico são dotadas de identidade, atributos de ordem física e personalidade em termos virtuais; empregando interfaces inteligentes, que se encontram em perfeita integração na rede de informação, (NOLÉTTO, 2018).

Tal conceito vem a agregar o uso de múltiplas tecnologias que sofreram evolução no decorrer do tempo histórico, como mostra a Figura 4 a seguir.

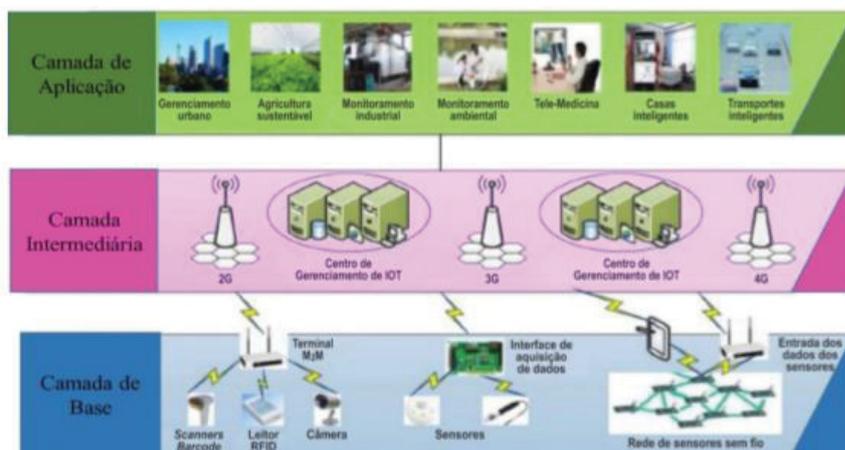
Figura 4. Tempo histórico e IoT.



Fonte: (NOLÊTTO, 2018).

A conceituação de IoT tem base no emprego da internet como meio de interligação de dispositivos inteligentes e capazes de estabelecer comunicação entre si, com indivíduos a distância, com o propósito de ofertar um dado serviço. O processo de descrição da estrutura dos termos de IoT sofrem variação em sua apresentação, e são descritos em vários níveis ou camadas, migrando entre 3 e 5. Os elementos ditos fundamentais, são representados em 3 camadas a pertencem a um sistema IoT, como mostra a Figura 5 a seguir.

Figura 5. Sistemas IoT e sua arquitetura.



Fonte: (NOLÊTTO, 2018).

Na camada configurada como base, entram as camadas associadas a percepção, aquisição de dados, e sensores eletrônicos, que representam objetos inteligentes, operados por sensores, códigos de barras, itens de microprocessamento, a se alocar no sistema, com o propósito de efetuar as medições no ambiente, (WHITMORE, AGARWAL e DA XU, 2015).

Na camada dita intermediária, ou de rede, de envio de dados, são feitas leituras por meio de objetos inteligentes, em coleta direcionada a terminais autônomos dotados de interligação. Esta camada faz a inclusão da rede móvel de comunicação, da rede via satélite, da internet, dos sistemas de rádio e televisão, do sistema virtual particular, assim como do industrial e o sistema de rede integrada; também possuindo uma plataforma para o processamento dos dados coletados, que sofrem avaliação, análise e compreensão, para servir ao princípio da tomada de decisão, (WHITMORE, AGARWAL e DA XU, 2015).

Na camada assumida como de aplicação, dá-se o intercâmbio dos dados, com a aplicação dos preceitos provindos da camada de dita intermediária. Os sistemas IoT encontram aplicação em variadas áreas, como mostra a Figura 6.

Figura 6. Campos de aplicação dos sistemas IoT.



Fonte: (NOLÉTTO, 2018).

Obtém-se um importante ganho de valor no setor de logística por meio do uso dos sistemas IoT, a saber, na ordem de 1,9 trilhão de dólares. Tal ganho relação direta a operações logísticas tais como:

- Embarques sob rastreamento, a possibilitar maior teor de eficiência operacional;
- Uso de paletes e produtos dotados de sensores a viabilizar seu gerenciamento de inventário de maneira mais inteligente;
- Análise de frota sob conexão inteligente, a prevenir falhas de ativos e efetuar as verificações de manutenção em cronograma dotado de automação, (MACAULAY, BUCKALEW e CHUNG, 2015).

Os sistemas de monitoramento e sensores em interligação, vem a permitir a condutores do veículos de transporte, a execução de operações de modo mais rápido e seguro utilizando: produção automática de relatórios de inspeção veicular, capazes de reduzir o tempo gasto com o preenchimento de diários de bordo no cumprimento do regulamento das horas de serviço logístico, dando margem a movimentação mais célere da carga a transportar, com os pontos sinalizados para as entregas dotados de dispositivos tais como, Bluetooth, RFID e NFC, (NOLÉTTTO, 2018).

A diminuição dos custos associados a etiquetas inteligentes, vem a viabilizar maior uso das cargas, com o pleno viés de integração dos dados entre veículos de transporte, paletes, e frotas em deslocamento. Também, os sensores posicionados nas embalagens, tem a capacidade de transmitir dados de sua localização, estado de conservação, além de indicar uma possível violação. Toda a infraestrutura de transporte rodoviário, necessita ser dotada de sensores, cujo trabalho consiste em enviar informações relevantes para as localidades responsáveis por controlar o tráfego, (NOLÉTTTO, 2018).

Os sistemas IoT também são capazes de monitorar os parâmetros ambientais, permitindo que os produtos sob refrigeração, quais sejam, frutas, carnes frescas, e produtos derivados do leite, tenham um monitoramento em tempo real, dos parâmetros de umidade relativa, temperatura absoluta, impactos sofridos no traslado da carga, e outros; na garantia dos padrões de qualidade. Nesta perspectiva, os sistemas IoT vem a oferecer consideráveis melhorias em termos da eficiência da esteira de distribuição de produtos alimentícios, (NOLÉTTTO, 2018).

5. PROJETOS E MODALIDADES GERENCIAIS

Segundo (KEZNER, 1997), as ações em gerência de projeto ocorrem a partir de sua definição, constituindo-se num rol de tarefas e procedimentos orientados para se atingir uma meta específica, que é passível de otimização que tem por base as aspirações dos clientes contratantes, e que tem características iniciais e finais, abarcando limitações em termos de custos e dispêndio de recursos.

Divide-se a ação de gerenciar projetos em dois grandes campos, correlatos a:

- Planejar e desenvolver o projeto, com a cabal definição dos requisitos de trabalho no que concerne à sua extensão e qualificação, com a indicação dos recursos cabíveis;
- Gerar o projeto, em seguida de sua aprovação e conseqüente início, com a constante verificação de suas etapas por toda sua vida útil, por intermédio da geração de relatórios de acompanhamento de seus resultados, que gerem indicações precisas acerca dos parâmetros previstos, permitindo assim a visualização dos impactos e necessidades de ajustes em caso de desvio.

São considerados como indicadores da efetividade de determinado projeto o atingimento de suas metas, em conformidade com os prazos e custos previamente estipulados, do nível operacional e tecnológico desejado, das verificações de eficiência e eficácia de práticas, no atendimento dos anseios do cliente contratante.

Conforme (KEZNER, 1997), é lícito elencar as vantagens em potencial de um determinado projeto, na medida em que se procede ao controle sob dada responsabilidade de todas as tarefas a serem contabilizadas, aferidas e discernidas, de tal forma a reduzir a necessidade da produção constante de relatórios, permitindo a identificação e otimização da variável tempo para o ato de planejar das atividades, em adição a uma metodologia eficaz no referente ao acompanhamento das etapas intermediárias do projeto, com a identificação prévia de possíveis danos na execução, associados a identificação das ações corretivas, permitindo desse modo a plena visualização de horizonte a ser atingido pelo projeto em questão.

Segundo (WILLIAM, 1996), todo projeto é permeado do chamado ciclo de vida, constituído de situações relevantes que tem influência direta no atingimento dos resultados.

Caso a probabilidade de finalização do projeto em condições de sucesso seja baixa, são gerados consequentes riscos e incertezas desde a etapa prévia do projeto que tem o efeito de reduzir de maneira progressiva a continuidade deste.

Também, na opinião de (WILLIAM, 1996), da ação de gerenciar o quesito qualidade do projeto fazem parte os processos cabíveis que garantem o atingir das metas estabelecidas. Tal gerenciamento perfaz todas as tarefas gerenciais que tem relação com a política, objetivos e delegações da implementação, que estão sujeitas ao processo de controle e preservação da qualidade ou (*quality assurance*).

A intitulada garantia da qualidade fica sob responsabilidade de um departamento específico, estando em funcionamento durante todo o transcorrer do projeto, incluindo as operações de planejar e desenvolver o projeto, desembocando em sua finalização, com o uso cabal de ferramentas analíticas de acompanhamento, verificação e controle do nível qualitativo, com vistas a proporcionar um crescente ganho no quesito qualidade, a ação de aceitar ou rejeitar itens do projeto, procedendo desta forma os ajustes que convergem para o estabelecimento de procedimentos de correção ou prevenção, por intermédio do correto lançamento dos dados em fichas de acompanhamento.

Em conformidade com (KEZNER, 1997), fazem parte das atribuições da equipe gerencial dos riscos de projeto, a identificação destes que tem a capacidade de retardar o cumprimento das etapas estabelecidas, procedendo a identificação, documentação e caracterização de tais fatores de risco. No conhecimento dos riscos, são considerados os quesitos:

- A discriminação da prestação de serviço comunicada ao cliente;
- O nível estrutural gerado para a realização das atividades que convergem ao atendimento do alcance do projeto, a avaliação dos valores estimados de custo e de duração do projeto, com a identificação do potencial de agressividade de tais estimativas; a consideração acerca do nível de informação em relação a necessidade de execução do projeto; a designação da equipe, com a identificação de seus componentes, e a verificação de possível existência de um membro capaz de prover a reposição dos recursos, o gerenciamento das aquisições, empregando as ferramentas de economia de mercado com o fito de reduzir os custos totais do projeto;
- O grau de detenção de informações de caráter histórico que podem fornecer informações acerca de projetos similares já implementados, no tocante aos riscos,

com o rol de suas causas e consequências, e a indicação das ações pertinentes de correção, associadas aos gastos referentes em sua implementação. Também é importante observar os saberes de outras equipes elaboradoras de projetos, para obter informações acerca das vicissitudes enfrentadas, e daquelas que são difíceis de documentar.

Segundo (FRAME, 1999), a natureza intrínseca do risco deve ser considerada neste processo avaliativo. As empresas obtêm experiências no conhecimento dos riscos, procedendo a sua documentação e presença em projetos passados.

Tal procedimento dá margem a criação de questionários que perfazem os fatores de risco, gerando sua classificação nas categorias de alto, médio e baixo.

