



A Indústria 4.0 Aplicada na Saúde e Segurança do Trabalho no Cumprimento das Normas da NR12

Claudio Luis Thiessen
Gilvani Bruno Kisner
Wanderlei de Liz



AYA EDITORA
2026

**A Indústria 4.0 Aplicada na
Saúde e Segurança do Trabalho
no Cumprimento das Normas da NR12**

Claudio Luis Thiessen
Gilvani Bruno Kisner
Wanderlei de Liz

**A Indústria 4.0 Aplicada na
Saúde e Segurança do Trabalho
no Cumprimento das Normas da NR12**



AYA EDITORA
2026

Direção Editorial

Prof.º Dr. Adriano Mesquita Soares

Autores

Claudio Luis Thiessen

Gilvani Bruno Kisner

Wanderlei de Liz

Capa

AYA Editora©

Revisão

Os Autores

Executiva de Negócios

Ana Lucia Ribeiro Soares

Produção Editorial

AYA Editora©

Imagens de Capa

br.freepik.com

Área do Conhecimento

Engenharias

Conselho Editorial

Prof.º Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva (UNIDAVI)

Prof.ª Dr.ª Adriana Almeida Lima (UEA)

Prof.º Dr. Aknaton Toczec Souza (UCPEL)

Prof.º Dr. Alaerte Antonio Martelli Contini (UFGD)

Prof.º Dr. Argemiro Midonês Bastos (IFAP)

Prof.º Dr. Carlos Eduardo Ferreira Costa (UNITINS)

Prof.º Dr. Carlos López Noriega (USP)

Prof.ª Dr.ª Claudia Flores Rodrigues (PUCRS)

Prof.ª Dr.ª Daiane Maria de Genaro Chioli (UTFPR)

Prof.ª Dr.ª Danyelle Andrade Mota (IFPI)

Prof.ª Dr.ª Déa Nunes Fernandes (IFMA)

Prof.ª Dr.ª Déborah Aparecida Souza dos Reis (UEMG)

Prof.º Dr. Denison Melo de Aguiar (UEA)

Prof.º Dr. Emerson Monteiro dos Santos (UNIFAP)

Prof.º Dr. Gilberto Zammar (UTFPR)

Prof.º Dr. Gustavo de Souza Preussler (UFGD)

Prof.ª Dr.ª Helenadja Santos Mota (IF Baiano)

Prof.ª Dr.ª Heloísa Thaís Rodrigues de Souza (UFS)

Prof.ª Dr.ª Ingridi Vargas Bortolaso (UNISC)

Prof.ª Dr.ª Jéssyka Maria Nunes Galvão (UFPE)

Prof.º Dr. João Luiz Kovaleski (UTFPR)

Prof.º Dr. João Paulo Roberti Junior (UFRR)

Prof.º Dr. José Enildo Elias Bezerra (IFCE)

Prof.º Dr. Luiz Flávio Arreguy Maia-Filho (UFRPE)

Prof.ª Dr.ª Maralice Cunha Verciano (CEDEUAM-Unisalento -Lec-ce - Itália)

Prof.ª Dr.ª Marcia Cristina Nery da Fonseca Rocha Medina (UEA)
Prof.ª Dr.ª Maria Gardênia Sousa Batista (UESPI)
Prof.º Dr. Myller Augusto Santos Gomes (UTFPR)
Prof.º Dr. Pedro Fauth Manhães Miranda (UEPG)
Prof.º Dr. Rafael da Silva Fernandes (UFRA)
Prof.º Dr. Raimundo Santos de Castro (IFMA)
Prof.ª Dr.ª Regina Negri Pagani (UTFPR)
Prof.º Dr. Ricardo dos Santos Pereira (IFAC)
Prof.º Dr. Rômulo Damasclin Chaves dos Santos (ITA)
Prof.ª Dr.ª Silvia Gaia (UTFPR)
Prof.ª Dr.ª Tânia do Carmo (UFPR)
Prof.º Dr. Ygor Felipe Távora da Silva (UEA)

Conselho Científico

Prof.º Me. Abraão Lucas Ferreira Guimarães (CIESA)
Prof.ª Dr.ª Andreia Antunes da Luz (UniCesumar)
Prof.º Dr. Clécio Danilo Dias da Silva (UFRGS)
Prof.ª Ma. Denise Pereira (FASU)
Prof.º Dr. Diogo Luiz Cordeiro Rodrigues (UFPR)
Prof.º Me. Ednan Galvão Santos (IF Baiano)
Prof.ª Dr.ª Eliana Leal Ferreira Hellvig (UFPR)
Prof.º Dr. Fabio José Antonio da Silva (HONPAR)
Prof.º Dr. Gilberto Sousa Silva (FAESF)
Prof.ª Ma. Jaqueline Fonseca Rodrigues (FASF)
Prof.ª Dr.ª Karen Fernanda Bortoloti (UFPR)
Prof.ª Dr.ª Leozenir Mendes Betim (FASF)
Prof.ª Dr.ª Lucimara Glap (FCSA)
Prof.ª Dr.ª Maria Auxiliadora de Souza Ruiz (UNIDA)
Prof.º Dr. Milson dos Santos Barbosa (UniOPET)
Prof.ª Dr.ª Pauline Balabuch (FASF)
Prof.ª Dr.ª Rosângela de França Bail (CESCAGE)
Prof.º Dr. Rudy de Barros Ahrens (FASF)
Prof.º Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares (UFPI)
Prof.ª Dr.ª Silvia Aparecida Medeiros Rodrigues (FASF)
Prof.ª Dr.ª Sueli de Fátima de Oliveira Miranda Santos (UTFPR)
Prof.ª Dr.ª Tássia Patricia Silva do Nascimento (UEA)
Prof.ª Dr.ª Thaisa Rodrigues (IFSC)

© 2026 - **AYA Editora**. O conteúdo deste livro foi enviado pelos autores para publicação em acesso aberto, sob os termos da Licença Creative Commons 4.0 Internacional (**CC BY 4.0**). Esta obra, incluindo textos, imagens, análises e opiniões nela contidas, é resultado da criação intelectual exclusiva dos autores, que assumem total responsabilidade pelo conteúdo apresentado. As interpretações e posicionamentos expressos neste livro representam exclusivamente as opiniões dos autores, não refletindo, necessariamente, a visão da editora, de seus conselhos editoriais ou de instituições citadas. A AYA Editora atuou de forma estritamente técnica, prestando serviços de diagramação, produção e registro, sem interferência editorial sobre o conteúdo. Esta publicação é fruto de pesquisa e reflexão acadêmica, elaborada com base em fontes históricas, dados públicos e liberdade de expressão intelectual garantida pela Constituição Federal (art. 5º, incisos IV, IX e XIV). Personagens históricos, autoridades, entidades e figuras públicas eventualmente mencionadas são citados com base em registros oficiais e noticiosos, sem intenção de ofensa, injúria ou difamação. Reforça-se que quaisquer dúvidas, críticas ou questionamentos decorrentes do conteúdo devem ser encaminhados exclusivamente aos autores da obra.

T439 Thiessen, Claudio Luis

A indústria 4.0 aplicada na saúde e segurança do trabalho no cumprimento das normas da NR12 [recurso eletrônico]. / Claudio Luis Thiessen, Gilvani Bruno Kisner, Wanderlei de Liz. -- Ponta Grossa: Aya, 2026. 114 p.

Inclui biografia

Inclui índice

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-5379-941-7

DOI: 10.47573/aya.5379.1.449

1. Indústria – Inovações tecnológicas. 2. Segurança do trabalho - Brasil. 3. Higiene do trabalho. . I. Kisner, Gilvani Bruno. II. Liz, Wanderlei de. III. Título

CDD: 363.11

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Bruna Cristina Bonini - CRB 9/1347

International Scientific Journals Publicações de Periódicos e Editora LTDA

AYA Editora©

CNPJ: 36.140.631/0001-53

Fone: +55 42 3086-3131

WhatsApp: +55 42 99906-0630

E-mail: contato@ayaeditora.com.br

Site: <https://ayaeditora.com.br>

Endereço: Rua João Rabello Coutinho, 557
Ponta Grossa - Paraná - Brasil
84.071-150

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos nossos pais que sempre nos ajudaram em nossas vidas e muitas vezes se privado de seu próprio conforto para que pudéssemos estudar. Em especial nossas esposas Andrea Maria Tinti, Elsa Bueno Thiessen e Marcy de Liz que sempre estiveram ao nosso lado durante os momentos em que tivemos que escolher entre o lazer e o estudo, compartilhando com perseverança e empenho.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	7
LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	10
APRESENTAÇÃO	11
INTRODUÇÃO	13
Problema	15
Objetivos	16
Justificativa	17
Metodologia Aplicada	18
Estrutura do Documento.....	25
CENÁRIO ANTERIOR.....	26
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	30
Indústria 4.0.....	30
A Digitalização de Documentos e Processos	32
Computação em Nuvem - “Cloud Computing”	38
Internet das Coisas – IoT	45
Indústria 4.0 na Segurança no Trabalho	58
PROPOSTA DA FERRAMENTA	63
Tomada de Decisão da Escolha da Ferramenta	64
Arquitetura Tecnológica do Checkbuster.....	64
Interfaces para a Criação do Checklist no Checkbuster	65
CENÁRIO ATUAL.....	71
Teste de Campo - Aplicação do Checkbuster Num Processo de Auditoria.....	80
RESULTADOS OBTIDOS	85
CONSIDERAÇÕES FINAIS	87

TRABALHOS FUTUROS	92
REFERÊNCIAS	93
APÊNDICE A.....	99
APÊNDICE B	103
SOBRE OS AUTORES.....	108
ÍNDICE REMISSIVO	109

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIMAQ	Associação Brasileira da Indústria de Máquinas e Equipamentos
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
API	Application Programming Interface
APP	Aplicativo Móvel ou Aplicação Móvel
CLT	Consolidação das Leis do Trabalho
CNI	Confederação Nacional da Indústria
DOU	Diário Oficial da União
FAP	Fator Acidentário de Prevenção
FCA	Fiat Chrysler Automobiles
FEIMEC	Feira Internacional de Máquinas-Ferramenta
GM	General Motors
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IoT	Internet Of Things
ISSO	Organização Internacional de Normalização
NBR	Norma Brasileira
NR	Norma Regulamentadora
OPC	OLE for Process Control
OLE	Object Linking and Embedding
PWC	Price Waterhouse Coopers
RFID	Identificação por Radiofrequência
SIT	Secretaria de Inspeção do Trabalho
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
URL	Uniform Resource Locator
VW	Volkswagen
WAN	Wide Area Network

APRESENTAÇÃO

Com a preocupação de estabelecer segurança nas operações de processos produtivos, cada vez mais as empresas terão que ir em busca de soluções tecnológicas para garantir a saúde e integridade dos operadores, diante disto, a Gestamp definiu sua primeira política de segurança baseada em três pilares 1) índices de acidentes, 2) condições de trabalho, 3) gestão da prevenção, dando início a um processo mais amplo e robusto voltado a redução dos riscos existentes no processo produtivo, tendo como principal objetivo melhorar o atendimento legal nos requisitos de segurança.

