



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA**



FLÁVIA HOLZ MEIRELLES PEREIRA

**ANÁLISE DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DOS REQUISITOS DE
ENGENHARIA PARA OS TRIBUNAIS DE CONTAS ESTADUAIS
ALINHADA COM OS PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0**

**VITÓRIA - ES
2021**



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA



FLÁVIA HOLZ MEIRELLES PEREIRA

**ANÁLISE DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DOS REQUISITOS DE
ENGENHARIA PARA OS TRIBUNAIS DE CONTAS ESTADUAIS
ALINHADA COM OS PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Gestão Pública da Universidade Federal do Espírito Santo, como um dos requisitos parciais para a obtenção do grau de Mestre em Administração Pública.

Orientador: Prof. Dr. José Barrozo de Souza

**VITÓRIA - ES
2021**

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas
- SIBI/UFES e elaborada pelo autor

Pereira, Flávia Holz Meirelles, 1978-

P436a Análise da medição de desempenho dos requisitos de engenharia para Tribunais de Contas Estaduais alinhada com os princípios da Indústria 4.0 / Flávia Holz Meirelles Pereira. 2021.

109 f.: il.

Orientador: José Barrozo de Souza.

Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas.

1. Administração Pública. 2. Tribunal de Contas. 3. Espírito Santo. I. Souza, José Barrozo de. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Jurídicas e Econômicas. III. Título.

CDU: 35



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA



FLÁVIA HOLZ MEIRELLES PEREIRA

**ANÁLISE DA MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DOS REQUISITOS DE
ENGENHARIA PARA OS TRIBUNAIS DE CONTAS ESTADUAIS
ALINHADA COM OS PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. José Barrozo de Souza
Universidade Federal do Espírito Santo
(Orientador)

Profª Drª Taciana de Lemos Dias
Universidade Federal do Espírito Santo Programa
de Pós-graduação em Gestão Pública

Profª Drª Cintia Tavares do Carmo
Instituto Federal do Espírito Santo – IFES

Profa. Drª. Claudiana Guedes de Jesus
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro –

Prof. Dr. Elton Siqueira Moura
Instituto Federal do Espírito Santo - IFES

Dedico esta dissertação ao meu marido e filhos,
razões do meu trabalho, dos meus estudos, da
minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço meu marido, pela paciência e companhia de sempre, fundamentais para equilibrar o ambiente necessário para o estudo.

Agradeço também o meu orientador, José Barrozo de Souza, da forma atenciosa com que me conduziu neste processo, e a coordenadora Taciana de Lemos Dias, pela adequada sensibilidade, tanto da escolha do orientador, como em possibilitar o prosseguimento no mestrado de forma compatível com as obrigações profissionais assumidas.

Ressalto o estímulo ao contínuo aprendizado promovido a partir dos Acordos de Cooperação firmado entre a Universidade Federal do Espírito Santo – UFES e o Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo – TCE-ES, e a cessão dos dados deste órgão para o desenvolvimento da pesquisa.

“Mudança é a lei da vida. Aqueles que olham apenas para o passado ou para o presente certamente perderão o futuro.” — John F. Kennedy, ex-presidente dos EUA

RESUMO

PEREIRA, Flávia Holz Meirelles. **Análise da medição de desempenho dos requisitos de engenharia para os tribunais de contas estaduais alinhada com os princípios da indústria 4.0.** 2021. 109 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão Pública) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2021.

Diante da inovação proposta pela quarta revolução industrial, se torna fundamental repensar a forma de atuações das instituições públicas a fim de se adequarem a este cenário atual. Especificamente em termos de tribunais de contas, iniciativas no Brasil, tais quais o Programa Qualidade e Agilidade dos Tribunais de Contas, instituído pela Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil, não somente contribuem para que os Tribunais de Contas atuem de forma uniforme, como também aperfeiçoem a qualidade e a celeridade das auditorias e dos julgamentos. Neste sentido, reflexões levam a ponderar sobre seu alinhamento com os princípios da Indústria 4.0. **O problema**, como analisar os atuais requisitos de engenharia indicados no Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil, que é o método de avaliação utilizado pelo programa, com foco no alinhamento com os princípios da Indústria 4.0. Assim, como **objetivo principal**, propôs-se analisar os atuais requisitos indicados pelo Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, com base nos princípios da Indústria 4.0. Para o estudo do problema de pesquisa foram adotados os seguintes **procedimentos metodológicos** Utilização das informações do sistema integrado interno disponível no Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo, análise das evidências que foram apresentadas como base para a atribuição da nota indicada no Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil. O acesso aos dados se deu por meio da disponibilização da base de dados pelos responsáveis pelo gerenciamento desta informação no Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo. O **aporte teórico** concentrou-se nos pilares e princípios da indústria 4.0, nos programas de qualidade e agilidade dos tribunais de conta e em seus marcos de medição de desempenho. **Ao final** foi possível compreender melhor o resultado da avaliação proposta pelo programa, no âmbito da engenharia, e elaborar como **produto técnico** uma proposta de diretriz para seleção de “Boas Práticas” inovativas de engenharia alinhada aos princípios da Indústria 4.0.

Palavras-chave: Gestão Pública. Indústria 4.0. Programa de Qualidade e Agilidade dos Tribunais de Contas. MMD-TC.

ABSTRACT

PEREIRA, Flávia Holz Meirelles. **Analysis of measuring performance of engineering requirements for state courts of account in line with industry principles 4.0.** 2021. 109 f. Dissertation (Professional Master in Public Management) – Federal University of Espírito Santo, Vitória, 2021.

In view of the innovation proposed by the fourth industrial revolution, it is essential to rethink the way in which public institutions act in order to adapt to this current scenario. Specifically in terms of the courts of accounts, initiatives in Brazil, such as the Quality and Agility Program for the Courts of Auditors, instituted by the Association of Members of the Courts of Auditors in Brazil, not only contribute to the Courts of Auditors acting uniformly, as well as improving the quality and speed of audits and judgments. In this sense, reflections lead to ponder on its alignment with the principles of Industry 4.0. **The problem**, how to analyze the current engineering requirements indicated in the Performance Measurement Framework of the Brazilian Courts of Auditors, which is the evaluation method used by the program, within the scope of engineering inspections, with a focus on alignment with the principles of Industry 4.0. Thus, as a **main objective**, it was proposed to analyze requirements indicated by the Performance Measurement Framework of the Brazilian Courts of Accounts, within the scope of engineering inspections, based on the principles of Industry 4.0. For the study of the research problem, the following **methodological procedure** were adopted Use of information from the internal integrated system available at the Court of Auditors of the State of Espírito Santo, analysis of the evidence that was presented as a basis for the attribution of the score indicated in the Measurement Framework of Performance of the Brazilian Courts of Accounts. Access to the data was made available through the database by those responsible for managing this information at the Court of Auditors of the State of Espírito Santo. The **theoretical contribution** was concentrated on the pillars and principles of industry 4.0, on the quality and agility programs of the courts of account and on their performance measurement frameworks. **At the end**, it was possible to better understand the result of the evaluation proposed by the program, in the scope of engineering, and to elaborate as a **technical product** a proposal for a guideline for the selection of innovative “Good Practices” of engineering in line with the principles of Industry 4.0.

Keywords: Public Management. Industry 4.0. Quality and Agility Program for the Courts of Auditors. MMD-TC.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxo referente à pergunta da pesquisa	20
Figura 2 – Fluxograma do objetivo geral da pesquisa.....	21
Figura 3 – Fluxograma dos objetivos específicos.....	22
Figura 4 - Esquema geral da pesquisa	23
Figura 5 – Sistemas de integração.	29
Figura 6 – Estrutura do MMD-TC.....	39
Figura 7 - Níveis de desenvolvimento dos Tribunais de Contas.....	40
Figura 8 – Resultado geral do MMD-TC 2019.....	56
Figura 9 – Forma de realização da análise.....	63

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Pilares da Indústria 4.0	32
Quadro 2 – Fases para implantação da Indústria 4.0 numa empresa	34
Quadro 3 – Princípios básicos da Indústria 4.0 em uma organização	34
Quadro 4 – Elementos formadores da Indústria 4.0	35
Quadro 5 – Domínios e indicadores de avaliação do MMD-TC:	39
Quadro 6- Tipos de inovação por setor	44
Quadro 7 – Principais declarações vinculadas às diretrizes 5, 6 e 8 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)	47
Quadro 8 - Matriz da pesquisa	51
Quadro 9 – Procedimento de análise dos atuais requisitos do MMD-TC alinhada aos princípios da Indústria 4.0	54
Quadro 10 – Resultados Nacional e Estadual da avaliação do MMD-TC 2019:	57
Quadro 11 – Evidências e critério de pontuação instituído para o MMD-TC 2019	59
Quadro 12 - Resultados obtidos por questionários sobre a características da Indústria 4.0 observadas no TCE-ES	65
Quadro 13 – Iniciativas consideradas pela Comissão de avaliação do MMD-TC (ciclo 2019) como sendo Boas Práticas para Obras e Serviços de Engenharia	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Premissa para atribuição da pontuação – QATC 2019	58
Tabela 2 – Resultados quanto ao atendimento das diretrizes 5, 6 e 8 da Declaração de Moscou, em referencia a Obras e Serviços de Engenharia (QATC 16)	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Resultado nacional das Fiscalizações e Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia, obtido no MMD-TC 2019.....	57
Gráfico 2 - Resultado do TCE-ES comparado à média nacional.....	58

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

Atricon.....	Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil
CPS	Sistemas Ciber Físicos
EFS	Entidades de Fiscalização Superiores
Incosai.....	Congresso Internacional das Entidades Fiscalizadoras Superiores
Intosai.....	Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores
IOE/IOT	Internet das coisas
IOS.....	Internet de serviços
MMD-TC.....	Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil
PPGGP	Programa de Pós-Graduação em Gestão Pública
QATC	Programa Qualidade e Agilidade dos Tribunais de Contas
TCE-ES	Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo
UFES.....	Universidade Federal do Espírito Santo

SUMÁRIO

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS	17
1.1. TEMPORALIDADES	17
1.2. O TEMA.....	17
1.3. O CONTEXTO E O PROBLEMA	18
1.4. OBJETIVOS	21
1.5. ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA	22
1.6. PRODUTO TÉCNICO OBTIDO	24
1.7. DELIMITAÇÃO	24
1.8. JUSTIFICATIVA	25
2. APORTE TEÓRICO	27
2.1. INDÚSTRIA 4.0 E SEUS PILARES	27
2.2. A INDÚSTRIA 4.0 E O SETOR PÚBLICO.....	35
2.3. PROGRAMA DE QUALIDADE E AGILIDADE DOS TRIBUNAIS DE CONTAS - QATC ...	37
2.4. OS TRIBUNAIS DE CONTAS E A FISCALIZAÇÃO DE ENGENHARIA	42
2.5. DIRETRIZES PARA ANÁLISE DOS ATUAIS REQUISITOS DO MARCO DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DE ENGENHARIA DOS TRIBUNAIS DE CONTAS DO BRASIL (MMD-TC) ALINHADAS AOS PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0	43
2.5.1 Análise com foco na diretriz 5 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)	49
2.5.2 Análise com foco na diretriz 6 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)	49
2.5.3 Análise com foco na diretriz 8 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)	50
2.6. TRABALHOS CORRELATOS	50
3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS	51
3.1. ABORDAGEM E TIPO DE PESQUISA.....	51
3.2. FONTE, TIPOS DE DADOS, SUJEITO E AMOSTRA.....	53
3.3. PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	53
3.4. VARIÁVEIS, ELEMENTOS E FATORES DO CAMPO DE PESQUISA.....	55
3.5. FORMA DE DADOS	55
3.6. CUSTO DA DISSERTAÇÃO E FONTES DE RECURSO.....	55
4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS	55
4.1. A INSTITUIÇÃO PESQUISADA	55
4.2. DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS.....	56
4.3. ANÁLISE	58
4.3.1 Análise Qualitativa	58
4.3.2 Análise Quantitativa	69
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	71
5.1. RESGATE DOS OBJETIVOS.....	71

5.2.	CONTRIBUIÇÕES GERAIS DA DISSERTAÇÃO	71
5.3.	PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO	72
5.4.	CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS DA DISSERTAÇÃO	73
5.5.	ADERÊNCIA DA DISSERTAÇÃO	73
5.6.	IMPACTOS DA DISSERTAÇÃO	73
5.7.	APLICABILIDADE E REPLICABILIDADE DA DISSERTAÇÃO	74
5.8.	INOVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO	74
5.9.	COMPLEXIDADE DA DISSERTAÇÃO.....	76
5.10.	ÊNFASE DA DISSERTAÇÃO.....	76
5.11.	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	76
	REFERÊNCIAS.....	78
	ANEXOS	85
	ANEXO A – AUTORIZAÇÃO PARA USO DOS RESULTADOS DO TCE-ES NO MMD-TC	86
	ANEXO B – ORIENTAÇÃO ESPECÍFICA SOBRE O INDICADOR QATC 16.....	88
	ANEXO C – TERMO DE RECEBIMENTO/EXECUÇÃO DO PTT	91
	APÊNDICES	92
	APÊNDICE A – MODELO DE PLANILHA UTILIZADO PARA ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS DA AVALIAÇÃO DO MMD-TC 2019	93
	APÊNDICE B – MODELO DO FORMULÁRIO ENVIADO A PROFISSIONAIS DO TCE-ES QUE DETÉM CONHECIMENTO NA APLICAÇÃO DO MMD-TC (FORMULÁRIO GOOGLE).....	94
	APÊNDICE C – RESULTADOS OBTIDOS DO PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO DO APÊNDICE B	99
	APÊNDICE D – CHECK LIST PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS E PILARES DA INDÚSTRIA 4.0 NAS EVIDÊNCIAS UTILIZADAS NO MMD-TC	100
	APÊNDICE E – TERMO DE ENTREGA DO PTT	101
	APÊNDICE F – CARACTERÍSTICAS DO PTT PARA INSERÇÃO NA PLATAFORMA SUCUPIRA	

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1.1. TEMPORALIDADES

A ideia da pesquisa surgiu a partir das atividades profissionais da pesquisadora junto ao Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo, que busca atingir as metas propostas pelo Programa Agilidade e Qualidade dos Tribunais de Contas (QATC), medidas metodologicamente pelo Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil (MMD-TC), que abarca em seu escopo questões que apontam para a possibilidade de alinhamento com os princípios e pilares propostos pela Indústria 4.0, o que despertou o interesse da pesquisadora pelo presente estudo.

A pesquisa sobre a Indústria 4.0 foi iniciada neste programa de pós-graduação, em especial, na disciplina Inovação na Gestão Pública, ofertada no 1º semestre de 2019 pelo orientador da presente pesquisa.

A evolução em relação ao tema Indústria 4.0 decorreu da participação das disciplinas posteriores ofertadas pelo Programa de Pós-graduação em Gestão Pública (PPGGP), da Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes), tais quais a prática de produção científica e, a produção científica e formatação acadêmica.

1.2. O TEMA

Esta dissertação tem como tema os princípios e pilares que norteiam a Indústria 4.0 e o setor público, notadamente a relação entre esses dois segmentos, ou seja, uma técnica que vem sendo aplicada no setor privado e instituições públicas, no caso os Tribunais de Contas.

A história da humanidade tem sido marcada pelas chamadas revoluções industriais, decorrentes das inovações ocasionadas pelo aperfeiçoamento das tecnologias no processo produtivo, que impactam diversos aspectos da sociedade e alteram a concepção de mundo.

A indústria 4.0, também denominada de quarta revolução industrial nasceu de forma

planejada (DRATH, 2014) na Alemanha em 2011, por ação conjunta de representantes empresariais, políticos e acadêmicos (HERMANN *et al.*, 2015). Seu conceito representa um desafio de atuação para as instituições (MÜLLER; DÄSCHLE, 2018), e incita o repensar dos modelos de negócio atuais (IBARRA *et al.*, 2017).

Diante da inovação que a quarta revolução industrial representa, também se torna fundamental levar essa reflexão às instituições públicas que vêm empreendendo esforços de acompanhar e se apropriar das inovações, tanto gerenciais quanto operacionais, que surgem no mercado privado.

Especificamente em termos de tribunais de contas, iniciativas no Brasil, tais quais o Programa Qualidade e Agilidade dos Tribunais de Contas, instituído pela Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil (Atricon), registra-se que ele não somente contribui para que esses Tribunais atuem de forma uniforme, como também aprimorem tanto a qualidade quanto a celeridade das auditorias e dos julgamentos sob sua alçada.

1.3. O CONTEXTO E O PROBLEMA

O QATC teve início no mês de março de 2013 e, de acordo com a Atricon (2014, p. 6)

Dos 33 (trinta e três) Tribunais de Contas dos Estados, Distrito Federal e Municípios, 28 (vinte e oito) formalizaram consentimento para serem submetidos à verificação *in loco* (revisão por pares), o que corresponde ao expressivo percentual de 84,84%, possibilitando, desse modo, amostra bastante satisfatória.

Essa participação revela mais do que uma amostra satisfatória, pois além de contar com mais de 50% dos Tribunais de Conta dos Estados, Distrito Federal e Municípios, envolveu diversos servidores e membros dos tribunais¹, cuja contribuição foi significativa para a consolidação desse mecanismo de avaliação.

¹ Entende-se por membro, os Ministros ou Conselheiros que integram os Tribunais de Contas da União ou dos Estados/Municípios, respectivamente, nos termos do art. 75 da CRFB, que por similaridade é aplicada no âmbito das Constituições Estaduais. Já por servidores, são todos os demais agentes que exercem duas funções, na forma indicada pelo art. 37 da CRFB.

O trabalho teve início com diversas visitas técnicas às unidades participantes para verificar os níveis de qualidade e padrões de agilidade do controle externo, a partir das quais se obteve um diagnóstico, cujos indicadores nortearam novos passos (ATRICON, 2014).

Posteriormente foi realizada uma convergência metodológica desse instrumento (QATC), com aplicação do Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil, sendo esta a segunda fase dessa mudança, passando a compor a forma de medição do programa.

Em maio de 2017 essa ferramenta foi apresentada ao Tribunal de Contas do Estado de Minas Gerais (TCEMG), com a previsão da sua implementação nos 33 tribunais brasileiros e, também, no Tribunal de Contas da União – TCU (TCEMG, 2017).

Uma vez disseminados os procedimentos metodológicos, iniciaram-se as avaliações. Em 2019, “Após dois dias de auditoria, a Associação dos Membros dos Tribunais de Conta do Brasil (Atricon) entregou à presidente do Tribunal de Contas do Amazonas (TCE-AM) [...] o Certificado de Garantia de Qualidade da Corte de Contas do Amazonas” (TCE-AM, 2019).

No dia 13 de novembro de 2019 foi realizado o I Congresso Internacional dos Tribunais de Contas, no qual foram apresentados os resultados do MMD-TC, incluindo o TCU. Nesse evento, por meio das exposições do Conselheiro Carlos Ranna Macedo (TCE-ES), na função de vice-presidente de Desenvolvimento do Controle Externo da Atricon e coordenador geral do MMD-TC, foram destacadas a evolução contínua do processo:

O conselheiro fez uma rápida incursão nos ciclos anteriores – 2013, 2015, 2017. O primeiro, de acordo com ele, foi uma avaliação feita na expectativa daquilo que a INTOSAI aprovaria posteriormente como diretrizes de auditoria. No segundo, os critérios de avaliação foram adequadas aos preceitos da Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores, que reúne 200 países membros. No terceiro, foram agregadas novas Resoluções Diretrizes; foram reduzidas assimetrias em relação às avaliações anteriores e obteve-se um perfil mais realista de cada Tribunal. (TRIBUNAL DE CONTAS DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, 2019).

Para ter condições de abordar se o Programa QATC reflete princípios e pilares propostos pela Indústria 4.0, é importante avaliar se os resultados obtidos a partir da

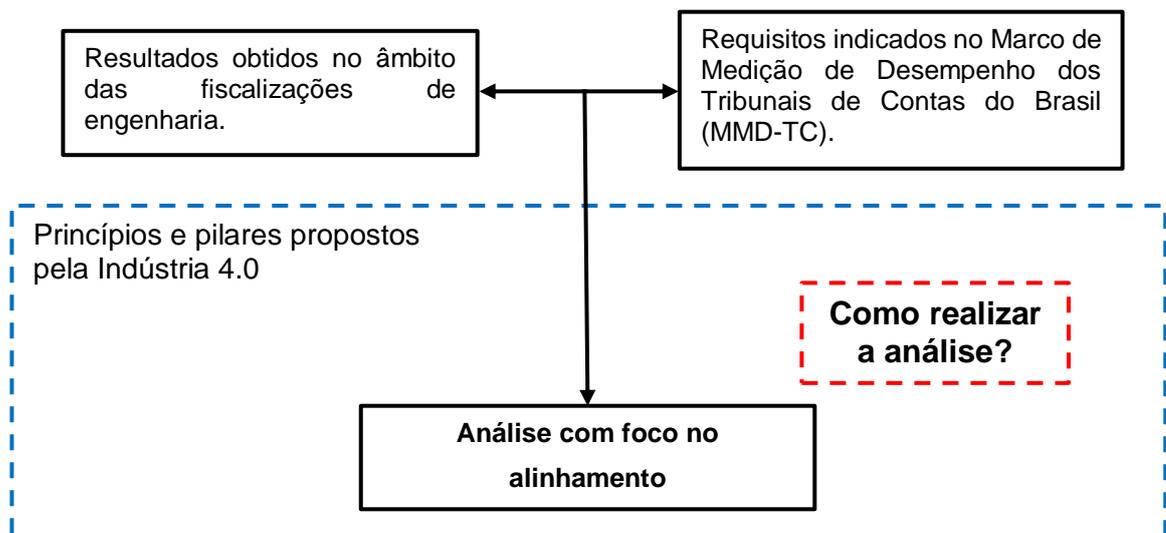
aplicação do MMD-TC tem por foco a implementação de processos inovadores.

Como o programa envolve inúmeras áreas de atuação, dentre as quais área de atuação da pesquisadora ser com foco em atividades de fiscalização na área de engenharia de Tribunal de Contas, entende-se ser oportuno indicar como contorno da análise a área em questão. A partir desta premissa, chega-se a seguinte pergunta:

Como analisar os requisitos indicados no MMD-TC, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, com foco no alinhamento com os princípios da Indústria 4.0?

A Figura 1 apresenta uma representação do fluxo do questionamento central da pesquisa.

Figura 1 - Fluxo referente à pergunta da pesquisa



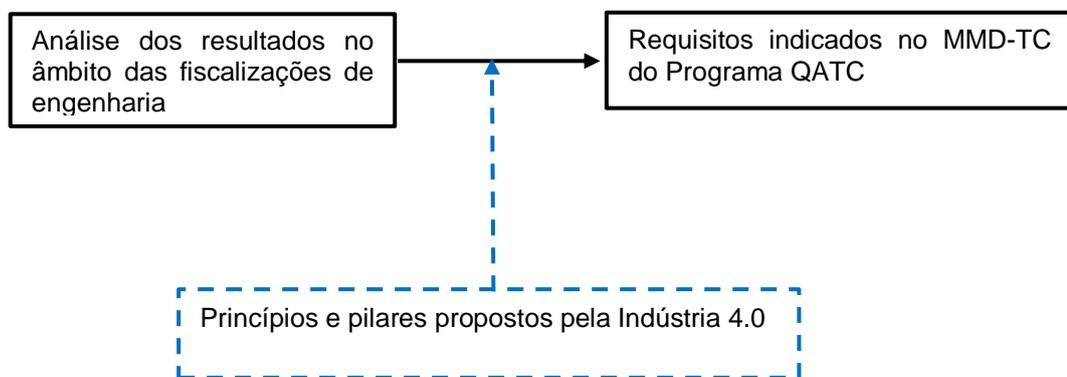
Fonte: Elaboração própria

1.4. OBJETIVOS

A partir da contextualização do problema e do questionamento central da pesquisa foi elaborado o objetivo geral da pesquisa e, também, os específicos, dele decorrentes.

O objetivo geral proposto nesta pesquisa é analisar os atuais requisitos indicados pelo Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil (MMD-TC), no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, com base nos princípios propostos pela Indústria 4.0, conforme mostrado na Figura 2.