É passível a medição quantitativa dos riscos, por intermédio de procedimentos matemáticos ou qualitativos. Caso não disponibilidade de dados de natureza concreta acerca de um dado risco, este pode ser entendido de maneira quantitativa. As modalidades mais significativas de grau de risco em termos qualitativos constituem:

- Risco Alto – Tem por característica a possibilidade de ocasionar um desvio significativo no andamento das atividades, com reflexo no quesito custo e desempenho, ou inferir no grau de qualidade especificada para o projeto.
- Risco Médio – Pode gerar tipos variados de desvios, com a geração de procedimentos viciosos danosos nas ferramentas de suporte do projeto. Porém, sua identificação é capaz de proporcionar a devida correção.
- Risco baixo – São caracterizados pelo baixo potencial de desvio no andamento das atividades, assim como na questão dos custos e desempenho, ou até mesmo no tocante à qualidade. Não são de difícil superação, à medida que são identificação pela equipe que responde pelo projeto.

Na opinião de (KEZNER, 1997), existem algumas técnicas que convergem para redução e controle dos riscos, a saber, o acompanhamento e controle dos riscos em operações continuadas e a execução de planos de contingência que propiciem o retorno às posições anteriores nas situações de observação dos riscos; a admissão da presença do risco e de suas mazelas, com o fito de sobreviver na companhia deste; a conversão do risco em potencial de oportunidade, procedendo a sua divisão ou transferência a outros projetos; o desenvolvimento exaustivo de testes e simulações capazes de fornecer informações acerca das possibilidades provindas do projeto.

Conforme (WILLIAM, 1996), o acompanhamento em termos oficiais do nível dos riscos nos projetos, ocupando lugar de centralidade na ação de gerenciar projetos, é de reconhecido saber desde a década de 1980, época em que o *Project Management Institute* (PMI), situou a questão do ato de gerenciar riscos na modalidade de item mais relevante em seu projeto de sigla PMBOK®.

O emprego de estratégias de gerência de riscos em projetos, a despeito de oferecer condições instrumentais capazes de facilitar as ações de planejar, desenvolver e controlar as ações dos projetos tem proporcionado incansáveis desafios para as empresas e sua equipe gestora.

6. FERRAMENTAS DA EQUIPE GERENCIAL DO PROJETO

Conforme (PMI, 2008), foi desenvolvido no ano de 1969, um manual a ser adotado internacionalmente no que tange ao gerenciamento de projetos, tendo como resultado de tal propósito a geração de um guia intitulado PMBOK®, composto de um rol de boas práticas a serem adotadas na proposição e curso gerencial de determinado projeto, sendo passível de utilização por todas as áreas do conhecimento.

Segundo (PMI, 2008), o procedimento descrito na publicação PMBOK®, representa uma ferramenta de caráter básico, um guia que supera a dimensão de simples metodologia, sendo possível empregar metodologias e processos distintos na implementação da estrutura.

Desse modo, o guia PMBOK® destina-se a deitar luz sobre os mais importantes aspectos passíveis de abordagem ao se gerenciar um projeto, gerando procedimentos padronizados, procedendo a identificação e caracterização de processos e áreas do saber, entregas, regulamentos e metodologias.

Na concepção de (PMI, 2008), em virtude de não tratar especificamente as mais variadas formas de projeto, com ausência da apresentação de documentos padrões determinados, na opinião de vários pesquisadores o guia PMBOK® não pode ser considerado no âmbito das metodologias. Apesar disso, houve uma aceitação a nível mundial dos conteúdos pertinentes ao PMBOK®, de tal forma que este se tornou uma referência na geração de metodologias concernentes á projetos.

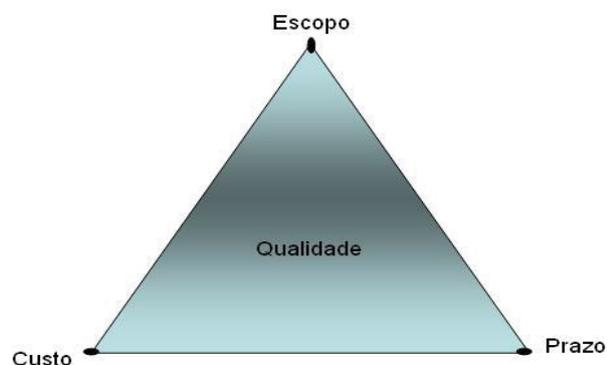
No ano de 1999, houve o reconhecimento do PMBOK® na categoria de padrão no tocante à gerência de projeto por intermédio da ANSI, cuja sigla em inglês tem o significado de Instituto Nacional Norte-Americano de Padrões. No caso em tela, a saber, a construção e instalação de um datacenter, cujo projeto estrutural abarca diversas complexidades, o emprego de um método de gerenciamento vem de encontro aos objetivos e às necessidades básicas. Conforme (PMI, 2013), o guia PMBOK®, situa um projeto na modalidade de empreendimento temporário com o fito de gerar um produto ou serviço específico.

Temporário: devido a variável tempo de início e termino definidos do projeto.

Único: em virtude do grau de diferenciação que o produto ou serviço possui em relação aos outros disponíveis no mercado. No entendimento de (PMI, 2013), a ação de gerenciar um projeto engloba o emprego de saberes, habilidades, processos e técnicas na execução das tarefas do projeto, para atender á suas necessidades e requisitos.

A administração do projeto consiste no balanceamento das restrições em conflito configuradas nas categorias de escopo, orçamento e cronograma, que em conjunto representam importante desafio á equipe gestora do projeto. As alterações verificadas nas categorias acima elencadas têm efeito direto na ação de administrar o projeto, de tal forma que estão interligadas organicamente formando um conjunto único de denominação tríplice restrição, a ser descrito pictoriamente na Figura 7.

Figura 7. Tríplice Restrição.



Fonte: (MARQUES, 2013).

Assim, a equipe gestora do projeto tem a preocupação em identificar em um rol de competências a presença de contradição capaz de alterar o estado da arte do projeto. As boas práticas indicadas por PMI® têm por objetivo fornecer um método geral para a comunicação tanto oral como escrita que sirva ao incremento dos ganhos relativos ao projeto.

6.1 GUIA PMBOK® E QUESTÃO ESTRUTURAL

Conforme (PMI, 2013), na quinta edição do guia PMBOK® estão listados 47 processos que norteiam as ações da equipe gestora do projeto, na modalidade de cinco modalidades de processos e 10 setores do conhecimento.

Como modalidades de processo, vinculados a:

- a) Iniciação: referem-se a etapa de autorização legal do projeto;
- b) Planejamento: tem o fito de definir e refinar os objetivos e a escolha das melhores proposições de ação que convergem ao atingimento das metas almejadas pelo projeto;
- c) Execução: prestam-se á ação de coordenar os recursos humanos e outros recursos que permitem a realização plena do projeto;
- d) Monitoramento e controle: visam o acompanhamento das etapas do projeto, com a avaliação do progresso por meio de métricas de desempenho e de qualificação pré-determinadas, que transmitem saberes avaliativos sobre possíveis alterações no andamento do projeto;
- e) Encerramento: tem o fito de convergir todas as tarefas dos grupos de trabalho na direção da concretização do projeto, dando margem também as operações de desmonte das estruturas de trabalho e termino de contratos, de maneira á finalizar o projeto dentro de normas legais específicas.

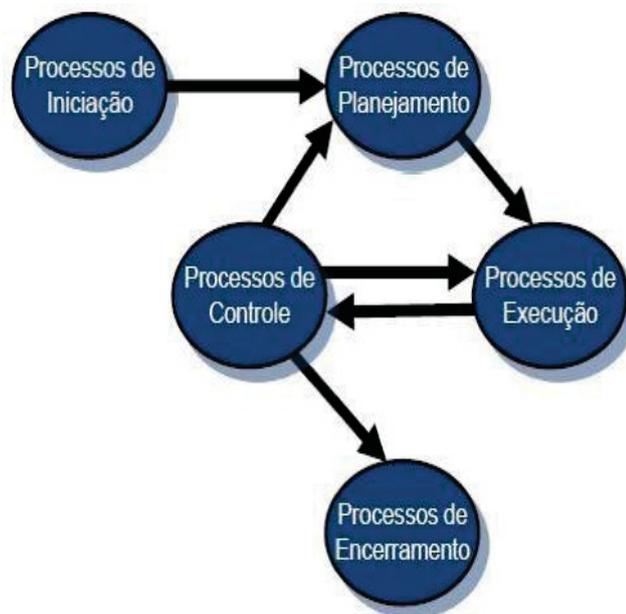
Segundo (PMI, 2013), o guia PMBOK® não traz uma recomendação específica sobre a aplicação uniforme da estrutura elencada no quadro acima para todo o qualquer projeto, ficando a cargo da equipe gestora do projeto elencar quais os processos possuem maior grau de relevância, bem como a intensidade com que serão

aplicados, para verificar, corrigir e gerenciar as etapas do projeto com vistas a uma determinada finalidade.

Assim, a estrutura referente ao grupo de processos oriunda do guia PMBOK®, não se configura em fase do projeto, mesmo existindo intenso relacionamento orgânico entre tais. Nas ocasiões em que ocorrer a saída de um certo processo da fase de execução, deve ser feita verificação da necessidade de geração de documento, ou a reelaboração da planilha de projeto com vistas a visualização das fases restantes.

Na Figura 8 observa-se a inter-relação entre os vários grupos de processos na ótica do guia PMBOK®.

Figura 8. Os relevantes agrupamentos de processos de PMBOK®.



Fonte: (MARQUES, 2013).

6.2 GUIA PMBOK® E MÉTODOS DE GERÊNCIA

a) Gerência da Integração

Conforme (PMI, 2013), a fase denominada integração tem início a partir da entrega do termo de abertura do projeto, dando margem a execução das primeiras atividades associadas ao conhecimento das variáveis envolvidas que são descritas no guia PMBOK®.

Cabe ao setor da integração, a ação de coordenar as dez outras áreas de conhecimento descritas em PMBOK®, que são associadas à dimensão do projeto (escopo), período de execução (tempo), nível qualitativo (qualidade), gestão de pessoal (recursos humanos), transmissão de informações (comunicações), análise dos riscos envolvidos no projeto (riscos), gerência dos ativos adquiridos (aquisições), e contato com público interessado (partes interessadas).