A partir do levantamento e análise do processo anterior de auditorias foram identificadas várias oportunidades de melhorias na área da Saúde e Segurança do Trabalho, diante deste cenário, iniciou-se o estudo das tecnologias da Indústria 4.0 que pudessem auxiliar neste processo de melhoria. A digitalização dos processos, o armazenamento em nuvem das informações e os recursos da IoT foram determinantes para a avaliação e escolha de uma ferramenta que pudesse dar suporte a criação de um novo método de trabalho totalmente digitalizado proposto pelo grupo Gestamp nos processos de auditoria e elaboração de checklist.

A ferramenta proposta para atender os objetivos e requisitos da Gestamp foi a adoção do aplicativo *Checkbuster*, onde foi possível ter mais assertividade no processo de auditorias, identificar e avaliar riscos facilitando a atuação dos profissionais e elaborando relatórios adequados e precisos para a gerência com até 80% de redução no tempo de desenvolvimento das análises, ter maior proteção e confiabilidade das informações.

A possibilidade de acesso remoto das auditorias para eventuais reuniões e avaliação proporcionaram economia de tempo e dinheiro evitando a circulação de papel e arquivamento físico, tornando o processo mais ágil na busca por informações. A pesquisa praticada é confrontada com os resultados experimentais e com as recomendações estipuladas, determinando um resultado seguro, confiável e com um bom retorno financeiro para a organização.

Como resultado, identificou-se o nível de satisfação dos usuários, uma melhora nos índices de não conformidades nas inspeções, aumento do número de inspeções, redução dos tempos de inspeção e melhor nível de aten-

dimento as normas da NR12, reduzindo os riscos de acidentes de trabalho em máquinas novas ou retrofitadas.

INTRODUÇÃO

O avanço da digitalização e a utilização da *Internet Of Things* (IoT) interligando “coisas” está cada vez mais presente na vida das pessoas e empresas provocando inúmeras transformações socioeconômico nos próximos anos. Segundo (CNI, 2018) a utilização de dispositivos capazes de se comunicar uns com os outros, coletar dados de ambientes e usuários associados as tecnologias de Big-Data, computação em nuvem e a utilização de novas tecnologias para o tratamento das informações permitirão a criação de novos modelos de negócios.

A Internet das coisas, mudará tudo e a todos, considerada uma das criações mais importantes e poderosas de toda a história da humanidade que representa a próxima evolução da Internet, melhorando a capacidade de coletar e analisar dados transformando em informações, conhecimento e sabedoria. Nesse contexto, a IoT poderá melhorar a distribuição dos recursos e nos ajudar a entender nosso planeta (Evans, 2011).

A incorporação da digitalização a atividade industrial é o primeiro passo para a utilização das demais tecnologias da indústria 4.0. Quanto maior a integração de componentes, maior será a captação, transporte e armazenamento de dados, que convergentes a tecnologias como Big Data e computação em nuvem aliados a fontes de dados tradicionais internas, são fontes importantes de informações, que devidamente processados são de grande valor na tomada de decisões.

Para uma organização cuja sua linha de produção já está consolidada e pretende tornar-se uma organização que presta atenção nas tendências de mercado garantindo seu caminho para uma manufatura avançada, a implantação da digitalização e da automação pode ser um fator diferencial ao seu sucesso.

A mineração dos dados armazenados em um Big Data, a utilização de softwares especialistas aliados a técnicas de inteligência artificial proporcionarão a manutenção preditiva dos equipamentos assegurando maior precisão e eficiência nos serviços executados, evitando quebras ou defeitos a qual venha pôr em risco a segurança das pessoas envolvidas, podendo ser elas manutentores ou operadores.

Indústria 4.0 é uma tendência associada a um conjunto de tecnologias que permite, em última instância, a conjunção da Automação da Produção da Indústria com a Digitalização do Produto, dos Processos e dos equipamentos (Falseti, 2017).

A Gestamp, é um grupo internacional dedicado ao projeto, desenvolvimento e manufatura de componentes metálicos para a indústria automotiva, que já completou 20 anos de atuação no Brasil em 8 de outubro de 2018. A empresa, de origem espanhola e chegou no Brasil em 1998, quando instalou sua primeira fábrica no país em São José dos Pinhais na região metropolitana de Curitiba (PR), para atender ao cliente Renault. O grupo é especializado no desenvolvimento de produtos inovadores para alcançar veículos cada vez mais seguros e leves, reduzindo assim o consumo de energia e o impacto ambiental.

Ao longo dos seus mais de 20 anos de experiência, a Gestamp tornou-se um fornecedor global de tecnologia, caracterizado pela sua proximidade aos clientes, inovação contínua e forte internacionalização. Operando atualmente em 22 países, conta com mais de 43.000 empregados e mais de 100 plantas no mundo. Fornece para a maioria dos fabricantes de veículos que também operam no Brasil. No início da operação eram apenas 50 funcionários e hoje emprega em torno de 4,5 mil pessoas em suas sete fábricas no país.

Desde abril de 2017, possui ações cotadas na Bolsa de Valores de Madrid. Com o desafio de estar na vanguarda da inovação, a Gestamp dedica um grande esforço para pesquisar e desenvolver tecnologias de ponta. Portanto, a inovação é a base sobre a qual sua estratégia futura é estabelecida.

A necessidade do projeto, ocorre numa indústria automotiva de origem espanhola, que possui mais de 104 plantas no mundo. No Brasil, são 8 plantas no total. Foi em uma das plantas localizadas no estado do Paraná onde se produz principalmente peças estampadas, peças soldadas e também matrizes de estampagem de peças de grande porte, como laterais de veículos, onde ocorreu o início do processo. Esta unidade foi inaugurada em 1998 e possui mais de 20 anos de existência, fornece peças para as principais montadoras de veículos no país, como Renault, VW, Honda, FCA e GM.

Problema

Todas as fábricas no mundo possuem um rígido sistema de gestão da prevenção de riscos, que é coordenado desde a matriz e facilitado e apoiado pelos assessores de cada divisão, neste caso, estamos mencionando a divisão Mercosul. Dentro deste contexto, o grupo definiu sua primeira política de saúde e segurança, desde a fundação, que é baseada em três pilares: 1) índices de acidentes, 2) condições de trabalho, 3) gestão da prevenção. O sistema foi publicado na RIO+20 (2012), como uma ferramenta de inovação na gestão da saúde e segurança dentro da indústria. No início só eram avaliados os indicadores de sinistralidade, que são os acidentes, mas a partir do ano de 2006, iniciou-se um processo mais amplo e robusto, voltado a redução dos grandes riscos existentes no processo produtivo de suas fábricas. A partir do ano de 2010, o governo federal, através do Ministério do Trabalho, publicou a revisão da Portaria SIT 197, de 17/12/2010, publicado no D.O.U. em 24/12/2010 da norma regulamentadora denominada NR12, foi a partir desta versão que o país se tornou equivalente aos padrões exigidos na comunidade europeia, em termos de segurança de máquinas. Às fábricas do mundo inteiro são solicitadas a cumprirem os requisitos da comunidade europeia, para as máquinas utilizadas no processo fabril, inclusive é um dos requisitos avaliados pelo grupo no Brasil, em função da NR12 ser equivalente, não há necessidade de se comprovar o atendimento as normas CE, apesar de muitas atenderem em função de serem importadas da Comunidade Europeia. Portanto o pleno atendimento à NR12 é um dos critérios utilizados pelo grupo para avaliar a condição das plantas, no total são 78 critérios, sendo que as máquinas possuem o maior peso de ponderação nesta avaliação e perfazem ao total de 16 critérios, sendo cada um destes pertencente a um grupo de máquinas e/ou família de máquinas utilizadas no processo fabril.

Além disso o grupo exige também a participação da segurança na aquisição de novas máquinas, alterações de processo e de layouts, além das auditorias de segurança. Estas auditorias tem o objetivo de avaliar as condições e a gestão de determinado posto de trabalho. Todas estas atividades exigem um grande esforço da equipe de técnicos de segurança nas plantas, onde o tempo é um recurso escasso, em função da demanda de trabalho.

O sistema funciona de tal maneira que quanto melhor a performance de uma unidade, maior o volume de trabalho a ser cumprido. Não é nada estranho o ingresso de novas máquinas com problemas relacionados ao cum-

primento dos requisitos determinados pela NR12, assim como a modificação de postos de trabalho e layouts, não atenderam aos padrões do grupo.