Figura 2 – Fluxograma do objetivo geral da pesquisa



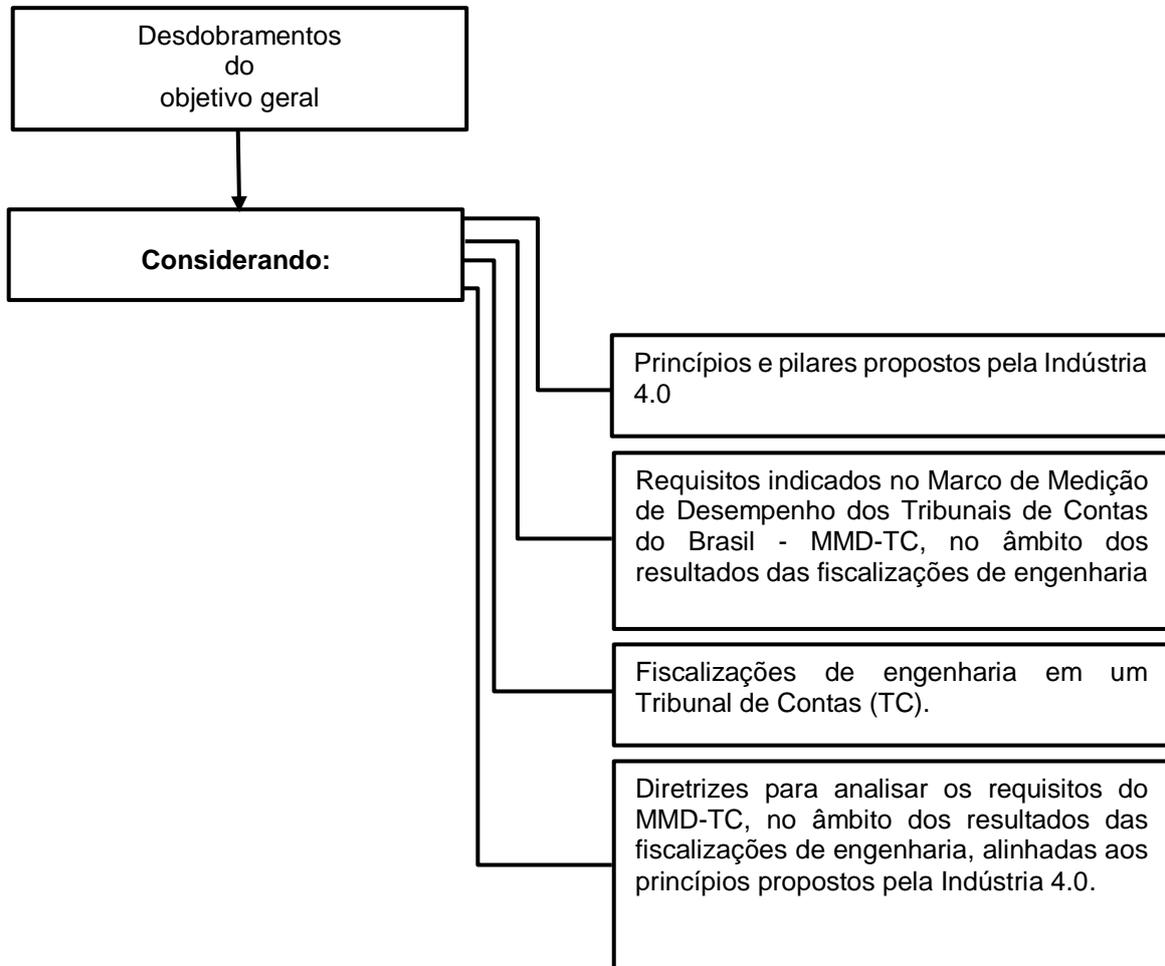
Fonte: Elaboração própria

Os objetivos específicos, elaborados a partir do direcionamento central da pesquisa, estão listados a seguir.

- Expor os princípios e pilares propostos pela Indústria 4.0;
- Indicar os atuais requisitos de medição do Programa QATC e descrever os aplicados a área de engenharia;
- Descrever as formas de fiscalizações de engenharia em um Tribunal de Contas (TC);
- Estabelecer diretrizes para analisar os requisitos do MMD-TC, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, alinhadas aos princípios propostos pela Indústria 4.0.

A Figura 3 apresenta esses objetivos diagramados.

Figura 3 – Fluxograma dos objetivos específicos



Fonte: Elaboração própria

1.5. ESTRUTURA GERAL DA PESQUISA

A forma como a pesquisa foi realizada é apresentada em seu esquema geral, onde é possível identificar que a contextualização do tema se desenvolve por meio de dois pontos principais: a Indústria 4.0 e o MMD-TC do Programa QATC.

Assim, o problema e, por consequência, o objetivo geral da pesquisa (que por sua vez se desdobra nos objetivos específicos e no aporte teórico realizado) destaca justamente a relevância de se analisar os atuais requisitos de medição, tendo por foco o alinhamento com os princípios da Indústria 4.0.

Por sua vez, a metodologia utilizada englobou a revisão sistemática dos conceitos envolvendo a Indústria 4.0, da análise dos documentos produzidos para implementação e condução do Programa QATC e respectivo MMD-TC, levando a realização do proposto no objetivo geral e culminando em uma análise pautada em diretriz que conduz a conclusões alinhadas aos princípios da Indústria 4.0, tal como demonstrada na Figura 4.

Figura 4 - Esquema geral da pesquisa

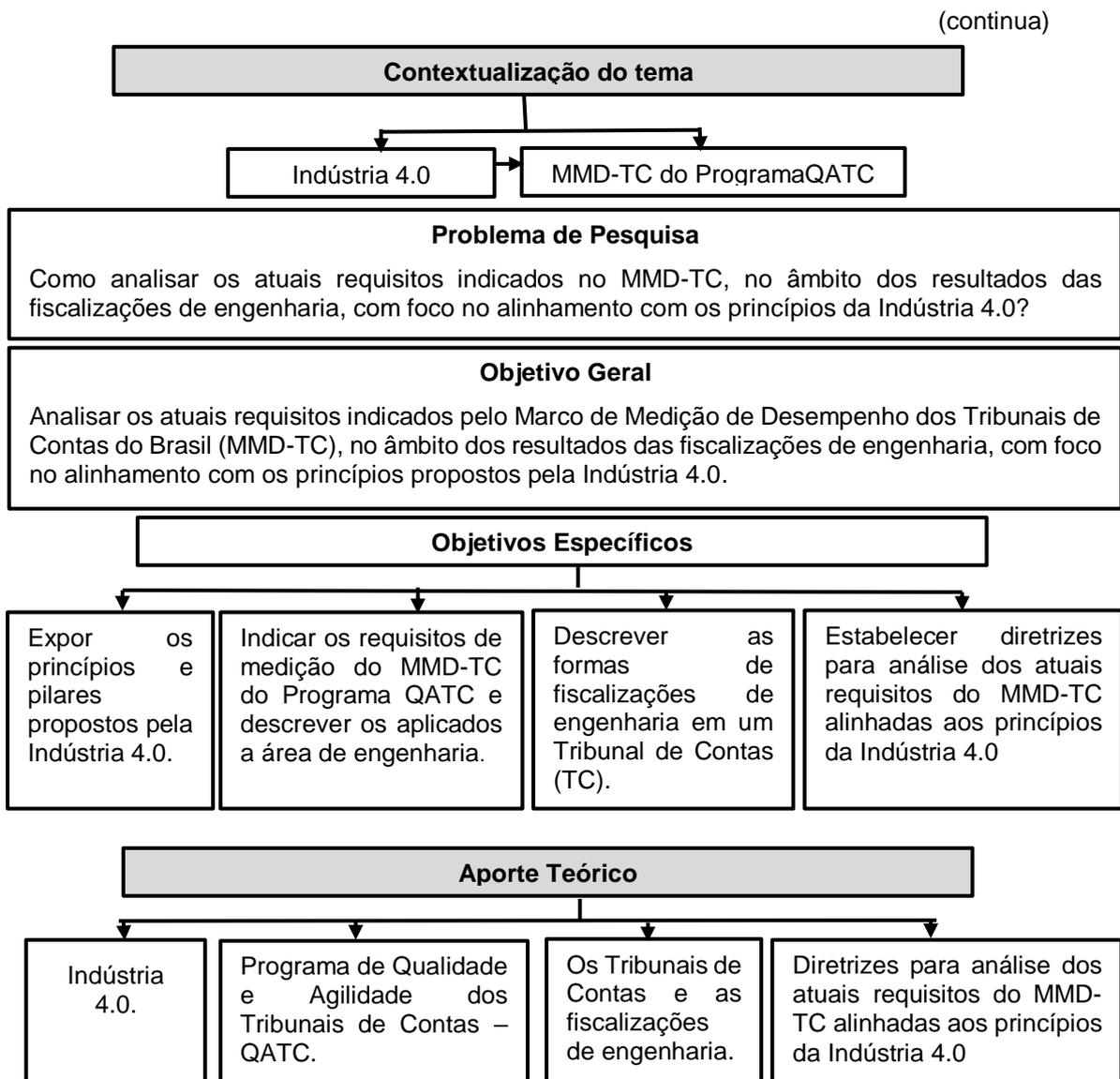
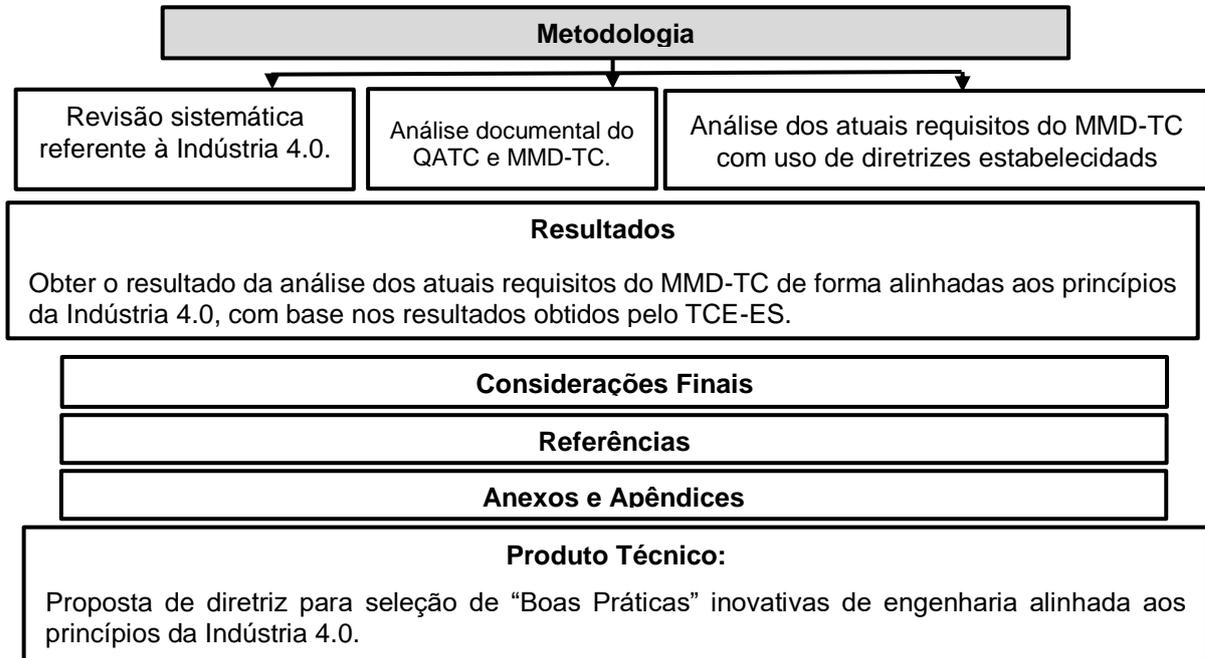


Figura 4 - Esquema geral da pesquisa

(finalização)



Fonte: Elaboração própria, a partir da revisão bibliográfica

1.6. PRODUTO TÉCNICO OBTIDO

A partir da presente pesquisa foi possível vislumbrar vários produtos técnicos para uso prático das entidades envolvidas.

A escolha do Produto Técnico trabalhado a partir desta pesquisa pautou-se na possibilidade de uma implementação mais simples no âmbito da metodologia aplicada pelo Programa QATC, que se consolidou em uma proposta de diretriz para seleção de “Boas Práticas” inovativas de engenharia alinhada aos princípios da Indústria 4.0.

1.7. DELIMITAÇÃO

Este é um Mestrado Profissional, cuja pesquisa servirá para nortear atuações das equipes de fiscalização de engenharia, do Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo (TCE-ES).

Assim, para a análise dos requisitos do MMD-TC alinhadas aos princípios da Indústria 4.0, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, serão utilizados os resultados no programa obtidos pelo TCE-ES e liberados para a presente pesquisa.

Convém informar que esta delimitação se faz necessária pois os resultados obtidos pelos Tribunais no MMD-TC não são de acesso do público em geral.

1.8. JUSTIFICATIVA

A pesquisa se justifica pela necessidade de analisarmos os requisitos do MMD-TC, relacionado ao Programa QATC, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, com princípios da Indústria 4.0, e incentivar aos Tribunais de Contas ações cada vez mais efetivas e inovadoras, que é o que se espera de órgãos públicos eficazes. Ainda não há teorias formadas e aceitas consensualmente pela comunidade científica que trate deste alinhamento.

A necessidade deste tipo de ação foi registrada no XXIII Congresso Internacional das Entidades Fiscalizadoras Superiores - EFS (INCOSAI), realizado entre 25 a 27 de setembro de 2019, ocasião em que os membros da Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI) proclamaram dez diretrizes para auditoria (fiscalização) pública, contendo aspectos e princípios da Indústria 4.0, dentre as quais podemos destacar:

- As EFS poderiam objetivar um melhor uso de análise de dados em auditorias, incluindo estratégias de adaptação como o planejamento para tais auditorias, o desenvolvimento de equipes experientes em análise de dados, e a introdução de novas técnicas na prática de auditoria (fiscalização) pública;
- As EFS podem fomentar uma mentalidade experimental para reforçar a inovação e o desenvolvimento;
- As EFS são encorajadas a formar os auditores do futuro capazes de: trabalhar com análise de dados, ferramentas de inteligência artificial e avançados métodos de análise qualitativa; reforçar a capacidade de inovação; atuar como parceiros estratégicos; compartilhar conhecimento e gerar previsões.

Além disso, iniciativas em outros países, tal qual a publicação da antevisão de auditoria pelo Tribunal de Contas Europeu com vistas a examinar se apoio prestado pela Comissão Europeia aos Estados-Membros rumo aos fundamentos da Indústria 4.0 é realmente eficaz (EUROPEAN COURT OF AUDITORS, 2019) corrobora com a importância do tema.

É possível detectar tal preocupação também no Plano Estratégico da Corte de Contas Estadual para 2021, que possui metas ligadas à inovação, retratadas tanto em seu quinto objetivo, no que se refere a aprimorar e intensificar o uso da TI, como quando revela na perspectiva nomeada aprendizado e inovação.

Por fim, não se pode deixar de mencionar a pandemia do COVID-19, que acelera ainda mais estes processos e se torna uma oportunidade, ainda que dolorosa, de redesenhar processos de forma mais segura e eficiente, condizentes com os paradigmas da Indústria 4.0 (PIANIGIANI *et al.*, 2020).

2. APORTE TEÓRICO

2.1. INDÚSTRIA 4.0 E SEUS PILARES

As ideias que deram origem a quarta Revolução Industrial foram concebidas na Alemanha, em 2011, a partir de um movimento organizado por políticos, empresários e estudiosos, com o intuito de agregar maior competitividade à indústria alemã. Essa revolução chama a atenção desde a sua concepção por ter sido planejada, e não constatada posteriormente como as demais (DRATH, 2014).

É a mais recente revolução, vinculada à história da humanidade, que anteriormente já vivenciou outras três revoluções.

A primeira Revolução Industrial, data do final do século XVIII, e marca a substituição de artesãos por máquinas a vapor (Neto, Pereira, Drozda & Santos, 2018). A segunda, a partir do século XIX, foi impulsionada pelo surgimento das linhas de montagem e eletricidade (Schwab, 2016). Já a terceira, nos anos 70, se consolidou sob os holofotes da tecnologia com foco na robotização e automação dos processos (Kagermann *et al.*, 2013).

Os termos “Indústria 4.0”; “*intelligent factory*”; “*factory of the future*”; “*smart factory*”; representam a visão de fábrica no futuro (BAYGIN *et al.*, 2016) ou de uma fábrica que produz insumos inteligentes, em equipamentos inteligentes, em sistemas de distribuição inteligentes (HUBA e KOZAK, 2016). Seu conceito envolve sistemas personalizados e eficientes, bem como produtos que controlam seu próprio processo de manufatura (LASI *et al.*, 2014). Entretanto, não existe uma definição amplamente aceita para o termo Indústria 4.0 (DRATH, 2014).

A Indústria 4.0 ainda é recente, ainda mais quando focamos no setor público. De todo modo, já é possível afirmar que estamos “no início de uma revolução que está mudando fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos um com o outro” (SCHWAB, 2016, p. 1). Essa nova tendência de tecnologia abrange desde a robótica até a inteligência artificial, o *big data*, a Internet das coisas (IoT) e uma infinidade de dados a serem explorados (DI MARIA, *et al.*, 2018).

Os pilares da Indústria 4.0 transformarão a forma de produção, otimizando o fluxo por meio de atuação integrada, automatizada e otimizada. Isso leva a uma maior eficiência em relação às relações tradicionais entre fornecedores, fabricantes e clientes, e entre humanos e máquinas (RÜßMANN *et al.*, 2015).

O termo conhecido como *Big Data and Analytics* refere-se à coleta de dados e sua avaliação em inúmeras fontes ligadas a equipamentos e a sistemas da linha de produção, bem como corporativos e de gerenciamento, será o padrão no apoio à tomada de decisões em tempo real (RÜßMANN *et al.*, 2015).

A análise de dados de dados gravados anteriormente é usada para detectar as ameaças em vários momentos do processos de produção e também antever os novos problemas e as possíveis soluções para evitar sua recorrência (BAGHERI *et al.*, 2015).

Robôs autônomos, se refere ao pilar que visa robôs mais independentes, flexíveis e cooperativos dia a dia e, com certeza, interagindo uns com os outros, trabalhando com segurança e aprender com os humanos (RÜßMANN *et al.*, 2015).

Eles são usados para executar formas de produção com mais precisão e em locais onde há restrição ao trabalho humano. Estes robôs autônomos atuam de maneira precisa e capaz dentro do prazo, de forma segura, flexível, versátil e colaborativa. (BAHRIN *et al.*, 2016).

Já a simulação, é usada de forma ampla nas operações da planta utilizando dados em tempo real para representar o real em um modelo virtual, desde máquinas, produtos e humanos, diminuindo os tempos de configuração do equipamento e melhorando sua qualidade (RÜßMANN *et al.*, 2015). Simulações bi e tridimensionais podem ser criadas para simulação de tempos de ciclo, gasto de energia ou outros aspectos de uma instalação.

O uso de simulações na produção, além de reduzir os tempos inativos, também diminui as falhas de produção durante as fases iniciais (SIMONS *et al.*, 2017). Assim, tomada de decisão se torna de melhor qualidade, sendo facilitada e agilizada (SCHUH *et al.*, 2014).

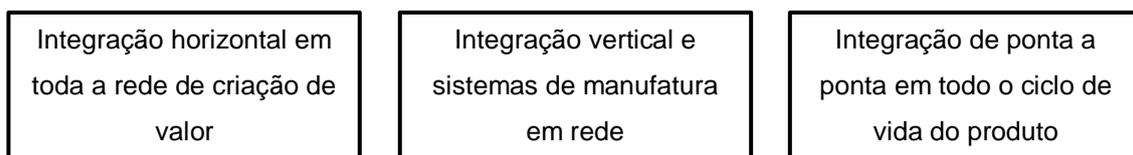
Outro pilar importante é a Integração de sistemas: horizontal e vertical, que

representa a mudança da Indústria 4.0 em três dimensões da integração: 1- a horizontal, implementada em toda a rede de criação; 2- a vertical, que reflete o processo em rede; e 3- a ponta a ponta de engenharia, ocorrendo em todo o ciclo do produto (VAIDYAA *et al.*, 2018).

Stock e Seliger (2016) explicam que a integração horizontal pode ocorrer em toda criação de valor, tanto no âmbito interno, quanto interempresarial, entre cadeias de valor do produto. Já a vertical conecta os vários níveis hierárquicos relacionados. Por fim, a integração ponta a ponta refere-se as amplas interligações ocorridas de forma inteligente e digital, notadamente se utilizando de informações e tecnologia de informação em nuvem, que é a forma de cruzamento aqui destacada, acarretando em uma operação descentralizada e ao mesmo tempo auto-organizada.

Importante destacar que há total conexão entre a integração de ponta a ponta com as demais outras duas dimensões de integração, já que aquela é viabilizada por estas. A total integração reflete também uma automatização da comunicação, em especial, ao longo de processos padronizados (EROL *et al.*, 2016), conforme a Figura 5.

Figura 5 – Sistemas de integração.



Fonte: Adaptado a partir de Vaidyaa *et al.*, (2018, p. 235).

A Internet das Coisas ou *Internet of Things*, significa uma rede mundial de objetos que se comunicam de forma uniforme. Internet das Coisas (IoT) também deve ser conhecida como *Internet of Everything* (IoE), que consiste em *Internet of Service* (IoS), *Internet of Manufacturing Services* (IoMs), *Internet of People* (IoP), um sistema incorporado e Integração de Informação e Comunicação tecnologia (IICT) (NEUGEBAUER *et al.*, 2016).

Contexto, onipresença e otimização são os três principais recursos da IoT, nos quais o contexto refere a possibilidade de interação avançada do objeto com um ambiente existente e resposta imediata se algo mudar, a onipresença fornece informações de localização, condições de um objeto e otimização ilustra o fatos de que os objetos de

hoje são mais do que apenas uma conexão à rede na interface máquina-homem (VALDEZA *et al.*, 2015).

A cadeia de valor deve ocorrer de forma inteligente, célere e conectada, integrando objetos físicos, fatores humanos, máquinas inteligentes, sensores inteligentes, processo de produção e linhas de produção juntos através dos limites da organização (SCHUMACHER *et al.*, 2016). *Software* e dados são elementos-chave para o planejamento e controle inteligentes de máquinas e fábricas do futuro (VALDEZA *et al.*, 2015).

Por exemplo, no caso de armazenamento em armazéns, estantes e paletes inteligentes se tornarão a força motriz do gerenciamento moderno de estoques. Para este exemplo, significa dizer que o rastreamento do transporte de mercadorias se tornam mais rápido, precisos e seguros, em consonância com o entendimento exposto por Dutra e Silva (2016).

A Segurança cibernética e sistemas físicos cibernéticos, ou ainda, *Cyber security and Cyber Physical Systems (CPS)*, se torna fundamental, a partir da necessidade de escudar os sistemas industriais e linhas de fabricação contra ameaças à segurança cibernética e promover comunicações seguras e confiáveis, com alto nível de gerenciamento das formas de acesso (RÜßMANN *et al.*, 2015).

A forte conexão entre o mundo físico, o serviço e o mundo digital melhora a qualidade das informações para o planejamento, otimização e operação dos sistemas de manufatura (LANDHERR *et al.*, 2016).

A descentralização e o comportamento independente do processo são os principais atributos do CPS. O desenvolvimento do CPS depende principalmente da adoção e reconfiguração da estrutura do produto e é considerado uma rede de abastecimento de sistemas ciberfísicos colaborativos, que são utilizados em sistemas de manufatura e diferentes sistemas ciberfísicos. (IVANOV *et al.*, 2016).

A troca contínua de dados é realizada através da interatividade de sistemas físicos em tempo real e de maneira inteligente, acessíveis na nuvem (STOCK e SELIGER, 2016).

A sombra do produto digital é definida como a representação de objetos físicos no

mundo virtual ou da informação. Por meio de ampla consideração de sistemas ciberfísicos, os requisitos básicos para operações de manufatura em tempo real e a otimização dos sistemas de produção reais são realizados. (THOBEN *et al.*, 2017).

O uso de sensores adequados no CPS deve detectar falhas na máquina e se preparar automaticamente para reparar as falhas no CPS. Também se pode encontrar a melhor maneira de usar cada estação de trabalho sob o tempo de ciclo necessário para realizar operações na estação de trabalho (KOLBERG e ZÜHLKE, 2015).

A estrutura 5G usa computação em nuvem para se comunicar, seja máquina com máquina, seja humano com máquina (DUTRA *et al.*, 2016).

O termo A Nuvem ou *The Cloud* revela um tipo de plataforma que serve como *backbone* técnico para conectar e comunicar vários componentes do *Application Center Industry 4.0* (LANDHERR *et al.*, 2016).

Com o setor 4.0, é preciso um maior compartilhamento de dados, ou seja, obter tempos de reação cada vez mais rápido (RÜßMANN *et al.*, 2015). “Produção digital” é um conceito relacionado à conexão de diferentes dispositivos a uma mesma nuvem de compartilhamento de informações, estendível para todo o conjunto de fábrica (MARILUNGO *et al.*, 2017).

A Manufatura Aditiva, destaca-se como um pilar da Indústria 4.0, cujos métodos de fabricação aditiva serão amplamente aplicados em lotes de produtos personalizados, com vantagens de construção, tais quais projetos complexos e leves. Também seu alto desempenho tende a reduzir distâncias de transporte e estoques disponíveis (RÜßMANN *et al.*, 2015).

A produção é mais rápida e barata com o uso de tecnologias de fabricação aditiva. Exemplos deste tipo são o método de deposição por fusão, a fusão a laser seletiva e a sinterização seletiva a laser (LANDHERR *et al.*, 2016).

À medida que as necessidades do cliente mudam, cresce o desafio de aumentar a especialização em produtos diferenciados e específicos, reduzindo ainda assim o tempo de sua colocação no mercado.

Esses desafios se refletem, em particular, com o aumento da digitalização, uso maior

de TI e redes de produtos, recursos e processos de fabricação (RENNUNG *et al.*, 2016).

A redução do tempo dos ciclos de vida do produto, com a crescente busca por produtos “únicos”, demanda maior transformação e complexidade das estruturas da organização (BRETTEL *et al.*, 2014).

Um exemplo claro são os carros do mesmo modelo oferecidos com muitas variações de motor, carroceria, equipamentos; tudo para atender os clientes, que estão cada vez mais informados e exigentes (WITKOWSKI, 2017).

Por fim, a realidade aumentada suporta uma variedade de serviços, como selecionar peças em um depósito e enviar instruções de reparo por meio dispositivos eletrônicos móveis.

A indústria pode usar a realidade aumentada para fornecer informações em tempo real e agilizar a tomada de decisão, bem como os procedimentos relacionados. Também, os trabalhadores podem receber instruções de reparo e, ao mesmo tempo, observam o sistema que necessita de reparo (RÜßMANN *et al.*, 2015).

Como exemplo, pode-se mencionar um helicóptero preso em um local remoto em que se precisa entregar comida. Com a ajuda de um vidro de realidade aumentada na cabeça do piloto, conectado ao computador central se saberia todos os detalhes sobre o helicóptero para realização pelo piloto da ação de reparação (RÜßMANN *et al.*, 2015).

Quadro 1 – Pilares da Indústria 4.0

(continua)

Pilares da Indústria 4.0	Big Data e Análise ou a coleta e avaliação de muitas fontes de dados de muitas fontes diferentes.
	Robôs autônomos ou uso de robôs em tarefas mais precisa e inteligente.
	Simulação em testes em dados em tempo real para apresentar um modelo virtual do mundo físico.
	Integração horizontal e vertical de sistemas ou integração de comunicação e cooperação ao longo de processos padronizados, tanto de forma horizontal quanto vertical.