Os fatores de gerenciamento acima elencados têm a natureza de ser integrativos, comunicando a gerência de integração a tarefa de observar os setores de conhecimento de maneira inter-relacionada, verificando como determinada tarefa tem influência ou depende de outras. Dentre os processos de gerência de integração, tem-se:

- a) Geração da documentação de abertura;
- b) Desenvolvimento da planificação de gerência do projeto;
- c) Orientação e gerência dos trabalhos vinculados;
- d) Visualização do estado da arte dos trabalhos vinculados;
- e) Execução do controle integrado de alterações;
- f) Encerramento de determinada fase ou do projeto integral.

b) Gerência de Escopo

A gerência de escopo tem por meta garantir que todas as tarefas necessárias para concluir o projeto ocorram num nível ótimo, com o endereçamento de tais atividades para o setor de planejamento do projeto. Dentre as tarefas relativas à gerência de escopo, lista-se:

- a) Emitir a sinalização para o princípio do projeto ou fase particular
- b) Planejar o escopo do projeto via emissão por escrito da declaração referente de tal forma que sirva de base no que tange a decisões futuras;

- c) Definir o escopo, por intermédio da visualização das principais metas a serem alcançadas por meio do projeto, subdivididas em parcelas menores e de mais fácil gerenciamento;
- d) Verificar o escopo, formalizando e aceitando a estrutura organizacional definida para o projeto;
- e) Controlar as mudanças no escopo, para garantir a geração de métodos que convirjam para o correto gerenciamento da estrutura do projeto.

A gerência de escopo possui como objetivo a definição da finalidade do projeto, ou seja, o ente material a ser gerado por meio de todas as atividades vinculadas a tal, com a entrega, serviço ou resultado apresentando dentro de parâmetros de qualidade previamente especificados.

Segundo (PMI, 2013), é comum o estabelecimento de fatores não pertinentes ao âmbito do escopo do projeto, ou seja, as possibilidades de geração de materiais ou serviços que estão além dos objetivos do projeto. A descrição dos itens ou particularidades que não fazem parte do escopo, ou em outras palavras o escopo negativo do planejamento, atende a finalidade de proporcionar maior grau de entendimento dentre as partes envolvidas no projeto, nomeadamente produtor e cliente, acerca dos ativos passíveis de serem produzidos. Dentre os documentos auxiliares na proposição do escopo tem-se o SoW - *Statement of Work*, cuja tradução á nosso idioma assume o significado de declaração de trabalho emitida por quem patrocina o projeto.

Conforme (PMI, 2013), a definição de modo explícito das justificativas, objetivos, equipe gerencial, pontos de partida, orçamentos e cronogramas, tem importância significativa no que concerne á permitir ao gerente de projeto o desenvolvimento da declaração de escopo deste.

As particularidades de cada etapa devem receber descrição de forma a permitir a ação de sequenciar as tarefas de modo preciso.

São caracterizadas como premissas do projeto as ações ou recursos necessários ao início de cada etapa específica, mas que não trazem caráter de responsabilidade para o projeto em si. No caso particular de construção e instalação de um *datacenter*, a ação de identificar os *racks* tem a missão de documentar o ambiente de montagem e instalação. Considera-se um fator de granularidade como

importante para a definição do escopo. A existência de interpretações dúbias na execução do projeto pode ocasionar dificuldades na transmissão ou gerência da qualidade do projeto, não cabendo à gerência de escopo a preocupação de venda do projeto, mas sim a configuração de estância adequada na citação das particularidades do projeto. As possíveis alterações têm interferência direta de incorreções na definição do escopo.

Conforme (PMI, 2013), existe um documento intitulado termo de abertura do projeto, cuja sigla é TAP, com significado no idioma inglês de *Project Charter*, que traz a autorização formal para o início do projeto particular, constituindo um texto basilar para a equipe de gerenciamento do projeto. O chamado TAP tem por objetivo a designação da equipe de profissionais responsável pela ação de gerenciar o projeto, com a definição das atribuições, responsabilidades e rol hierárquico.

Segundo (PMI, 2013), no documento de termo de abertura devem constar:

- a) O porquê do projeto;
- b) As premissas que permitem satisfazer os anseios dos *stakeholders*;
- c) A localização do projeto no âmbito negocial, com a discriminação de seu nível e de suas finalidades últimas de qualidade;
- d) O elenco de objetivos do projeto e a descrição da equipe gerencial com gradações de autoridade;
- e) Um sumário das etapas particulares do projeto;
- f) A consideração da importância das partes interessadas;
- g) O posicionamento do projeto em termos históricos, com a descrição de casos similares que obtiveram êxito negocial e gerencial;
- h) Uma proposta de orçamento simplificada.

O considerado documento TAP não recebe costumeiramente a assinatura da gerência de projetos, ficando esta a cargo do responsável direto por sua nomeação, que normalmente é o agente de patrocínio ou idealizador do projeto. Após ocorrer a autorização da abertura do projeto, tem início a etapa de planejamento. As informações elencadas no TAP devem ser consideradas e encaminhadas à especialistas capazes de colocá-las em prática. Dentre os processos de gerência de escopo, considera-se: O planejamento das características gerenciais de escopo; A

coleta dos requisitos; A definição do escopo; A criação do intitulado EAP; A validação e controle do escopo.

c) Gerência de Tempo

Conforme (PMI, 2013), a ação gerencial concernente ao tempo centra-se nos processos que tem influência no termino do projeto dentro de prazo previamente determinado.

É comum ao gerente de projetos a adoção de uma técnica denominada *buffer* ou pulmão que se constitui na modalidade de acréscimo calculado de tempo que seja capaz de compensar a ocorrências de alterações no projeto. Tal procedimento acarreta mudança no modo de gerência do tempo, conduzindo a procedimentos de análise e acompanhamento do chamado buffer, de forma a facilitar o estabelecimento do cronograma, cujo seguimento é analisado por intermédio de certas ferramentas, tais como:

- a) Verificação de desempenho;
- b) Verificação de variação;
- c) Programa computacional de gerência de projetos;
- d) Equalização de recursos;
- e) Consideração de cenários E-SE;
- f) Adequação quanto á antecipações e demoras;
- g) Redução do cronograma;
- h) Emprego de ferramenta de proposição de cronograma.

Um método computacional de largo emprego na gerência de projeto é o Microsoft Project ®, cuja função é em poucas palavras permitir a geração do cronograma estabelecendo-o em ferramenta conhecida como gráfico de Gantt.

Segundo (PMI, 2013), o chamado gráfico de Gantt, conforme Figura 9, se constitui num modo de representar as informações relativas ao cronograma do projeto, na forma de um gráfico de barras que traz na vertical as tarefas do cronograma ou as partes estruturais analíticas do projeto, contra as datas e prazos de duração das atividades que são posicionadas na horizontal.

Figura 9. Fases estanques do cronograma.



Fonte (MARQUES, 2013).

Na categoria de processos da gerência de tempo, observa-se:

- a) A definição das atividades;
- b) O sequenciamento das referidas atividades;
- c) A estimativa de recursos para o cumprimento de cada atividade particular;
- d) O desenvolvimento do cronograma;
- e) A ação de controle do cronograma.

c) Gerência de Custos

Conforme (PMI, 2013), a gerência de custos de um projeto abrange a descrição dos processos que tem reflexo na estimativa, orçamento e controle dos custos, direcionados à conclusão do projeto conforme estabelecido pelo orçamento aprovado. Na gerencia de custos gera-se um percentual maior da estimativa de erros ao considerar um horizonte mais amplo de previsão, com probabilidade mais significativa de falhas na previsão de custos durante a fase inicial do projeto, por falta de definição nítida do escopo do projeto. Na determinação dos custos de um projeto, são consideradas:

- a) A utilização de conhecimentos especializados em associação á técnica de tempestade de ideias ou *brainstorming* na tentativa de entender a demanda de custos envolvida, com a consideração de outros casos semelhantes de escopo de projeto em combinação com opiniões especializadas. Traz menores gastos, mas pouca precisão;
- b) O emprego de métodos ou modelos matemáticos, tais como distribuição de probabilidade, considerando variáveis de contorno que recebem insumo das informações da especificidade do projeto, e de estudos estatísticos;

- c) Estudos de engenharia que convergem os resultados da soma de esforços das etapas do projeto. É considerada uma técnica mais trabalhosa, e que requer maior intervalo de tempo para sua realização, sendo empregada em maior escala em projetos de grande porte.

Segundo (PMI, 2013), com o fito de obter maior grau de sucesso na gerencia de custos, seu responsável técnico deve incentivar o estabelecimento da chamada EAP, cuja sigla significa Estrutura Analítica de Projeto, dentre os colaboradores envolvidos em sua execução, procedendo ainda a realização de estimativas, auditoria de estimativas oriundas de outros gerentes, com a revisão periódica destas para atingir uma condição mais próxima da realidade em termos da dotação orçamentária do projeto. Dentre os processos de gerência de custos, tem-se: A ação de planejamento por parte da equipe de trabalho; A estimativa dos custos do projeto; A determinação do orçamento e controle dos custos do projeto.

d) Gerência de Qualidade

Conforme (PMI, 2013), o guia PMBOK® estabelece a gerência da qualidade como uma inclusão de todos os processos e tarefas da empresa executora do projeto que tem por objetivo a determinação das políticas de qualidade, as metas e responsabilidades inerentes, de forma a haver adequação do projeto com as necessidades que produziram sua geração.

A missão principal da gerência da qualidade consiste em facilitar a concretização do projeto, pois a qualidade em termos implícitos é de difícil medição.

O que possibilita a garantia da qualidade, segundo (PMI, 2013), é a realização das atividades no âmbito da declaração pertinente de sua planificação, estabelecendo um rol de punições para os casos de inobservância dos parâmetros de qualidade. Dentre as penalidades mais comuns de emprego, consta a aplicação de multas e o comando operacional de repetição das tarefas nas quais o índice de qualidade não foi atingido, sem resultar em atrasos nos prazos estabelecidos ao projeto.

Entende-se a gerência da qualidade como um meio de inspecionar o cumprimento de parâmetros previamente discriminados a um custo plausível.

Ao se executar o projeto a busca da garantia da qualidade permeia sua característica do bem como de seu produto final. Como estratégias de gerência da qualidade, lista-se:

- a) O planejamento da atividade gerencial acerca da qualidade;
- b) O estabelecimento de planificação da garantia e do controle da qualidade.

e) Gerência dos Recursos Humanos

Considerar-se que em última instância os projetos são realizados por seres humanos, fato que gera particular importância na ótica do guia PMBOK®, á gerência de recursos humanos, na forma de fator desafiador a equipe responsável por esta modalidade de gerenciamento.

Dentre as atividades de gerência de recursos humanos, compreende-se:

- a) O Planejamento das atividades em gerência de pessoas;
- b) A formação da equipe gerencial, seu desenvolvimento com uso de corretas estratégias de gerenciamento entre seus pares.

f) Gerência das Comunicações

Segundo as instruções presentes no guia PMBOK®, a gerência de comunicações objetiva a identificação dos processos que tem relevância a obtenção, transmissão e armazenagem das informações relativas ao projeto, de modo apropriado e oportuno (PMI, 2013).