Objetivos

Objetivo Geral

O objetivo principal é melhorar o atendimento legal nos requisitos de segurança do grupo Gestamp nas máquinas utilizadas pelas plantas e a melhoria no desempenho das inspeções de segurança do trabalho, aumentando a disponibilidade da mão de obra do SESMT. Especificar e desenvolver um método de trabalho com a utilização do aplicativo *Checkbuster* para dar suporte a inovação tecnológica nos processos de auditoria da Saúde e Segurança do Trabalho possibilitando ao auditor introduzir, tratar e arquivar informações referentes as inspeções da Saúde e Segurança do Trabalho e transmitir em tempo real os dados coletados a seus Gestores. A digitalização destes processos reduzirá o volume de papel, agilizará os processos de inspeções prevenindo possíveis falhas que comprometam a segurança dos operadores, agilizando a manutenção e a adequação dos equipamentos no cumprimento das normas da NR12.

Objetivos Específicos

Este trabalho baseia-se no estudo dos critérios de avaliação das normas de segurança da Saúde e Segurança do Trabalho no cumprimento da NR12 associados as tecnologias da indústria 4.0. As tecnologias citadas neste trabalho são: a) Digitalização de Documentos e Processos, b) Computação em Nuvem, c) IoT. Os estudos destas tecnologias foram essenciais para o entendimento, funcionamento, utilização e implantação da ferramenta proposta para atender o objetivo principal deste trabalho.

Após várias pesquisas realizadas na internet entre as apps disponíveis no mercado voltadas a área da Saúde e Segurança no Trabalho, optou-se pela utilização de uma versão de avaliação do Software *Checkbuster*, por oferecer uma versão de avaliação *free* aonde os checklists podem ser criados conforme a necessidade da empresa, outras aplicações foram avaliadas, porém não ofereciam uma versão de avaliação *free* e os checklist eram pré-configurados não atendendo aos critérios propostos pela empresa. A pro-

posta inicial do *Checkbuster*, foi de primeiramente efetuar a digitalização do processo de inspeção de segurança, desta forma eliminando a gestão de papéis físicos. Em segundo lugar, definir padrões equivalentes para todas as plantas, na aplicação dos critérios do grupo para respectiva avaliação dos distintos postos de trabalho. Outro ponto a se destacar é possibilitar o uso do sistema por toda a equipe do SESMT e assim poder extrair relatórios de desempenho por planta para identificar quais falhas mais se repetem e em quais postos de trabalho.

Outro ponto de destaque e implementado mais recentemente é possibilidade de avaliação de máquinas novas/retrofitadas, aplicando-se os critérios da NR12, os critérios do grupo, para máquinas inclusive alguns critérios adicionais também relacionados ao grupo e que influem de forma indireta na máquina, por exemplo, a necessidade dos planos de manutenção preventiva, por ser máquina nova, acabava caindo no esquecimento pela área responsável. Outro ponto importante a se destacar, foi à necessidade de se separar as inspeções de segurança, das inspeções de máquinas.

Justificativa

A necessidade de redução dos tempos de inspeção, tempos de execução dos relatórios de inspeção, maior disponibilidade de mão de obra dos técnicos de segurança para outras atividades, disseminação do conhecimento a todos os técnicos de distintas unidades incluindo os impactos de mudanças na tecnologia e/ou na legislação vigente. A exemplo da nova versão da NR12 revisada em 18/06/2019 e publicada no D.O.U. em 30/07/2019 onde diversas alterações foram implementadas e a necessidade de desdobramento destas alterações, de maneira rápida, assertiva e ágil a todas as plantas. No Brasil, são 7 plantas produtivas, localizadas em distintos estados da federação, e a distância entre elas, impossibilita estar fisicamente em todas ao mesmo tempo.

Os custos de viagens e a necessidade de agilidade nos processos de inspeção dos equipamentos devido ao alto índice de não conformidades nos equipamentos novos, paradas indesejadas por interdições e auditorias não confiáveis no processo de avaliação de segurança voltada a NR12 foram os fatores decisivos para a implantação do software *Checkbuster* que associados as tecnologias da Indústria 4.0 e seus benefícios foram decisivos para o sucesso da implementação deste projeto. Um novo perfil profissional

está surgindo para trabalhar no chão de uma fábrica digital, esse trabalho mostrará que será preciso desenvolver novas competências e adquirir novos conhecimentos e servirá como base de estudos e conhecimento para esse novo profissional.

Metodologia Aplicada

A metodologia utilizada para elaboração deste trabalho foi do tipo pesquisa aplicada de natureza qualitativa e exploratória. Nas unidades fabris do grupo Gestamp no Brasil foi realizada uma pesquisa comparando-se dados dos requisitos legais, requisitos do grupo, números de plantas, porte das equipes do SESMT, relevância da divisão Mercosul no grupo em termos de gestão da saúde e segurança, relevância da divisão no mundo e dentro do ramo automotivo, ponderando com os desafios e dinamismo que exige a indústria automotiva. Dentro delas podemos destacar alguns aspectos relevantes:

- Importância da Indústria automotiva no Brasil, 22% do PIB. (Ministério da Economia Indústria Comércio Exterior e Serviço);
- Recursos Humanos na Indústria automotiva, 1,3 milhão de pessoas, diretos e indiretos. (AutoData, 2018);
- Posição do Brasil, 9º posição no ranking mundial de produtores automotivos (AutoData, 2018);
- Número de Acidentes no Brasil, foram notificados 4.503.631 acidentes entre 2012 e 2018 (SmartLab, 2018);
- No mesmo período, 16.455 desses acidentes resultaram em morte (SmartLab, 2018);
- Os gastos estimados consideraram valores de pagamentos pelo INSS de benefícios de natureza acidentária de 2012 a 2018 e projetados até hoje. De 2012 a 2018, esse gasto, incluindo benefícios iniciados em anos anteriores, chega a R\$79.000.041.558,1 (R\$1 gasto a cada 2ms). (SmartLab, 2018);
- Taxa de melhoria 9% em condições e 13% em gestão da Divisão Mercosul em gestão de saúde e segurança em 2018. (Gestamp, 2018);

Figura 1 - Print do relatório de sustentabilidade, 2018, Gestamp, p. 111.

Working conditions and health and safety management		
According to performance in the previous year and the situation at the beginning of the year, each production plant establishes its action plan that contains an improvement aim. The following table shows, per Division, the variations in percentages compared to the 2017 figures. In 2018, all Divisions improved their results.		
Division	Working Conditions improvement %	Health and Safety management improvement %
Northern Europe	5%	0%
Southern Europe	2%	5%
North America	16%	3%
South America	9%	13%
Asia	9%	10%
Edscha	6%	7%
Tooling	12%	11%
Gestamp	8%	6%

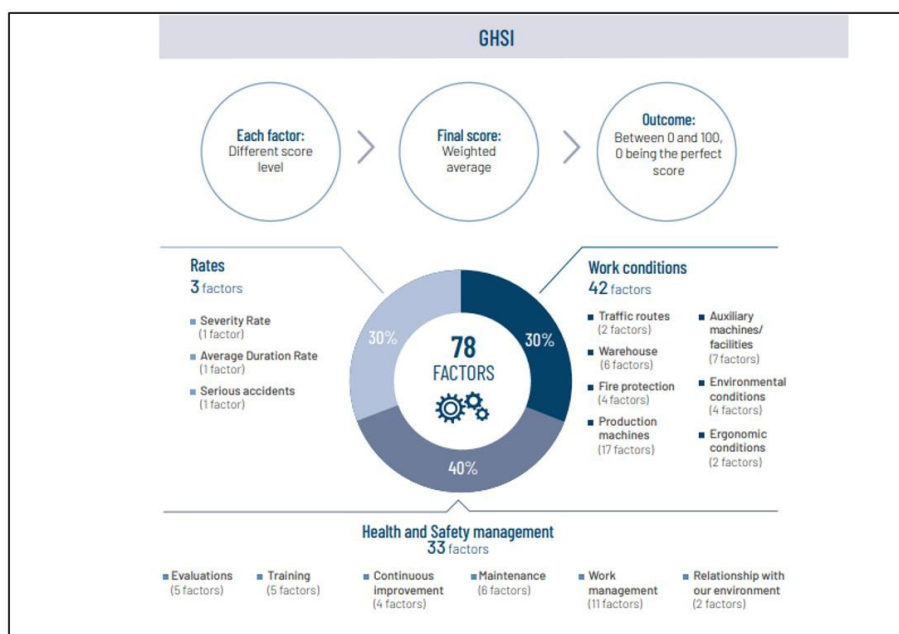
Fonte: autores, 2019.

- Porte do Grupo no Brasil, emprega 4.500 pessoas.

O fator tempo sempre foi um aspecto relevante na gestão da segurança do trabalho desde 2006, quando foi criado (número de requisitos era de 40) é um indicador inovador na área de Saúde e Segurança do Trabalho e foi publicado em 2012, na RIO+20 (2012). Porém a cada ano o grupo demanda alterações em seus requisitos de segurança(hoje são 78 requisitos no total) a serem cumpridos e avaliados durante as auditorias, aumentando o nível de exigências e o rigor em seu cumprimento, para assegurar a prevenção de acidentes de maneira mais efetiva em função do histórico de acidentes e o aprendizado gerado.

As alterações nos números de requisitos específicos de saúde e segurança do grupo Gestamp, que podem ser observados no gráfico abaixo, sendo em 2018 um total de 78 requisitos, sendo 3 relativos a sinistralidade, 42 em condições e 33 em gestão a serem cumpridos (78), para que a planta possa ser considerada de bom desempenho.

Figura 2 - Print do relatório de sustentabilidade, 2018, Gestamp, p. 109.



Fonte: Autores (2019).