Quadro 1 – Pilares da Indústria 4.0

(finalização)

Pilares da Indústria 4.0	Internet das coisas ou rede mundial de objetos interconectados e uniformes, que permite a conexão com o ambiente, a resposta imediata se algo mudar e a onipresença de fornecer localização, condições físicas ou atmosféricas do objeto.
	Segurança cibernética e sistemas físicos cibernéticos ou comunicações seguras e confiáveis.
	Nuvem ou plataforma em TI baseada em nuvem.
	Manufatura aditiva ou processos para proporcionar maior agilidade e menor custos, com maior possibilidade de individualização e atendimento das expectativas do cliente.
	Realidade aumentada ou variedades de informações em tempo real usadas para tomadas de decisão e procedimentos de trabalho.

Fonte: Adaptado de Rüßmann et al. (2015, p. 1-14), Landher et al. (2016, p. 26-31), Schuh (2014, p. 51-56).

Estes pilares indicam o que se deve esperar quando se fala de Indústria 4.0.

O mundo se aproximou e nova arquitetura de dados interpôs imensos espaços. Atualmente as pessoas e seu ambiente podem se comunicar constantemente. Isso levou a um alto padrão de conforto e eficiência de segurança e mudou a sociedade (MAFOKWANEA *et al.*, 2019).

A maioria dos processos de trabalho é coordenada por fluxos de dados. Todo o ciclo de vida de um produto é moldado por processos automatizados e altamente em rede. O conceito de produção, entrega e serviço são guiados digitalmente e compartilham todas as informações do processo (MAFOKWANEA *et al.*, 2019).

O processo de implementação da Indústria 4.0 pode ser gerido como um projeto padrão, representado por fases, tal como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Fases para implantação da Indústria 4.0 numa empresa

Fases	Definição da visão e estratégia da empresa para implantação da Indústria 4.0
	Identificação e descrição dos processos da empresa
	Implementação de sistema de informação completo (por exemplo, ERP / ERP II) e coleta de dados de fabricação/ produção.
	Digitalização dos dados coletados, criação de um gêmeo digital (cópia digital que possibilita a simulação virtual destes dados como meio preditivo de planejamento) e modificação ou compra de máquinas/ equipamentos (com base nas informações do gêmeo digital)
	Implementação de integração horizontal (ou seja, definição de regras que controlam os processos de produção e coleta automática de dados)
	Análise de dados e integração vertical (agregação de dados para a alta administração e otimização de processos com base nos dados)
	Produção e logística auto gerenciadas (CPS = <i>Cyber Physical System</i>)

Fonte: Adaptado de Hirman *et al.*, (2019, p. 1182).

No caso da manufatura, transfere-se a produção de unidades automatizadas individuais para ambientes operacionais integrados e otimizados. O Quadro 3 mostra os princípios básicos da Indústria 4.0 aplicados à produção e serviços:

Quadro 3 – Princípios básicos da Indústria 4.0 em uma organização

Princípios da Indústria 4.0	Interoperabilidade ou a capacidade do CPS, pessoas e todos os outros componentes das fábricas inteligentes de se comunicarem usando redes dedicadas.
	Virtualização ou substituição de protótipos físicos por designs, meios e processos de produção virtual. O comissionamento real é então realizado dentro de um único procedimento integrado envolvendo o fabricante e o fornecedor.
	Orientação de serviço consiste no desenvolvimento de <i>softwares</i> customizados direcionados aos serviços da indústria 4.0. Para isso, é utilizado a internet dos serviços, que integra os usuários e máquinas através de programas adaptáveis a cada necessidade, esses softwares, são literalmente feitos sob medida. O resultado é uma maior flexibilidade e melhor usabilidade dessas soluções integradas.
	Integração horizontal estendendo-se dos sistemas que recebem e confirmam um pedido, passando pela seção de manufatura, até o despacho do produto acabado e o suporte ao seu ciclo de pós-produção. Esta etapa inclui a possibilidade de otimizar os processos de fabricação em toda a cadeia de valor.
	Integração vertical desde o nível mais baixo de controle automático de processos físicos caracterizados por demandas de tempo crítico, passando pela gestão do setor de manufatura, até a alocação dos recursos da empresa por meio de sistemas ERP com constantes de tempo na ordem de dias ou semanas.

Fonte: Adaptado de Kaczmarczyk *et al.*, (2018, p. 264).

Atualmente, o cenário geral das organizações está sendo transformado pelos princípios da Indústria 4.0, gerando a necessidade de introduzir no ensino universitário múltiplos novos, predominantemente tópicos e problemas interdisciplinares para entender o significado e a importância dos princípios da Indústria 4.0. O Quadro 4 apresenta os elementos formadores da Indústria 4.0.

Quadro 4 – Elementos formadores da Indústria 4.0

Elementos Complementares: são elementos que ampliam as possibilidades de Indústria 4.0, mas que não necessariamente tornam 4.0 as aplicações industriais que eventualmente os utilizam.				
Etiquetas de RFID	QR code	Realidade Aumentada	Realidade Virtual	Manufatura Aditiva
Elementos Estruturantes: são tecnologias e/ou conceitos que permitem a construção de aplicações da Indústria 4.0.				
Automação	Comunicação Máquina a Máquina	Inteligência Artificial	Análise de Big Data	Computação em Nuvem
Integração de Sistemas		Segurança Cibernética		
Elementos Base ou Fundamentais: representam a base tecnológica fundamental sobre a qual o próprio conceito de Indústria 4.0 se apoia e sem os quais não poderia existir.				
Internet das Coisas	Sistemas Ciber Físicos (CPS)		Internet de Serviços (IoS)	

Fonte: Elaborado a partir de Pacchini, Lucato e Facchini *et al.*, (2019, p. 103-125).

O quadro acima contém exemplos de como se forma a Indústria 4.0 a partir de seus princípios, que destaca a proposta inovadora e, por vezes, inédita nas organizações.

2.2. A INDÚSTRIA 4.0 E O SETOR PÚBLICO

A relação da indústria 4.0 com o setor público ganha magnitude na medida em que a atuação das instituições públicas tende a se voltar para o resultado, alinhada a um modelo de administração pública gerencial e compatível às noções de democracia e *accountability*, baseados em modelos como o da Nova Gestão Pública, proposta por Osborne e Gaebler (1995) e o do Novo Serviço Público, proposto por Denhardt e Denhardt (2007), em constante evolução, como a abordagem voltada para a Nova Governança Pública (PEREIRA *et al.*, 2016).

Verifica-se que a abordagem da indústria 4.0 no setor público ganha cada vez mais destaque entre os autores, apesar de ainda tímida do que sua abordagem geral, cujas pesquisas resultam em bem mais artigos publicados. Neste mesmo sentido, é possível afirmar que a análise voltada para o setor público no Brasil ainda é pouco

representativa, em comparação aos países que mais tratam do tema.

De todo modo, a discussão em foco é relevante e defendida por especialistas de vários países, que indicam que as Administrações Públicas pretendem de adaptar as atuais demandas dos cidadãos e oferecer cada vez mais serviços *on-lines* eficientes e eficazes, com uso de tecnologias de ponta (MERGEL *et al.*, 2019). De acordo com as autoras, é preciso mais do que a mera digitalização de serviços e processos.

De fato, a atuação do governo digital tende a fornecer serviços sem interrupção, melhorando a eficiência a qualidade, reduzindo os prazos e aumentando a transparência, (LINDGREN *et al.*, 2019, apud LAYNE e LEE, 2001).

Além disso, os canais digitais entre cidadãos e governo possuem custo mais baixo do que os tradicionais, já que reduzem os atendimentos presenciais e os telefonemas, com facilidades em busca de informações ou transações por parte do cidadão (ANDROUTSOPOULOU *et al.*, 2019).

É claro que o conceito de governo digital está em contínua evolução (JANOWSKI, 2019), e por isso pode ser analisado sob diversos aspectos ou perspectivas, inclusive, acerca do cuidado necessário em se investigar as consequências efetivas dos serviços públicos digitais na vida dos cidadãos, levando em conta como os dados dos cidadãos devem ser gerados e usados, sob o ponto de vista ético (LINDGREN *et al.*, 2019).

Também, sabemos que o sucesso da evolução deste tipo de serviço depende da aceitação do usuário. Segundo pesquisa realizada em Taiwan, está intimamente ligada à utilidade percebida, à facilidade de uso, à confiança, à interatividade, à influência externa, à influência interpessoal, à auto-eficácia e às condições facilitadoras de uso (MEIJER e BEKKERS, 2019).

Por fim, Scupola e Zanfei (2019) destacam que os empreendedores institucionais, aqueles atores responsáveis por tomadas das decisões em sistemas de TI, desempenham um papel central na promulgação da tecnologia e, por isso, devem ser motivados a considerar o empreendedorismo institucional de maneira mais abrangente, a fim de alcançar mudanças transformacionais significativas e bem-sucedidas.

2.3. PROGRAMA DE QUALIDADE E AGILIDADE DOS TRIBUNAIS DE CONTAS - QATC

De acordo com a Atricon (2017), o Programa de Qualidade e Agilidade dos Tribunais de Contas – QATC, teve origem por iniciativa da Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil, em 2013, e englobou um conjunto de diretrizes para subsidiar processos de melhoria nos Tribunais de Contas, estabelecendo parâmetros para avaliações de desempenho desses órgãos convergentes os requisitos internacionalmente estabelecidos pela *International Organisation of Supreme Audit Institutions - Intosai*.

Atualmente, as informações vinculadas ao programa ficam disponíveis no site: <http://qatc.atricon.org.br/>.

Atricon (2017) destaca ainda que o QATC é composto pelos seguintes projetos:

- a) Diretrizes para o aprimoramento dos Tribunais de Contas do Brasil; e
- b) Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil (MMD-TC).

A avaliação dos Tribunais de Contas em todo Brasil é feita por meio do MMD-TC, que se compõe de um questionário, enriquecido pela abordagem metodológica *Supreme Audit Institutions – Performance Measurement Framework – SAI PMF*, da Intosai, que se constitui como principal meio de avaliação dos Tribunais de Contas do Brasil, englobando as diretrizes das NBASP, da Atricon, e as ISSAIs (QATC, 2019).

A metodologia recebeu a certificação ISO 17021 em 2019, por meio da Fundação Vanzolini (2019), única entidade brasileira integrada à *The International Certification Network (IQNet)*.

A ISO 17021, intitulada, “Avaliação de conformidade – requisitos para organismos que fornecem auditoria e certificação de sistemas de gestão”, traz os princípios e os requisitos para a competência, a coerência e a imparcialidade necessárias a um organismo que fornece auditoria e certificação dos tipos de sistemas de gestão (ABNT, 2020).

De acordo com a Atricon (2017), a periodicidade da avaliação é bienal, sendo

voluntária a participação dos Tribunais e sem o objetivo de utilizar os resultados para um ranqueamento ou qualquer comparação entre os participantes.

O Manual de Procedimentos do MMD-TC, versão 1.0, indica as comissões envolvidas no processo. A Comissão de Coordenação Geral, designada por ato da Presidência da Atricon após ouvir a coordenação da comissão vigente, é composta por membros e técnicos dos Tribunais, e tem por competência ações de coordenação, apoio técnico, treinamento, atualização e monitoramento geral do MMD-TC.

As Comissões de Avaliação, compostas por, no mínimo, 3 servidores designados pela Presidência dos Tribunais avaliados, são as responsáveis por coordenar a aplicação do MMD-TC. O controle da qualidade dos trabalhos desenvolvidos pela Comissão de Avaliação é realizado por Comissão de Controle da Qualidade, cujos integrantes serão distintos dos avaliados, também designadas pelo Presidente de cada Tribunal.

Por último, à Comissão de Garantia da Qualidade compete realizar a garantia de qualidade em todos os Tribunais de Contas, com base em amostra selecionada pela Comissão de Coordenação Geral com base em Orientação do MMD-TC. Esta comissão é composta, obrigatoriamente, por conselheiros, conselheiros substitutos e auditores de controle externo de Tribunais de Contas distintos dos avaliados, constituída por ato da Presidência da Atricon.

O MMD-TC não somente retrata medições fixas de desempenho, mas evolui e se adequa as novas necessidades e formas de atuação, o que revela a estreita relação com processos de inovação no setor público. Tanto o é assim, que atualmente as suas resoluções estão em processo de revisão, tendo sido criada nova comissão para a Coordenação Geral do Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil para o biênio 2020/2021, por meio da Portaria 02/2020 (ATRICON, 2020).

A estrutura geral do MMD-TC é representada pela Figura 6 abaixo:

Figura 6 – Estrutura do MMD-TC



Fonte: ATRICON (2019c, p. 12).

Tendo por base estas informações consolidadas, a última versão da avaliação foi realizada no ano de 2019 e foi composta de seis domínios de conhecimento e 25 critérios de avaliação, conforme Quadro 5.

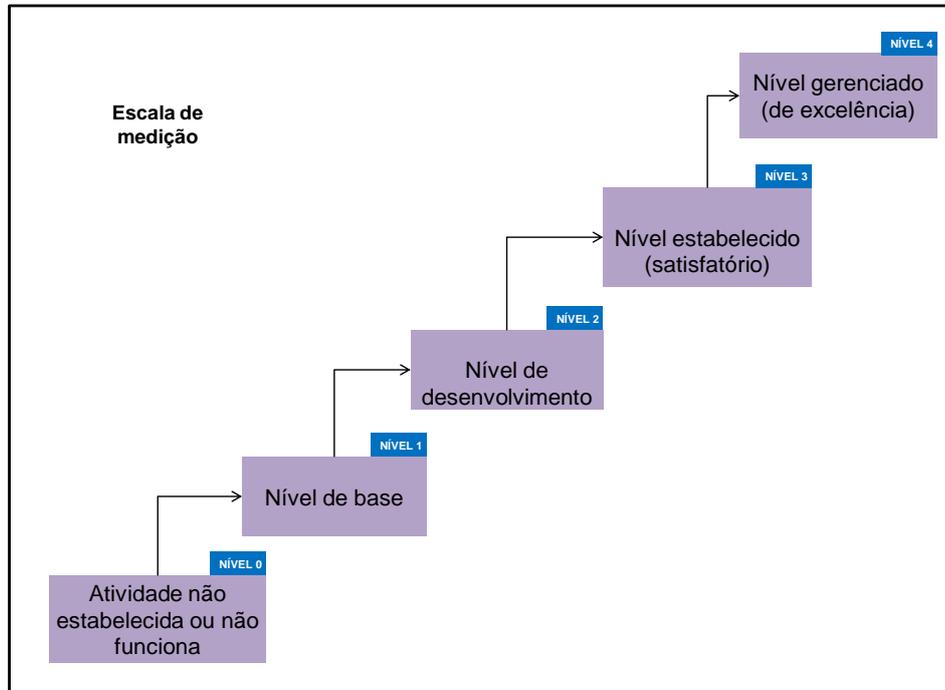
Quadro 5 – Domínios e indicadores de avaliação do MMD-TC:

DOMÍNIOS	INDICADOR	
A: Independência e Marco Legal	QATC-1	COMPOSIÇÃO, ORGANIZAÇÃO E FUNCIONAMENTO DOS TCs
B: Governança Interna	QATC-2	LIDERANÇA
	QATC-3	ESTRATÉGIA
	QATC-4	ACCOUNTABILITY
	QATC-5	AGILIDADE NO JULGAMENTO E GERENCIAMENTO DE PRAZOS DE PROCESSOS
	QATC-6	GESTÃO DE PESSOAS
	QATC-7	DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL
	C: Fiscalização e Auditoria	QATC-8
QATC-9		CONTROLE E GARANTIA DE QUALIDADE DE FISCALIZAÇÕES E AUDITORIAS
QATC-10		AUDITORIA DE CONFORMIDADE
QATC-11		AUDITORIA OPERACIONAL
QATC-12		AUDITORIA FINANCEIRA
QATC-13		CONTROLE CONCOMITANTE EXTERNO
QATC-14		ACOMPANHAMENTO DAS DECISÕES
QATC-15		INFORMAÇÕES ESTRATÉGICAS PARA O CONTROLE EXTERNO
D: Fiscalização da Infraestrutura e Meio ambiente	QATC-16	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA
	QATC-17	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DE CONCESSÕES E PRIVATIZAÇÕES
	QATC-18	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA AMBIENTAL E MOBILIDADE URBANA
E: Fiscalização e Auditoria de Políticas Públicas Sociais	QATC-19	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DA GESTÃO DA EDUCAÇÃO
	QATC-20	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DA GESTÃO DA SAÚDE
	QATC-21	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DA GESTÃO DA PREVIDÊNCIA PRÓPRIA
	QATC-22	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DA GESTÃO DA SEGURANÇA PÚBLICA
F: Fiscalização e Auditoria da Gestão Fiscal, Controle Interno, Tecnologia da Informação, Transparência e Ouvidoria.	QATC-23	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DA GESTÃO FISCAL E DA RENÚNCIA DE RECEITA
	QATC-24	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DO CONTROLE INTERNO E TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO DOS JURISDICIONADOS
	QATC-25	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DA TRANSPARÊNCIA E DA OUVIDORIA DOS JURISDICIONADOS

Fonte: Planilha do MMD-TC, Edição 2019, disponível em: <[http://qatc. Atricon.org.br/pagina-exemplo/](http://qatc.Atricon.org.br/pagina-exemplo/)>. Acesso em 26 out. 2019.

Os resultados provenientes da medição variam entre os níveis 0 a 4, conforme Figura 7.

Figura 7 - Níveis de desenvolvimento dos Tribunais de Contas



Fonte: ATRICON (2014, p. 28).

O estabelecimento da nota é realizada por meio da conferência do atendimentos aos critérios, utilizando-se de especificação e quantidade necessárias de evidências pré-definidas, a partir de resoluções e planilhas com os critérios de pontuação, disponíveis no site do QATC/ Atricon. Especificamente quanto à avaliação inerente a obras e serviços de engenharia, no MMD-TC (ciclo 2019) representado pelo indicador QATC 16, as orientações específicas constam no Anexo B.

Além da avaliação em si, o programa também busca destacar boas práticas que resultaram em melhores desempenhos ou com diferenciais em relação ao normalmente realizado, que são divulgadas no site da Atricon (QATC, 2019).

Dentre elas, exemplos de iniciativas inovadoras e que impactaram em bons resultados foram consolidadas e apresentadas como “Síntese das apresentações do 1º Laboratório de Boas Práticas de Controle Externo”, publicado pela Publicontas, 2018.

Nesta publicação, observa-se algumas ações convergentes aos princípios e pilares da Indústria 4.0, dentre elas, sistemas digitais de apoio à fiscalização, como o LABContas, os robôs Alice, Sofia e Mônica, *in verbis*:

O Labcontas, um sistema de grande alcance que integra 96 bases de dados, 55 organizações de controle e uma média de 580 usuários, sendo que 249 são de parceiros do controle externo.

O Labcontas é um ambiente rico para as auditorias, pois cruza informações que já possibilitaram verificar, por exemplo, o *ranking* de fornecedores que mais são contratados pelos órgãos públicos federais com algum indício de irregularidade ou fraude, que já somam a fiscalização de mais de um milhão de Cadastros Gerais de Pessoas Jurídicas (CNPJ) e dois milhões e meio de Cadastros Gerais de Pessoas Físicas (CPF).

Em parceria com o Tribunal Superior Eleitoral (TSE), foi possível detectar, por meio dos cruzamentos realizados no ambiente da ferramenta Labcontas, indícios de fraudes em doações para campanhas eleitorais. Foram constatados, por exemplo, 37.888 doadores que eram cadastrados no Bolsa Família.

O sistema digital Robô Mônica possibilita ao auditor visualizar de forma ágil e eficiente dados como a visão do órgão contratante, os fornecedores que são mais contratados e os tipos de serviço mais utilizados.

O robô Mônica foi criado pela Secretaria de Fiscalização de Tecnologia da Informação do TCU para demonstrar a falta de qualidade no cadastro de materiais e serviços das contratações e colaborar para a descentralização de dados.

O Robô Alice, desenvolvido em parceria com a CGU, trabalha diariamente analisando editais de licitações feitos por todos os órgãos federais. Verifica documentos e os editais publicados no Comprasnet, como também as contratações diretas publicadas no Diário Oficial da União. Todos os dias, os resultados das análises feitas por Alice são enviados a todos os auditores do TCU por e-mail. (LIMA e CASTRO, 2018)

A seleção das Boas Práticas é realizada pela Comissão de Controle de Qualidade (ATRICON, 2019c, p. 37), em reunião de fechamento sobre os resultados alcançados. Consta nas orientações gerais dadas para as comissões:

“Durante a visita de garantia de qualidade, é possível que a comissão identifique/sugira boas práticas não apresentadas pelo TC avaliado. Nesse caso, caberá ao TC avaliar a sugestão e, se for o caso, apresentar documento conforme Modelo MMD-TC 06/2019, para fins de registro. **Uma boa práca consiste em técnica(s) identificada(s) e experimentada(s) como eficiente(s) e eficaz(es) em seu contexto de implantação, para a realização de determinada tarefa, avidade ou procedimento ou, ainda, em uma perspecva mais ampla, para a realização de um conjunto destes, visando o alcance de um objevo comum, incremento na efevidade da atuação dos Tribunais de Contas.** As boas práticas validadas pelas equipes de Garantia da Qualidade serão submedas à avaliação técnica, homologação e consolidação pela Comissão de Coordenação Geral do MMD-TC, bem como divulgadas no hotsite do MMD-TC – qatc. Atricon.org.br.” (ATRICON, 2019e, p.4)

Também de acordo com Lima e Castro (2018), as Boas Práticas se destacam:

[...] foram a atualização quanto às novas tecnologias disponíveis para o controle externo; o compartilhamento de novas ferramentas de controle externo e gestão; o aprendizado com economia de recursos financeiros e otimização de tempo; e uma maior integração entre as instituições de controle e entre seus profissionais e membros.

Mas temos a expectativa de que, a médio prazo, as sementes de boas práticas plantadas no solo fértil do Centro-Oeste brasileiro frutificarão em significativo incremento na qualidade e na efetividade das ações de fiscalização desenvolvidas pelos órgãos de controle externo de nosso país, visando a boa gestão dos recursos públicos e contribuindo para o aprimoramento das administrações federal, estaduais, distrital e municipais.

A revolução das boas práticas no exercício do controle externo no Brasil está sendo feita por centenas, senão milhares de pessoas. Esperamos que, com a leitura desse livro, esse movimento se amplie e multiplique com maior velocidade. Um controle externo mais efetivo, tempestivo e de qualidade é mais que necessário, é indispensável e urgente para o aprimoramento das políticas públicas e o fortalecimento da nossa democracia. (LIMA E CASTRO, 2018, p. 12/13)

Estas exposições revelam o que se busca obter ao selecionar uma “Boa Prática” nas ações de controle externo. O incremento na ação de algo inovador, seja pelo ineditismo, seja pelo incremento de eficiência no controle em relação às ações normalmente praticadas, se mostra condizente com os princípios da Indústria 4.0.

2.4. OS TRIBUNAIS DE CONTAS E A FISCALIZAÇÃO DE ENGENHARIA

O art. 71 da Constituição Federal- CF define o controle externo no Brasil como dever do Congresso Nacional, a ser exercido com o auxílio do Tribunal de Contas da União. Por simetria, o mesmo ocorre nos Estados, por meio de suas Constituições Estaduais, ficando o controle a cargo das Assembleias Legislativas com auxílio dos Tribunais de Contas Estaduais.

Os incisos do referido dispositivo legal destacam a importância dos Tribunais de Contas para o país. Conforme ainda destaca o art. 70 da Carta Magna, as competências descritas detalham o controle da legalidade, legitimidade e economicidade, por meio de fiscalizações contábeis, financeiras, orçamentárias, operacional e patrimonial.

Assim, o alcance do controle externo é nacional, típico de uma democracia. Conforme leciona Lima (2015, p. 3), “A organização do estado democrático prevê inúmeros

mecanismos mediante os quais o poder é controlado e a atuação de seus titulares é limitada”.

De acordo com Toni (2016, p. 334), “o alcance do controle vai bem além dos aspectos contábeis ou formais, atingindo o mérito da atividade pública e sua estrutura institucional-organizativa”.

Além disso, conforme Chiavento (1993, p. 262, *apud* LOURENÇO, 2016, p. 113), o processo de controle possui as seguintes fases: definição de padrões e critérios, observação de desempenho, comparação do desempenho com os padrões e ações de correção.

É bom base nestas premissas constitucionais é que os Tribunais formularam suas formas de fiscalização, que em muito se assemelham em todos os órgãos distribuídos pelo país.

Por exemplo, o Regimento Interno do Tribunal de Contas da União - TCU, lista seus instrumentos de fiscalização na seção III, nos artigos 238/243. São eles o levantamento, a auditoria, a inspeção, o acompanhamento e o monitoramento.

Da mesma forma consta no art. 51 da Lei Orgânica do TCE-ES.

As fiscalizações de Engenharia dos Tribunais são amplas e abrangem temas variados de controle. Assim, utilizam de todos os instrumentos listados por suas leis orgânicas e regimentos internos. Desta forma, a preocupação acerca do tema entre os TCs torna-se cada vez mais latente.

2.5. DIRETRIZES PARA ANÁLISE DOS ATUAIS REQUISITOS DO MARCO DE MEDIÇÃO DE DESEMPENHO DE ENGENHARIA DOS TRIBUNAIS DE CONTAS DO BRASIL (MMD-TC) ALINHADAS AOS PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0

O desafio do estudo foi o de analisar a presença dos aspectos de inovação da Indústria 4.0 nos resultados obtidos a partir dos requisitos do MMD-TC aplicados para as fiscalizações de engenharia. Para isso, a necessidade de fugir da subjetividade e, ao mesmo tempo, implementar uma análise métrica diferente do que geralmente nos

deparamos, firmada a partir de pesquisas realizadas para um público-alvo sobre a percepção de inovação.

Iniciativas para medição da inovação podem ser observadas no país, tal como a *International Organization for Standardization (ISO)* que, por meio da ISO 56002:2019, trata da introdução de conceitos para medição de gestão da inovação.