O estabelecimento de um plano vinculado ao círculo de comunicações de um projeto gera a necessidade de verificação do grau de informação que cada setor participante possui, por meio de questionamentos cabíveis. Dentre os exemplos de modalidades de comunicação de utilidade na esteira da concretização do projeto, são aquelas conhecidas como *status reportas* que trazem o estado evolutivo do projeto na forma de relatórios de acompanhamento dos ativos financeiros empregados, das fases superadas do planejamento e da informação acerca dos riscos passados e vindouros no projeto. Conforme (PMI, 2013), uma vez estabelecido por equipe competente, o planejamento das comunicações, este não ser alterado, pois traz sério fator de descrédito perante os pares envolvidos no projeto.

(PMI, 2013) prescreve que deve ser seguida rigidamente a rotina de entrega e confecção de relatórios de verificação do desempenho, para não transparecer que

algumas informações estão sendo omitidas do público interessado, e assim causar possível desmobilização dos agentes de trabalho do projeto.

Como processos de gerência de comunicação em projetos, tem-se:

- a) O planejamento da rotina e *modus operandi* da equipe gerencial de comunicações;
- b) A realização prática da gerência de comunicações e o devido controle destas.

g) Gerência das Aquisições

Ao se planejar o escopo do projeto, considera-se se determinadas partes das atividades serão realizadas por empresas terceirizadas, quanto á execução das obras ou como responsável pelas compras necessárias, e, portanto, o gerente responsável pelo setor das aquisições deve fornecer as informações cabíveis acerca de tais empresas aos encarregados das aquisições, segundo (PMI, 2013).

Na situação em que ocorre a aquisição de produtos ou serviços provindos de meios externos, é da incumbência do gerente de projeto a proposição de um planejamento das aquisições, ficando sob responsabilidade do fornecedor a comunicação do trabalho a ser efetuado pela aquisição particular.

A equipe gerencial do setor das aquisições determinará a modalidade de contrato estabelecida pelo documento de aquisição concernente, tais como pedido de proposta, convite de licitação ou pedido de cotação, ficando a cargo dos fornecedores contratados a análise dos documentos de compra, e determinação acerca de seus interesses no envio de proposta ou oferta para pleitear o trabalho em questão.

Conforme (PMI, 2013), cabe aos fornecedores em potencial a primazia de apresentar ao comprador na forma escrita, questionamentos relacionados aos documentos de aquisição, procedendo a análise cuidadosa da declaração de trabalho emitida pelo comprador, bem como dos quesitos constantes no contrato social entre as partes.

O modo mais comum de proceder as aquisições nas empresas públicas é por meio de concorrência, com o fito de estabelecer equidade aos fornecedores quanto ao envio de propostas de trabalho, mediante a apresentação de documentos dotados de rol orçamentário. Para o caso das empresas privadas, é lícito efetuar as compras livremente, pois não estão sob lei que rege a licitação mediante concorrência, porém

estas devem resguardar-se das políticas internas referentes às modalidades de aquisição.

Segundo (PMI, 2013) no afã de obter produtos e serviços, uma empresa particular não espera o recebimento de uma oferta, podendo fazer a emissão de ordens de compras, e empregando diversas metodologias para a seleção de um fornecedor. Quando existe a possibilidade de contato com vários fornecedores, procede-se comumente a redução de uma lista de empresas fornecedoras em potencial para verificar qual delas apresenta melhor política de preços.

Na fase final do processo de negociação, com a seleção das empresas fornecedoras, é estabelecido um contrato que deve reger todas as fases envolvidas, desde a qualidade do material contratado, os prazos de entrega, com cabal administração das variáveis do contrato para o cumprimento de seus ditames.

É comum surgir indagações na fase final do processo de aquisição acerca dos itens que realmente constam no contrato, ou sobre o significado de uma parte contratual em especial, que tem validade jurídica enquanto decorrer as operações de aquisição.

As ações de gerência das aquisições se estendem até a auditoria de aquisições e o registro escrito das aprendizagens observadas.

Como procedimentos da gerência de aquisições, pode-se considerar:

- a) O planejamento efetivo das aquisições;
- b) A condução das aquisições;
- c) O administrar este setor de projeto até sua fase de encerramento.

h) Gerência das Partes Interessadas

Conforme (PMI, 2013), este setor do gerenciamento sob ótica das boas práticas do guia PMBOK® tem o mérito de estabelecer um fato relevante, a saber, o pleno conhecimento de todos os colaboradores ou organizações participantes do projeto e de seus virtuais interessados, pelo agente de gerenciamento.

Na modalidade de interessados no projeto, figuram o patrocinador, a equipe laboral responsável pelas atividades, o cliente participante da relação contratual do projeto, o conjunto de fornecedores ou empresas satélites ao projeto, assim como os órgãos que se destinam a regulamentação do empreendimento pertencentes a instâncias governamentais.

No estabelecimento das atividades gerenciais relativas ao setor das partes interessadas, tem-se o foco na avaliação periódica no cenário econômico nacional ou de outros países potencialmente interessados nos bens materiais ou serviços gerados pelo projeto, para fins de buscar informações sobre a flutuação cambial das moedas e dos mercados financeiros, para servir de base para a tomada de decisões no tocante à antecipação ou protelamento da efetiva aquisição de bens ou maquinários auxiliares.

O rol de atividades da gerência de partes interessadas, abrange:

- a) A identificação das chamadas partes interessadas;
- b) A verificação do grau de interesse de eventuais parceiros comerciais;
- c) O controle das ações e operações de aproximação às partes de interesse no projeto.

7. ACERCA DA ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS NOS PROJETOS

Conforme (PMI, 2013), o aspecto primordial no trabalho de administração dos riscos em projetos consiste em identificar, analisar e controlar as possibilidades de risco, de forma a aumentar o grau de ocorrência de eventos positivos, em contrapartida à diminuição da chance de probabilidade de eventos negativos, por meio de um elenco de competências descritas no manual PMBOK®.

Como característica o fator de risco configura uma condição incerta, pertencente à esfera futura, que certamente terá reflexo em uma das metas do projeto, ou seja, a depreciação nos objetivos, qualidade, cronograma ou custos.

Segundo (PMI, 2013), dentre os mecanismos de gerência de risco encontra-se o planejamento das ações gerenciais voltadas à ocorrência de risco, a identificação destes com a devida análise em termos quantitativos, a consequente resposta á tais eventos, e por fim i estabelecimento de um modo operacional capaz de eliminar as chances de observação de riscos.

Conforme (ABRAHAM, 2012), em termos semânticos a palavra risco tem origem na palavra latina *risicu* que tem significado de ousar, com base em premissas negativas acerca de um dado acontecimento fadado a não dar certo; recebendo na atualidade uma nova interpretação com a entrada dos conceitos de qualidade e

quantidade de riscos, e as possíveis perdas ou ganhos de planificação referente a situações profissionais ou pessoais.

Na opinião de (BARALDI, 2010), o risco tem referência á elementos incertos ao esperado, com ação continuada sobre as metas requeridas, as variáveis de operação que compõem um projeto ou ação profissional e pessoal, surgidas em virtude de falhas de informação ou comunicação, agindo deletariamente sobre o ambiente e gerando prejuízos. Em outra perspectiva, os riscos sob correta ação de gerência podem se constituir em chances de ganhos de natureza financeira, estratégica e nas relações pessoais.

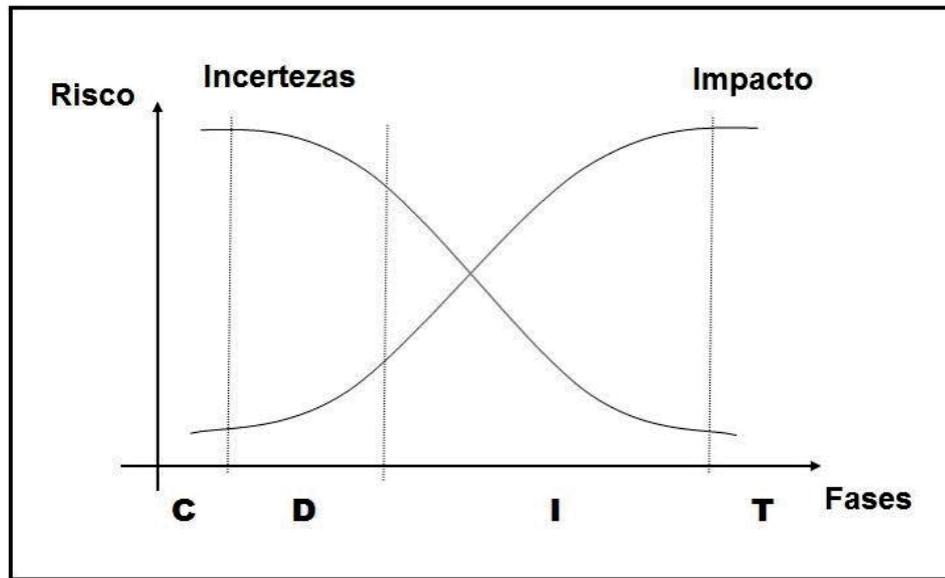
Conforme definição do (IBGC, 2007), cuja sigla tem por significado Instituto Brasileiro de Governo Corporativo, a conceituação do risco assume a forma de algo inerente à atividade executada no âmbito das relações pessoais, profissional ou empresariais, nas quais se verificam perdas orçamentárias ou de oportunidades. Nos aspectos financeiros, a dicotomia risco / retorno serve de identificador da dimensão do risco presente no empreendimento em relação ao retorno requerido dos investimentos.

Este equacionamento dos riscos abrange tanto a dimensão das investiduras financeiras, como para o mundo dos negócios no qual se espera um determinado retorno dos valores econômicos investidos pela organização empresarial. Todas as atividades humanas carregam em si um percentual de risco de diversos níveis, podem desembocar em prejuízos ou oportunidades.

No afã de estancar as possibilidades de risco, a equipe gerencial deve proceder análises aprofundadas das metas almejadas, considerando todas as contrapartidas possíveis, de maneira que os riscos tenham o menor efeito no que concerne aos melhores resultados.

(BARALDI, 2010), lança a representação pictórica presente na Figura 10, para representar o grau de incerteza contra impacto no empreendimento.

Figura 10. Relação do grau de incerteza contra impacto de risco.



Fonte: (BARALDI, 2010).

Depreende-se da Figura 10 que na fase inicial do cronograma o percentual de incerteza do projeto referente à sua aplicação prática tem dimensão maior que os possíveis impactos provindos de evento adverso, com o projeto ainda em está na fase de elaboração intelectual, porém à medida que as atividades provindas deste são postas em execução, observa-se a inversão das variáveis no decorrer da execução do projeto como resultado da mitigação das incertezas orgânicas ao projeto.