Usando como base os dados do ano de 2014, eram: 3 relativos a sinistralidade, 38 em condições e 34 em gestão a serem cumpridos(75), em 2012 eram menos, sendo um total de 70 requisitos, porém o incremento não é só quantitativo é também qualitativo em que há um aumento na complexidade dos requisitos dos fatores, inclusive em questões específicas relativas a máquinas, a política do grupo é exigir mais do que se requer no requisito legal, buscando sempre a flexibilidade, produtividade e a segurança principalmente na prevenção de acidentes graves. Outro ponto são os resultados da última auditoria realizado pelo grupo no Brasil, no ano de 2016 (são de frequência bienal), não apresentaram um resultado satisfatório e são publicados anualmente no relatório de sustentabilidade do grupo.

Figura 3 – Print do relatório de sustentabilidade, 2016, Gestamp, p. 63.

Labor Conditions and Prevention Management

According to performance the previous year and the situation at the beginning of the year, each manufacturing site establishes its action plan that contains an improvement target.

The table below illustrates the variations in percentages with regard to 2015 figures, by division.

Division	Working conditions % improvement	Prevention management % improvement
Northern Europe	1.4%	2.1%
Southern Europe	1.1%	5.5%
North America	-4.6%	-2.8%
South America	-17.2%	-17.8%
Asia	13.6%	11.9%
Edscha	1.4%	4.6%
TTE	2.9%	15.5%
Gestamp	7.3%	8.0%

Fonte: Autores (2019).

Apesar da maioria dos problemas terem sido apontados nas auditorias prévias realizadas em cada uma das plantas, com os seguintes resultados, no ano de 2016.

Tabela 1 - Resultados da auditoria de janeiro de 2016 anterior a auditoria oficial.

Nome da Planta	Resultado Auditoria Previa	Resultado Declarado Planta
Gravataí	Amarelo	Verde
Paraná	Vermelho	Verde
Taubaté	Vermelho	Amarelo
Santa Isabel	Vermelho	Verde
Sorocaba	Vermelho	Amarelo

Fonte: Autores (2019).

Após a realização das auditorias prévias, foram traçados planos de ação, porém não foram capazes de corrigir os resultados em tempo hábil suficiente, até as auditorias, que finalizam em 11/2016. Sendo o resultado final

apresentado abaixo e onde se pode comparar a piora em relação aos dados declarados pela planta.

Tabela 2 - Resultados da auditoria de janeiro de 2016 – auditoria oficial.

Nome da Planta	Resultado Auditoria Oficial	Resultado Declarado Planta
Gravataí	Amarelo	Verde
Paraná	Amarelo	Verde
Taubaté	Amarelo	Amarelo
Santa Isabel	Amarelo	Verde
Sorocaba	Amarelo	Amarelo

Fonte: Autores (2019).

O ingresso de máquinas novas e/ou modificadas nas plantas pode ocorrer de duas maneiras, importação de máquinas novas (que exige um esforço maior de validação apesar das ajudas que existem, no site da ABIMAQ) ou fabricação de máquinas nacionais. Ambos fabricantes possuem dificuldades na interpretação dos requisitos normativos, podendo gerar falhas na fabricação e o ingresso destas falhas poderá gerar um incremento nos riscos do processo e aumento no número de acidentes, ambas situações indesejadas. O motivo está relacionado as mudanças significativas na legislação que ocorreram a partir do ano de 2010 e seguem sendo alteradas e aprimoradas pela comissão Tripartite. O volume de ingresso de máquinas novas/modificadas também têm crescido nos últimos anos, exigindo uma maior dedicação dos técnicos neste aspecto, pois além de verificarem as condições das máquinas, exige-se também a execução e verificação dos testes práticos o que demanda tempo. Apesar de existir uma gestão corporativa, que serve de apoio nestes casos, não é possível estar fisicamente em todas as plantas ao mesmo tempo. Até o ano de 2012 eram apenas três (3) plantas, em 2018 este número dobrou, já são sete (7) plantas no Brasil, pois além da construção de novas plantas também ocorreu o processo de aquisição de novas plantas. O número médio de máquinas produtivas em cada planta também é relevante e o parque de máquinas tem crescido de forma substancial a título de informação o número de máquinas produtivas por planta são:

Figura 4 – Listagem das plantas da Gestamp Brasil.

PLANTA	N° total de Máquinas	N° de Máquinas Adequadas em 2019
Edscha do Brasil	194	2
Gestamp Betim	16	1
Gestamp Gravataí	116	7
Gestamp Paraná	100	1
Gestamp Santa Isab	117	7
Gestamp Sorocaba	122	0
Gestamp Taubaté	201	6

Fonte: Autores (2019).

Os custos são outro fator relevante neste contexto, pois a legislação previdenciária no Brasil onera as empresas com os piores índices de desempenho em saúde e segurança, através do FAP, criado também no ano de 2010, isto se traduz na necessidade de melhorar o desempenho das plantas e garantir que as máquinas atendam no mínimo os requisitos da legislação. O FAP incide diretamente sobre a folha de pagamento mensal considerando o desempenho da planta dos últimos dois anos.

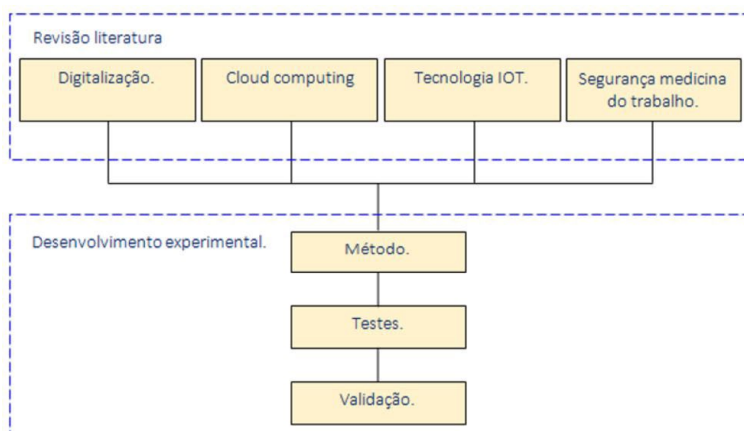
Além disso, há uma relevante incidência de plantas que não conseguem realizar as inspeções de segurança periódicas na frequência correta e em tempo hábil em função da demora que as inspeções em papel demandam e o tempo demandado de realizar a inspeção e a seguir transcrever toda a informação para possibilitar o envio do relatório de maneira legível. Além disso é comum haver contestações dos resultados pelas áreas, pois não havia um registro fotográfico da situação anexado ao relatório. Outro ponto de destaque é que o manuseio de papéis é extremamente oneroso, pois além de ocupar espaço físico, exige um esforço adicional na sua organização para poder rapidamente recuperar um registro específico.

Outro aspecto relevante a ser abordado é o número de novos projetos adjudicados pelo grupo no Brasil, que já completa mais de 20 anos de atuação no mercado automotivo, tornando-se um parceiro relevante das grandes montadoras automotivas no Brasil Vide reportagem automotiva (Automotive Business, 2018). Este número de projetos se traduz em maior número de

modificações de máquinas instaladas nas plantas e/ou ingresso de novas máquinas, porém cada máquina nova necessita de um processo de validação robusto exigido pelos clientes e também pela legislação vigente, no caso a NR12.

A Figura 5 ilustra as etapas da metodologia utilizada para a elaboração deste trabalho.

Figura 5 – Etapas da metodologia utilizada.



Fonte: Autores (2019).

Método: Este trabalho aborda uma pesquisa exploratória partindo da revisão bibliográfica aplicada aos métodos de digitalização, computação em nuvem, Tecnologia IoT e Saúde e Segurança do Trabalho, trazendo como propósito a aquisição de um aplicativo para auditorias de segurança do trabalho, tendo como principal objetivo a redução dos tempos de inspeções da Saúde e Segurança do Trabalho. Em nossa pesquisa pudemos observar que no Brasil os Aplicativos “Softwares” voltados as auditorias da Saúde e Segurança do Trabalho no cumprimento das normas da NR12 são escassos e ainda não estão amadurecidas o suficiente e sem muitos estudos ou aplicações publicadas.

Testes: Nessa pesquisa sobre as ferramentas disponíveis no mercado foram analisados alguns parâmetros como; a) ter a clareza do que necessita ser feito, b) quais são as etapas a serem cumpridas, c) como as atividades devem ser executadas, d) como organizar e planejar todas as tarefas de sua equipe são essenciais para que o resultado obtido seja o esperado.

Validação: Após a avaliação de desempenho do *Checkbuster*, (Apêndice A) a empresa optou pela aquisição definitiva do *Checkbuster*.

Estrutura do Documento

Este trabalho está dividido em oito capítulos, sendo que:

O primeiro capítulo é de introdução, apresenta uma visão geral do presente trabalho, o contexto em que está inserido, sua importância e objetivos.

O segundo capítulo apresenta definição de como eram os processos de inspeção antes da utilização do *Checkbuster* e as metodologias da Indústria 4.0.

O terceiro capítulo apresenta conceitos sobre as tecnologias utilizadas e revisões bibliográficas.

O quarto capítulo apresenta uma breve definição sobre a tomada de decisão na escolha do *Checkbuster*.

O quinto capítulo apresenta o cenário atual após a utilização do *Checkbuster* e as metodologias da Indústria 4.0.

O sexto capítulo apresenta os resultados obtidos deste trabalho.

O sétimo capítulo apresenta as conclusões obtidas no desenvolvimento deste trabalho.

O oitavo capítulo apresenta as sugestões para trabalhos futuros.