Bloch e Bugge (2013) voltaram suas pesquisas para a área pública, usando como base o Manual de Oslo, para realização do estudo piloto denominado Mepin – “Medindo a inovação do setor público em países nórdicos”, que teve o condão de fornecer várias ideias sobre como se dá o entendimento acerca da inovação no setor público, pautando-se em pesquisa com questionários usados nos cinco países contemplados.

O Tribunal de Contas da União (2019), também na forma de pesquisa, se propôs a captar diferentes percepções sobre soluções inovadoras.

No entanto, a ideia aqui não é realizar uma pesquisa de campo para percepção quanto à inovação, mas sim analisar os requisitos do MMD-TC, tendo por foco os princípios da Indústria 4.0, com base em diretrizes adequadas.

De acordo com Taques *et al.*, (2020) há vários tipos de inovação, tais quais os indicados abaixo:

Quadro 6- Tipos de inovação por setor

(Continua)

Tipo	Manufatura	Serviços
Produto / Serviço	Criação de novo produto. Melhoria do produto existente por meio da alteração de componentes ou materiais, condições técnicas ou melhorias funcionais.	Adicionar benefícios aos serviços existentes, seja para clientes novos ou existentes
Processo	Alteração do método de produção (técnicas, equipamentos ou máquinas) ou inovação do método de entrega. Melhorias do método existente (qualidade, prazo de entrega ou redução de custo de produção).	Implementação de procedimentos novos ou aprimorados em relação à distribuição de serviços (aplicados a recursos humanos, métodos de trabalho, equipamentos ou combinações dos mesmos).

Quadro 6 - Tipos de inovação por setor

(Finalização)

Tipo	Manufatura	Serviços
Marketing	Remodelação no design do produto ou embalagem. Promoções e estratégias de preços para colocação de produtos no mercado.	Introdução de novos métodos que implicam mudanças nos serviços (visando melhorar as necessidades do cliente, entrar em novos mercados de negócios ou obter receita).
Organizacional	Práticas de negócios dentro da organização ou relacionamentos externos. Composição física da empresa. Práticas de treinamento e geração de conhecimento. Melhorias na satisfação do funcionário. Medidas visando redução de custos administrativos, suprimentos e transações.	Mudanças nas atividades de uma empresa. Usos mais eficientes de ativos e recursos de trabalho. Inovações técnicas ou cooperação com outras empresas para permitir a inovação.

Fonte: Taques *et al* (2020, p.3).

Os conceitos apresentados por Taques *et al.*, (2020) são os mesmos indicados pelo Manual de Oslo até sua terceira edição. Importa destacar que o Manual de Oslo, publicado pela primeira vez em 1992, cuja quarta edição foi lançada em 2018, é referência internacional para coletar e usar dados sobre inovação, de acordo com a OCDE.

Sua quarta edição, vem com a proposta de medir a inovação independente do grau de desenvolvimento do país, tendo como meta universalizar as medidas de inovação. Por conta disso, em sua quarta edição, reduz os quatro tipos de inovações, indicados no Quadro 6 para dois principais tipos: **inovações de produto e inovações nos processos de negócios**, sem deixar de operar bem com as categorias anteriormente expostas, cujas definições estão assim delineadas:

Uma **inovação de produto** é um **produto** ou serviço novo ou aprimorado que difere significativamente dos bens ou serviços anteriores da empresa e que foram introduzidos no mercado.

Uma **inovação de processo** de negócios é um **processo de negócios** novo ou aprimorado para um ou mais funções de negócios que diferem significativamente dos negócios anteriores da empresa processos e que foi colocado em uso pela empresa.(OCDE, 2018, p. 20/21)

O Manual de Oslo fornece as diretrizes para realização de pesquisas sobre inovação, que destaca a dificuldade de se comparar internacionalmente atividades da Administração Pública (OCDE, 2018, p. 183).

Com relação às ações dos Tribunais de Contas para o futuro, importante iniciativa foi destacada no XXIII Congresso Internacional das Entidades Fiscalizadoras Superiores - EFS (INCOSAI, 2019), ocasião em que os membros da Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI), entidade responsável por emitir normativos internacionais relativos às entidades fiscalizadoras existentes nos vários países do mundo, proclamaram dez diretrizes para auditoria (fiscalização) pública, dentre elas, as relacionadas a aspectos e princípios da Indústria 4.0, quais sejam:

1. As EFS são encorajadas a contribuir para uma prestação de contas de resultados mais eficaz, transparente e informativa, tendo em mente a complexidade dos esforços governamentais necessários a apoiar o alcance das prioridades nacionais e dos ODS.
2. As EFS são encorajadas a desenvolver uma abordagem estratégica de auditoria (fiscalização) pública para apoiar o atingimento das prioridades nacionais e dos ODS.
3. As EFS podem reforçar o valor da auditoria (fiscalização) pública (governamental) ao ampliar a previsão de recomendações baseadas em auditoria a questões importantes e estratégicas do parlamento, do governo e da administração pública.
4. As EFS poderiam promover a cultura da disponibilização e abertura dos dados, dos códigos fonte e dos algoritmos.
5. As EFS poderiam objetivar um melhor uso de análise de dados em auditorias, incluindo estratégias de adaptação como o planejamento para tais auditorias, o desenvolvimento de equipes experientes em análise de dados, e a introdução de novas técnicas na prática de auditoria (fiscalização) pública.
6. As EFS podem fomentar uma mentalidade experimental para reforçar a inovação e o desenvolvimento.
7. As EFS podem ampliar o foco de atenção à: (a) identificação de áreas de risco de interesse nacional e internacional e maior conscientização sobre esses riscos; (b) necessidade de gerenciar riscos sistêmicos no governo, além dos riscos operacionais, empresariais e de outras naturezas de entidades individuais.
8. As EFS são encorajadas a formar os auditores do futuro capazes de: trabalhar com análise de dados, ferramentas de inteligência artificial e avançados métodos de análise qualitativa; reforçar a capacidade de inovação; atuar como parceiros estratégicos; compartilhar conhecimento e gerar previsões.
9. As EFS deveriam considerar encontrar mais formas de abordar o tema da inclusão ao realizar suas auditorias (fiscalizações) considerando que este é um ponto chave da Agenda 2030 que tem como princípio não deixar ninguém para trás.
10. As EFS podem ampliar seu impacto positivo ao estabelecer uma interação produtiva com o ente auditado, e reforçar a cooperação e comunicação com a comunidade acadêmica e o público em geral. (g.n)

As diretrizes 4, 5, 6 e 8 destacam bem a importância da inovação e também da quarta revolução industrial nas EFS espalhadas em todo globo, dentre elas, os Tribunais de Contas, que são as respectivas entidades no Brasil.

Voltando o foco para as fiscalizações de engenharia e o procedimento interno dos Tribunais para tornar estas fiscalizações alinhadas aos princípios da Indústria 4.0, cabem aos itens 5, 6 e 8 maiores destaques. O Quadro 7 abaixo apresenta as principais declarações emitidas em relação ao que se espera destes itens, que constaram anexas ao documento elaborado.

Quadro 7 – Principais declarações vinculadas às diretrizes 5, 6 e 8 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)

(Continua)

Diretriz	Principais declarações
<p>5. As EFS poderiam objetivar um melhor uso de análise de dados em auditorias, incluindo estratégias de adaptação como o planejamento para tais auditorias, o desenvolvimento de equipes experientes em análise de dados, e a introdução de novas técnicas na prática de auditoria (fiscalização) pública.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • O uso de análise de dados nas EFS é uma inovação necessária, que transforma os dados em uma fonte de recursos para a promoção da eficiência, prestação de contas, eficácia e transparência da administração pública. • A posição singular das EFS dentro do setor público permite-lhes captar uma grande quantidade de dados das entidades fiscalizadas. O emprego de técnicas de análise de “big data” ao longo do processo de fiscalização permite às E.F.S: • Sintetizar dados obtidos de diferentes departamentos, setores, níveis de governo e regiões, o que permite a síntese dos dados obtidos para encontrar soluções para problemas do governo com um todo. • Combinar abordagens de coleta de dados (captação própria, externa, ambas) para prover uma atualização regular dos dados e permitir um acompanhamento em tempo real de problemas críticos ou de áreas de maior risco. • As EFS podem se beneficiar da execução de pesquisas analíticas de “big data” na fase preliminar das auditorias (fiscalizações). Isto encurtará o tempo de trabalho em campo e permitirá um acompanhamento e um monitoramento regulares. • As EFS podem se beneficiar da replicação de estudos científicos e fortalecer seu trabalho metodológico interno para aplicar correta e apropriadamente os métodos de pesquisa científica. As EFS podem, ainda, se relacionar com instituições acadêmicas para conduzir pesquisas científicas em conjunto. • Através do estreitamento da cooperação entre as EFS e organizações internacionais relevantes, a INTOSAI pode listar experiências e conhecimento de utilização de “big data” em auditorias (fiscalizações), desenvolver orientações e relatórios de pesquisa relevantes, e encorajar as EFS em construir suas próprias capacidades em utilização de “big data” em auditorias (fiscalizações).

Quadro 7 – Principais declarações vinculadas às diretrizes 5, 6 e 8 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)

(Finalização)

Diretriz	Principais declarações
<p>6. As EFS podem fomentar uma mentalidade experimental para reforçar a inovação e o desenvolvimento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Para liderar pelo exemplo, as EFS podem fortalecer suas capacidades inovativas e experimentais, isto é, incluindo fases de aprendizado, teste e avaliação em algumas partes do seu trabalho. Abordagens experimentais nas E.F.S. poderiam acelerar o aprendizado e o desenvolvimento de capacidades ao, sistematicamente, estabelecer e testar hipóteses, e identificar lacunas de conhecimento. • As EFS poderiam apoiar um uso mais eficiente do conhecimento baseado em experiências na sociedade e uma incorporação mais generalizada da experimentação em programas, estratégias e políticas governamentais. • A experimentação nas políticas públicas objetiva encontrar maneiras inovadoras para entregar os resultados. Para enfrentar questões complexas e entregar melhores resultados, as EFS podem apoiar abordagens experimentais. Descobrir o que funciona e não funciona nas políticas públicas permite compreender a eficácia das intervenções.
<p>8. As EFS são encorajadas a formar os auditores do futuro capazes de: trabalhar com análise de dados, ferramentas de inteligência artificial e avançados métodos de análise qualitativa; reforçar a capacidade de inovação; atuar como parceiros estratégicos; compartilhar conhecimento e gerar previsões.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Garantir a profissionalização do seu pessoal é um objetivo-chave. As competências e as habilidades dos auditores são o maior ativo das EFS. • As mudanças no ambiente de fiscalização e nas expectativas das partes interessadas moldam os requisitos novos e existentes para o conjunto de habilidades (necessárias) aos auditores das EFS.: • Mentalidade estratégica: análise de viabilidade, pensamento orientado por hipóteses, identificação de relações causais, orientação por metas, previsão, planejamento estratégico, pensamento sistêmico, priorização; • Habilidades de análise de dados: trabalho com conjuntos e bases de dados, visualização de dados, apresentação de dados complexos; • Habilidades sociais: comunicação eficaz, inteligência emocional, construção e manutenção da confiança baseada no profissionalismo, liderança, habilidades para construir consensos. • Para fortalecer o potencial analítico, as E.F.S. podem estabelecer unidades de análise de problemas específicos (por exemplo, compreensão de risco e gerenciamento de risco, avaliação de programas, entre outros).

Fonte: Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019).

Assim, os princípios da Indústria 4.0 já abordados nos quadros 2 a 5 desta peça e as diretrizes indicadas nas pesquisas indicadas no Quadro 7, tendo por base os

conceitos orientativos do Manual de Oslo, foram utilizados para balizar a autora na avaliação dos resultados indicados pelo MMD-TC.

2.5.1 Análise com foco na diretriz 5 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)

Para medir o uso de análise de dados em auditorias, considerando as principais declarações indicadas no Quadro 7, incluindo estratégias de adaptação do planejamento para tais auditorias, o desenvolvimento de equipes experientes em análise de dados e a introdução de novas técnicas na prática de auditoria (fiscalização) pública, foram observados pautando-se nas seguintes perguntas:

- No planejamento (fase preliminar) utilizado no trabalho que serviu de evidência foi realizada pesquisas analíticas de “big data”? (base de dados com volume significativo de dados como fonte de informação).
- Na fiscalização do trabalho que serviu de evidência foi utilizada técnica de análise de dados? (coleta de dados (captação própria, externa, ambas) para prover uma atualização regular dos dados e permitir um acompanhamento em tempo real de problemas críticos ou de áreas de maior risco)
- A metodologia aplicada no trabalho que serviu de evidência fez parte da replicação de estudos científicos ou parcerias com instituições acadêmicas?
- O trabalho que serviu de evidências é referenciado em congressos voltados aos TCs no Brasil ou ainda pela INTOSAI como experiência e conhecimento de utilização de “big data” em auditorias (fiscalizações)?

2.5.2 Análise com foco na diretriz 6 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)

Para medir o fomento a uma mentalidade experimental para reforçar a inovação e o desenvolvimento, considerando as principais declarações indicadas no Quadro 7, as observações foram pautadas na seguinte pergunta:

- O trabalho em evidência foi considerado uma abordagem experimental inovativa para o órgão?

2.5.3 Análise com foco na diretriz 8 da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019)

- No trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência estratégica da equipe? (entendendo-se estratégica como habilidade de análise de viabilidade, pensamento orientado por hipóteses, identificação de relações causais, orientação por metas, previsão, planejamento estratégico, pensamento sistêmico, priorização)
- No trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência análise de dados da equipe? (trabalho com conjuntos e bases de dados, visualização de dados, apresentação de dados complexos, normalmente envolvendo grande volumes de dados)

Todas estas questões foram aplicadas tendo por pano de fundo os conceitos da OCDE (2018), quanto a inovação do trabalho representar diferença significativa, tanto em termo de produto quanto processo, em relação aos anteriores.

2.6. TRABALHOS CORRELATOS

Não foram localizados trabalhos correlatos.

3. MÉTODOS E PROCEDIMENTOS

3.1. ABORDAGEM E TIPO DE PESQUISA

Para realizar a pesquisa foram empregados diferentes métodos. As ferramentas utilizadas estão detalhadas na tabela abaixo, que representa a matriz de pesquisa proposta por Choguill (2005), conforme mostrado no Quadro 8.

Quadro 8 - Matriz da pesquisa

Objetivos	Hipóteses	Método de análise	Conclusões
Expor os pilares e princípios da Indústria 4.0	- Obter os pilares e princípios da Indústria 4.0	Revisão sistemática referente à Indústria 4.0	Listar os pilares e princípios da Indústria 4.0
Indicar os requisitos de medição do AQTC e descrever os aplicados à área de engenharia	- Obter os requisitos aplicados à área de engenharia.	Análise documental do Programa QATC e dos resultados provenientes do MMD-TC	Obter os requisitos aplicados à área de engenharia.
Descrever as formas de fiscalizações de engenharia em um TC	- Obter os tipos de fiscalização a partir da legislação destes órgãos	Análise documental dos regimentos e leis destes órgãos	Obter os tipos de fiscalização a partir da legislação destes órgãos
Analisar requisitos indicados pelo Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil (MMD-TC), no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, alinhada com os princípios propostos pela Indústria 4.0	- Os requisitos do MMD-TC não contemplam os princípios propostos pela Indústria 4.0; - Os requisitos do MMD-TC contemplam os princípios propostos pela Indústria 4.0; - Os requisitos do MMD-TC contemplam parcialmente os princípios propostos pela Indústria 4.0;	- Análise dos atuais requisitos para o alinhamento com base nas diretrizes elencadas, por meio de perguntas. - Subsídio às conclusões obtidas com a percepção de profissionais que aplicam o MMD-TC.	Considerações sobre a análise e proposta de Produto Técnico.

Fonte: Elaboração própria.

A Abordagem da pesquisa foi tanto quantitativa quanto qualitativa.

De acordo com Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa qualitativa, decorre do vínculo entre o mundo objetivo e o subjetivo em que não é possível a tradução numérica da informação. Para essa abordagem foram utilizadas as evidências documentais

apresentadas para a atribuição da nota resultado, tais como peças técnicas elaboradas pelos auditores dos tribunais, capacitações, manuais, dentre outras, disponibilizados pelo órgão.

Já a pesquisa quantitativa abarcou aquilo que pode ser quantificável, traduzindo em números informações de forma a classificá-las e analisá-las (PRODANOV E FREITAS, 2013). Como dados quantitativos também foram utilizados os resultados numéricos obtidos em cada quesito de medição do MMD-TC, vinculados à área de engenharia, disponível na base de dados do TCE-ES.

Assim, a abordagem quantitativa ocorreu no tratamento estatísticos dos resultados obtidos nos vários pontos avaliados que envolveram os trabalhos de fiscalização na área de engenharia enquanto a abordagem qualitativa teve foco na relação entre a evidência documental e a nota atribuída.

Quanto à natureza, trata-se de uma pesquisa aplicada, dirigida à solução de problemas específico, de aplicação prática (PRODANOV E FREITAS, 2013).

Em relação ao nível de conhecimento, considera-se como estudo de caso, que segundo Prodanov e Freitas (2013), envolve coletar e analisar informações de forma aprofundada sobre um ou poucos objetos.

No que tange às suas variáveis e aos fins desejados, a pesquisa foi do tipo bibliográfica, que teve por base material já elaborado, documental, cujos materiais analisados não chegaram a receber tratamento analítico e por levantamento, quando do estudo aprofundado de um ou poucos objetos (PRODANOV E FREITAS, 2013).

Trata-se de uma pesquisa exploratória, que conforme Prodanov e Freitas (2013), em geral, teve o objetivo de definir e delinear o tema estudado e é utilizada em estudos de casos.

Também, realizou-se uma revisão bibliográfica narrativa para possibilitar a vinculação dos pilares e princípios da Indústria 4.0 com a análise dos dados apurados no TCE-ES.

Quanto à relação entre as variáveis, tratou-se de uma pesquisa comparativa, que visará fazer uma correlação da revisão teórica com a apuração prática obtida pelo estudo de caso.

No que se refere ao seu tempo, pode-se afirmar ser *cross-section*, já que separou resultado obtido em um determinado momento para análise.

No que diz respeito a postura da pesquisadora, considera-se uma pesquisa participante, já que as atividades profissionais da pesquisadora, em parte, utilizam a busca a bons resultados do MMD-TC.

Por fim, considera-se uma pesquisa do tipo experimento clássico, já que não é possível afirmar a direta intervenção na realidade.

3.2.FONTE, TIPOS DE DADOS, SUJEITO E AMOSTRA

Como fonte de dados quantitativos foram utilizados os resultados obtidos pelo TCE-ES no MMD-TC, ou seja, as notas atribuídas a cada quesito.

Para a obtenção e análise de dados, a pesquisadora utilizou as informações e documentações a que teve acesso, consideradas como parte da fonte de dados qualitativas, analisando as evidências que foram apresentadas como base para a atribuição da nota indicada no MMD-TC em sua avaliação mais recente, que ocorreu em 2019, envolvendo os quesitos de fiscalização e auditorias de obras e serviços de engenharia.

Assim, o sujeito relacionado trata-se do TCE-ES, sendo a amostra a avaliação do TCE-ES para o ano de 2019.

Considera-se que a validade da amostra é de critério, por entender que o instrumento de medição ser capaz de predizer o desempenho de um grupo específico.

3.3.PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados foram tanto o levantamento documental como bibliográfico.

O resultado sintético e analítico da última avaliação do MMD-TC, referente ao TCE-ES foram disponibilizados à pesquisadora. Estes resultados possuem resultados numéricos, o que possibilitou uma análise quantitativa, bem como documentos comprobatórios do atendimento ou não de quesitos, o que possibilitou uma análise qualitativa.

As evidências utilizadas para cada critério de avaliação atendido no MMD-TC, indicador QATC 16 (Fiscalização e Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia) foram analisadas a partir das perguntas formuladas no Apêndice A, construído a partir das diretrizes expostas no item 2.4, cujas respostas foram do tipo “sim”, “não” ou “NA” (não aplicável, quando a pergunta não guardar relação com a evidência).

As conclusões obtidas a partir desta análise foram subsidiadas ainda por duas profissionais do TCE-ES que detêm conhecimento na aplicação do MMD-TC, convidadas para expor suas percepções, na forma apresentada pelos Apêndices B e C.

Por fim, o aprofundamento da análise usou como apoio o Check List, construído a partir das diretrizes expostas no item 2.4, disponível no Apêndice D. O **Quadro 9** abaixo resume este processo.

Quadro 9 – Procedimento de análise dos atuais requisitos do MMD-TC alinhada aos princípios da Indústria 4.0

Documentos analisados	Diretriz adotada	Objetivo de análise
Evidências utilizadas para atribuição da nota conforme quesitos do MMD-TC para o indicador QATC 16	Modelo de Planilha utilizado para análise das evidências na avaliação do MMD-TC - Apêndice A	Avaliação Qualitativa e Quantitativa
	Percepção de profissionais do TCE-ES (Apêndices B e C)	Instrumento de apoio para as conclusões da análise anterior
	Check List disponível no Apêndice D	Avaliação Qualitativa e Quantitativa

Fonte: Elaboração própria

A autorização formal para acesso aos dados consta no Anexo A.

3.4.VARIÁVEIS, ELEMENTOS E FATORES DO CAMPO DE PESQUISA

Foram envolvidas variáveis de dados numéricas quantitativas, apuradas a partir dos resultados e qualitativas, apuradas a partir dos documentos base para a nota resultado.

3.5.FORMA DE DADOS

O tratamento dos dados quantitativos se deu por meio de tabulação em planilhas, utilizando-se de métodos de tratamento estatístico.

Também foi realizada uma análise semântica, na parte que se refere a análise qualitativa.

3.6.CUSTO DA DISSERTAÇÃO E FONTES DE RECURSO

A autora é servidora de carreira do TCE-ES e já solicitou autorização para acesso aos resultados do órgão no MMD-TC do Programa QATC e demais bases de dados necessárias para a pesquisa. O desenvolvimento da pesquisa vai ao encontro dos interesses da servidora no ambiente de trabalho.

Não foram necessários patrocínio financeiro para elaboração da pesquisa, que devido aos baixos custos envolvidos, serão patrocinados diretamente pela pesquisadora.

Fazendo uma projeção do tempo dispendido pela pesquisadora e demais gastos envolvidos no processo, pode-se estimar custo aproximado de R\$ 50.000,00.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE DADOS

4.1. A INSTITUIÇÃO PESQUISADA

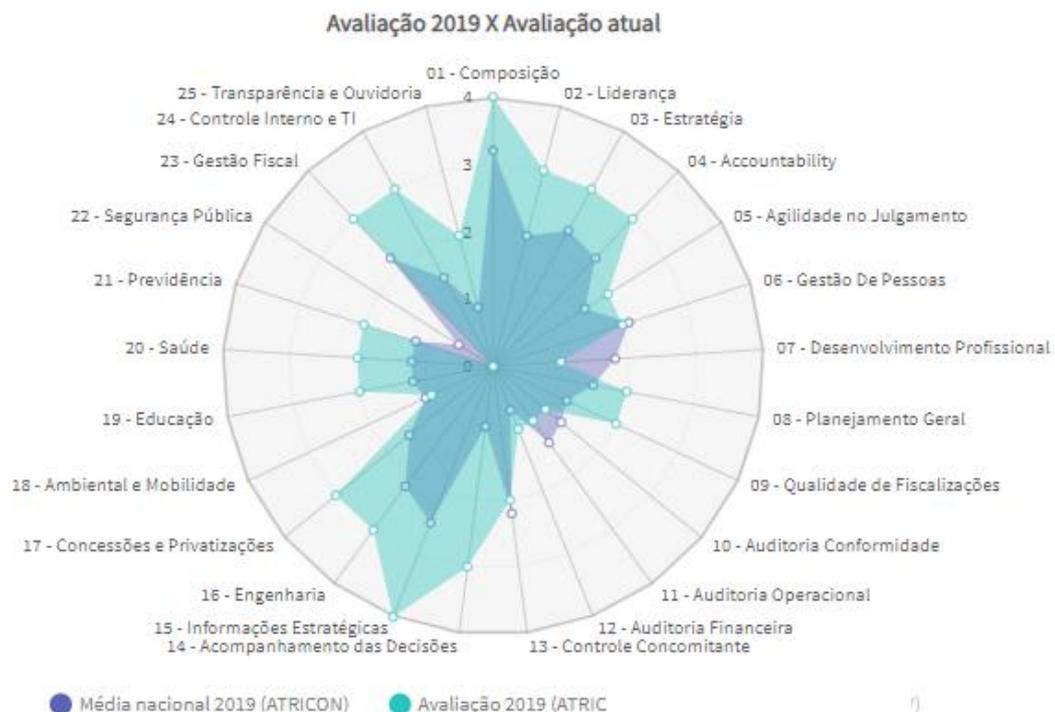
A instituição cujos dados foram utilizados nesta pesquisa é o Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo (TCE-ES).

4.2. DADOS SOCIODEMOGRÁFICOS

A consolidação dos resultados do último marco de medição de desempenho (MMD-TC), realizado em 2019, está disponibilizado no site da Atricon, em forma de registro de apresentação (ATRICON, 2019b), que ocorreu no I Congresso Internacional dos Tribunais de Contas, em 13 de novembro de 2019.