Segundo (NASCIMENTO, 2003), a cabal consideração das incertezas traz importante contribuição para o entendimento do percentual de risco, tendo a primazia de servir de mecanismo de apontamento de possíveis falhas quanto à dimensão das informações pertinentes ao projeto, que se constitui em situação recorrente à todas as equipes de gerência, que na maioria das vezes dá aval para o andamento do projeto mesmo sem um quadro abrangente de informações, em virtude de compromisso assumido com fornecedores e clientes.

7.1 VARIÁVEIS DE ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS

(RABECHINI Jr., 2009), comentam uma publicação que traz uma investigação efetuada com profissionais do setor financeiro das organizações acerca das prioridades de sua atuação, e observou que a atuação dos gestores com visão

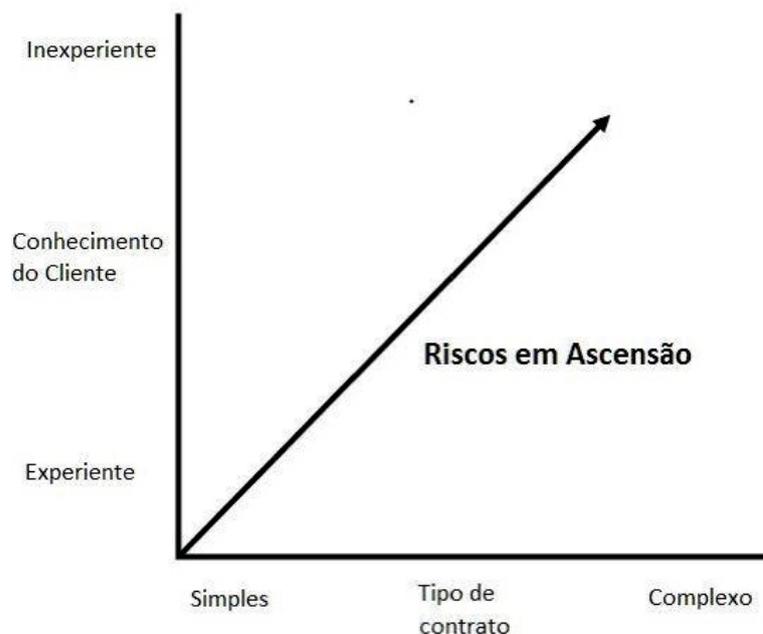
estratégica produz melhores resultados que daqueles que tem foco nas questões operacionais.

As respostas provindas dos citados profissionais refletiram sua preocupação com a administração de risco em maior extensão, relativamente a outros aspectos como o incremento do grau decisório da iniciativa, a melhora do fluxo de caixa, a diminuição dos custos operacionais e despesas, e até mesmo a ação de reestruturar o setor de finanças da organização.

Segundo (RABECHINI Jr., 2009), tal pesquisa indica uma tendência das empresas em posicionar profissionais com especialização em cada departamento particular, e principalmente no referente aos riscos do empreendimento, com o fito buscar aprimoramento para enfrentar as situações adversas que constituem ameaça á planificação, ou ao cumprimento do cronograma nos prazos estabelecidos.

Na Figura 11 nota-se o equacionamento da tendência de risco do empreendimento, como resultado da interação de duas variáveis inter-relacionadas, a saber, o grau de conhecimento do público alvo ou cliente, e a natureza do contrato nas categorias de simples ou complexa.

Figura 11. Demonstrativos dos riscos.



Fonte: (VIEIRA, 2013).

Conforme (TRENTIM, 2011), existe nos últimos tempos importante alocação de profissionais de gerência em escritórios de avaliação de risco, de tal forma a contribuir para a elevação do estado da arte da administração de risco nos projetos, e para situar em papel de relevância o trabalho das equipes gerenciais encarregadas de analisar os fatores de risco em todas as etapas, desde a proposição a execução do empreendimento.

Segundo (BARALDI, 2010), a ação gerencial no tocante aos riscos opera no âmbito das incertezas dos empreendimentos, com o propósito de reduzir os efeitos negativos ou potenciais ameaças à execução das atividades, de maneira sistemática e continuada, durante todo ciclo de proposição e concretização do projeto. Malgrado a relevância da atuação de profissionais especializados, tal setor ainda não dispõe de prioridade nas organizações, mormente ao se planejar o empreendimento.

O emprego de pessoal capacitado na administração de riscos tem caráter fundamental quanto às possibilidades de alcance de êxito no empreendimento, com o cabal cumprimento de seus objetivos estratégicos e a geração dos ativos materiais e de serviços requeridos em seu planejamento. Serão abordados a seguir alguns aspectos de relevância na administração dos riscos com base nas instruções provindas de (PMI, 2008).

7.2 ETAPAS DA ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS

Com base nas orientações provenientes de (PMI, 2008), em sua quarta edição são reconhecidas as seguintes etapas a serem implementadas com o afã de gerenciar o setor de riscos, a saber:

- a) Efetuar o planejamento das ações de gerenciamento;
- b) Identificar as potencialidades de risco;
- c) Considerar em termos qualitativos e quantitativos o percentual de risco;
- d) Estabelecer um monitoramento dos retornos de riscos.

Para cada etapa em particular faz-se o reconhecimento das entradas pertinentes ao desenrolar da mesma, assim como das ferramentas e processos utilizados e as saídas verificadas, em concordância as ações de planejamento acima elencadas.

É digno de nota que em (PMI, 2013), cuja publicação se restringe ao idioma inglês, existem algumas alterações em relação a (PMI, 2008), com a entrada de nova área do conhecimento estabelecida como Gerência de Partes Interessadas, com a consequente elevação no número final de processos oriundos da introdução de quatro quesitos referentes à última área do conhecimento, que tem referência ao planejamento e gerenciamento de escopo, da administração das variáveis de custos e tempo de projeto, e finalmente com o agrupamento de cinco modalidades de comunicação em três categorias, com a estrutura organizacional mantida em seus fundamentos.

Serão denotadas a seguir algumas etapas da gerência de risco em projetos que complementam o disposto em (PMI, 2008), com novas perspectivas de entendimento do significado do trabalho do gerente de risco nas organizações.

7.3 PLANIFICAÇÃO DA ADMINISTRAÇÃO DE RISCOS

Conforme a Figura 12 (PMI, 2008), a administração das possibilidades de risco nos empreendimentos pode ser concebida como crucial para a subsequente execução de cinco outras etapas *a posteriori*, pois a ação administrativa proporciona a compreensão do tempo e dos recursos necessários quanto à administração de riscos.

Figura 12. Elenco das fases de administração de risco.



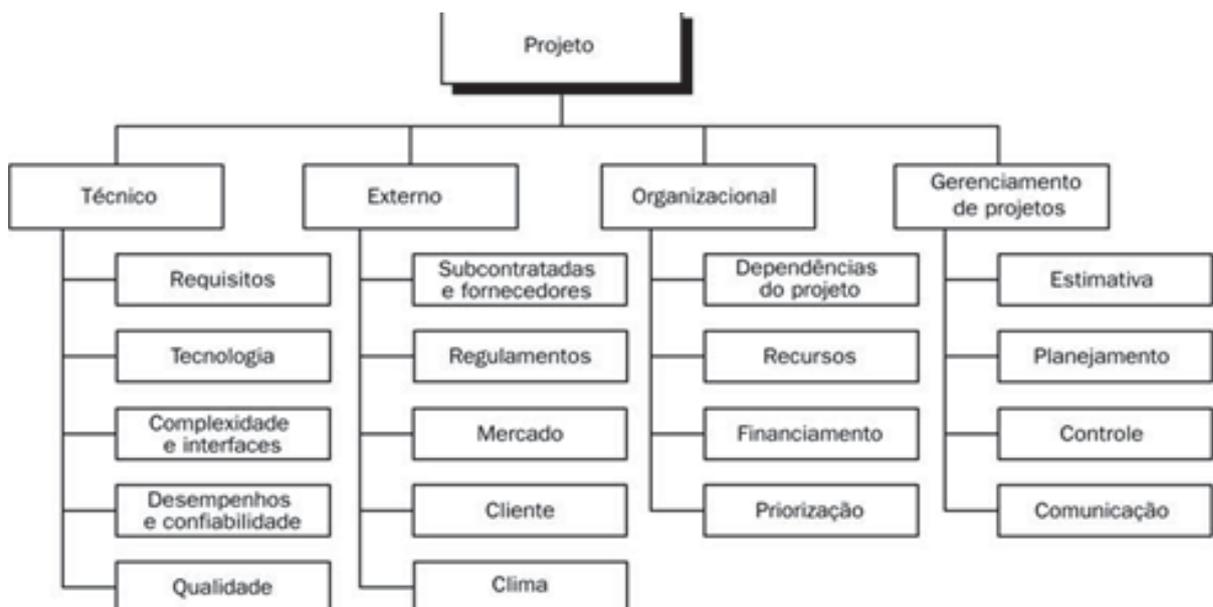
Fonte: (PMI, 2008).

(SCOFANO, 2011), estabelece as ações gerenciais de controle dos riscos em mesmo grau de importância de outras questões vinculadas na fase de planejamento do empreendimento, utilizando-se do entendimento da importância dos métodos de avaliação, das documentações vinculadas aos riscos, das instâncias empresariais em responsabilidade quanto aos riscos, da dotação orçamentária e seu desenrolar conforme de apresentam os fatores de risco, da questão dos prazos e cronogramas das fases do empreendimento e seu impacto com a proeminência dos riscos, da matriz que verifica as probabilidades e os impactos dos eventos de risco, da relação da organização empresarial com os clientes do empreendimento ou partes interessadas, sendo por fim de relevada importância a documentação de todos estes fatores em relatórios de acompanhamento.

A intitulada estrutura analítica dos riscos, cuja sigla é EAR, traz a modulação das variáveis referentes á origem do risco, proporcionando a organização estrutural dos riscos, com sua conseqüente classificação, e por fim traz a definição do grau de exposição aos fatores de risco presentes no projeto particular.

Apresenta-se a seguir conforme Figura 13, um exemplo da chamada EAR proveniente de (PMI, 2008), com a definição de seus graus de impacto.

Figura 13. Estrutura Analítica de Risco.



Fonte: (KERZNER, 2006).

Em conformidade á (PMI, 2013), na avaliação qualitativa dos riscos são verificadas as probabilidades de ocorrência e o grau impactante de cada risco considerado nas metas do projeto, bem como a influência da presença de risco em outras categorias de propósitos, com sua expressão efetuada por meio de um sistema capaz de proceder medidas regulares do percentual de risco.

Segundo (PMI, 2008), existe um procedimento que elenca as possibilidades de risco, tendo em conta suas chances de ocorrência em combinação com os prováveis impactos que tais riscos podem trazer ao âmbito do projeto. No quadro a seguir vê-se o procedimento da verificação da qualidade dos riscos e suas variáveis de referência.