CENÁRIO ANTERIOR

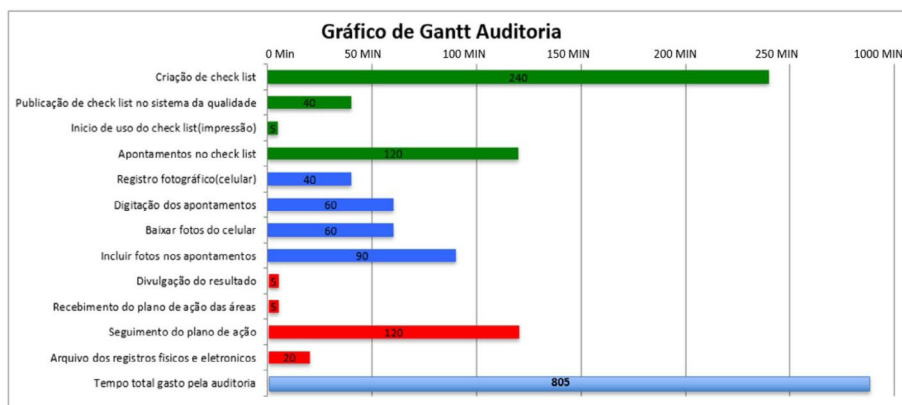
Para assegurar que a empresa estabeleça e cumpra com as normas vigentes da segurança do trabalho, a fiscalização do trabalho é uma etapa a qual toda empresa está passível de ter que enfrentar. Para prever e evitar acidentes de trabalho ou até mesmo ser surpreendido por uma visita inesperada de um agente fiscal para atender as exigências do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Para evitar esse tipo de problema, são investidos na própria auditoria interna que visa avaliar se a empresa conhece e administra seus riscos, assim como se o sistema de controle interno é suficiente para atenuar as ameaças operacionais principalmente se houver falhas de segurança.

Entendendo este contexto e com ajuda dos técnicos de segurança para ter mais eficiência nessa área utilizamos um checklist, uma lista de verificação detalhada que avalia diferentes procedimentos, locais de trabalho e equipamentos a fim de que os requisitos de segurança sejam cumpridos e avaliação de pessoas, equipamentos, ferramentas, locais e métodos de trabalho estejam de acordo com as especificações e requisitos de segurança estabelecidos para cada processo.

Além de ser um processo trabalhoso, todos os dados levantados durante as auditorias através de planilhas e formulários impressos geravam uma série de custos adicionais ao efetuar este processo. A consolidação destes dados era muito demorada, havia dificuldades das respostas recebidas por não estarem padronizadas dificultando ainda mais esta rotina. O profissional responsável pela auditoria preenchia manualmente 28 checklists e com uma câmera fotográfica ou celular disponibilizava as imagens da não conformidade, sendo necessário retornar ao seu posto de trabalho para alimentar o sistema com estas informações, gerando demora e ineficiência no processo.

Para identificar o tempo necessário na execução deste processo, obter informações de campo, o que precisava para melhorar, otimizar, prever e até mesmo tomar decisões, foi dimensionado todas as atividades numa planilha com o tempo respectivo gerando um gráfico para cada tarefa durante o processo de auditoria conforme ilustrado na da Figura 6.

Figura 6 - Tempos gastos nas tarefas de auditoria – cenário anterior.

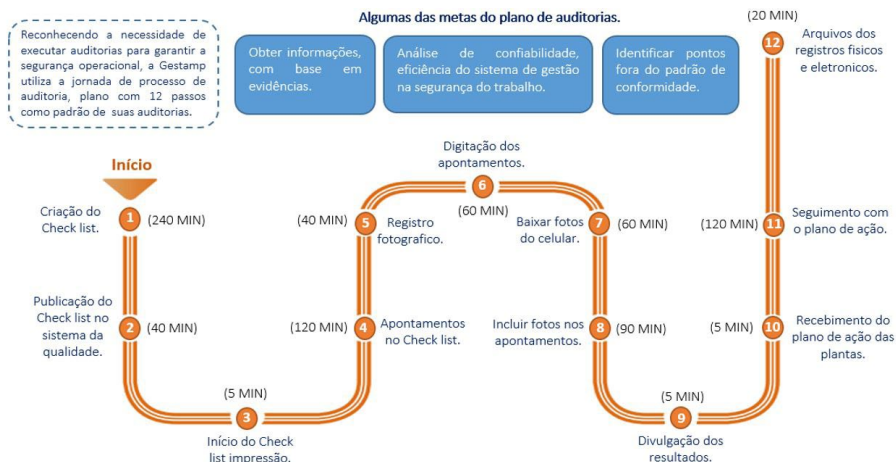


Fonte: Adaptado pelos Autores (2019).

O método de inspeção consistia na construção do checklist em um editor de texto, impressão de algumas vias, e sair a campo preenchendo cada posto a ser auditado e ao final do processo voltar ao posto de trabalho para juntar toda a informação e começar a digitalizar os documentos, isto quando nenhuma informação fosse esquecida de coletar ou extraviada em campo, caso isto tivesse ocorrido era necessário voltar ao local inspecionado. Após tudo digitalizado, era necessário criar os indicadores. Inúmeros eram os retrabalhos e falhas neste processo manual de coleta de informações. Como demonstrado na Figura 6 acima, para chegarmos ao fim desse processo inseguro de auditoria por checklist em papel demora-se em média 805 minutos.

O modelo impresso de checklist utilizado antes da adoção do *Checkbuster* pode ser observado no Apêndice B.

Figura 7 – Método de inspeção utilizado cenário anterior.



Fonte: Autores, 2019.

1. Criação do checklist: elaborar questionários de acordo com as necessidades do processo e planta a ser auditada;
2. Publicação do checklist no sistema da qualidade: após formalização do checklist o mesmo deve ser adicionado ao Sistema Integrado de Qualidade da empresa;
3. Início do checklist impressão: impressão dos documentos a serem auditados;
4. Apontamento no checklist: o técnico de segurança desloca-se até o local onde encontra-se o equipamento ser auditado;
5. Registro fotográfico: caso seja encontrado alguma anomalia deve-se registrar com imagens coletadas por câmera fotográfica ou celular;
6. Digitação dos apontamentos: ao término da auditoria, realizar o registro no Sistema da Gestão da Qualidade elaborado no formato de planilhas em Excel.
7. Baixar fotos do celular: durante o processo de digitação das informações da auditoria baixar as fotos da câmera ou celular para o computador;
8. Incluir fotos nos apontamentos: após baixar as fotos incluir as imagens no apontamento de cada não conformidade;

9. Divulgação dos resultados: após a digitação da auditoria divulgar os resultados para cada responsável de suas áreas;
10. Recebimento do plano de ação das plantas: após divulgar as informações o gestor as recebe e as transforma em planos de ação;
11. Seguimento do plano de ação: os responsáveis pela execução dos planos de ação devem garantir que as mesmas serão executadas;
12. Arquivos dos registros físicos e eletrônicos: após conclusão dos itens acima citados, as auditorias são arquivadas em meio físico e digitalizadas para futuras avaliações e histórico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Indústria 4.0

A primeira revolução industrial foi marcada pela utilização das máquinas a vapor como fonte de energia, originou-se na Inglaterra entre os anos de 1760 a 1840. O aprimoramento de tecnologias e pesquisas científicas dos conhecimentos práticos obtidos na primeira revolução industrial deu origem à segunda revolução industrial no período de 1870 a 1914 marcada pela evolução das áreas elétrica, química, biológica, transportes, engenharia de produção, agricultura, material, entre outras. A criação de máquinas industriais movidas a energia elétrica contribuiu exponencialmente para os avanços econômicos e desenvolvimento de métodos produtivos. Grandes empresas como Carnegie Steel, Dupont, Ford, General Electric e suas equivalentes na Europa, contribuíram para o desenvolvimento industrial mundial.

No período de 1970, embora não se haja exatidão, deu-se início a uma a terceira revolução industrial considerada como uma revolução digital, marcada pela disseminação no uso de semicondutores, computadores, automação e robotização das linhas de produção, passando-se a processar e armazenar informações no formato digital.

O termo indústria 4.0 derivado de *industrie 4.0* teve início na Alemanha no ano de 2011 tendo como estratégia a utilização de alta tecnologia para o ano de 2020. A colaboração dos empresários, políticos e universidades foram de grande influência para que suas ideias estimulem a competitividade entre as indústrias do país. Espera-se que esta nova geração industrial ofereça melhorias significativas nos processos industriais que envolvem operação, engenharia, planejamento e controle da produção, logística, e análise contínua durante o ciclo de vida de produtos e serviços (Silva, 2017).

A Figura 8 Ilustra as 4 revoluções industriais desde o seu início até a 4 quarta revolução industrial denominada de Indústria 4.0 e suas principais características.

Figura 8 - O caminho até a quarta revolução industrial.

1ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	2ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	3ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL	4ª REVOLUÇÃO INDUSTRIAL
			
A primeira Revolução Industrial aconteceu no século 18 com a produção mecanizada e o uso de energia de máquinas a vapor.	A segunda Revolução Industrial veio no final do século 19, em 1870 graças ao desenvolvimento da energia elétrica e da produção em massa. 1913 Henry Ford concebe sua primeira linha de montagem.	Em 1969, houve uma terceira revolução Industrial com a crescente utilização de tecnologia da informação e de eletroeletrônicos. É considerada a revolução baseada no uso da eletrônica e TI para automação da produção. 1970/1980 Toyotismo.	A quarta Revolução Industrial está baseada no uso de sistemas físico-cibernéticos, caracterizado pela integração e o controle remotos da produção, a partir de sensores e equipamentos conectados em rede. O conceito foi apresentado pela 1ª vez em 2011 na feira de Hannover, na Alemanha.

Fonte: FEIMEC, 2018.

O termo Indústria 4.0 ou manufatura avançada é a utilização de tecnologias não tradicionais cuja principal objetivo é melhorar os processos produtivos, desenvolvimento acelerado na criação de produtos e de novos modelos de negócios. Destaca-se como principais tecnologias da indústria 4.0:

- Digitalização;
- Conectividade;
- Robótica;
- Big Data;
- Computação em nuvem;
- Integração de Sistemas;
- Inteligência Artificial;
- Internet das Coisas/Sensores Inteligentes;
- Manufatura Aditiva;
- Impressão 3D;

- Realidade Aumentada;
- Simulações/Digital Twins;
- Sistemas em Tempo Real.