Todos os 34 (trinta e quatro) Tribunais de Contas, incluindo a União e o extinto TCM do Ceará foram avaliados neste último ciclo. O resultado nacional e do TCE-ES pode ser visualizado na Figura 8 abaixo:

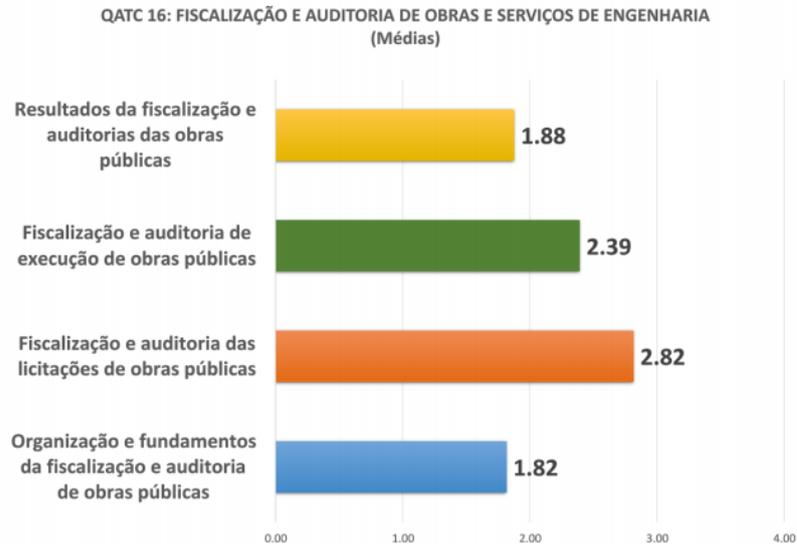
Figura 8 – Resultado geral do MMD-TC 2019.



Fonte: Avaliação dos Tribunais de Contas MMD-TC 2019. Resultado do TCE-ES disponibilizado pelo órgão e indicado pelo sistema e-tcees.

Com relação aos aspectos de engenharia, o resultado da avaliação nacional apresentou as seguintes médias, conforme pode ser visto no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Resultado nacional das Fiscalizações e Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia, obtido no MMD-TC 2019.



Fonte: Atricon (2019b, p. 40)

Os resultados obtidos no TCE-ES em comparação à média nacional foram os seguintes:

Quadro 10 – Resultados Nacional e Estadual da avaliação do MMD-TC 2019:

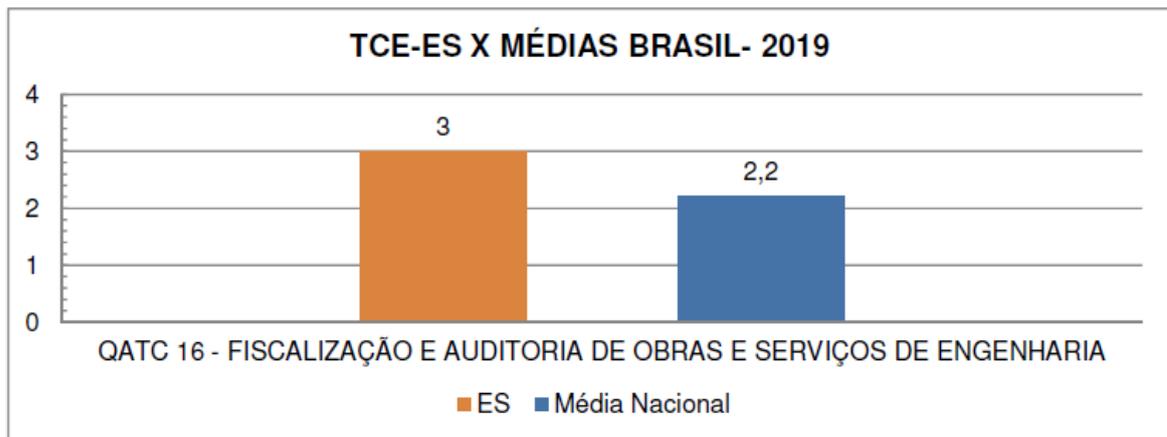
Indicador/ critério de avaliação	Nota Mínima	Nota Máxima	Média Nacional	TCE-ES
QATC 16: Fiscalização e Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia	0,0	4,0	2,2	3,0
16.1 Organização e fundamentos da fiscalização e auditoria de obras públicas	0,0	4,0	1,82	2,0
16.2 Fiscalização e auditoria das licitações de obras públicas	0,0	4,0	2,82	3,0
16.3 Fiscalização e auditoria de execução de obras públicas	0,0	4,0	2,39	3,0
16.4 Resultados da fiscalização e auditorias das obras públicas	0,0	4,0	1,88	4,0

Legenda:

- Nota máxima;
- Nota considerada Boa;
- Nota a melhorar.

Fonte: Avaliação dos Tribunais de Contas MMD-TC 2019. Resultado do TCE-ES disponibilizado pelo órgão.

Conforme se observa no Quadro 10, o TCE-ES obteve resultado superior (3) quando comparado com a média nacional (2,2), equivalente à meta indicada no Plano Estratégico da Atricon para 2023 (ATRICON, 2019d), representados no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Resultado do TCE-ES comparado à média nacional

Fonte: ATRICON (2019d, p. 25).

Desta forma, a análise dos seus resultados sob o ponto de vista da inovação se apresentou como uma boa referência para a realização da análise apresentada no presente trabalho.

4.3. ANÁLISE

4.3.1 Análise Qualitativa

A forma de atribuição da pontuação de cada critério de avaliação seguiu a seguinte premissa:

Tabela 1 - Premissa para atribuição da pontuação – QATC 2019

Pontuação	Quantidade de critérios de avaliação cumpridos			
	Item 16.1	Item 16.1	Item 16.4	Item 16.5
4,0	Todos os critérios de avaliação são cumpridos			
3,0	5	4	7	4
2,0	3	3	5	3
1,0	2	2	3	2
0,0	<2	<2	<3	<2

Fonte: Resultado da avaliação do TCE-ES disponibilizado pelo órgão.

As evidências utilizadas para atribuição da pontuação e, quando existentes, as justificativas informadas foram:

Quadro 11 – Evidências e critério de pontuação instituído para o MMD-TC 2019

(Continua)

Nº	Critério de avaliação	Exemplos de evidências para avaliação	Critério atendido?	Evidências identificadas	Justificativa informada
QATC 16	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA				
Item	Dimensões a serem avaliadas				
16.1	Organização e fundamentos da fiscalização e auditoria de obras públicas				
	O Tribunal:				
16.1.1	proporciona capacitação continuada às suas equipes técnicas, com cursos relacionados às atividades de fiscalização/auditoria de obras e serviços de engenharia;	Diplomas e/ou certificados de participação em cursos de auditorias de obras públicas ou eventos do Ibraop (Enaop, Sinaop).	Sim	1 - Curso "Responsabilização de agentes perante os Tribunais de Contas" 2 - Seminário Saneamento Básico 3 - Auditoria Governamental	cursos de capacitação disponível na pasta de evidências
16.1.2	possui manuais e procedimentos de auditoria de obras públicas, com orientações para o planejamento/execução da auditoria e a elaboração de relatórios;	Manuais e procedimentos de auditoria de obras públicas.	Sim	1) https://e-tcees.tce.es.gov.br - Fiscalizações em andamento no setor 2) Instrução Normativa 015/2009 3) Manual de Auditoria de Conformidade	Existe o Manual de Auditoria de Conformidade (geral) e especificamente sobre obras e serviços de engenharia – Para análise de sobrepreço/superfaturamento há apenas a IN 15/2009.
16.1.3	dispõe de sistema informatizado para o recebimento de informações de obras e serviços de engenharia dos jurisdicionados, inclusive com dados acerca do andamento (em execução, inacabada, paralisada, abandonada), e disponibilização dos dados para consulta pública;	Demonstração do sistema informatizado de controle de obras públicas.	Sim	https://geoobras.tce.es.gov.br	
16.1.4	disponibiliza equipamentos necessários e apropriados para a realização dos trabalhos de fiscalização e auditoria de obras públicas, inclusive hardwares e programas computacionais;	Visita ao setor. Entrevista com os servidores diretamente envolvidos com as atividades de auditoria e fiscalização de auditorias de obras públicas.	Sim	GPS, máquina fotográfica, trenas, estação total, computadores com programas Word, Excel, Autocad, E-tcees (https://e-tcees.tce.es.gov.br)	Material está disponível no setor de engenharia.
16.1.5	seleciona as obras e serviço de engenharia a serem fiscalizadas mediante critérios de relevância, materialidade e risco;	Matriz de riscos.	Não		critérios de seleção não utilizam matriz de risco
16.1.6	atua de forma concomitante no acompanhamento da execução das obras e serviços de engenharia selecionadas pela matriz de risco.	Exame, por amostragem, de processos ou documentação de auditoria.	Não	manifestação técnica (oriundo de diligências) nº 1683/2017 e Manifestação Técnica (oriundo de diligências) nº 1342/2017	O TCE não adota matriz de risco, portanto a seleção não é com base nesse instrumento.

Quadro 11 – Evidências e critério de pontuação instituído para o MMD-TC 2019

(Continua)

Nº	Critério de avaliação	Exemplos de evidências para avaliação	Critério atendido ?	Evidências identificadas	Justificativa informada
QATC 16	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA				
Item	Dimensões a serem avaliadas				
16.2	Fiscalização e auditoria das licitações de obras públicas				
	O Tribunal:				
16.2.1.	se o empreendimento foi planejado de forma adequada e contempla estudos de viabilidade, desapropriação, licenciamento ambiental, atendimento da legislação e normas de acessibilidade, em conformidade com o programa de governo;	Exame, por amostragem, de processos ou documentação de auditoria.	Não		
16.2.2.	a consistência, a completude e a atualidade do anteprojeto, do projeto básico, do projeto executivo, conforme o caso; do orçamento; especificações técnicas e demais documentos do empreendimento;		Sim	1) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 0049/2018 - Achado 1 2) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 25/2018 - Achado 2 3) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 24/2018 - Achado 1	
16.2.3.	a origem e a economicidade dos preços praticados, se com base em sistemas referenciais ou compostos por metodologia apropriada, incluindo a composição do BDI - Benefício e Despesas Indiretas e as Leis Sociais;		Sim	1) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 0049/2018 - Achado 8 2) Processo 10400/2016 - Relatório de Inspeção 005/2018 - Pag. 2 3) Processo 3651/2016 - Relatório de Auditoria 73/2017	
16.2.4.	a regularidade do edital e seus anexos, inclusive da minuta de contrato e dos demais atos do procedimento licitatório;		Não	1) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 0025/2018 - Contrato 288/2016 2) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 49/2018 - Achados 2 e 3 3) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 24/2018 - Achado 1	Não realizou auditoria dessa natureza no período.
16.2.5.	a prática de sobrepreço no orçamento básico;		Sim	1) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 0025/2018 - Contrato 288/2016 2) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 25/2018 - Achado 8 3) Processo 3651/2016 - Relatório de Auditoria 73/2017 Item 2.2 - pag. 39	Vide, também, o Processo 3650/2016 - Relatório de Auditoria 36/2017 - Item 2.1, fl 14.
16.2.6.	a prática do "jogo de cronograma" e do "jogo de planilha", na proposta.		Sim	1) Processo 1534/2016 - Manifestação Técnica 1342/2017 - Fls 101 e 120 2) Processo 3650/2016 - Relatório de Auditoria 36/2017 - Itens 2.3 e 2.4	

Quadro 11 – Evidências e critério de pontuação instituído para o MMD-TC 2019

(Continua)

Nº	Critério de avaliação	Exemplos de evidências p/ avaliação	Critério atendido?	Evidências identificadas	Justif. Inform
QATC 16	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA				
Item	Dimensões a serem avaliadas				
16.3	Fiscalização e auditoria de execução de obras públicas				
	O Tribunal avalia:				
16.3.1.	a adequação da execução da obra ou do serviço de engenharia em relação aos controles necessários, a exemplo de: registros, comunicações, diário de obra, Livro de Ordem, laudos, medições, justificativas, revisões de projetos, confecção do "as built" (como construído), controle de prazos, entrega da obra;	Exame, por amostragem, de processos ou documentação de auditoria.	Sim	1) Processo 3650/2016 - Relatório de Auditoria 0036/2017 - Itens 2.5.1 e 2.5.2. 2) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 49/2018 - Achado 4 3) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 24/2018 - Achado 2	
16.3.2.	a formalização das responsabilidades técnicas (ART ou RRT) dos profissionais e empresas envolvidas, referentes a cada função (projetos, orçamento, execução, fiscalização) e compatíveis com as características do empreendimento;		Sim	1) Processo 10400/2016 - Relatório de Inspeção 005/2018 - Itens 2.1 e 2.3. 2) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 27/2019 - Apêndice 37/2019 - Pag. 161 3) Processo 1534/2016 - Manifestação Técnica 1342/2017 - Pag 156	
16.3.3.	o cumprimento dos cronogramas das etapas de execução do empreendimento;		Não		
16.3.4.	a adequação dos quantitativos dos serviços contratados e pagos às medições e de memórias de cálculo;		Sim	Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 0049/2018 - Achado 9 2) Processo 3652/2016 - Relatório de Auditoria 65/2017 - Item 2.2 Pag. 16 3) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 25/2018 - Achado 5	
16.3.5.	a prática de superfaturamento, inclusive decorrentes de serviços não executados, executados em menor quantidade que a prevista ou em qualidade inferior ao especificado;		Sim	1) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 0025/2018 - Contrato 79/2017 2) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 49/2018 - Achado 6 3) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 24/2018 - Achado 2	
16.3.6.	a prática de sobrepreço em itens não previstos inicialmente no contrato, por meio de aditivos;		Sim	1) Processo 1534/2016 - Manifestação Técnica 1342/2017 - Fls 124 e 125 2) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 24/2018 - Achado 2 3) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 25/2018 - Achado 1	
16.3.7.	a prática do "jogo de cronograma" e do "jogo de planilha", por meio de aditivos;		Sim	1) Processo 1534/2016 - Manifestação Técnica 1342/2017 - Fls 140 a 143 2) Processo 1536/2016 - Manifestação Técnica 159/201 - Pag. 8 3) Processo 1533/2016 - Manifestação Técnica 1175/2017 - Pags. 31 a 35	
16.3.8.	a pertinência da execução dos serviços, em observância às especificações técnicas, memoriais descritivos e normas técnicas pertinentes.		Sim	Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 0049/2018 - Achado 7 2) Processo 3648/2016 - Relatório de Auditoria 61/2017 Item 2.2, 3.2 e 4.2 3) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 24/2018 - Achado 2	
16.3.9.	se os aditivos atendem quantitativa e qualitativ. aos parâmetros legais, bem como a pertinência técnica para a inclusão e exclusão de itens previstos na planilha orçamentária.		Sim	1) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 0049/2018 - Achado 5 2) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 24/2018 - Achado 2 3) Processo 3650/2016 - Relatório de Auditoria 36/2017 - Itens 2.2 e 2.4	

Quadro 11 – Evidências e critério de pontuação instituído para o MMD-TC 2019

(Finalização)

Nº	Critério de avaliação	Exemplos de evidências para avaliação	Critério atendido?	Evidências identificadas	Justif. Inform.
QATC 16	FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA				
Item	Dimensões a serem avaliadas				
16.4	Resultados da fiscalização e auditorias das obras públicas				
	O Tribunal:				
16.4.1.	audita/fiscaliza obras rodoviárias ou vias públicas asfaltadas;	Exame, por amostragem, de processos ou documentação de auditoria.	Sim	Processo 1535/2016 - Manifestação Técnica 1683/2018 2) Processo 1533/2016 - Manifestação Técnica 1175/2017 3) Processo 3648/2016 - Relatório de Auditoria 61/2017	
16.4.2.	audita/fiscaliza obras hídricas;		Sim	Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 0024/2018 2) Processo 1084/2017 - Manifestação Técnica 777/2017 3) processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 25/2018	
16.4.3.	audita/fiscaliza obras de saneamento;		Sim	1) Processo 5622/2018 - Relatório de Auditoria 0025/2018 - Contrato 288/2016 2) Processo 1084/2017 - Manifestação Técnica 777/2017 3) Processo 9161/2017 - Manifestação Técnica 211/2018	
16.4.4.	acompanha as obras inacabadas, paralisadas e abandonadas, bem como as medidas adotadas pelos jurisdicionados para retomar/concluir e/ou dar utilidade a esses empreendimentos;		Sim	"1) Sistema e-TCEES - Processo 10400/2016 - Relatório de Inspeção 0005/2018 – Item 4.2 (pag 29) 2) Sistema e-TCEES - Processo 3648/2016 - Relatório de Auditoria 61/2017 – Contrato 017/2010 - Itens 2.1.1, 2.1.2, 2.1.3 e 2.1.4 (pag 3) – Contrato 055/2010 – Itens 3.1.1, 3.1.2, 3.1.3 e 3.1.4 (pag 4) – Contrato 012/2012 Itens 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 e 4.1.4 3) Sistema e-TCEES - Processo 3339/2018 - Apêndice 524/2018-3, pg. 76"	
16.4.5.	verifica a existência e o cumprimento do plano de manutenção (perda de solidez ou de segurança) dos empreendimentos que se encontram dentro do prazo de vida útil estabelecida em norma;		Sim	1) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 0049/2018 2) Processo 3648/2016 - Relatório de Auditoria 61/2017 Processo 10400/2016 - Relatório de Inspeção 0005/2018 2) Processo 3648/2016 - Relatório de Auditoria 61/2017 3) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 27/2019 - Questão 3	
16.4.6.	acompanha se, durante o prazo de garantia, os jurisdicionados adotam as medidas para exigir a correção dos problemas verificados nas obras públicas.		Sim	1) Processo 8517/2018 - Relatório de Auditoria 0049/2018 2) Processo 3648/2016 - Relatório de Auditoria 61/2017 3) Processo 3339/2018 - Relatório de Auditoria 27/2019 - Questão 3	

Fonte: Resultado da avaliação do TCE-ES disponibilizado pelo órgão.

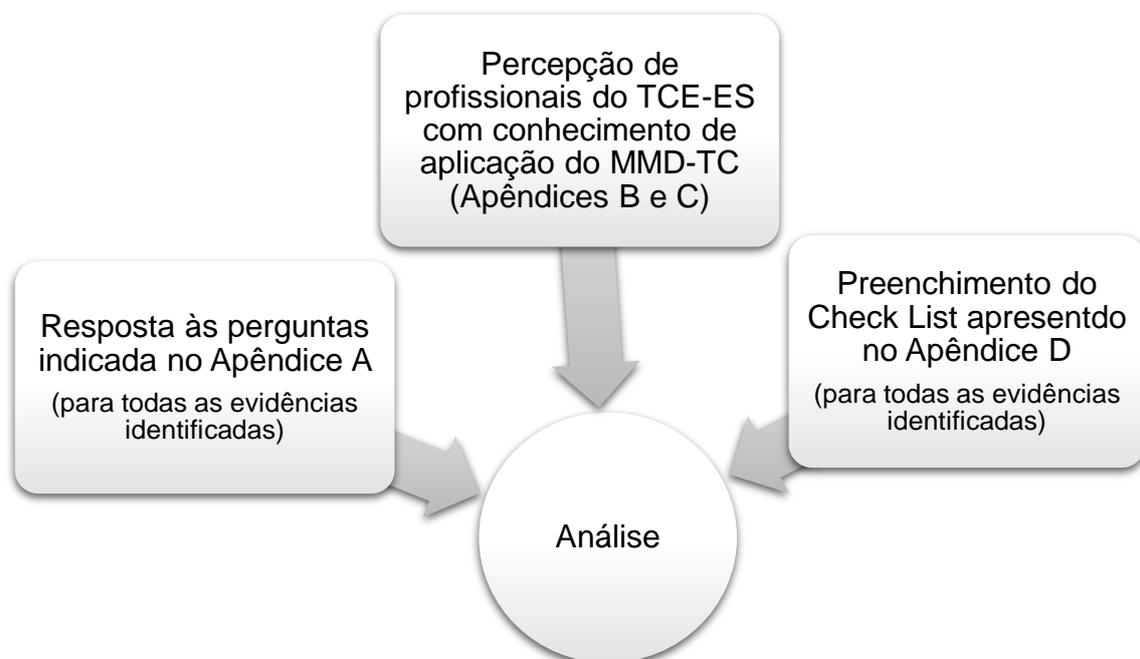
Considerando as evidências utilizadas para cada critério de avaliação atendido, com base nas perguntas indicadas na tabela apresentada pelo Apêndice A, cujas respostas foram do tipo “sim”, “não” ou “NA” (não aplicável, quando a pergunta não guardar relação com a evidência), foi realizada a análise qualitativa dos atuais requisitos da medição de desempenho de engenharia para os Tribunais de Contas alinhada com os princípios da Indústria 4.0, com foco no que representa cada evidência em 2019, ano de realização do MMD-TC.

Esta análise foi subsidiada pela percepção de profissionais do TCE-ES que detém conhecimento na aplicação do MMD-TC.

A partir das respostas às perguntas elaboradas, também foram observados se estão presentes os pilares e princípios da Indústria 4.0 envolvidos no processo, indicados nos Quadros 1 e 3, na forma do *Check List* disponível no Apêndice D.

A Figura 9 apresenta de forma simplificada de como ocorreu a análise.

Figura 9 – Forma de realização da análise



Fonte: Elaboração própria.

Ao todo foram utilizados 22 (vinte e dois) trabalhos para servir de evidências aos 27 (vinte e sete) critérios englobados pela dimensão do QATC 16 – Fiscalização e Auditoria de Obras e Serviços de Engenharia. Conforme observado no quadro acima, apesar de nem sempre serem verificadas três evidências para comprovar o cumprimento de um determinado quesito, como foi o caso dos critérios 16.1.3 e 16.1.4, em que uma única evidência se mostrou suficiente, a constatação do cumprimento dos critérios ocorreu com este montante.

Discorrendo de forma analítica sobre cada um dos critérios e respectivas evidências, observa-se com relação ao critério 16.1.1, que tem por foco a capacitação das equipes, das sete perguntas elaboradas, as cinco primeiras não eram compatíveis para avaliação, sendo consideradas negativas para as evidências apresentadas, a identificação de relação entre o conteúdo apresentado com relação a desenvolvimento de competências estratégicas e de análise de dados.

Observou-se que as evidências utilizadas para comprovar este critério, as capacitações indicadas voltaram-se para melhoria de atuação em assuntos rotineiros enfrentados pelos servidores. Não se tratou de inovação ou especialização em fiscalização com implementação de análise de dados, uso de tecnologia avançada como apoio a auditoria, a exemplo de robôs autônomos. Assim, não foram observados vinculação de tais evidências com os princípios ou pilares da Indústria 4.0.

O critério 16.1.2, voltado para a existência de manual ou orientações para auxiliar o planejamento da auditoria, das sete perguntas elaboradas, as três primeiras não eram compatíveis para avaliação, sendo considerada como uma abordagem inovativa o sistema e-tcees, utilizado como evidência ao critério. Das três evidências utilizadas, em uma delas é possível observar características inovadoras. Trata-se do sistema e-tcees. Com relação ao que existia antes de sua implementação e em relação a outros órgãos, é possível afirmar que o sistema possui características inovadoras.

Sem adentrar no grau de maturidade em relação aos princípios e pilares da Indústria 4.0, mas tal como já observado por Souza *et al.* (2020), como estando presentes na estrutura do Tribunal de Contas do Espírito Santo:

Quadro 12 - Resultados obtidos por questionários sobre a características da Indústria 4.0 observadas no TCE-ES

Tema (s) Predominante (s)	Item relacionado	TCE-ES
Fábrica Inteligente, IOT, <i>Big data</i> e Computação em nuvem	Processos eletrônicos, otimizados c/ armazenados em nuvem	SIM
<i>Ciberfísicos</i>	Plataforma do sistema integrado	SIM
Fábrica inteligente e IOT	Automatização de dados que auxiliam na tomada de decisão	SIM
IOS	Modularização ou segmentação com intervenção independente	SIM
<i>Ciberfísicos</i> , <i>Big data</i> e computação em nuvem	Acesso de dados externo com possibilidade de teletrabalho	SIM
<i>Ciberfísicos</i> , IOT, <i>Big data</i> e computação em nuvem	Integração com outros órgãos	SIM
IOS, <i>Big data</i> e computação em nuvem	Canais “ <i>Self Service</i> ” ou interfaces diferenciadas de comunicação com clientes	SIM
<i>Ciberfísicos</i>	“anti- <i>ciberataques</i> ”	SIM
Fábrica inteligente	Correção automática de falhas	NÃO

Fonte: Souza *et al.*, (2020), p. 10.

De acordo com os autores:

Os processos são eletrônicos, com armazenamento em nuvem e otimizados, existindo análise preditiva de dados para apontar os destinos mais prováveis durante a movimentação de processos e protocolos, signatários de documentos, e inclusão de documentos na plataforma integrada. Assim, é possível que o usuário do sistema acesse a plataforma de fora do órgão, possibilitando realizar teletrabalho.

O sistema do TCE-ES é dividido em vários módulos integrados, cujos dados são compartilhados. Desta forma, pode haver intervenção em apenas um deles, dependendo da área. Diversas bases de dados já estão modeladas para permitir a realização de procedimentos de data analytics, tais como as receitas e as despesas de Estado e Municípios, bem como a folha de pagamento e os contratos.

Grande parte dos dados do sistema está publicamente disponível à sociedade no formato de dados abertos por meio do acesso ao site. Assim, é possível que a sociedade fiscalize as obras públicas contratadas em todo o Estado e também faça o controle social das ações realizadas.

Atualmente, já estão sendo enviadas notificações automáticas aos jurisdicionados e à sociedade, tais como às relacionadas às prestações de contas e os termos publicados no Diário Oficial de Contas.

Em 2019 o Tribunal realizou suas primeiras iniciativas de uso de inteligência artificial para a análise de similaridade e classificação automática de documentos, e implementa sua ferramenta de BI que auxiliará ainda mais o auditor no exercício do controle externo. No futuro, o órgão pretende desenvolver mais o sistema, possibilitando que algumas análises, hoje feitas pelos Auditores, sejam realizadas de forma totalmente automática.

Já para segurança dos dados online, o órgão conta com contínuas implementações de tecnologias anti-ciberataques. (SOUZA *et al.*, 2020, p. 8)

A exposição dos autores é coerente com o que se verificou no presente trabalho com relação ao sistema integrado do Tribunal. Inclusive, esta foi a única evidência assinalada no *Check List* (Apêndice D), dentre as demais utilizadas, como possuindo elementos alinhados aos pilares e princípios da Indústria 4.0.

Ainda com relação ao critério 16.1.2, não foram observados pilares como os robôs autônomos, simulação, e princípios como virtualização e orientação de serviço.