Conforme (PMI, 2008), no procedimento de análise qualitativa dos riscos é efetuada a ponderação da probabilidade ou possibilidade destes ocorrerem, sua consequência sobre a meta do empreendimento, e a relação do tempo que decorre entre a resposta do risco e a tolerância da equipe gerencial, no que concerne ao efeito do risco nos parâmetros de custos, cronograma, escopo e nível qualitativo do empreendimento. Tais fatores acima considerados recebem denotação na chamada matriz de probabilidade e impacto, que efetua a discriminação dos percentuais de risco nas categorias de alto, moderado e baixo, cujos parâmetros são empregados para estabelecer prioridades de ação da equipe gerencial do projeto.

8. ELEMENTOS DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Os custos variáveis em acidentes das concessionárias ferroviárias do Brasil e do mundo impactam diretamente na reestruturação de novos projetos, bem como novos investimentos. Este trabalho de conclusão de curso e experimento utiliza conceitos de gerenciamento de projetos, IoT (Internet das Coisas), com monitoramento remoto, correlacionado com Indústria 4.0 e Segurança Ferroviária.

Os acidentes ferroviários têm por consequência perda de vidas humanas, saúde dos trabalhadores envolvidos na operação, alto custo de ativos a serem consertados ou perdidos, bem como, a manutenção da imagem da empresa para com seus clientes e sociedade civil no geral.

Uma segunda consequência de um acidente é a paralização da operação por algum tempo, ou até mesmo o aumento do tempo de trânsito da viagem do trem, causando atrasos que por fim geram prejuízos estratosféricos. O problema focado neste trabalho é quando se tem uma carga deslocada ou objeto fora do gabarito da composição ferroviária, comumente chamado de trem, pode atingir uma pessoa, outro trem num pátio de cruzamento, ou ainda colidir numa entrada de túnel ou ponte.

A prova de conceito consiste em utilizar sensores que fazem a verificação dentro do limite pré-estabelecido de folga dentro do gabarito e avisar através de rádio frequência o maquinista do perigo de acidente. Este sistema trabalha em conjunto com sensores, módulo de voz, rádio na frequência vhf, placa gerenciadora com aquisição de dados local e com monitoramento remoto.

Não foi encontrado literatura que utilize esses sensores para esta aplicação específica em que o protótipo neste projeto é colocado em teste. Atualmente as ferrovias utilizam pórticos físicos para limitar o tamanho do gabarito. A solução apresentada na prova de conceito é exclusiva do mercado nacional brasileiro com objetivo de testar uma solução ainda não executada em ferrovias locais.

8.1 CONCEITOS, REFERÊNCIAS E METODOLOGIA

O levantamento das questões do problema, faz sentido ao estudo proposto. Cada referência se destina a uma parte específica analisada no escopo do estudo, estabelecendo proposições teóricas às questões iniciais da pesquisa, “como” e “por que”, com intuito de buscar respostas para tais questões (YIN, 2005).

Acidente ferroviário é a ocorrência que, com a participação direta de veículo ferroviário, pode provocar danos a este, a pessoas, a outros veículos, a instalações, a obras de arte, à via permanente, ao meio ambiente e, desde que ocorra paralisação do tráfego, a animais (RIBEIRO, 2011).

O tempo médio de liberação da linha é de cinco horas após o ocorrido, pois essa ocorrência exige análise e perícia de órgãos públicos, como bombeiros e polícia (FRANZÃO, 2018). Numa ferrovia da Eslováquia, apontou-se que é no tráfego de trem que existe o maior risco de acidente ferroviário.

Dentro desta classificação que aparece o trem atingindo objetos ou pessoas numa viagem. Desta forma a solução proposta neste trabalho, ajuda a subir o nível de segurança nas viagens ferroviárias, (FRANZÃO, 2018).

Embora o foco do projeto tenha um propósito técnico e bem definido pelo problema exposto na introdução, a metodologia de experimentação será empregada mesclada com métodos baseados no Guia de conhecimento de gerenciamento de Projetos (PMBOK®), que estará descrita no capítulo abaixo e indicará as atividades críticas de desenvolvimento da solução do problema.

Todas as atividades críticas poderão ser iniciadas em paralelo após o escopo definido. Na ciência e computação a Ontologia é um modelo de dados que representa um conjunto de conceitos dentro de um domínio e relacionamento entre eles. Da mesma forma, a interoperabilidade é o que permite que softwares de diferentes fabricantes possam “conversar” entre si usando uma linguagem comum e aberta.

Mantendo a analogia, é importante pensar que o nível da conversa entre os indivíduos fica nivelada pelo falante mais iniciante do idioma. Semelhantemente a esse exemplo, existem arquivos padrão para tornar a interoperabilidade possível, que podem ser exportados por um programa e as informações serão lidas por um outro programa de outra empresa. Interoperabilidade é a capacidade de um sistema se

comunicar de forma transparente, ou o mais próximo disso, com outro sistema (SILVA, 2004), isto é, a habilidade de um sistema transferir e utilizar informações de maneira uniforme e eficiente entre várias organizações.

A solução deste trabalho no monitoramento em tempo real tem como base o IoT (*internet of things*), cuja arquitetura melhor se adapta à solução proposta, levando em consideração que será usado no quesito de monitoramento da solução em tempo real. Propôs-se a arquitetura de rede da solução IoT e avaliou-se o desempenho das tecnologias de acesso de rádio candidatas para entrega de dados IoT nos aspectos de consumo de energia e cobertura, realizando um teste de campo intensivo com implementações em nível de sistema.

Com base na observação de casos de uso em abordagens interdisciplinares, descobriu-se os benefícios que a IoT pode trazer (YAN et al., 2018). Neste artigo citado, os autores ressaltam uma aplicação de IoT focada em ferrovia e trazendo a viabilidade ao processo de experimento.

Estes dados serão enviados paralelamente as informações já existentes na ferrovia, ou seja, é mais um canal de dados baseado em armazenamento em nuvem com envio via rádio (YAN et al., 2018). O sensor a laser, conhecido como LiDAR (*Light Detection and Ranging is an Active Remotesensing*), em literaturas e artigos faz a medição de conformidade com a área delimitada em software próprio e utiliza como tecnologia o método HDDM, (*high definition distance measurement plus*), que é um método estatístico dos pulsos da amostra da varredura, que aumenta confiabilidade do range do sensor, (WEBER, 2018).

Este sensor utiliza um método de sensor remoto ativo para avaliar a estrutura do campo diretamente por meio da transmissão de energia do laser e da análise da energia refletida em função do tempo, bem como é usado desde a década de 80 (LIM, TREITZ, BALDWIN, MORRISON, GREEN, 2003).

Um dos desafios da interoperabilidade é a confidencialidade comercial das propriedades de desempenho interno do instrumento, dificultando a interoperabilidade. Isso significa que geralmente cabe ao usuário realizar as medições de calibração. Recomenda-se uma calibração radiométrica de cada instrumento antes de incluir informações de refletância em métodos novos ou existentes (CALDERS et al., 2017).

O uso de módulo de voz é comumente usado em todas as ferrovias, pela otimização e uso da estrutura já existente de rádios digitais vhf instalados nas locomotivas, especialmente quando se refere à segurança ferroviária, (CALDERS et al., 2017).

Estes sistemas de telecomunicações podem proporcionar maior eficiência da velocidade dos trens em função do perfil da linha, da carga transportada e da distância do trem à sua frente. Os sistemas de comunicação 8 por rádio, com as mesmas estações rádio-base ao longo das linhas anteriormente mencionadas, podem trocar informações com o trem, tanto para comunicações com o maquinista como para coletar informações do trem.

Com tais informações, por exemplo, as oficinas podem de antemão prever as peças necessárias para eventuais reparos, aumentando a disponibilidade da frota. Pode-se afirmar que as empresas ferroviárias podem melhorar suas operações com um uso intensivo de sistemas de telecomunicações. (FILOMENO, 2008).

O sensor que faz a detecção do trem e também chamado de sensor de roda (wheel sensor), da marca Frausher, modelo RSR110-002, trabalha em conjunto e integrado ao sistema. Os sensores representam a superfície como um sinal elétrico. Mudanças na superfície podem então ser detectadas por mudanças no sinal elétrico.

No entanto, mostrou-se difícil definir adequadamente a correlação entre o comportamento da roda e os sinais medidos; portanto, o sistema era sensível a pequenas mudanças nos parâmetros do modelo observaram que os modelos de comportamento para monitoramento ferroviário são muito complexos, com fortes interdependências entre as variáveis medidas e entre diferentes graus de liberdade (LI et al., 2007).

O ritmo acelerado das tecnologias de computação em nuvem e big data junto com as redes de comunicação permitem a adoção de IoT para integrar milhares, senão milhões de componentes, desde o material circulante até a estação. O paradigma da Internet de trens promete que os sistemas ferroviários podem superar os problemas de interoperabilidade, segurança e segurança cibernética, enquanto se modernizam rapidamente.

Refere-se ao uso de redes de dispositivos inteligentes on-board conectados a aplicativos baseados em nuvem para melhorar os sistemas de comunicação e controle. A mesma rede que fortalece a segurança tem capacidade suficiente para fornecer dados aprimorados que atendem a uma variedade de aplicações em todo o sistema ferroviário para reduzir custos e melhorar as operações. Além disso, a adoção do paradigma abre uma ampla área de aplicações potenciais de curto e médio prazo.

O IoT e essa interoperabilidade podem trazer vantagens de ganho como nos exemplos de manutenção preditiva, infraestrutura inteligente, monitoramento avançado de ativos, sistemas de vigilância por vídeo, operações ferroviárias, sistemas de controle de trens, garantia de segurança e sistema de sinalização. Podem ser criados diversos modelos de negócios (LAMAS, FERNÁNDEZ, CASTELO, 2017).

8.2 ARQUITETURA TECNOLÓGICA E EXPERIMENTAÇÃO

a) Descrição geral do sistema

Quando o trem aproxima-se, o sensor de roda que está posicionado a 50 metros antes do ponto de validação do gabarito, enviará um sinal digital para o sistema ficar ativo e iniciar a contagem de vagões que irá se confirmar pelas três áreas calibradas no sensor a laser.