A Digitalização de Documentos e Processos

A indústria 4.0 é a pauta da vez no ambiente produtivo, principalmente para as organizações de alta tecnologia, porém o que move essa tendência é a adoção das tecnologias de IoT, Big Data, Analytics, Robótica, Impressão 3D, Realidade Aumentada, Simuladores, e a personalização da produção, porém algumas empresas necessitam de ações anteriores que as leva a indústria 4.0, e a digitalização é um importante passo para o sucesso na implementação dos conceitos e pilares da manufatura avançada.

A Digitalização é a evolução do formato da linguagem humana, a forma de transferir conhecimento, bem como administrá-lo e deter o poder, remonta na época dos oradores, onde a palavra, bem dita demonstrava profundo conhecimento e respeito na sociedade, assim era a educação, a ciência, a política de uma época dos homens da oratória. Com a evolução da escrita, com a prensa que pode disseminar a palavra impressa, temos um novo modelo de comunicação. Textos, documentos, assinaturas... tudo isso permeia nossa sociedade atualmente, ainda que em fase de transição para a digitalização, mas nosso modelo é baseado no documento, no livro, no impresso e na escrita. O processamento de dados computacionais criou um novo formato de informação. Os documentos, escritas, palavras e toda forma de comunicação, passaram a ser digitais, criando uma nova sociedade. Pelo menos estamos nesta fase de transformação e já é possível assinar documentos de forma digital, dispensado a escrita manual ou assinaturas. Governos administram documentos tudo de forma digital e assim caminha nossa sociedade (Venturelli, 2018).

De acordo com (Tamane, 2017) a digitalização de documentos agiliza o tempo de acesso resultando em maior produtividade para as organizações. Os principais motivadores para a Digitalização de documentos de acordo com (Tamane, 2017) são:

- Segurança;
- Backup;
- Preservação;

- Acesso Remoto;
- Otimização de processos;
- Compartilhamento;
- Base de conhecimento;
- Inventário;
- Leis/conformidade.

Os pontos mais importantes num projeto de digitalização segundo (Tamane, 2017) são:

- A organização dos documentos: processo fundamental e determinante para o sucesso em um projeto de digitalização;
- Qualidade e fidelidade: quanto maior a qualidade dos documentos a serem digitalizados maior será sua fidelidade e legitimidade;
- Indexação: visam otimizar e agilizar os processos de busca;
- Segurança: garantia de que os documentos sejam acessados somente por pessoas ou instituições autorizadas;
- Software: utilizar ou desenvolver softwares com facilidade de uso, intuitivos e com interfaces amigáveis.

De acordo com (Tamane, 2017) em qualquer processo de negócios onde os documentos em papel fazem parte dos processos, a forma e o tempo de acesso vai determinar a produtividade dos processos.

A Figura 9 ilustra um processo onde o papel faz parte do processo, ou seja, o processo não está 100% digitalizado, onde é possível observar que no fluxo das informações não há uma sequência lógica de acesso e armazenamento, podendo ser armazenadas em diversos locais distintos aumentando o tempo de acesso e diminuindo a produtividade dos processos.

Figura 9 - O papel faz parte do processo.



Fonte: Tamane (2017).

De acordo com Tamane (2017) a digitalização de documentos otimiza a forma e o tempo de acesso aos mesmos contribuindo para uma maior produtividade e agilidade nos processos de negócios.

Na Figura 10 podemos observar um processo digitalizado. As informações estão centralizadas independentemente do formato e o modo de acesso é direto; caso a informação venha a ser atualizada a mesma estará disponível em tempo real a todos que tiverem direitos sobre ela, aumentando o grau de segurança e confiabilidade da informação.

Figura 10 - Digitalização faz parte do processo.



Fonte: Tamane, 2017.

Os principais pontos, a serem observados na implantação de um projeto de digitalização, com foco na automação segundo (Venturelli, 2018) são:

- Projetar o processo produtivo em blocos de produção (quantidades) e linha de produtos (variedade);
- Distribuir os sinais e o controle pelas linhas ou unidade produtiva;
- Utilizar tecnologias de comunicação que necessitem o mínimo de interfaces ou gateways (OPC-UA e MQTT);
- Criar uma camada de Cloud local e utilizar análise de dados local;
- Criar comandos e controles locais para atender a produção flexível e centralizada, para supervisão da produção;
- Conectar a cadeia de valor ao Cloud local para análise de dados;
- Utilizar o Cloud externo para utilização de ferramentas avançadas de dados como I.A e Big Data).

A digitalização é um mecanismo que pode ser implementado nas mais diversas áreas promovendo oportunidades para novas funcionalidades, aumento da eficiência e possibilitar a otimização global do negócio aumentando exponencialmente o valor das organizações (Silva, 2017). Os fatores que influenciam na evolução da digitalização segundo (Silva, 2017) são:

- Utilização da internet;
- Impulso da economia;
- Diminuição do papel;
- Facilidade no compartilhamento das informações entre as diferentes áreas das organizações e com seus parceiros externos.

No que diz respeito aos desafios da digitalização segundo (Silva, 2017) podem ser indicados:

- A realidade da empresa;
- Segurança das informações;
- Custo da digitalização;
- Confiabilidade entre as partes envolvidas.

O sucesso da digitalização Segundo (Silva, 2017) depende de vários requisitos como:

- Capacidade de análise: transformar informação em valor;
- Capacidade de interligação: trocar informações digitais através de redes. A Tesla, por exemplo, desenvolveu uma tecnologia que per-

mite a seus clientes fazer Download das funcionalidades em vez de vender automóveis como um pacote padrão de recursos;

- Capacidade de inteligência: configurar *hardware* para detectar e capturar informação sem a intervenção humana.

Na digitalização dos processos a IoT tem por objetivo potencializar a coleta de dados e a atuação remota através da comunicação entre sistemas. Em seu artigo (Silva, 2017) apresenta os 5 princípios da indústria 4.0:

1. A capacidade de operação em tempo real: leitura e processamento das informações instantaneamente;
2. A digitalização/virtualização dos documentos e processos: cópia do ambiente de produção de forma a ser possível supervisão remota;
3. A descentralização: divisão da produção em módulos de produção controladas através de CPS e interligadas entre si;
4. A orientação para serviços: utilização de software baseado em IoT permitindo a comunicação entre sistemas e equipamentos;
5. A flexibilização: alteração ágil dos módulos de produção de acordo com as necessidades impostas pelos clientes/mercado.

Em seu relatório de pesquisa a (PWC, 2015) relata que dados são o combustível da indústria 4.0 e que a iniciativa de *analytics* é um pré-requisito para a implementação das aplicações digitais obterem o sucesso. A pesquisa apontou que empresas situadas no Japão e Alemanha são mais avançadas nos processos de digitalização das operações internas e parceiras em toda a cadeia de valor horizontal, potencializando ganhos de eficiência operacional, redução de custos e garantia de qualidade, e pretendem investir ainda mais no desenvolvimento do modelo de negócios inovadores e estão mobilizando-se rapidamente para digitalizar seus portfólios de produtos e serviços. As empresas chinesas destacam-se em todos os aspectos da digitalização e pretendem ganhar muito com a automação e digitalização de processos de fabricação, as empresas chinesas estão mostrando-se altamente flexíveis e abertas a mudança digital.

A Figura 11 ilustra um *framework* das tecnologias digitais colaborativas da indústria 4.0 e através dela podemos observar que a digitalização e a digitalização são a base da indústria 4.0 para a implementação das demais tecnologias associadas.

Figura 11 - Framework e tecnologias digitais colaborativas.



Fonte: PWC (2015).

A Figura 12 ilustra um Blueprint com as capacitações digitais necessárias para o sucesso digital e avançar com a indústria 4.0.

Figura 12 - Blueprint para o sucesso digital.



Fonte: PWC (2015).

Não se deixe levar por modismos. Encare a realidade. A indústria 4.0 significa uma grande revolução para as empresas que compreendem inteiramente o que ela representa para a maneira como elas fazem negócios. Mudanças dessa natureza transcendem as fronteiras da sua empresa, e provavelmente as fronteiras dos países onde fazemos negócios (PWC, 2015).

A Figura 13 apresenta uma visão macro de como será possível gerar oportunidades de ganho de receita provenientes da digitalização, sendo que muitas delas demonstram interesse no desenvolvimento de algum produto ou serviço digital que lhes traga algum retorno expressivo.

Figura 13 – Como a indústria 4.0 pode gerar ganhos de receita, custo e eficiência.



Fonte: PWC (2015).

Computação em Nuvem - “Cloud Computing”

A computação em nuvem está mudando o modo de como usamos a computação e o armazenamento dos dados e é uma das tendências da tecnologia da informação existente. Para entendermos o que é computação em nuvem “*Cloud Computing*” é necessário entender que dados devem e necessitam ser armazenados com maior rapidez e segurança. A computação implica no fornecimento de serviços como armazenamento, banco de dados, softwares, servidores e muitos outros por meio da internet.

A computação em nuvem é um serviço prestado baseado em um contrato entre cliente e fornecedor, no qual é possível obter espaço de armazenamento e fazer uso de recursos computacionais. Uma forma de pensar o que é computação em nuvem é considerar a experiência com sua conta de e-mail se for Yahoo, Gmail, Hotmail e assim por diante, na qual o fornecedor cuida de abrigar todo o *hardware* e software necessários para suportar sua conta de e-mail pessoal. Quando você quiser acessar sua conta de e-mail você necessitará de um navegador e ter acesso a internet. Sua conta de

e-mail não está hospedada em seu computador e o acesso a mesma será através de uma conexão de internet e você poderá acessá-la em qualquer lugar desde que tenha acesso a internet.