Quanto ao critério 16.1.3, sobre sistema de recebimento de informações de obras e serviços de engenharia, das sete perguntas elaboradas, a primeira não foi analisada. A evidência utilizada, o sistema Geo-obras, versão utilizada pelo TCE-ES, com exceção da alta capacidade de armazenamento de dados, disponíveis a sociedade, não possui outros elementos vinculados à Indústria 4.0. Mas, há iniciativas para a substituição deste sistema por módulo pertencente ao e-tcees. Ainda neste sentido, é importante frisar que versões mais avançadas deste sistema, possui maior afinidade com as inovações propostas pela Indústria 4.0, contidas na Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019).

O critério 16.1.4, relacionado a equipamentos e softwares para fiscalizações de engenharia, não foram observadas características da Indústria 4.0, ou ainda contendo inovações quando comparadas a anos anteriores.

Observa-se que a evidência indicada é uma listagem dos instrumentos utilizados nos processos fiscalizatórios: GPS, máquina fotográfica, trenas, estação total, computadores com programas Word, Excel, Autocad, e-tcees (<https://e-tcees.tce.es.gov.br>).

Com exceção do sistema e-tcees, cujas características já foram abordadas nos parágrafos anteriores, os demais equipamentos e softwares não possuem características de inovação tecnológica e potencial inovativo para realização de fiscalizações em obras públicas, em relação ao que já vinha sendo praticado.

Já o não atendimento ao MMD-TC pelos critérios 16.1.5 e 16.1.6, demonstra alinhamento a um dos pilares da Indústria 4.0, especificamente voltado à *Big Data* e

análise de dados, já que a construção de uma matriz de risco bem elaborada será melhor quanto maior o alcance dos dados trabalhados.

Nos critérios 16.2.1 a 16.4.6 as evidências utilizadas foram peças técnicas relacionadas a um processo de controle externo. Ao todo, foram utilizados 14 (quatorze) processos. Em algumas fiscalizações foram identificados aspectos como a competência estratégica da equipe e até mesmo relativas à análise de dados. No entanto, nenhum destes pôde ser considerado uma referência inovativa, seja no órgão, seja perante as demais instituições.

Esta afirmação pode ser confirmada observando o portal “Boas Práticas dos Tribunais de Contas do Brasil”², local onde ficam disponíveis as iniciativas observadas no processo de avaliação MMD-TC.

Ranna (2019) apontou dez boas práticas vinculadas ao QATC 16, que podem ser acessadas pelo portal, apresentadas abaixo, nenhuma do TCE-ES:

Quadro 13 – Iniciativas consideradas pela Comissão de avaliação do MMD-TC (ciclo 2019) como sendo Boas Práticas para Obras e Serviços de Engenharia

Tribunal de Contas	Boa Prática
TCE-MT	Sistema Geo-obras
TCE-PE	Uso de RPA (<i>Remotely Piloted Aircraft</i>)/Drones nas auditorias de obras públicas
TCE-RJ	Painel de obras paralisadas
TCE-PA	Levantamento do patrimônio do Estado
TCE-SC	Implantação do laboratório de análise de asfalto e solos
TCE-SP	Obras atrasadas ou paralisadas – ferramentas que permite o cidadão acompanhar situação das obras atrasadas e paralisadas
TCM-RJ	Celebração de contrato com instituição de ensino e pesquisa para realização de ensaios mecânicos e avaliação estrutural de pavimentos urbanos
TCM-RJ	Verificação de obras de arte especiais sob a responsabilidade da administração do município do Rio de Janeiro em estado precário de conservação e que suscitam intervenção
TCM-RJ	Utilização de drones como apoio às ações de fiscalização de obras públicas no município do Rio de Janeiro
TCU	Sistema de auditoria e orçamento - SAD

Fonte: Informações obtidas junto à Comissão de avaliação do MMD-TC, ciclo 2019.

² Disponível em: < <https://boaspraticas.Atricon.org.br/>>. Acesso em 13 jan. 2021.

Dentre os dados disponibilizados pelo TCE-ES para a presente pesquisa, encontra-se o documento denominado “Resultados da Avaliação do TCE-ES com base no Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas 2019”, que constam como “Boas Práticas” identificadas: 1. Sistema Integrado de Ouvidoria Conta para Gente (QATC 04); 2. É da Sua Conta (QATC 04); 3. Mestres do TCE (QATC 04); 4. e-TCEES – Protocolo via internet (QATC 04) e; 5. Cidades Controle Social (QATC 04).

Assim, em relação à temática de engenharia, apesar do atendimento aos quesitos ter se mostrado satisfatório quando comparado com a média nacional, as evidências utilizadas não foram classificadas como sendo uma “Boa Prática” pela Comissão de Garantia da Qualidade do Programa, parte da avaliação em que é possível identificar certo destaque inovação, como se observa no conteúdo do Quadro 13.

Naquele quadro é possível listar iniciativas inovadoras, como o uso de drones na fiscalização de engenharia (TCE-PE e TCE-RJ) e ferramentas de softwares que permitem realizar fiscalizações mais ágeis, como o sistema SAD do TCU, sistema Geo-obras do TCE-MT e Sistema de Obras Paralisadas do TCE-RJ.

Convém ressaltar que no ciclo anterior de avaliação, cujas “Boas Práticas” identificadas foram publicadas como “Síntese das apresentações do 1º Laboratório de Boas Práticas de Controle Externo”, pela Publicontas, 2018, também foram detectadas experiências inovativas, tais como LABContas, os robôs Alice, Sofia e Mônica, desenvolvidos pelo Tribunal de Contas da União - TCU.

O Apêndice C indica as respostas de profissionais que detém conhecimento da aplicação do MMD-TC, com foco o obter suas percepções acerca de haver orientação para que durante a avaliação se observe aspectos relacionados com a inovação, nos termos descritos em cada pergunta.

Interessante observar que o registro destas percepções, mostram que ambos os profissionais entenderam que não predomina como orientação na análise de atendimento aos critérios do MMD-TC, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia (QATC 16), o fato de se tratar ou não de um processo de inovação.

Até mesmo para aquelas perguntas em que um dos profissionais respondeu de forma

positiva, como foi para as perguntas 2 e 5, a interpretação também é coerente com o exposto até então. No caso da pergunta 2, entende-se que realmente é possível constatar técnica de análise de dados para o item 16.1.5, que trata da seleção obras e serviço de engenharia a serem fiscalizadas mediante critérios de relevância, materialidade e risco, por meio de uma matriz de risco.

Da mesma forma, a resposta à pergunta 5 é positiva quando da abordagem de seleção das “Boas Práticas”, cujo conceito exposto no item 2.4 se relaciona a identificar evidências, que além de conseguir boa pontuação na avaliação, representem incremento de efetividade de atuação dos Tribunais de Contas, por meio de uma perspectiva mais ampla ou inédita, e que normalmente estão ligadas a algum aspecto de inovação.

Por fim, observa-se nas orientações específicas para o indicador QATC 16 (Anexo B) que, apesar de em alguns critérios o seu atendimento pressupor certa medida de inovação alinhada à Indústria 4.0, este não é o foco central do programa.

Assim, verifica-se que o tema inovação se revela como um incremento ao programa, mais condizente com a seleção daquelas evidências consideradas como “Boas Práticas” do que no atendimento aos critérios relacionados a fiscalizações e auditoria de obras e serviços de engenharia.

4.3.2 Análise Quantitativa

A partir das respostas com base no modelo apresentado no Apêndice A, foi possível chegar nos seguintes dados:

Tabela 2 – Resultados quanto ao atendimento das diretrizes 5, 6 e 8 da Declaração de Moscou, em referência a Obras e Serviços de Engenharia (QATC 16)

Critério(s):	16.1.1	16.1.2	16.1.3	16.1.4	16.2.1 a 16.4.6	TOTAL	
Quantidade de perguntas não avaliadas (NA)	15	9	1	5	0	30	19%
Quantidades de respostas positivas (SIM)	0	1	1	0	25	27	18%
Quantidade de respostas negativas (NÃO)	6	11	5	2	73	97	63%
						154	100%

Fonte: Elaboração própria.

Conforme se observa no quadro acima, apenas em 18% dos itens avaliados vinculados à Engenharia, foram observados resultados na linha das diretrizes da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019). Das 22 evidências (trabalhos), 16 apresentaram uma ou mais respostas positivas, e destas 11 responderam “sim” a uma única pergunta. Este resultado numérico denota a necessidade de melhoria observada a partir dos os resultados atuais relacionados à fiscalização de engenharia no que se refere à Indústria 4.0, em especial sob o olhar das diretrizes da Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019), não sendo possível afirmar que há algum tipo de alinhamento, salvo algumas exceções, do quê se apura por meio do MMD-TC e o que se espera alcançar com a implementação da quarta Revolução Industrial em nosso cotidiano profissional.

Já com relação ao preenchimento ao *Check List* do Apêndice D, apenas uma dentre as 22 evidências apresentou características da Indústria 4.0, o que representa 4,5% do total das evidências.

Já quanto ao total assinalado, este representou apenas 2% da quantidade total de células passíveis de marcação.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

5.1. RESGATE DOS OBJETIVOS

A presente pesquisa teve por objetivo geral analisar os requisitos de desempenho indicados pelo Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil (MMD-TC), no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, com base nos princípios da Indústria 4.0.

Para isso, foram resgatados os princípios e os pilares propostos pela Indústria 4.0, indicados os requisitos do MMD-TC do Programa QATC e descritos aqueles aplicados à área de engenharia, bem como também descritas as fiscalizações de engenharia de um Tribunal de Contas.

Além disso, foram estabelecidas diretrizes para viabilizar a adequada análise dos atuais requisitos do MMD-TC, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, alinhadas aos princípios propostos pela Indústria 4.0, que foram aplicadas na pesquisa por meio dos modelos indicados nos Apêndice A, B e D.

5.2. CONTRIBUIÇÕES GERAIS DA DISSERTAÇÃO

Sendo o Brasil, um país de amplitude continental, com grande variedade social, econômica e cultural, é coerente a abordagem adotada pelo MMD-TC, de modo a garantir uma avaliação que auxilie os Tribunais em suas mudanças, sem causar grandes impactos negativos nos órgãos.

O MMD-TC se mostra como a principal ferramenta no processo de melhoria e contínuo aperfeiçoamento dos Tribunais de Contas (ATRICON, 2019d), aplicado de forma aderente a ISO 17021, que avalia os requisitos para organismos que fornecem auditoria e certificação de sistemas de gestão.

Outra característica bem positiva e até crucial ao método para sua evolução contínua, é o aprimoramento das questões a cada ciclo, rumo a evolução das atividades fiscalizatórias. No entanto, não se viu no método para atribuição das notas, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, foco central na inovação alinhada

aos princípios da Indústria 4.0, até mesmo pela finalidade em se avaliar uma gama variada de temas, considerando as diferenças regionais e culturais onde se situam os Tribunais de Contas Estaduais e Municipais.

A variedade de finalidades também é indicada no Manual de Procedimentos do MMD-TC, versão 1.0, que elenca como benefícios de sua aplicação: implementação das diretrizes da Atricon, das NBASP e das ISSAIs; a demonstração do progresso, valor e benefícios para a sociedade; a medição do desempenho interno e; a obtenção para apoio para iniciativas de desenvolvimento e de capacidades.

Por conta da amplitude da avaliação, é possível identificar ações inovadoras dentre aquelas que atenderam os critérios do MMD-TC. A partir desta pesquisa observou-se que, considerando o perfil evolutivo da ferramenta, neste momento, a etapa da avaliação voltada para a seleção de “Boas Práticas” e conseqüentemente a divulgação entre os Tribunais, se apresenta como a melhor opção de inserir diretrizes de análise como as propostas no presente trabalho.

A contribuição da presente dissertação é ser usada como meio de incentivar ações de inovação, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, por meio do MMD-TC, com a utilização dos modelos dos Apêndices A, B e D para identificar “Boas Práticas”, vinculadas aos princípios da Indústria 4.0, seja propondo diretamente a Atricon o teste de sua implementação, seja utilizando como teste no Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo, para posterior implementação pela Atricon no MMD-TC.

5.3. PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO

Vários produtos técnicos para uso prático das entidades envolvidas, foram vislumbrados na presente pesquisa, cuja escolha do produto a ser trabalhado pautou-se na possibilidade de uma implementação mais simples no âmbito da metodologia aplicada pelo Programa QATC.

Assim, o Produto Técnico resultante desse apresenta como uma Proposta de diretriz para seleção de “Boas Práticas” inovativas de engenharia alinhada aos princípios da Indústria 4.0, do tipo relatório técnico conclusivo.

Ele surgiu ao se estudar a forma como se dava a seleção das “Boas Práticas” apontadas pela avaliação, que atualmente, se constitui uma boa etapa para estimular os órgãos a promover a inovação, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, considerando as diretrizes apontadas na Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019) em que se identificou aspectos alinhados aos princípios da Indústria 4.0, complementada pela identificação por meio de *check list* de seus princípios e pilares.

5.4. CONTRIBUIÇÕES METODOLÓGICAS DA DISSERTAÇÃO

A contribuições metodológicas da presente dissertação estão caracterizadas nos modelos do Apêndices A, B e D para identificar “Boas Práticas”, dentre as evidências utilizadas na avaliação do MMD-TC, e assim apontar aquelas alinhadas à Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019) e aos princípios da Indústria 4.0.

5.5. ADERÊNCIA DA DISSERTAÇÃO

A dissertação insere-se na administração pública, uma vez que a pesquisa foi realizada em Tribunais de Contas.

A linha de pesquisa base é a Linha 2: Tecnologia, inovação e operações no setor público, que possui total vinculação a iniciativas de inovação do setor público. Trata-se do Projeto Estruturante 4: Transformação e inovação organizacional.

5.6. IMPACTOS DA DISSERTAÇÃO

Conforme exposto, a Indústria 4.0, também denominada quarta revolução industrial, ainda é recente, em especial quando abordada na Administração Pública, mas já é possível afirmar que trata de “uma revolução que está mudando fundamentalmente a forma como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos um com o outro” (SCHWAB, 2016, p. 1).

Na mesma linha, o Programa QATC busca a melhoria nos Tribunais de Contas,

utilizando-se de parâmetros para avaliações de desempenho, convergentes para agilidade de operações (ATRICON, 2017).

Assim, analisar os requisitos indicados pelo Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil (MMD-TC), no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, com base nos princípios propostos pela Indústria 4.0, se mostra um pontapé para destacar a importância da Indústria 4.0 no cenário público que envolve os Tribunais de Contas.

5.7. APLICABILIDADE E REPLICABILIDADE DA DISSERTAÇÃO

A presente pesquisa tem aplicação no âmbito dos Tribunais de Contas distribuídos pelo país, podendo servir como diretriz para avaliação de ações de inovação, no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, alinhadas à Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019) e aos princípios da Indústria 4.0.

Também, se apresenta como diretriz para aprimoramento dos critérios de escolha das “Boas Práticas” selecionadas pela Comissão de Garantia da Qualidade do MMD-TC.

5.8. INOVAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A medição da inovação no setor público já vem sendo tema de estudos e abordagens recentes. Neste sentido, desde 1992, o Manual de Oslo é o padrão internacional de referência para conceituar e medir a inovação (OCDE, 2018, p. 27).

Bloch e Bugge (2013) focaram na medição da inovação no setor público, tendo por base o estudo piloto denominado “Medindo a Inovação do Setor Público nos países nórdicos (MEPIN)”, que aplicou coleta de dados internacional, com base nos conceitos indicados no Manual de Oslo.

Demircioglu e Audretsch (2017) elaboraram pesquisa com foco na medição de probabilidades de atividade inovadora no setor público, com base no censo do estado do serviço de empregados, da *Australian Public Service Commission* (APSC) de 2012.

Em 2019, o Tribunal de Contas Europeu publicou prévia de auditoria com foco em examinar se a Comissão Europeia prestou apoio efetivo aos Estados-Membros na digitalização de seus setores e ajuda às *startups* e às pequenas e médias empresas (PMEs) em seus esforços para se tornarem digitais (ECA, 2019).

Recentemente também, o Tribunal de Contas da União, apesar de ainda bem incipiente, também se lançou em uma iniciativa sobre pesquisa de “contratação de soluções inovadoras pela Administração Pública”, por meio de respostas a 24 itens que se propuseram a captar diferentes percepções sobre inovação e contratação de soluções inovadoras (TCU, 2019).

Da mesma forma, o fator inovação está intimamente ligado ao presente estudo, já que aborda a análise dos atuais requisitos indicados pelo Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil (MMD-TC), no âmbito dos resultados das fiscalizações de engenharia, com base nos princípios propostos pela Indústria 4.0.

A necessidade deste tipo de ação foi registrada no XXIII Congresso Internacional das Entidades Fiscalizadoras Superiores - EFS (INCOSAI), realizado entre 25 e 27 de setembro de 2019, ocasião em que os membros da Organização Internacional de Entidades Fiscalizadoras Superiores (INTOSAI) proclamaram dez diretrizes para auditoria (fiscalização) pública, contendo aspectos e princípios da Indústria 4.0.

No entanto, a ideia aqui não é realizar uma pesquisa de campo para percepção quanto à inovação, mas sim analisar os requisitos do MMD-TC, tendo por foco os princípios da Indústria 4.0, com base em diretrizes adequadas.

A presente abordagem se apresenta como uma inovação ao adaptar o conceito de medição da inovação, nos termos do Manual de Oslo, com as diretrizes da recente Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019) que constitui importante instrumento de orientação dos Tribunais de Contas rumo ao futuro, alinhadas aos princípios da Indústria 4.0.

5.9. COMPLEXIDADE DA DISSERTAÇÃO

A dissertação possui complexidade média pela limitação que apresenta ao trabalhar com dados que no geral não são divulgados pelos Tribunais de Contas, tornando o processo de extrapolação a partir do Estudo de Caso em um único Tribunal de Contas algo que se requer certa medida de ponderação.

5.10. ÊNFASE DA DISSERTAÇÃO

A ênfase desta dissertação foi estudar o Programa de Agilidade e Qualidade dos Tribunais de Contas – QATC, sob o olhar crítico dos princípios da Indústria 4.0, o que nos levou a reflexão de como incentivar os órgãos de controle externo a aprimorar suas ações de fiscalização com vistas a melhorar sua eficiência com ações inovadoras e a propor o produto técnico tecnológico da forma apresentada na presente pesquisa.

Sob o ponto de vista metodológico, se destaca em incluir na seleção das “Boas Práticas” apontadas pela avaliação, implementando as diretrizes apontadas na Declaração de Moscou (INCOSAI, 2019) e reportadas pelo Apêndice A complementada pela identificação por meio de *check list* dos princípios e pilares da Indústria 4.0 (Apêndice D).

Sob o ponto de vista prático, aplica-se a Tribunais de Contas, seja por iniciativa individual, seja adotada como forma de seleção pela Atricon, quando da aplicação do MMD-TC.

5.11. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Como sugestão para futuros trabalhos se propõe ampliar a análise para os demais indicadores do MMD-TC, bem como realizar um diagnóstico geral de como se situa este instrumento de avaliação em termos dos princípios da Indústria 4.0.

Outro ponto interessante de se observar é o quanto tem sido efetivo o alinhamento de ações entre os Tribunais de Contas em virtude do MMD-TC e o quanto as “Boas

Práticas” divulgadas têm sido replicadas para todos os entes envolvidos.

Por fim, institui como uma sugestão interessante elaborar procedimento nos Tribunais de Contas de divulgação e monitoramento das “Boas Práticas” relacionadas à inovação criadas ou implementadas.

REFERÊNCIAS

ANDROUTSOPOULOU, Aggeliki, KARACAPILIDIS, Nikos, LOUKIS, Euripidis et al. Transforming the communication between citizens and government through AI-guided chatbots. **Government Information Quarterly**. 2019.

ABNT. **Avaliação da conformidade** - Requisitos para organismos que fornecem auditoria e certificação de sistemas de gestão. Disponível em: < <http://www.abnt.org.br/noticias/4747-avaliacao-da-conformidade-requisitos-para-organismos-que-fornecem-auditoria-e-certificacao-de-sistemas-de-gestao2>>. Acesso em 07 set. 2020.

ATRICON. Marco de Medição do Desempenho dos Tribunais de Contas

MMD-TC – Brasília: Atricon, 2014. Disponível em: <http://www.atricon.org.br/mmd-tc/>. Acesso em 17 mar. 2021.

MMD-TC- apresentação Valdecir Fernandes Pascoal. **Qualidade e agilidade dos Tribunais de Contas: diretrizes e marco de medição de desempenho** – Brasília: Atricon, 2017. Disponível em: http://www.atricon.org.br/wp-content/uploads/2017/11/PDF_LIVRO_2017-ATRICON.pdf. Acesso em 10 abr. 2020.

MMD-TC- **Portaria Atricon nº 02, de 28 de maio de 2020**. Institui a comissão de coordenação geral de marco de medição de desempenho dos Tribunais de Contas do Brasil – MMD-TC para biênio 2020/2021. Disponível em: < <http://www.atricon.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Portaria-Atricon-02-2020-1.pdf>>. Acesso em 07 set. 2020.

MMD-TC- **Resultados do ciclo 2019 do MMD-TC são apresentados**. Release ASCOM – ATRICON (Ridismar Moraes), em 13 de novembro de 2019a. Disponível em: <http://www.atricon.org.br/imprensa/destaque/resultados-do-ciclo-2019-do-mmd-tc-sao-apresentados-no-i-citc/>. Acesso em 23 de setembro de 2020.

MMD-TC- **Avaliação dos Tribunais de Contas MMD-TC**. 2019b, p. 40, disponível em: < <https://www.atricon.org.br/wp-content/uploads/2019/11/apresenta%C3%A7%C3%A3o-MMD-TC-ciclo-2019-XXX-Congresso-da-Atricon-I-Congresso-Internacional-dos-TCs-13-11-2019-prezi.pdf>>. Acesso em 14 jan. 2021.

MMD-TC- **Manual de Procedimentos do MMD-TC**. Versão 1.0, de 15/03/2019c. Disponível em: < <http://qatc.atricon.org.br/wp-content/uploads/2019/03/2.-Manual-de-Procedimentos-MMD-TC-v.1.pdf>>. Acesso em 13 fev. 2021.

MMD-TC- **Resultado da avaliação do TCE-ES com base no Marco de Medição de desempenho dos Tribunais de Contas**. 2019d. Paraná. (dados disponibilizados pelo órgão para a presente pesquisa).

MMD-TC- **Orientações sobre procedimentos das comissões**. 2019e. Disponível em: < <http://qatc.atricon.org.br/wp-content/uploads/2015/04/orientacoes-para-todas-as-comiss%C3%B5es>>

24_09_19.pdf>. Acesso em 20 jan. 2021.

BAGHERI, Behrad, YANG, Shanhu; KAO, Hung-An; LEE, Jay. Cyber-physical Systems Architecture for Self-Aware Machines in Industry 4.0 Environment, **IFAC Conference 38-3**. p. 1622–1627. 2015.

BAHRIN, Mohd Aiman Kamarul; OTHMAN, Mohd Fauzi; NOR, Nor Hayati; AZLI, Muhamad Farihin Talib. Industry 4.0: A Review on Industrial Automation and Robotic, **Jurnal Teknologi (Sciences & Engineering)**, eISSN 2180–3722. p. 137–143. 2016.

BAYGIN, Mehmet, YETIS, Hasan, KARAKOSE, Mehmet, AKIN Erhan. Effect Analysis of Industry 4.0 to Higher Education. **15th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training (ITHET)**, (2016). p. 1-4.

BOAS PRÁTICAS. **Boas práticas dos Tribunais de Contas no Brasil**. Disponível em: < <https://boaspraticas.Atricon.org.br/>>. Acesso em 30 ago. 2020.

BLOCH, Carter; BUGGE, Markus M. Public sector innovation—From theory to measurement. **Elsevier B. V.** 2013.

BRASIL. **Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.

BRETTEL, Malte; FRIEDERICHSEN, Niklas; KELLER, Michael; REOSENBERG, Marius. How Virtualization, Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective, **International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial, Mechatronic and Manufacturing Engineering** Vol:8, No:1, p. 37-36, 2014.

CHOGUILL, Charles. The research design matrix: A tool for development planning research studies. **Habitat International**, v. 29, n. 4, p. 615-626, 2005.

DEMIRCIOGLU, Mehmet Akif; AUDRETSCH, David B. Conditions for innovation in public sector organizations. **Elsevier B.V.** 2017.

DENHARDT, Janet V.; DENHARDT, Robert B. **The New Public Servic**: serving, not steering. Expanded edition. Nova York: M. E. Sharpe, 2003.

DI MARIA, Eleonara, BETTIOL, Marco; CAPESTRO, Mauro; FURLAN, Andrea. Do Industry 4.0 Technologies Lead to More (and Better) Knowledge? **Proceedings of the European Conference on Knowledge Management**, 2018, Vol.1p.174-182.

DRATH, Rainer, Industrie 4.0 – eine Einführung, **Open Automation**. p. 2–7. 2014.

DUTRA, Diego de Silva; SILVA, José Reinaldo. Product-Service Architecture (PSA): toward a Service Engineering perspective in Industry 4.0, **IFAC Conference 39- 31**. p. 91–96. 2016.

EROL, Selim; JÄGER, Andreas; HOLD, Philipp; OTT, Karl; SIHN, Wilfried. Tangible Industry 4.0: a scenario-based approach to learning for the future of

production, **6th CLF - 6th CIRP Conference on Learning Factories, Procedia CIRP 54**. p. 13 – 18. 2016.

EUROPEAN COURT OF AUDITORS - ECAEURO. Audit preview: Digitising European industry. August. 2019. Disponível em: https://www.eca.europa.eu/Lists/ECADocuments/AP19_13/AP__digitising_industry_EN.pdf. Acesso em 06 jul. 2020.

FUNDAÇÃO VANZOLINI. **Fundação Vanzolini entrega certificado no I Congresso Internacional dos Tribunais de Contas**. 2019. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/certificacao/2019/11/27/fundacao-vanzolini-entrega-certificado-no-i-congresso-internacional-dos-tribunais-de-contas/>>. Acesso em 07 set. 2020.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design principles for industrie 4.0 scenarios: A literature review. **Technische Universität Dortmund**, 11-13, 2015.