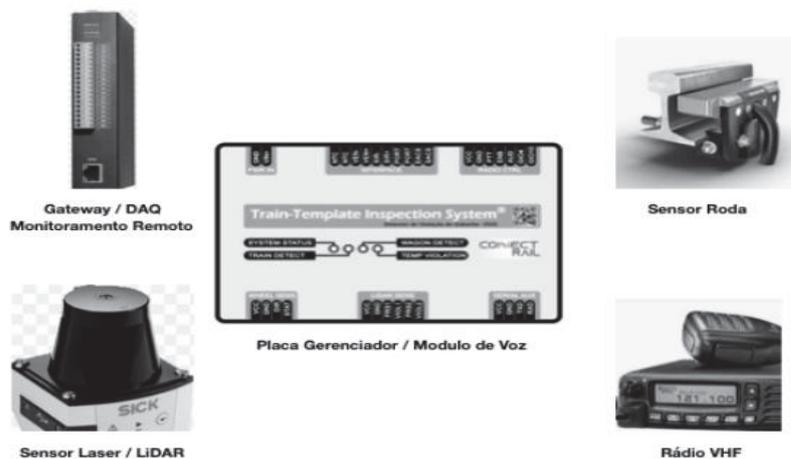
Desta forma cada vagão que passar pelo ponto de validação onde estão posicionados os sensores a laser, estarão sendo varridos na área pré-definida e calibrada anteriormente. Se o vagão estiver fora de gabarito o sensor irá enviar um sinal digital à placa gerenciadora que irá registrar o evento e automaticamente enviará um sinal digital para o módulo de voz, que por sua vez enviará uma mensagem de voz pré-gravada por rádio frequência em vhf, replicando a mensagem até chegar no rádio posicionado dentro da locomotiva para que alerte o maquinista.

Todos os registros, independente de vagão violado ou não, estarão sendo enviados a cada minuto para nuvem a fim de consulta posterior, bem como gravadas numa memória interna da placa.

b) Croqui de interoperabilidade

A concepção geral do sistema gerou o Croqui de interoperabilidade da Figura 14 a seguir.

Figura 14. Croqui de interoperabilidade



Fonte: (O autor, 2021).

c) Atividades críticas do projeto

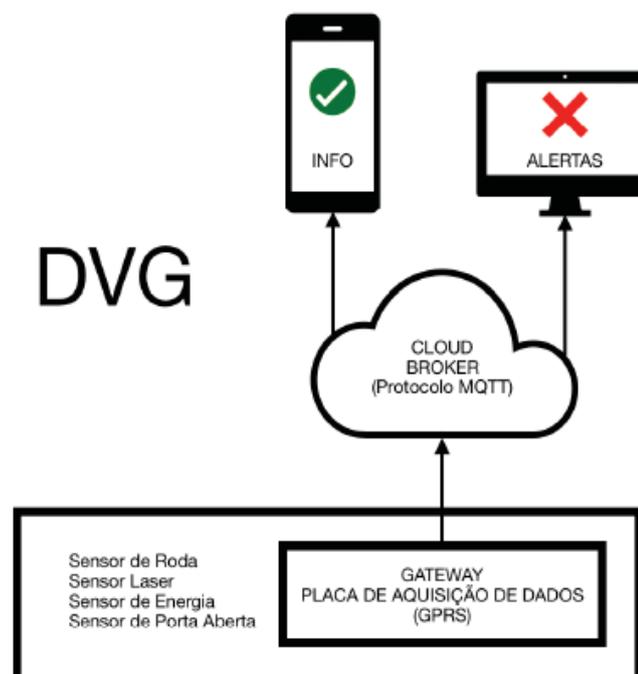
c.1) Desenvolvimento firmware - DVG

Este software irá reconhecer todos os sinais digitais e irá ser gravado no processador central da placa gerenciadora. Dentro deste desenvolvimento pode-se detalhar que será escrito o algoritmo de funcionamento do sistema, programação, e implementação de firmware no principal hardware do projeto.

c.2) Desenvolvimento de FW e SW - monitoramento remoto

Este *firmware* será responsável pelo envio de mensagens para a nuvem em protocolo MQTT e será gravado na placa de aquisição de dados. Esta atividade contempla o desenvolvimento do software das telas customizadas e de como o mantenedor do sistema, também chamado de usuário irá consultar os dados dos sensores, bem como configurar através deste mesmo sistema os parâmetros de alerta. Nesta fase o conceito de IoT é implementado através do envio dos status dos sensores conforme a Figura 15 a seguir.

Figura 15. Arranjo de IoT.



Fonte: (O autor, 2021).

d) Definição dos sensores

O sensor que faz a detecção do trem e também chamado de sensor de roda (wheel sensor), da marca Frausher, modelo RSR110-002, trabalha em conjunto e integrado ao sistema com o sensor a laser da marca Sick, sob PN TIM351-2134001.

e) Definição da placa de aquisição de dados (DAQ)

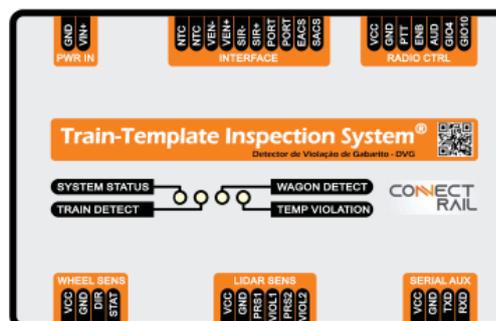
O desenvolvimento e pesquisa desta placa também conhecida como Gateway se baseia no número de canais digitais e analógicos que ela irá trabalhar no recolhimento de dados dos sensores, bem como o tipo de comunicação que fará o envio de dados. Neste estudo de caso em específico usou-se uma placa com 4 entradas digitais, 4 entradas analógicas e a comunicação será por rede móvel de dados.

f) Customização da placa gerenciadora

Neste hardware se concentra e é processado todos os sinais e tem como principal função disparar uma mensagem de voz ao rádio vhf pré-programado na frequência desejada. Esta mesma placa eletrônica faz o envio de dados para o Gateway, é customizada conforme a solução e é flexível para ter mais funções e sensores devidamente controlados.

Na Figura 16, temos o croqui de ligação de entradas e saídas deste equipamento.

Figura 16. Placa Gerenciadora.

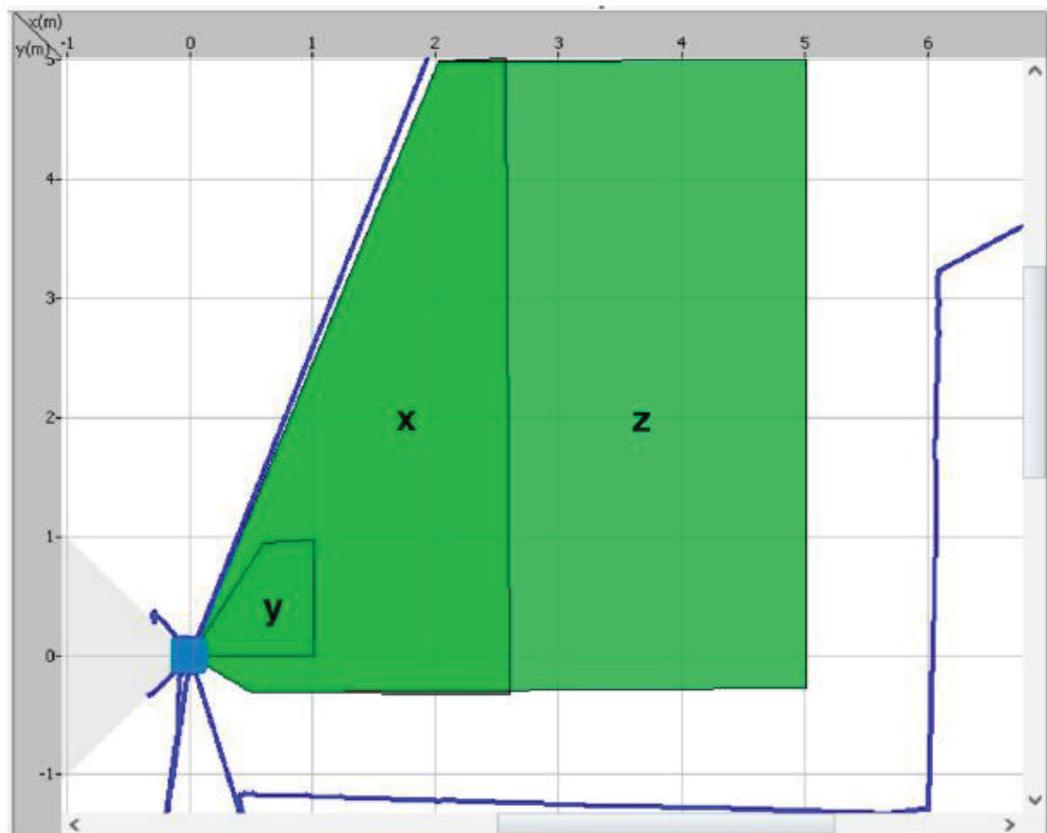


Fonte: (O autor, 2021).

h) Calibração do sensor laser - LiDAR

Nesta fase ajustou-se 3 áreas conforme Figura 18, fotografada no software de calibração, sendo que "x" é a área violada, a "y" área próxima ao sensor que pode haver algum objeto ou pessoa, e a área "z" que confirma a contagem de vagões já indicada pelo sensor de roda. Esta calibração teve como base os parâmetros definidos de 0,20 metro para cada lado da linha férrea, totalizando 5,50 metros de ponta a ponta da largura do vagão, utilizando a norma ABNT (ABNT NBR 13823:1997).

Figura 18. Áreas Calibradas.



Fonte: (O autor, 2021).

9. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes simulou-se 10 composições ferroviária (trens) conforme Tabela 2 abaixo:

Tabela 2. Testes Simulados.

Nº Trem	Número Vagões	Vagão Violado	Alarmou Correto	Alarme Falso
1	10	8	Sim	0
2	22	12	Sim	0
3	38	15/17	Sim	0
4	42	Nenhum	Não Alarmou	0
5	52	3	Sim	0
6	74	58	Sim	0
7	88	22/35/65	Sim	0
8	105	100	Sim	0
9	112	Nenhum	Não Alarmou	0
10	115	90	Sim	0

Fonte: (O autor, 2021).

O resultado foi de 100%, ou seja, o sistema retornou com os resultados de violação nos vagões pré-selecionados para simulação e sem nenhum alarme falso, ou seja, sem falso positivo e sem falso negativo, por enquanto sendo desnecessário a construção da curva ROC (*Receiver Operating Characteristic*).

Este trabalho poderá ser usado como base para utilização de outros sensores e em outras aplicações como por exemplo: verificação de balanço de vagão. Ao meio da bateria de testes apresentada acima, entende-se que através de uma porcentagem da área invadida pelos vagões representada na Figura 18, poderá ser estabelecida uma média padrão e depois obter resultados de quais os vagões que por ventura tem maior balanço e como resultado sair do desvio obtido pelo método de Taguchi. A metodologia de projeto experimental baseada em Taguchi acentua a importância de reduzir a variabilidade do processo em torno de um “valor alvo” especificado, ou seja, reforça a necessidade de trazer a média do processo para o valor nominal especificado no projeto. Isto pode ser conseguido tornando os processos insensíveis as várias fontes do ruído (ANTONY, et al.,2006).

Após instalação em campo deverá ser realizado um experimento baseado no Método de Taguchi, com a matriz de testes L9 octagonal (ROSS, 1995) conforme tabela abaixo, e posteriormente, se houver falsos negativos e positivos, construir a curva ROC:

Tabela 3. Matriz Taguchi.