Um dos objetivos da Indústria 4.0 é tornar o modelo de produção mais produtivo sem comprometer a sua qualidade, a partir de inovações tecnológicas. A virtualização de processos produtivos e a comunicação dos objetos físicos à internet (IoT) são dois de seus princípios, desta forma fica fácil de entender a relação entre os dois conceitos, pois a utilização da computação em nuvem torna os processos produtivos mais otimizados dispensando a preocupação relacionadas ao *hardware*, e mantendo o foco nas próprias operações com velocidade e agilidade.

Segundo (Yousset, 2012) a computação em nuvem vem chamando atenção dos indivíduos e organizações na última década devido à grande flexibilidade de recursos computacionais em diferentes níveis de abstração a um custo mais baixo. Provedores de serviços em nuvem (CSPs) como Google, Microsoft, Amazon oferecem aos seus clientes recursos e serviços que são ofertados dinamicamente de acordo com a demanda e modelo de negócios do cliente.

Modelos de serviços em nuvem são orientadas a serviços Arquitetura (SOA – *Service Oriented Architecture*) que descrevem serviços em nuvem em diferentes níveis de abstração. Esses modelos são:

Software como serviço (SaaS): neste modelo, os provedores de serviços em nuvem são responsáveis por executar e manter a aplicação como software, sistema operacional e os recursos de computação. O cliente visualiza o modelo SaaS como em um aplicativo baseado na web, onde as interfaces, serviços e software são acessados através de um navegador da WEB. O SaaS tem a vantagem de que o cliente não precisa comprar licenças, instalar, atualizar, manter ou executar o software por conta própria. Exemplos de provedores de SaaS são Zoho, Google Apps e Salesforce.com.

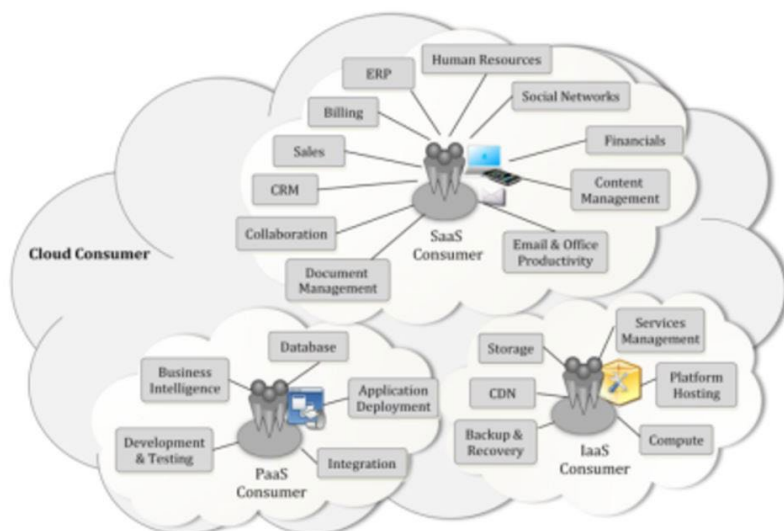
Plataforma como serviço (PaaS): em PaaS, um provedor de serviço em nuvem fornece, executa e mantém o software do sistema (sistema operacional) e recursos de computação. O cliente gerencia e executa o software fornecido pelo CSP porém tem pouco ou nenhum controle sobre o sistema operacional e recursos de *hardware*. No PaaS há a possibilidade de projetar, modelar, desenvolver e testar aplicativos diretamente na nuvem; o cliente pode controlar o ciclo de vida do software. A PaaS suporta o trabalho colabo-

rativo entre membros de uma equipe de projeto. Por exemplo, vários usuários localizados em diferentes países podem colaborar no desenvolvimento de um website usando um serviço de nuvem PaaS. Exemplos de provedores de PaaS são o Windows Azure, o Google Apps Engine e o Aptana Cloud.

Infraestrutura como Serviço (IaaS): neste modelo, o provedor de serviço em nuvem fornece um conjunto de recursos computacionais virtualizados como, por exemplo: largura de banda de rede, capacidade de armazenamento, memória e poder de processamento na nuvem. É de responsabilidade do cliente executar e manter o sistema operacional e os aplicativos hospedados na nuvem. A IaaS usa a tecnologia de virtualização para converter recursos físicos em recursos lógicos que podem ser dinamicamente provisionados e liberados pelos clientes. Exemplos de provedores de IaaS são DropBox, Amazon EC2 e Akamai (Yousset, 2012).

Os serviços ofertados pelo modelo de computação em nuvem conforme ilustrado na Figura 14 visam atender a todas as áreas de negócios, desde pequenas aplicações como um simples serviço de armazenamento até a hospedagem e manutenção de ERPs complexos de acordo como o modelo de negócio e necessidade do cliente, podendo este ser uma grande empresa de nível internacional a um simples comércio regional.

Figura 14 – Exemplo de serviços disponíveis na computação em nuvem.

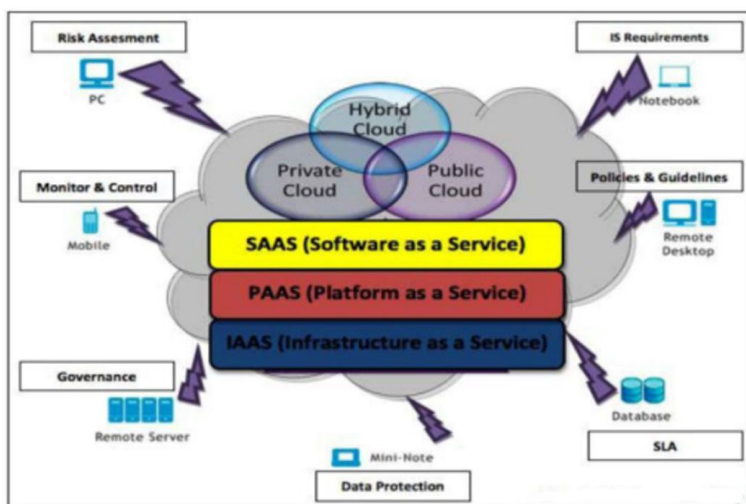


Fonte: Liu et al. (2011).

Modelos de Implantação em Nuvem

No modelo de implantação em nuvem, a infraestrutura de rede, plataforma, armazenamento e software é fornecida como serviços que aumentam ou diminuem dependendo da demanda. A Figura 15 ilustra os modelos de computação em nuvem associados aos tipos de serviços oferecidos.

Figura 15 - Modelo de implantação em nuvem.



Fonte: Nazir (2012).

O modelo de computação em nuvem tem quatro modelos principais de implantação, que são:

Nuvem Pública

As nuvens públicas são de propriedade e operadas por terceiros, e oferecem a seus clientes um modelo de baixo custo, “pague conforme o uso”. Sua infraestrutura é distribuída entre um mix de usuários. Todos os clientes compartilham o mesmo pool de infraestrutura com configuração limitada, proteções de segurança e variações de disponibilidade. Estes são gerenciados e suportados pelo provedor da nuvem. Uma das vantagens de uma nuvem pública é que elas podem ser maiores do que uma nuvem de empresas, fornecendo assim a capacidade de dimensionar de maneira transparente, sob demanda. Um exemplo de nuvem pública são Microsoft Azure, Google App Engine.

Nuvem Privada

Nuvens privadas são criadas exclusivamente para uma única empresa e visam tratar de preocupações sobre a segurança de dados e oferecer maior controle sobre os mesmos, o que normalmente é inexistente em uma nuvem pública. Ela difere da nuvem pública pois todos os recursos e aplicativos da nuvem são gerenciados pela própria organização, semelhante à funcionalidade da Intranet. A utilização na nuvem privada pode ser muito mais segura do que a da nuvem pública devido à sua exposição interna especificada. Somente a organização e as partes interessadas designadas podem ter acesso para operar em uma nuvem privada específica. Um exemplo de nuvem privada é a Eucalyptus Systems. Existem duas variações para uma nuvem privada:

- Nuvem privada no local: nuvens privadas no local, também conhecidas como nuvens internas, são hospedadas no próprio Data Center. Esse modelo fornece um processo de proteção mais padronizada, mas é limitado em aspectos de tamanho e escalabilidade. Os departamentos de TI precisariam incorporar os custos operacionais dos recursos físicos. Este modelo é mais adequado para aplicativos que exigem controle e configuração completos da infraestrutura e segurança.
- Nuvem privada hospedada externamente: esse tipo de nuvem privada é hospedado externamente em um provedor de nuvem, onde o provedor disponibiliza um ambiente de nuvem exclusivo com total garantia de privacidade. Isso é mais adequado para empresas que não preferem uma nuvem pública devido ao compartilhamento de recursos físicos.

Nuvem Híbrida

As nuvens híbridas combinam modelos de nuvem pública e privada. Com uma nuvem híbrida, os provedores de serviços podem utilizar provedores de nuvem de terceiros de maneira completa ou parcial, aumentando assim a flexibilidade da computação. O ambiente de nuvem híbrida é capaz de fornecer escala provisionada externamente sob demanda. A capacidade de aumentar uma nuvem privada com os recursos de uma nuvem pública pode ser usada para gerenciar qualquer aumento inesperado na carga de trabalho. A nuvem híbrida fornece um controle mais seguro dos dados e aplicativos e

permite que várias partes acessem informações pela Internet. Também possui uma arquitetura aberta que permite interfaces com outros sistemas de gerenciamento. A nuvem híbrida pode descrever a configuração combinando um dispositivo local, como um computador plugado com serviços em nuvem. Um exemplo de nuvem híbrida inclui o Amazon Web Services (AWS).

Nuvem Comunitária

No modelo de nuvem comunitária a infraestrutura é compartilhada por várias organizações que pode ser gerenciada por eles ou por um provedor de serviços de terceiros. Essas nuvens são normalmente baseadas em um acordo entre organizações comerciais relacionadas, como organizações bancárias ou educacionais. Um ambiente em nuvem operando de acordo com esse modelo pode existir localmente ou remotamente. Um exemplo de uma nuvem comunitária é o Facebook (Nazir, 2012).