HIRMAN, Martin; BENESOVA, Andrea; STEINER, Frantisek; TUPA, Jiri. Project Management during the Industry 4.0 Implementation with Risk Factor Analysis. **Procedia Manufacturing 38**. p. 1181–1188. 2019.

HUBA, Mikulas, KOZAK, S. Kozák. From E-learning to Industry 4:0. 2016 **International Conference on Emerging e Learning Technologies and Applications (ICETA)**, 2016.

IVANOV, Dmitry; SOKOLOV, Boris; IVANOVA, Marina. Schedule Coordination in Cyber-Physical Supply Networks Industry 4.0, **IFAC conference 39-12**. 836–839. 2016.

INTOSAI. Declaração de Moscou. **XXIII Congressp Internacional das Entidades Fiscalizadoras Superiores – INCOSAI**. 2019. Acessível em: <https://irbcontas.org.br/wp-content/uploads/2020/04/Declara%C3%A7%C3%A3o_de_Moscou_2019_-_tradu%C3%A7%C3%A3o_livre.pdf>. Acesso em 25 jan. 2021.

JANOWSKI, Tomasz. Digital government evolution: from transformation to contextualization. **Government Information Quarterly**, 2019.

KACZMARCZYK, Václav; BASTÁN, Ondrej; BRADÁČ, Zenek; ARM. Jakub. An Industry 4.0 Testbed (Self-Acting Barman): Principles and Design. **IFAC Papers OnLine 51-6**. p. 263–270. 2018.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes. Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group. **Acatech – German Academy of Science and Engineering**. 2013.

KAGERMANN, Henning. Chancen von Industrie 4.0 nutzen. In: Bauernhansl, T., M. ten Hompel and B. Vogel-Heuser, eds.: *Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik. Anwendung, Technologien und Migration*, p.

603–614. 2014.

KOLBERG, Dennis; ZÜHLKE, Detlef. Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies, **IFAC Conference 38-3**. p. 1870–1875. 2015.

LANDHERR, Martin; SCHNEIDER, Ulrich; BAUERNHANSL, Thomas. The Application Centre Industrie 4.0 - Industry-driven manufacturing, research and development, **49th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP-CMS 2016)**, **Procedia CIRP 57**. p. 26 – 31. 2016.

LASI, Heiner; FETTKE, Peter; KEMPER, Hans-George. et al. Industrie 4.0. **Wirtschaftsinf.** p.56-261. 2014.

LIMA, Luiz Henrique; CASTRO, Risodalva Beata. **Aprender, compartilhar e multiplicar: síntese das apresentações do 1º laboratório de boas práticas do controle externo – Cuiabá** : PubliContas, 2018. Disponível em: < http://www.Atricon.org.br/wp-content/uploads/2018/12/e-book_aprender_compartilhar_multiplicar.pdf>. p. 59/60. Acesso 20 jul. 2020.)

LINDGREN, Ida; MADSEN, Christian Ostergaard; HOFMANN, Sara; MELIN, Ulf. Close encounters of the digital kind: a research agenda for the digitalization of public services. **Government Information Quarterly**, 2019.

LOURENÇO, Nivaldo Vieira. **Administração Pública: modelos, conceitos, reformas e avanços para uma nova gestão**. 1ª ed. Curitiba: Intersaberes, 2016.

LUCKE, Dominik, CONSTANTINESCU Carmen, WESTKAMPER Engelbert. Smart Factory - A Step towards the Next Generation of Manufacturing. In: Mitsuishi, M., K. Ueda and F. Kimura, eds., **Manufacturing Systems and Technologies for the New Frontier, the 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems**, Tokyo, Japan, 115–118. 2008.

MAFOKWANEA, S. Z.; KALLONB, D.V.V.; NKOSIB M.; CHIROMOB. F. Design of a tri-adjustable automated heavy-duty handling system based on Industry 4.0 principles. **Procedia Manufacturing 35**. p.187–196. 2019.

MARILUNGO, Eugenia; PAPETTI, Alessandra; GERMANI, Michele; PERUZZINI, Margherita. From PSS to CPS design: a real industrial use case toward Industry 4.0, **The 9th CIRP IPSS Conference: Circular Perspectives on Product/Service-Systems, Procedia CIRP 64**. p. 357 – 362. 2017.

MEIJER, Albert; BEKKERS, Victor. A metatheory of e-government: creating some order in a fragmented research field. **Government Information Quarterly**, 2019.

MERGEL, Ines; EDELMANN, Noella; HAUG, Nathalie. Defining digital transformation: results from expert interviews. **Government Information Quarterly**, 2019.

NEUGEBAUER, Reimund; HIPPMANN, Sophie; LEIS, Miriam; LANDHERR, Martin. Industrie 4.0- Form the perspective of applied research, **49th CIRP conference on Manufacturing systems (CIRP-CMS)**, p. 2-7.2016.

NETO, Anis Assad, PEREIRA, Gustavo Bernardi, DROZDA, Fabiano Oscar, & SANTOS, Adriana de Paula Lacerda. A busca de uma identidade para a indústria 4.0. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 4, p. 1379-1395. 2018.

OCDE/EUROPEAN UNION. **Manual de Oslo**. 2018.

OSBORNE, David; GAEBLER, Ted. **Reinventando o governo: como o espírito empreendedor está transformando o setor público**. 7. ed. Brasília, DF: MH Comunicação, 1995.

PACCHINI Athos Paulo Tadeu, LUCATO, Wagner Cezar, FACCHINI Francesco, MUMMOLO Giovanni. The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0. **Computers in Industry** 113. p. 103-125. 2019.

PIANIGIANI, Giovanni; FANTONI, Gualtiero; MELLUSO, Nicola; FAIOLI, Michele; GHIGIARELLI, Davide. *Il Covid-19 Come acceleratore della trasformazione digitale nel mondo del lavoro*. **Fondazione Giacomo Brodolini**. 2020.

PEREIRA, Fernando Neves; FILHO, Cid Alledi; QUELHAS, Osvaldo; BONINA, Noemi; VIEIRA, Júnior; MARQUES, Vânia. Nova Gestão Pública e Nova Governança Pública: Uma análise conceitual comparativa. **Revista Espacios**. Vol. 38. 2017.

QATC. **Programa Qualidade e Agilidade dos Tribunais de Contas**. Disponível em: <<http://qatc.Atricon.org.br/pagina-exemplo/>>. Acesso em 26 out. 2019.

QATC. **MMD-TC Edições Anteriores**. Disponível em: <<http://qatc.Atricon.org.br/mmd-tc/mmd-tc-edicoes-antteriores/>>. Acesso em 30 ago. 2020.

QIN, Jian; LIU, Ying; GROSVENOR, Roger. A Categorical Framework of Manufacturing for Industry 4.0 and Beyond, Changeable, Agile, Reconfigurable & Virtual Production, **Procedia CIRP** 52. p. 173 – 178. 2016

RENNUNG, Frank; LUMINOSU, Caius Tudor; DRAGHICI, Anca. Service Provision in the Framework of Industry 4.0, SIM 2015 / **13th International Symposium in Management, Procedia - Social and Behavioural Sciences** 221. p. 372 – 377. 2016.

RÜßMANN, Michael; LORENZ, Markus; WALDNER, Manuela; ENGEL, Pascal; HARNISCH, Michael; JUSTUS, Jan. Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in **Manufacturing Industries**. April 09. p. 1-14. 2015.

SCHWAB, Klaus Martin. **A Quarta Revolução Industrial**. São Paulo: EDIPRO. 2016.

SCHUH, Günther; POTENTE, Till; WESCH-POTENTE, Cathrin; WEBER, Anja Ruth; PROTE, Jan-Philipp. Collaboration Mechanisms to increase Productivity in the Context of Industrie 4.0, **Robust Manufacturing Conference (RoMaC 2014), Procedia CIRP** 19. p. 51 – 56. 2014.

SCHUMACHER Andreas; EROL Selim; SIHNA Wilfried. A maturity model for

assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises, **Changeable, Agile, Reconfigurable & Virtual Production**, *Procedia CIRP* 52. p. 161 – 166. 2016.

SCUPOLA, Ada; ZANFEI, Antonello. Governance and innovation in public sector services: the case of the digital library. **Government Information Quarterly**, 2019.

SIMONS, Stephan; ABÉ, Patrick; NESER, Stephan. Learning in the AutFab – the fully automated Industrie 4.0 learning factory of the University of Applied Sciences Darmstadt, **7th Conference on Learning Factories, CLF 2017, Procedia Manufacturing** 9. p. 81 – 88. 2017.

SOUZA, José Barrozo; PEREIRA, Flávia Holz Meirelles; ZOUAIN, Sarah Prates Vantil; LAFETÁ, Elaine Alves Martins. A indústria 4.0 no setor público de países emergentes: avaliação em um estado brasileiro. *In: Simpósio Internacional de Gestão Pública, Inovação e Sustentabilidade - SINGEP. VIII., 2020. São Paulo. Anais eletrônicos*. Disponível em: <http://submissao.singep.org.br/8singep/anais/resumo?cod_trabalho=312>. Acesso em 09 fev. 2020.

STOCK, Tim; SELIGER, Guenther. Opportunities of Sustainable Manufacturing in Industry 4.0, **13th Global Conference on Sustainable Manufacturing - Decoupling Growth from Resource Use, Procedia CIRP 40 (2016)**. p. 536 – 541.

TAQUES, Fernando Henrique; LÓPEZ, Manuel G., BASSO, Leonardo F.; AREAL, Nelson. Indicators used to measure service innovation and manufacturing innovation. **Journal of Innovation & Knowledge**. 2020.

TCE-AM. **Tribunal de Contas recebe certificação de qualidade da Atricon**. Disponível em: <https://www2.tce.am.gov.br/?p=31597>. Acesso em 23 de maio de 2020.

TCE-ES. Lei Complementar nº 621, 8 de março de 2012 – Lei Orgânica do Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo. **Assembleia Legislativa do Espírito Santo**, 2012.

TCE-ES. **Conselheiro Carlos Ranna apresenta resultados do ciclo 2019 do MMD-TC no I CITC**. 2019. Disponível em: <<https://www.tcees.tc.br/conselheiro-carlos-ranna-apresenta-resultados-do-ciclo-2019-do-mmd-tc-no-i-citc/>>. Acesso em 10 mai. 2020.

TCE-ES **Plano Estratégico TCE-ES 2021**: Extensão do Plano Estratégico 2016-2020. Disponível em: <<https://www.tcees.tc.br/wp-content/uploads/2020/12/Relato%CC%81rio-Plano-Estrate%CC%81gico-TCEES-2021.pdf>>. Acesso em 25 jan. 2021.

TCE-ES **TCEMG ingressa em novo ciclo do MMD-QATC**. 2017. Disponível em: <<https://www.tce.mg.gov.br/noticia/Detalhe/1111622365>>. Acesso em 23 de maio 2020.

TCU. **Regimento Interno do Tribunal de Contas da União**. Brasília, 2015.

TCU. **Relatório de Pesquisa: Contratação de soluções inovadoras pela Administração Pública**. 2019.

THOBEN, Klaus-Dieter; WIESNER, Stefan Alexander; WUEST, Thorsten. Industrie 4.0 and Smart Manufacturing- A Review of Research Issues and Application Examples, **International Journal of Automation and Technology** Vol.11 No.1. p. 4-16. 2017.

TONI, Jackson de. **O planejamento estratégico governamental: reflexões metodológicas e implicações na gestão pública**. 1ª ed. Curitiba: Intersaberes, 2016.

VAIDYAA, Saurabh; AMBADB, Prashant; BHOSLEC. Santosh. Industry 4.0 – A Glimpse. **Procedia Manufacturing** 20. p. 233–238. 2018.

VELASQUEZ, Nancy; ESTEVEZ, Elsa; PESADO, Patricia. Cloud Computing, Big Data and the Industry 4.0 Reference Architectures. **Journal of Computer Science & Technology**. Argentina. Volume 18, Number 3, December. 2018.

VALDEZA, André Calero; BRAUNER, Philipp; SCHAAR Anne Kathrin; HOLZINGER, Andreas. Reducing Complexity with Simplicity - Usability Methods for Industry 4.0, **Proceedings 19th Triennial Congress of the IEA**, Melbourne 9-14 August. 2015.

WITKOWSKI, Krzysztof. Internet of Things, Big Data, Industry 4.0- Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management, **7th International Conference on Engineering, Project, and Production Management, Procedia Engineering** 182. p. 763-769. 2017.

ANEXOS

Anexo A – Autorização para uso dos resultados do TCE-ES no MMD-TC

Anexo B – Orientação específica sobre o indicador QATC 16

Anexo C – Termo de recebimento/execução do PTT

ANEXO A – AUTORIZAÇÃO PARA USO DOS RESULTADOS DO TCE-ES NO MMD-TC



TRIBUNAL DE CONTAS DO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Conferência em www.tcees.tc.br
Identificador: 6EC9E-85D9A-52436



Decisão em Protocolo 00225/2020-1

Protocolo(s): 07911/2020-1

Assunto: Solicitação / Remessa de informações

Criação: 15/07/2020 17:00

Origem: GAP - Gabinete da Presidência

Interessado(s): FLAVIA HOLZ MEIRELLES PEREIRA - CPF: 074.011.587-10

Trata o protocolo TC 07911/2020-1, de 12 de julho de 2020, de requerimento formulado pela auditora de controle externo Flávia Holz Meirelles Pereira - matrícula 203.528, para que seja autorizada a disponibilização dos resultados obtidos por esta Corte de Contas nas avaliações do Marco de Medição de Desempenho dos Tribunais de Contas - MMD-TC referente ao ano de 2019 e anteriores, para utilização em pesquisa de dissertação do curso de mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Gestão Pública junto à Universidade Federal do Espírito Santo - UFES em parceria com o Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo - TCEES.

Destarte, o pedido foi submetido à análise da Assessoria de Governança - ASGOV, tendo sido exarado o Despacho 24003/2020-9 (peça 3), *in verbis*:

"[...]

Em atendimento à solicitação contida no Despacho 23597/2020-1, informo que em conformidade com a Resolução Atricon nº 01/2019 é vedado à Atricon, aos membros que compõem as comissões descritas no Manual de Procedimentos do Marco de Medição do Desempenho dos Tribunais de Contas (MMD-TC) e ao organismo de certificação utilizarem os resultados individualizados dos tribunais de contas para fins de ranqueamento e/ou divulgação.

Assim, é assegurada a confidencialidade das informações e dos resultados individualizados do MMD-TC dos tribunais de contas pelos partícipes do processo de avaliação acima descritos. A decisão quanto ao fornecimento dos resultados deste diagnóstico e de sua divulgação cabe ao Presidente e/ou Colegiado do Tribunal, conforme consta no item 5.3 do Manual de Procedimentos do MMD-TC.

Desta forma, encaminho à consideração do presidente a solicitação feita pela auditora de controle externo Flávia Holz Meirelles Pereira de autorização para acesso e utilização dos dados, resultados e evidências obtidos na avaliação do Marco de Medição dos tribunais de contas (MMD-TC) realizada neste Tribunal de Contas em 2019 e em anos anteriores.

"[...]"

Inicialmente, cumpre registrar que o MMD-TC foi idealizado e instituído pela Associação dos Membros dos Tribunais de Contas do Brasil - ATRICON e adota metodologia inspirada na Supreme Audit Institutions – Performance Measurement Framework – SAI PMF, da Intosai,

Autenticado por
RODRIGO FLAVIO
PEREIRA FARIAS
CHANCELO
15/07/2020 13:36

sendo o principal instrumento de avaliação dos Tribunais de Contas do Brasil, incorporando as diretrizes da Atricon, as NBASP e as ISSAIs, fortalecendo o sistema nacional de controle externo e contribuindo para que os Tribunais de Contas atuem de maneira harmônica e uniforme, aprimorem a qualidade e a agilidade das auditorias e dos julgamentos, valorizem o controle social e ofereçam serviços de excelência, a partir de padrões de fácil implementação e avaliação.

Neste contexto, a ATRICON instituiu também o Manual de Procedimentos do MMD-TC, Versão v.1.0, de 15/03/2019, acessível no link <http://qatc.atricon.org.br/mmd-tc/mmd-tc-edicoes-antiores/> cujo escopo é *"regulamentar o processo de aplicação da ferramenta, garantindo a padronização, orientação, documentação, transparência e segurança das informações, bem como servir de base para sua certificação por organismo externo"*, de sorte que a gestão das informações obtidas está afeta a cada um dos Tribunais de Contas participantes, competindo ao respectivo Presidente deliberar sobre a sua divulgação ou não.

Ademais, entendo que a Administração Pública deve primar pela observância ao princípio da transparência e, no caso vertente, não vislumbro nenhum óbice à divulgação dos resultados alcançados por esta Corte de Contas no MMD-TC, seja no ano de 2019 ou em avaliações anteriores, caso estejam disponíveis.

Assim, com fundamento no artigo 20 incisos I e XXVII do Regimento Interno desta Corte de Contas, DEFIRO a solicitação e determino ao Gabinete da Presidência - GAP que dê ciência à Interessada, remetendo-lhe cópia desta Decisão através de correio eletrônico institucional (e-mail), conforme previsto na Portaria Normativa nº 49/2017.

Após a devida certificação pelo GAP, remeta-se o protocolo para a ASGOV a fim de que sejam disponibilizadas as informações à Interessada.

Por fim, archive-se.

Em 15 de julho de 2020.

Conselheiro RODRIGO FLÁVIO FREIRE FARIAS CHAMOUN
Presidente do Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo

ANEXO B – ORIENTAÇÃO ESPECÍFICA SOBRE O INDICADOR QATC 16



III. ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS SOBRE OS CRITÉRIOS DOS INDICADORES

QATC 16 - FISCALIZAÇÃO E AUDITORIA DE OBRAS E SERVIÇOS DE ENGENHARIA	
Questões	Orientação
Considerando que a Resolução da Atricon 04/2015 está vigente e a diretriz 10 recomenda expressamente que o TC tenha setor específico de obras, como avaliar o indicador 16, se o Tribunal não tem unidade específica de obras, mas desenvolve a atividade difusamente em outras unidades do controle externo?	Não há critério no QATC-16 que questione se o Tribunal possui ou não unidade específica de obras.
Auditorias realizadas em PPPs, envolvendo obras públicas, podem ser consideradas para o atendimento dos critérios do indicador QATC-16 - Fiscalização de obras e serviços de engenharia?	Sim, desde que os requisitos estabelecidos em cada um dos critérios sejam atendidos.
16.1 Organização e fundamentos da fiscalização e auditoria de obras públicas	
Para efeitos de verificação do critério 16.1.1 é necessário que o auditor de controle externo esteja lotado no setor específico de obras públicas?	Não há critério no QATC-16 que questione se o Tribunal tem ou não unidade específica de obras. Cabe ao TC definir seu plano de capacitação e executar ações voltadas ao desenvolvimento das competências de seus servidores, seja em eventos internos ou externos, na sua área de atuação.
Há algum parâmetro que defina cursos específicos para garantir o atendimento ao critério 16.1.1?	Não. Cabe ao TC definir seu plano de capacitação e executar ações voltadas ao desenvolvimento das competências de seus servidores, seja em eventos internos ou externos. A comprovação deve-se dar conforme exemplo constante do apêndice único do Manual de Procedimentos do MMD-TC: Diplomas e/ou certificados de participação em cursos de auditorias de obras públicas ou eventos do Ibraop (Enaop, Sinaop), disponibilizados a auditores que atuam na área de fiscalização de obras. O prazo considerado para as evidências é do 2º semestre/2017 a 30/06/2019.

 	
Se, ao invés de sistema próprio, o TC adota sistema de informações do CREA (que possibilita a visualização e consumo dos dados, mas não viabiliza a consulta externa), atende ao critério 16.1.3?	O fato de não possibilitar consultas externas, já inviabiliza o atendimento do critério. O recomendado é que o TC tenha sistema próprio de acompanhamento tempestivo de obras públicas, inclusive com dados acerca do andamento (em execução, inacabada, paralisada, abandonada); que possibilite o registro eletrônico das etapas de fiscalização e auditorias, o cruzamento de informações, a produção de indicadores próprios etc; bem como a disponibilização dos dados para consulta pública, entre outros.
Quanto ao Critério 16.1.3, para que seja considerado atendido é necessário que o sistema de obras do TC esteja efetivamente alimentado com os dados acerca do andamento da obra, e ainda, há a obrigatoriedade que: 1. Esteja efetivamente alimentado com TODOS os dados acerca do andamento da obra, desde a licitação até registro fotográfico? 2. Contenha informações de TODOS os jurisdicionados (ou seja, esteja sendo alimentado por todos os jurisdicionados)? 3. Se o sistema tem a capacidade de coletar e disponibilizar todas as informações, desde a licitação até a execução, mas, se não estiver totalmente preenchido, atende o Critério?	O critério exige que o sistema esteja alimentado com dados acerca do andamento (em execução, inacabadas, paralisada abandonada), e que estas informações sejam disponibilizadas para consulta pública. Assim, para atender o critério, deve-se evidenciar a alimentação do sistema, pelo menos, com dados de 3 (três) obras.
Há algum parâmetro que defina equipamentos, hardwares e programas computacionais específicos para garantir o atendimento ao critério 16.1.4?	Não. Cabe ao TC definir suas necessidades em função das atividades previstas no seu plano de fiscalização.
16.2 Fiscalização e auditoria das licitações de obras públicas	
No critério 16.2.3, o que se entende por economicidade? Esta comparação entre preço referencial e preço praticado já não é feita no 16.2.5?	o critério 16.2.3 verifica se o TC fiscaliza a origem dos preços (SINAPI, SICRO etc) e a economicidade, ou seja, se o preço de referência (geralmente da Capital do Estado) é compatível com os praticados local da obra (Municípios do interior, por exemplo). Entretanto, a economicidade também pode ser interpretada considerando-se a totalidade obra, ou seja, se a solução adotada no empreendimento público implica custos superiores a opções mais econômicas que poderiam ter sido consideradas. Diferentemente, o critério 12.2.5 verifica o sobrepreço, verificado a partir do confronto entre os preços contratados e os referenciais (SINAPI, SICRO etc).

 	
16.3 Fiscalização e auditoria de execução de obras públicas	
16.4 Resultados da fiscalização e auditorias das obras públicas	
Em relação aos resultados da fiscalização e auditorias das obras públicas previstos nos critérios 16.4.1 a 16.4.6, pode-se evidenciar com trabalhos realizados em auditorias de conformidade ou operacionais?	Sim, conforme definido no critério, o atendimento ao critério pode ser alcançado com a realização de auditorias – operacionais ou de conformidade – além de outros processos de fiscalização.
Com relação à dimensão 16.4, que trata dos resultados, como avaliar o TC se o plano de fiscalização ou a matriz de riscos, no período após a aplicação do MMD.TC de 2017, não incluiu, apontou risco relevante ou priorizou auditorias nestas áreas específicas?	O ponto central é a elaboração de matriz de risco que contemple aspectos de materialidade, relevância e criticidade (critérios 16.1.5 e 16.1.6). No caso concreto, uma matriz de risco pode não contemplar obras e serviços e serviços de engenharia num determinado plano de fiscalização, considerando outros aspectos que, naquele momento, figuram como mais importantes. Assim, deve-se atribuir “NA - Não se aplica”.

Fonte: Orientações Específicas sobre Indicadores – QATC 16, disponível em: < http://qatc.atricon.br/wp-content/uploads/2015/04/QATC-16-_14_08_19.pdf>. Acesso em 09 fev. 2021.