FATORES: CLIMA | Nº VAGÕES | VELOCIDADE | AREA INVAIDID

COMBINAÇÕES DE TESTES

Resumo do experimento

Matriz de Taguchi	L9(3 ⁴)
Fatores:	4
Ensaio:	9

Colunas da matriz L9(3⁴): 1 2 3 4

↓	C1	C2	C3-T	C4-T
	VELOCIDADE	QUANT. VAGÕES	CLIMA	AREA
1	10	50	SOL	X
2	10	70	CHUVA	Y
3	10	100	NEBLINA	Z
4	20	50	CHUVA	Z
5	20	70	NEBLINA	X
6	20	100	SOL	Y
7	25	50	NEBLINA	Y
8	25	70	SOL	Z
9	25	100	CHUVA	X

Fonte: (O autor, 2021).

A MRS Logística homologou o conceito desta PoC (Prova de Conceito), bem como patrocinou os estudos. Deste mesmo modo esta aplicação pode ser utilizada genericamente como uma ferramenta auxiliar de gerenciamento de manutenção de vagões e gerador de log's constantes para futuros estudos voltados a área de customização em massa e mineração de dados com foco em melhoria de segurança no transporte e rastreamento de carga ferroviária.

10. CONCLUSÕES

Embora sejam poucos os acidentes por violação de gabarito, entende-se pela ANTF, Agência Nacional de Transportes Ferroviários, que as ferrovias brasileiras tenham equipamentos para aumentar o nível de segurança, especialmente quando trafegam junto com trens urbanos em linhas paralelas e com alto tráfego de pessoas. O aumento do número de trens e da extensão da malha ferroviária no Brasil irá fortalecer a implantação desta solução e outras soluções voltadas a segurança de pessoas e cargas em toda malha ferroviária.

Este estudo contribui com o número de ativos em campo, e o nível de segurança ferroviária próximo ao local implantado. Este trabalho poderá ser usado como base para utilização de outros sensores e em outras aplicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, E., **Administração de riscos**. Centro Universitário Metodista Bennett, Rio de Janeiro, 2012.

ANTONY, J. et al. **An application of Taguchi method of experimental design**. Assembly Automation. [S.I.]: Emerald Group Publishing Limited, 2006. v. 26. p. 18-24.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Anuário do Setor Ferroviário – Relatório Executivo 2017**. Brasília, 2018.
Ambientais. 2017.

BARALDI, P., **Gerência de Riscos**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

BILHEIRO, M.S.N., **Avaliação da qualidade das inspeções técnicas para melhora da segurança na malha ferroviária**, Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro de Produção, Juiz de Fora – MG, 2019.

BOWERSOX, D.J.; CLOSS, D.J., **Logística empresarial: os processos de integração da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Atlas, 2001.

BRASIL, Ministério do Trabalho e Emprego. **Normas Regulamentadoras de Segurança e Medicina do Trabalho. NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos**

CALDERS, K.; DISNEY, M.I.; ARMSTON, J.; BURT, B., **“Evaluation of the Range Accuracy and the Radiometric Calibration of Multiple Terrestrial Laser Scanning Instruments for Data Interoperability” IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, Volume: 55, Issue: 5, May 2017.

CARVALHO, J., **Logística e gestão da cadeia de abastecimento**. Lisboa - Portugal: Edições Sílabo, 2012.

DINIZ, M.A.B., **Identificação de perigos e riscos em operação ferroviária com uso da técnica de análise *What If***, Revista Brasileira de Saúde e Segurança no Trabalho, Volume 1 Número 2 Páginas 44-54, 2019.

FERRIGOLO, R. M. **O equacionamento dos custos e modelos de informação**. Associação Brasileira de Custos, 2012.

FESTA, E.; ASSUMPÇÃO, M.R.P., **Uso da Tecnologia de Informação e Desempenho Logístico na Cadeia Produtiva de Eletroeletrônicos**, Revista de Ciência & Tecnologia • v. 17, n. 33, p. 7-23, jan./jun, 2012.

FILOMENO, P., **O uso das telecomunicações nas ferrovias**, 2018.

FRAME, J. D. ***The new project management***. San Francisco: Jossey-Bass Publishers, 1999.

FRANZÃO, A.A., **Análise estatística das ocorrências de acidentes ferroviários na região Centro-sudeste paulista, causas e consequências**. 2018.

Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz. **Glossário em Biossegurança**. 2012.

GIL, A. C., **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Edição. São Paulo: Atlas, 2008.

GOLD, P. A. **Segurança de Trânsito: Aplicações de Engenharia para Reduzir Acidentes**. Banco Interamericano de Desenvolvimento. USA, 1998.

GUILHERME, J., **Transporte Rodoviário de Cargas no Brasil Mercado Atual e Próximas Tendências**. ILOS, 2010.

IBGC - Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. **Estudo de administração dos riscos em projetos**. São Paulo, SP: IBGC, 2007.

LI, P.; GOODALL, R.; WESTON, P.; LING, C.S.; GOODMAN, C., ***Estimation of railway vehicle suspension parameters for condition monitoring***, Elsevier, Vol 15, Issue 1, Jan 2007, Pages 43-55.

KERZNER, H. ***Project management: a system approach to Planning, scheduling, and controlling***. Ohio: Division of Business Administration Baldwin- Wallace College Berea, 1997.

KERZNER, H., **Gerência de Projetos**: 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

LAMAS, P.F.; FERNÁNDEZ-CARAMÉS, T.M.; CASTELO, L., **Towards the Internet of Smart Trains: A Review on Industrial IoT_Connect Railways**, 2017.

LIM, K.; TREITZ, P.; BALDWIN, K.; MORRISON, I.; GREEN, J., **“LiDAR remotesensing of biophysical properties of tolerant northern hardwood forests,”**Can. J. Remote Sens., vol. 29, no. 5, pp. 658– 678, 2003.

MACAULAY, J.; BUCKALEW, L.; CHUNG, G., **Internet of Things in Logistics: A collaborative report by DHL and Cisco on implications and use cases for the logistics industry**. DHL Trend Research and Cisco Consulting Services, 2015.

MARQUES, M.R., **Estudo de caso: Gerência de um projeto de Datacenter com as boas práticas do Project Management Institute (PMI)**, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2013.

MIGUEL, D.A.A., **Acidentes ferroviários no brasil: análise comparativa com a união europeia**, 34º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET 100% Digital, 16 a 21 de novembro de 2020.

MUNIZ, R.C.**A Análise de risco aplicada na gestão da qualidade em processos produtivos de uma indústria de blocos de concreto**. 2014.75 p. Projeto de Graduação (Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

NASCIMENTO, V. M., **Administração de riscos nas fases de planejamento e execução de projetos**. Universidade Veiga de Almeida – UVA, Rio de Janeiro 2003.

NOLÊTTO, A.P.R., **Internet of things em logística: uma análise do uso de embalagem inteligente para distribuição de alimentos refrigerados**, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, CAMPINAS – SP, 2018.

NOVAES, A. G., **Processos de gerenciamento em logística**, 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

PÊGO, B., **Logística e transportes no Brasil: uma análise do programa de investimentos 2013-2017 em rodovias e ferrovias**, Relatório de Pesquisa, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, 2016.

PELIZZARO, B., **Uma ferramenta multicritério de apoio à decisão entre os modais rodoviário e aquaviário de cabotagem, para o transporte de cargas containerizadas no Brasil**, Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas, Florianópolis – SC, 2017.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5ª Edição. ed. [S.l.]: PMI, 2013.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 4ª Edição. ed. [S.l.]: PMI, 2008.

RABECHINI JR, R.; **Gerência factual de projetos: Estudo de caso**. São Paulo: Atlas, 2009.

RIBEIRO, D. M., **Logística: conceitos, problemas e perspectivas**. Curitiba - PR: Ipardes, 2010. (Nota Técnica, n. 10).

RIBEIRO, G.V., **Uma Contribuição metodológica ao atendimento emergencial em ferrovias**, 2011.

ROCHA, C.F., **O transporte de cargas no Brasil e sua importância para a economia**, Unijui - Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí –RS, 2015.

ROSS, P.; (1995). **Taguchi technique for quality engineering: loss function, orthogonal experiments, parameters and tolerance design**. 2ed. New York: McGraw-Hill.

SAAB JÚNIOR, J. Y.; CORREA, H. L., **Cadeia de abastecimento: gestão do estoque pelo distribuidor**. Revista de Administração de Empresas, Rio de Janeiro, v. 48, n. 1, p. 48-62, jan./mar. 2008.

SARDINHA, F.D.J., **A gestão de transportes na cadeia de logística**, Instituto Superior de Gestão, Lisboa – Portugal, 2017.

SCOFANO, C. R. F., **Estudo da gerência de riscos em projetos**. Universidade Federal Fluminense, 2011.

SILVA, R.F., **A importância da interoperabilidade**, 2004.

SOUSA, J.F., CASTRO, H.; FERNANDES, A.; RODRIGUES, M., **Plano estratégico de transportes, 2008 – 2020**, Universidade Nova de Lisboa, Maio de 2009.

TRENTIM, M. H. **Gerência de projetos e obtenção de certificações CAPM® e PMP®**. São Paulo: Atlas, 2011.

VIEIRA, E. N.O. **Gerenciando Projetos na Era de Grandes Mudanças**. Uma Breve Abordagem do Panorama Atual. Anais eletrônicos, 2013.

WANKE, P. F., **Dinâmica da estratégia logística em empresas brasileiras**. Revista de Administração de Empresas, Rio de Janeiro, v. 45, n. 4, p. 22-35, out./dez. 2005.

WATSHAM, T. **Futures and options in risk management**. Ohio: Publisher: International Thomson Business & Computer Press, 1998.

WEBER, H., **Artigo Técnico - Modo de funcionamento e variantes dos sensores Lidar**, 2018.

WERKEMA, M. C. **Bases conceituais para a gerência de riscos em projetos**. Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

WHITMORE, A., AGARWAL, A., DA XU, L., ***The Internet of Things - A survey of topics and trends***. Information Systems Frontiers, v. 17, n. 2, p. 261-274, 2015.

WILLIAM R. D. ***Project management institute standards committee: a guide to the project management Body of knowledge***, charlotte, 1996.

WILLIAMS, O. ***Outsourcing: a CIO's perspective***. Jamestown, Ohio: Change management Group, / CRC Press LLC, 1998.

XENOS, H.G., **Gerenciando a manutenção produtiva: o caminho para eliminar falhas nos equipamentos e aumentar a produtividade**. Belo Horizonte - MG: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

YAN, D.; WANG, R.; LIU, E.; HOU, Q., ***ADMM-based robust beamforming desing for downlink cloud radio access networks***, 2018.

YIN, R.K., **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2005.