ANEXO C – TERMO DE RECEBIMENTO/EXECUÇÃO DO PTT

3



**TRIBUNAL DE CONTAS DO
ESTADO DO ESPÍRITO SANTO**
Secretaria Geral de Controle Externo - SEGEX

ATESTADO DE RECEBIMENTO/EXECUÇÃO DE PRODUTO TÉCNICO/TECNOLÓGICO

Atesto para fins de comprovação que recebi o produto/serviço, dentro de padrões de qualidade, prazo e viabilidade, contidos no relatório intitulado Relatório Técnico Conclusivo: Proposta de diretriz para seleção de “Boas Práticas” inovativas de engenharia alinhada aos princípios da Indústria 4.0, que teve como origem os resultados da dissertação desenvolvida pela servidora Flávia Holz Meirelles Pereira, no Mestrado Profissional em Gestão Pública da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), orientado pelo(a) prof. Dr José Barrozo de Souza, no período de março/2019 a fevereiro/2021. O resultado consiste em uma ferramenta para incentivar ações de fiscalização de engenharia inovadoras. Os recursos necessários ao desenvolvimento da pesquisa foram parcialmente investidos por esta instituição, dado que foi desenvolvida por um servidor do nosso quadro de pessoal. Também contribuíram com a pesquisa, os seguintes profissionais:

Fátima Cristina Araújo Mavigno – Auditora de Controle Externo – Coordenadora NPMA

Karina Ramos Travaglia - Auditora de Controle Externo – Assessora de Governança

Vitória-ES, 31 de março de 2021

RODRIGO LUBIANA
ZANOTTI:04214410700

Assinado digitalmente por
RODRIGO LUBIANA
ZANOTTI:04214410700
Data: 2021.03.05 22:00:07 -
0300

Rodrigo Lubiana Zanotti
Secretário Geral de Controle Externo
Segex/ TCE-ES

APÊNDICES

Apêndice A – Modelo de planilha utilizado para análise das evidências da avaliação do MMD-TC 2019

Apêndice B – Modelo de formulário enviado a profissionais do TCE-ES que detêm conhecimento na aplicação do MMD-TC (formulário google)

Apêndice C – Resultados obtidos do preenchimento do formulário do Apêndice B

Apêndice D – Check List para identificação dos princípios e pilares da Indústria 4.0 nas evidências utilizadas no MMD-TC

Apêndice E – Termo de entrega do PTT

Apêndice F – Características do PTT para inserção na Plataforma Sucupira

APÊNDICE A – MODELO DE PLANILHA UTILIZADO PARA ANÁLISE DAS EVIDÊNCIAS DA AVALIAÇÃO DO MMD-TC 2019

Evidências (trabalho utilizado):		Trabalho1 (descrição)	...	Trabalho x (descrição)
Critério(s) de avaliação em que foi utilizado como evidência?		16.1.1;; 16.4.6
Big Data/ Análise de Dados				
1	No planejamento (fase preliminar) utilizado no trabalho que serviu de evidência foi realizada pesquisas analíticas de “big data”? (base de dados com volume significativo de dados como fonte de informação)			
2	Na fiscalização do trabalho que serviu de evidência foi utilizada técnica de análise de dados? (coleta de dados -captação própria, externa, ambas- para prover uma atualização regular dos dados e permitir um acompanhamento em tempo real de problemas críticos ou de áreas de maior risco)			
3	A metodologia aplicada no trabalho que serviu de evidência fez parte da replicação de estudos científicos ou parcerias com instituições acadêmicas ou estudos de outras instituições?			
Evidência como Referencial de inovação				
4	O trabalho que serviu como evidências é referenciado em congressos voltados aos TCs no Brasil ou ainda pela INTOSAI como experiência e conhecimento de utilização de “big data” em auditorias (fiscalizações)?			
5	O trabalho que serviu como evidência foi considerado uma abordagem experimental inovativa para o órgão, seja em termos de produto, seja em termos de processo, quando comparado a trabalhos anteriores?			
Competência das equipes				
6	No trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência estratégica da equipe? (entendendo-se estratégica como habilidade de análise de viabilidade, pensamento orientado por hipóteses, identificação de relações causais, orientação por metas, previsão, planejamento estratégico, pensamento sistêmico, priorização)			
7	No trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência de análise de dados da equipe? (trabalho com conjuntos e bases de dados, visualização de dados, apresentação de dados complexos, normalmente envolvendo grande volumes de dados)			

APÊNDICE B – MODELO DO FORMULÁRIO ENVIADO A PROFISSIONAIS DO TCE-ES QUE DETÊM CONHECIMENTO NA APLICAÇÃO DO MMD-TC (FORMULÁRIO GOOGLE)

Análise de evidências do MMD-TC (ref. ano 2019) considerando os princípios da Indústria 4.0 expostos na Declaração de Moscou (2019)

Análise das evidências do Indicador QATC -16: Fiscalização e Auditoria de Obras e serviços de Engenharia, considerando os princípios da Indústria 4.0, tendo por base a Declaração de Moscou (2019), diretrizes 5, 6 e 8. APENAS 7 PERGUNTAS: DE 5 A 10 MIN

*Obrigatório

SEÇÃO 1 DE 4 - IDENTIFICAÇÃO

1. Nome *

2. Instituição que trabalha *

3. Cargo *

4. Descreva as funções que desempenhou ou desempenha relacionadas ao MMDTC *

SEÇÃO 2 DE 4 - CARACTERÍSTICA DAS EVIDÊNCIAS

1. Há orientação para que, durante a avaliação, observa-se se o planejamento (fase preliminar) utilizado em cada evidência foi realizada pesquisas analíticas de “big data”? (base de dados com volume significativo de dados como fonte de informação) *

- Marcar apenas uma oval.*
- Sim
- Não
- Outro:

Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências. *Marque todas que se aplicam.*

- 16.1.1 proporciona capacitação continuada às suas equipes técnicas, com cursos relacionados às atividades de fiscalização/auditoria de obras e serviços de engenharia;
- 16.1.2 possui manuais e procedimentos de auditoria de obras públicas, com orientações para o planejamento/execução da auditoria e a elaboração de relatórios;
- 16.1.3 dispõe de sistema informatizado para o recebimento de informações de obras e serviços de engenharia dos jurisdicionados, inclusive com dados acerca do andamento (em execução, inacabada, paralisada, abandonada), e disponibilização dos dados para consulta pública;
- 16.1.4 disponibiliza equipamentos necessários e apropriados para a realização dos trabalhos de fiscalização e auditoria de obras públicas, inclusive hardwares e programas computacionais;
- 16.1.5 seleciona as obras e serviço de engenharia a serem fiscalizadas mediante critérios de

relevância, materialidade e risco;

- 16.1.6 atua de forma concomitante no acompanhamento da execução das obras e serviços de engenharia selecionadas pela matriz de risco.
- 16.2.1 se o empreendimento foi planejado de forma adequada e contempla estudos de viabilidade, desapropriação, licenciamento ambiental, atendimento da legislação e normas de acessibilidade, em conformidade com o programa de governo;
- 16.2.2 a consistência, a completude e a atualidade do anteprojeto, do projeto básico, do projeto executivo, conforme o caso; do orçamento; especificações técnicas e demais documentos do empreendimento;
- 16.2.3 a origem e a economicidade dos preços praticados, se com base em sistemas referenciais ou compostos por metodologia apropriada, incluindo a composição do BDI - Benefício e Despesas Indiretas e as Leis Sociais;
- 16.2.4 a regularidade do edital e seus anexos, inclusive da minuta de contrato e dos demais atos do procedimento licitatório;
- 16.2.5 a prática de sobrepreço no orçamento básico;
- 16.2.6 a prática do "jogo de cronograma" e do "jogo de planilha", na proposta.
- 16.3.1 a adequação da execução da obra ou do serviço de engenharia em relação aos controles necessários, a exemplo de: registros, comunicações, diário de obra, Livro de Ordem, laudos, medições, justificativas, revisões de projetos, confecção do "as built" (como construído), controle de prazos, entrega da obra;
- 16.3.2 a formalização das responsabilidades técnicas (ART ou RRT) dos profissionais e empresas envolvidas, referentes a cada função (projetos, orçamento, execução, fiscalização) e compatíveis com as características do empreendimento;
- 16.3.3 o cumprimento dos cronogramas das etapas de execução do empreendimento;
- 16.3.4 a adequação dos quantitativos dos serviços contratados e pagos às medições e de memórias de cálculo;
- 16.3.5 a prática de superfaturamento, inclusive decorrentes de serviços não executados, executados em menor quantidade que a prevista ou em qualidade inferior ao especificado;
- 16.3.6 a prática de sobrepreço em itens não previstos inicialmente no contrato, por meio de aditivos;
- 16.3.7 a prática do "jogo de cronograma" e do "jogo de planilha", por meio de aditivos;
- 16.3.8 a pertinência da execução dos serviços, em observância às especificações técnicas, memoriais descritivos e normas técnicas pertinentes.
- 16.3.9 se os aditivos atendem quantitativa e qualitativamente aos parâmetros legais, bem como a pertinência técnica para a inclusão e exclusão de itens previstos na planilha orçamentária.
- 16.4.1 audita/fiscaliza obras rodoviárias ou vias públicas asfaltadas;
- 16.4.2 audita/fiscaliza obras hídricas;
- 16.4.3 audita/fiscaliza obras de saneamento;
- 16.4.4 acompanha as obras inacabadas, paralisadas e abandonadas, bem como as medidas

adotadas pelos jurisdicionados para retomar/concluir e/ou dar utilidade a esses empreendimentos;

16.4.5 verifica a existência e o cumprimento do plano de manutenção (perda de solidez ou de segurança) dos empreendimentos que se encontram dentro do prazo de vida útil estabelecida em norma;

16.4.6 acompanha se, durante o prazo de garantia, os jurisdicionados adotam as medidas para exigir a correção dos problemas verificados nas obras públicas.

2. Há orientação para que, durante a avaliação, observar se na fiscalização de cada trabalho, que serviu de evidência, foi utilizada técnica de análise de dados? (coleta de dados -captação própria, externa, ambas- para prover uma atualização regular dos dados e permitir um acompanhamento em tempo real de problemas críticos ou de áreas de maior risco) * *Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Outro: _____

2.1 Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.

Marque todas que se aplicam.

16.1.1 16.1.2 16.1.3 16.1.4 16.1.5 16.1.6

16.2.1 16.2.2 16.2.3 16.2.4 16.2.5 16.2.6

16.3.1 16.3.2 16.3.3 16.3.4 16.3.5 16.3.6

16.3.7 16.3.8 16.3.9 16.4.1 16.4.2 16.4.3

16.4.4 16.4.5 16.4.6

3. Há orientação para que, durante a avaliação, observar se a metodologia aplicada em cada trabalho que serviu de evidência fez parte da replicação de estudos científicos ou parcerias com instituições acadêmicas ou estudos de outras instituições? *

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

Outro: _____

3.1. Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.

Marque todas que se aplicam.

16.1.1 16.1.2 16.1.3 16.1.4 16.1.5 16.1.6

16.2.1 16.2.2 16.2.3 16.2.4 16.2.5 16.2.6

16.3.1 16.3.2 16.3.3 16.3.4 16.3.5 16.3.6

16.3.7 16.3.8 16.3.9 16.4.1 16.4.2 16.4.3

16.4.4 16.4.5 16.4.6

SEÇÃO 3 DE 4 - TRABALHO (EVIDÊNCIA) COMO REFERÊNCIA DE INOVAÇÃO

4. Há orientação para que, durante a avaliação, observar se o trabalho que serviu de evidências é referenciado em congressos voltados aos TCs no Brasil ou ainda pela INTOSAI como experiência e conhecimento de utilização de "big data" em auditorias (fiscalizações, apenas no que se refere ao QATC 16)? * *Marque apenas uma oval.*

Sim

Não

Outro: _____

5. Há orientação para que, durante a avaliação, observar se cada trabalho que serviu como evidência (apenas no que se refere ao QATC 16) foi considerado uma abordagem experimental inovativa para o órgão, seja em termos de produto, seja em termos de processo? * *Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Outro: _____

SEÇÃO 4 DE 4 - COMPETÊNCIAS DAS EQUIPES

6. Há orientação para que, durante a avaliação, observar se cada trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência estratégica da equipe? (entendendo-se estratégica como habilidade de análise de viabilidade, pensamento orientado por hipóteses, identificação de relações causais, orientação por metas, previsão, planejamento estratégico, pensamento sistêmico, priorização) * *Marcar apenas uma oval.*

- Sim
 Não
 Outro: _____

6.1. Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.

Marque todas que se aplicam.

- 16.1.1 16.1.2 16.1.3 16.1.4 16.1.5 16.1.6
 16.2.1 16.2.2 16.2.3 16.2.4 16.2.5 16.2.6
 16.3.1 16.3.2 16.3.3 16.3.4 16.3.5 16.3.6
 16.3.7 16.3.8 16.3.9 16.4.1 16.4.2 16.4.3
 16.4.4 16.4.5 16.4.6

7. Há orientação para que, durante a avaliação, observar se cada trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência de análise de dados da equipe? (trabalho com conjuntos e bases de dados, visualização de dados, apresentação de dados complexos, normalmente envolvendo grande volumes de dados) *

Marcar apenas uma oval.

- Sim
 Não
 Outro: _____

7.1. Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.

Marque todas que se aplicam.

- 16.1.1 16.1.2 16.1.3 16.1.4 16.1.5 16.1.6
 16.2.1 16.2.2 16.2.3 16.2.4 16.2.5 16.2.6
 16.3.1 16.3.2 16.3.3 16.3.4 16.3.5 16.3.6
 16.3.7 16.3.8 16.3.9 16.4.1 16.4.2 16.4.3
 16.4.4 16.4.5 16.4.6

APÊNDICE C – RESULTADOS OBTIDOS DO PREENCHIMENTO DO FORMULÁRIO DO APÊNDICE B

Perguntas	Resposta Profissional 1	Resposta Profissional 2
1 - Há orientação para que, durante a avaliação, observa-se se o planejamento (fase preliminar) utilizado em cada evidência foi realizada pesquisas analíticas de "big data"? (base de dados com volume significativo de dados como fonte de informação)	Não	Não
Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.		
2 - Há orientação para que, durante a avaliação, observar se na fiscalização de cada trabalho, que serviu de evidência, foi utilizada técnica de análise de dados? (coleta de dados -captação própria, externa, ambas- para prover uma atualização regular dos dados e permitir um acompanhamento em tempo real de problemas críticos ou de áreas de maior risco)	Sim	Não
Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.	16.1.5	
3 - Há orientação para que, durante a avaliação, observar se a metodologia aplicada em cada trabalho que serviu de evidência fez parte da replicação de estudos científicos ou parcerias com instituições acadêmicas ou estudos de outras instituições?	Não	Não
Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.		
4 - Há orientação para que, durante a avaliação, observar se o trabalho que serviu de evidências é referenciado em congressos voltados aos TCs no Brasil ou ainda pela INTOSAI como experiência e conhecimento de utilização de "big data" em auditorias (fiscalizações, apenas no que se refere ao QATC 16)?	Não	Não
5 - Há orientação para que, durante a avaliação, observar se cada trabalho que serviu como evidência (apenas no que se refere ao QATC 16) foi considerado uma abordagem experimental inovativa para o órgão, seja em termos de produto, seja em termos de processo?	Sim	Não
6 - Há orientação para que, durante a avaliação, observar se cada trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência estratégica da equipe? (entendendo-se estratégica como habilidade de análise de viabilidade, pensamento orientado por hipóteses, identificação de relações causais, orientação por metas, previsão, planejamento estratégico, pensamento sistêmico, priorização)	Não	Não
Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.		
7 - Há orientação para que, durante a avaliação, observar se cada trabalho utilizado como evidência é possível identificar a competência de análise de dados da equipe? (trabalho com conjuntos e bases de dados, visualização de dados, apresentação de dados complexos, normalmente envolvendo grande volumes de dados)	Não	Não
Caso sua resposta tenha sido "sim", selecione os critérios, dentre as opções abaixo, que este quesito foi observado durante a análise das evidências.		

APÊNDICE D – CHECK LIST PARA IDENTIFICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS E PILARES DA INDÚSTRIA 4.0 NAS EVIDÊNCIAS UTILIZADAS NO MMD-TC

Evidências (trabalho utilizado):		Trabalho x (descrição)
Critério(s) de avaliação em que foi utilizado como evidência?		...; 16.4.6
Big Data e Análise	coleta e avaliação de muitas fontes de dados de muitas fontes diferentes	
Robôs autônomos	uso de robôs em tarefas mais precisa e inteligente.	
Simulação	testes em dados em tempo real para apresentar um modelo virtual do mundo físico	
Integração horizontal e vertical de sistemas	integração de comunicação e cooperação ao longo de processos padronizados, tanto de forma horizontal quanto vertical	
Internet das coisas	rede mundial de objetos interconectados e uniformes, que permite a conexão com o ambiente, a resposta imediata se algo mudar e a onipresença de fornecer locação, condições físicas ou atmosféricas do objeto	
Segurança cibernética e sistemas físicos cibernéticos	comunicações seguras e confiáveis	
Nuvem	plataforma em TI baseada em nuvem	
Manufatura aditiva	processos para proporcionar maior agilidade e menor custos, com maior possibilidade de individualização e atendimento das expectativas do cliente	
Realidade aumentada	variedades de informações em tempo real usadas para tomadas de decisão e procedimentos de trabalho	
Interoperabilidade	capacidade do CPS, pessoas e todos os outros componentes das fábricas inteligentes de se comunicarem usando redes dedicadas	
Virtualização	substituição de protótipos físicos por designs, meios e processos de produção virtual. O comissionamento real é então realizado dentro de um único procedimento integrado envolvendo o fabricante e o fornecedor	
Operação em tempo real	pré-condição chave para comunicação, tomada de decisão e controle em sistemas do mundo real.	
Descentralização	a tomada de decisão e o controle são realizados de forma autônoma e em paralelo dentro dos subsistemas individuais, que se comunicam através de uma rede comum (IoT).	
Concentração em serviços	preferência natural ações são a oferta e utilização de serviços padrão (Arquitetura SOA).	
Modularidade	reconfigurabilidade, onde os sistemas apresentam a máxima modularidade e capacidade de reconfiguração autônoma com base no reconhecimento automático das condições presentes	
Orientação de serviço	consiste no desenvolvimento de softwares customizados direcionados aos serviços da indústria 4.0. Para isso, é utilizado a internet dos serviços, que integra os usuários e máquinas através de programas adaptáveis a cada necessidade, esses softwares, são literalmente feitos sob medida. O resultado é uma maior flexibilidade e melhor usabilidade dessas soluções integradas	
Integração horizontal	estendendo-se dos sistemas que recebem e confirmam um pedido, passando pela seção de manufatura, até o despacho do produto acabado e o suporte ao seu ciclo de pós-produção. Esta etapa inclui a possibilidade de otimizar os processos de fabricação em toda a cadeia de valor	
Integração vertical	desde o nível mais baixo de controle automático de processos físicos caracterizados por demandas de tempo crítico, passando pela gestão do setor de manufatura, até a alocação dos recursos da empresa por meio de sistemas ERP com constantes de tempo na ordem de dias ou semanas.	

APÊNDICE E – TERMO DE ENTREGA DO PTT



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS JURÍDICAS E ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO PÚBLICA



Vitória, 31 de março de 2021

Ao Secretário Geral de Controle Externo
Rodrigo Lubiana Zanotti
Secretaria Geral de Controle Externo – Segex/TCE-ES

Assunto: Entrega de produto técnico

Sr. Secretário,

Tendo sido aprovado no processo seletivo para cursar o Mestrado Profissional em Gestão Pública, oferecido pela Universidade Federal do Espírito Santo (Ufes) em convênio com esta instituição, após a obtenção do título de Mestre, encaminho o produto técnico/tecnológico, em sua versão final para depósito no repositório institucional, denominado - Relatório Técnico Conclusivo: Proposta de diretriz para seleção de “Boas Práticas” inovativas de engenharia alinhada aos princípios da Indústria 4.0 - resultante da minha pesquisa de conclusão de curso, desenvolvido sob a orientação do prof. Dr. José Barrozo de Souza.

Respeitosamente,



Flávia Holz Meirelles Pereira
Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em
Gestão Pública- PPGGP- UFES

Documento assinado digitalmente
gov.br José Barrozo de Souza
Data: 03/04/2021 09:55:09-0300
CPF: 820.740.3 67-00

Prof. Dr. José Barrozo de Souza
Pós-Graduação em
Gestão Pública- PPGGP- UFES

APÊNDICE F – CARACTERÍSTICAS DO PTT PARA INSERÇÃO NA PLATAFORMA SUCUPIRA

1 – Qual a área do seu PTT?	
Administração Pública	

2 – Qual o tipo da produção do seu PTT?	
Técnica	

3 – Qual o subtipo do seu produto técnico?	
Serviços técnicos	

4 – Natureza do produto técnico (255 caracteres com espaços)	
Outra: Documento no formato de Relatório Técnico Conclusivo, delineando proposta para diretriz para seleção de “Boas Práticas” no âmbito dos Tribunais de Contas, voltado a aplicação prática no ambiente de trabalho.	

5 – Duração do desenvolvimento do produto técnico	
6 meses	

6 – Número de páginas do texto do produto técnico	
19	

7 – Disponibilidade do documento (PTT). (Marcar apenas uma opção)	
<input type="checkbox"/>	Restrita
<input checked="" type="checkbox"/>	Irrestrita

8 – Instituição financiadora (255 caracteres com espaço)

Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo.

9 – Cidade do PPGGP

Vitória – ES

10 – País

Brasil

11 – Qual a forma de divulgação do seu PTT?(Marcar apenas uma opção)

X

Meio digital – disponibilização do texto em um repositório ou site de acesso público, via internet.

Vários – disponibilização em uma combinação de, pelo menos, duas modalidades anteriores.

12 – Idioma no qual foi redigido o texto original para divulgação

Português

13– Título do seu PTT em inglês (Todas as iniciais de palavras em maiúsculas, exceto as conjunções)

Conclusive technical report: Proposed guideline for the selection of innovative engineering "Good Practices" in line with the principles of Industry 4.0.

14– Número do DOI (se houver)

15 – URL do DOI (se houver)

16 – Subtipos – produtos técnico/tecnológicos

Relatório técnico conclusivo *per se*

17– Finalidade do seu PTT

A proposta serve como meio de incentivar ações de inovação, no âmbito das fiscalizações de engenharia, por meio do MMD-TC, com a utilização de diretrizes para identificar “Boas Práticas”, vinculadas aos princípios da Indústria 4.0, seja utilizando como teste no Tribunal de Contas do Estado do Espírito Santo, seja propondo diretamente a Atricon o teste de sua implementação no MMD-TC.

18 – Qual o nível de impacto do seu PTT? Marcar apenas uma opção.

Impacto consiste na transformação causada pelo produto técnico/tecnológico no ambiente (organização, comunidade, localidade, etc.) ao qual se destina.

	Alto
X	Médio
	Baixo

19 – Qual o tipo de demanda do seu PTT? (Marcar apenas uma opção)

X	Espontânea (Identificou o problema e desenvolveu a pesquisa e o PTT)
	Por concorrência (Venceu a concorrência)
	Contratada (Solicitação da instituição, sendo ou não remunerado)

20 – Qual o impacto do objetivo do seu PTT? (Marcar apenas uma opção)	
	Experimental
X	Solução de um problema previamente identificado
	Sem um foco de aplicação previamente definido

21 – Qual a área impactada pelo seu PTT? (Marque apenas uma opção)	
	Econômica
	Saúde
	Ensino
	Social
	Cultural
	Ambiental
	Científica
X	Aprendizagem

22 – Qual o tipo de impacto do seu PTT neste momento?	
X	Potencial (Quando ainda não foi implementado/ adotado pela instituição)
	Real (Quando já foi implementado/ adotado pela instituição)

23 – Descreva o tipo de impacto do seu PTT (255 caracteres com espaço)	
A implementação da diretriz proposta destacará a importância da Indústria 4.0 no cenário público que envolve os Tribunais de Contas e será um estímulo para que os Tribunais atuem de forma cada vez mais inovadora.	

24 – Seu PTT é passível de replicabilidade?	
<input checked="" type="checkbox"/>	SIM
<input type="checkbox"/>	NÃO

25 – Qual a abrangência territorial do seu PTT? Marque a maior abrangência de acordo com a possibilidade de utilização do seu PTT. Apenas uma opção	
<input type="checkbox"/>	Local
<input type="checkbox"/>	Regional
<input checked="" type="checkbox"/>	Nacional
<input type="checkbox"/>	Internacional

26 – Qual o grau de complexidade do seu PTT? Marque apenas uma opção	
Complexidade é o grau de interação dos atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico-tecnológicos.	
<input type="checkbox"/>	Alta
<input checked="" type="checkbox"/>	Média
<input type="checkbox"/>	Baixa

27 – Qual o grau de inovação do seu PTT? Marque apenas uma opção	
Intensidade do conhecimento inédito na criação e desenvolvimento do produto.	
<input type="checkbox"/>	Alto teor inovativo
<input checked="" type="checkbox"/>	Médio teor inovativo
<input type="checkbox"/>	Baixo teor inovativo
<input type="checkbox"/>	Sem inovação aparente

28 – Qual o setor da sociedade beneficiado por seu PTT? Marque apenas uma opção	
	Agricultura, pecuária, produção florestal, pesca e aquicultura
	Indústria da transformação
	Água, esgoto, atividade de gestão de resíduos e descontaminação
	Construção
	Comércio, reparação de veículos automotores e motocicletas
	Transporte, armazenagem e correio
	Alojamento e alimentação
	Informação e comunicação
	Atividades imobiliárias
	Atividades profissionais, científicas e técnicas
	Atividades administrativas e serviços complementares
X	Administração pública, Defesa e seguridade social
	Educação
	Saúde humana e serviços sociais
	Artes, cultura, esporte e recreação
	Outras atividades de serviços
	Serviços domésticos
	Organismos internacionais e outras instituições extraterritoriais
	Indústrias extrativas
	Eletricidade e gás

29 – Há declaração de vínculo do seu PTT com o PDI da instituição na qual foi desenvolvido?	
X	SIM
	NÃO
<p>PE Tribunal de Contas do ES para 2021, 5º objetivo: aprimorar e intensificar o uso da TI e estimular o aprendizado e inovação.</p> <p>PE: disponível em: https://www.tcees.tc.br/wp-content/uploads/2020/12/Relato%CC%81rio-Plano-Estrate%CC%81gico-TCEES-2021.pdf</p>	

30 – Houve fomento para o desenvolvimento do seu PTT? Se não houve financiamento, marcar Cooperação	
	Financiamento
X	Cooperação
	Não houve

31 – Há registro de propriedade intelectual do seu PTT?	
	SIM
X	NÃO

32 – Qual o estágio atual da tecnologia do seu PTT?	
	Piloto ou protótipo
X	Finalizado ou implantado (Ex : o PTT pode estar finalizado enquanto proposta, feito o diagnóstico de uma situação o PTT apresenta sugestões para a solução de problemas ou melhoria do contexto encontrado no início da pesquisa)
	Em teste

33– Há transferência de tecnologia ou conhecimento no seu PTT?	
X	SIM
	NÃO

34 – URL do seu PTT (colocar na linha seguinte) (Onde ele pode ser encontrado)	
http://repositorio.ufes.br/handle/10/879	
http://www.gestaopublica.ufes.br/pt-br/pos-graduacao/PGGP/disserta%C3%A7%C3%B5es-defendidas	

35 – Observação – utilize até 255 caracteres para descrever algo que destaca o seu PTT e que não foi contemplado nos itens anteriores.

No PTT são apresentadas ações para a implementação da proposta:

- Aprovar a proposta para ser testada na Instituição e/ou pela Atricon, entidade responsável pela realização do MMD-TC;
- Definir quem serão os agentes responsáveis por fomentar e avaliar as ações;
- Apresentar a proposta a estes agentes.

36– Seu PTT está alinhado com qual Linha de Pesquisa e projeto estruturante?

Política, planejamento e governança pública (Linha 1)

Linha 1 - Projeto Estruturante 1 – Governo, políticas públicas e planejamento

Linha 1 - Projeto Estruturante 2 – Governo e gestão no setor público

Tecnologia, inovação e operações no setor público (Linha 2)

Linha 2 - Projeto Estruturante 3 – Ações e programas finalísticos de apoio/suporte ao governo

X

Linha 2 - Projeto Estruturante 4 – Transformação e inovação organizacional