Benefícios do Cloud Computing

Segundo Pedrosa e Nogueira (2011) os benefícios do *Cloud Computing* são:

- Custo: elimina a obrigatoriedade de gastar com *hardware* especializado, licenciamento de software e atualizações;
- Velocidade: grandes volumes de dados podem ser transmitidos em fração de segundos;
- Desempenho: os serviços ofertados são frequentemente atualizados;
- Segurança: os provedores contam com *hardware* e software especializado na segurança dos dados através de cópias de segurança, criptografia e controle de acesso rigoroso;
- Flexibilidade: é possível alterar a infraestrutura de tecnologia com maior facilidade. Os recursos à disposição podem ser aumentados ou diminuídos com facilidade conforme a necessidade do negócio;
- Portabilidade: uma das maiores vantagens de utilizar o cloud computing é poder acessar todos os arquivos a partir de qualquer lugar, basta fazer login e ter acesso a internet;
- Sustentabilidade: os serviços virtualizados poupam energia, espaço, refrigeração e dióxido de carbono. A facilidade de compartilhar documentos também reduz os custos com impressões.

Para (Pedrosa e Nogueira, 2011) alguns pontos chaves devem ser observados no modelo de computação em nuvem:

- **Segurança:** é um dos maiores desafios num modelo de computação em nuvem, pois as informações antes armazenadas nos servidores locais passarão a ser armazenadas em local físico a qual não se tem conhecimento onde é, e que tipos de dados estão sendo armazenados junto a elas. A privacidade e a integridade das informações são de suma importância principalmente se as mesmas estiverem sendo armazenadas em nuvens públicas a quais estão expostas a maior número de ataques. A utilização de criptografia dos dados e o controle rigoroso as informações e o gerenciamento de cópias de segurança são extremamente necessários para a integridade das informações e evitar o roubo das informações;
- **Escalabilidade:** As aplicações em nuvem precisam ser escaláveis (ou elásticas) para que os recursos utilizados possam ser alterados conforme a demanda, porém esta tarefa nem sempre é simples e fácil de ser implementada;
- **Interoperabilidade:** consiste na capacidade dos usuários poderem executar seus programas e seus dados em nuvens diferentes, permitindo que eles não fiquem restritos somente a uma nuvem, porém para que isto seja possível é necessário a implementação de padrões e interfaces;
- **Confiabilidade:** está relacionado a frequência com que o sistema falha e qual o impacto destas falhas;
- **Disponibilidade:** sistemas da Google como o Gmail já ficaram indisponíveis, por mais que o sistema esteja sempre on-line, o usuário sempre necessitará do funcionamento da internet que muitas vezes não apresenta uma disponibilidade ao nível de uma rede local. Uma boa alternativa é ter mais de um prestador e mais de uma nuvem para que os programas sejam executados no caso de uma nuvem ou provedor estiver indisponível.

Segurança na Computação em Nuvem

Segundo (Ahmed, 2018) existem vários problemas relacionados à segurança para a computação em nuvem, pois ela engloba as mais variadas tecnologias como: banco de dados, sistemas operacionais, virtualização,

agendamento de recursos, gerenciamento de transações, controle de concorrência e gerenciamento de memória. A segurança de dados envolve em criptografar os dados e garantir que as políticas de segurança sejam aplicadas. As informações a seguir destacam as principais preocupações de segurança em um ambiente de computação em nuvem:

Transmissão de Dados

Consiste no processo de enviar dados digitais ou analógicos através de um meio de comunicação para uma ou demais redes de computação. Num ambiente de computação em nuvem geralmente os dados não são criptografados em tempo de processamento e o ataque acontece geralmente quando os atacantes se colocam no caminho da comunicação entre os usuários.

Segurança da Máquina Virtual (VM)

Uma máquina virtual (VM) compartilha os recursos de um único computador físico em vários computadores em si, oferecendo agilidade, flexibilidade e escalabilidade aos recursos da nuvem, permitindo que os fornecedores copiem, movam e manipulem suas VMs. Sabendo disto, hackers mal-intencionados podem apoderar-se de dados valiosos manipulando as proteções e violando as camadas de segurança dos ambientes em nuvem. Os usuários que fazem uso ao serviço não têm conhecimento sobre como os dados são processados e armazenados. Em uma máquina virtual (VM), qualquer pessoa que tenha acesso ao disco Host da VM poderá fazer uma cópia ilegal de todo o sistema.

Internet das Coisas – IoT

A internet das coisas IoT surgiu dos avanços de várias áreas e sistemas como, microeletrônica, dispositivos de sensoriamento, RFID, dispositivos móveis, GPS. Considerando que a IoT é uma extensão e evolução da internet a qual permite que objetos “coisas” se conectem entre si e sejam controlados remotamente com capacidade de coletar, analisar e distribuir dados transformando-os em informações e conhecimento, gerando inteligência e flexibilidade aos negócios, representando uma solução em potencial para a melhoria da vida das pessoas e das organizações. De acordo com Galeale *et al.* (2016) a IoT é a presença pervasiva de várias coisas ou objetos com

endereços únicos (RFID, sensores, celulares), que podem interagir entre si e cooperar com aqueles próximos para atingir objetivos comuns.

De acordo com Westphall e Barbosa (2017) “a IoT é uma infraestrutura de rede dinâmica e global com capacidades de autoconfiguração, baseada em protocolos e comunicação padronizados e interoperáveis, onde “coisas” físicas e virtuais têm identidades, atributos físicos e personalidades virtuais. Usam interfaces inteligentes bem como são naturalmente integradas à internet. Na IoT, as “coisas” ou objetos devem se tornar participantes ativos em processos de negócio, informacionais e sociais, onde serão capazes de interagir e comunicar-se entre elas mesmas, trocar informações coletadas do ambiente, reagindo autonomamente aos eventos do mundo físico real, bem como influenciar esse contexto sem intervenção direta do ser humano.”

Recursos da IoT

Para DataFlair (2018) a IoT permite que os dispositivos sejam controlados e conectados remotamente através da Internet, criando vínculos entre o mundo físico e sistemas computacionais usando sensores e internet. Esses dispositivos interconectados e incorporados resultarão em automação em diversas áreas de atuação, com avançadas aplicações, possibilitando melhores precisões, eficiências sem muita interferência e processo manual, englobando tecnologias como smartphones, medidores inteligentes, redes inteligentes, residências inteligentes, transporte inteligente e cidades inteligentes. A Figura 16 apresenta os 5 principais recursos da internet das coisas sendo eles:

Figura 16 - Recursos da IoT.



Fonte: DataFlair, 2018.

1. Inteligência Artificial AI: tecnicamente torna as coisas mais inteligentes, através do uso adequado de dados, redes e algoritmos aprimoram diferentes aspectos da vida. Podendo variar de algo simples como controlar o estoque de sua geladeira e automaticamente fazer um pedido de acordo com a necessidade;
2. Conectividade: nem sempre a noção de redes tem que se restringir a grandes redes, podendo existir em uma escala menor e mais barata sem comprometer sua eficiência. A IoT disponibiliza e cria essas pequenas redes entre seus dispositivos de sistema;
3. Sensores: a IoT não seria funcional, efetiva ou verdadeira sem sensores. Eles dependem um do outro sendo ponto crucial do porquê desta tecnologia se destacar. Desempenham um papel importante na definição e no funcionamento da IoT, convertendo-a de uma rede passiva para uma rede ativa;
4. Engajamento Ativo: a IoT dá um novo exemplo ao incluir conteúdo ativo, produto ou compromisso de serviço. Através da interação das diversas tecnologias conectadas é que acontece seu engajamento ativo. A IoT fornece um novo exemplo incluindo conteúdo ativo, produtos e serviços;
5. Dispositivos: cada vez mais tecnológicos, mais baratos e menores ao longo do tempo, a IoT faz uso de pequenos dispositivos para fornecer sua escalabilidade, versatilidade e precisão.

Tecnologias da IoT

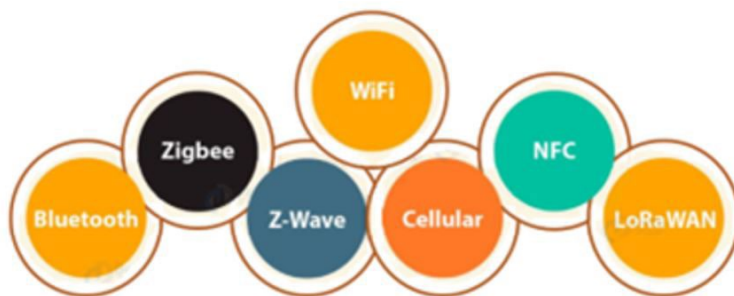
Choudhary, Sathe e Kachare (2015) descreve em seu artigo que as tecnologias IoT permite que coisas atuem de maneiras inteligente e tomem decisões colaborativas com interação para determinados aplicativos, permitindo que ouçam, vejam, pensam e reajam comunicando-se entre si a fim de tomar decisões. No entanto dispõem de muitos desafios dentro da necessidade de normas especializadas e protocolos de comunicação.

A camada de tecnologia é composta por blocos de construção de infraestrutura para informação em tempo real, incluindo vários softwares e *hardwares* tecnologias altamente inovadoras usadas para conectar informações das coisas para o mundo real e físico. Para isso inclui tecnologias para armazenamento de dados, incorporação, mobilidade e rede sem fio comunicando-se com sensores e atuadores. Com seu surgimento melhorou o método

de fornecimento de identificação e localização de dados e estruturas (Qusay, 2018).

A Figura 17 tem por objetivo ilustrar o dimensionamento das várias tecnologias de comunicação utilizadas na IoT.

Figura 17 - Tecnologias de comunicação IoT.



Fonte: DataFlair (2018).

1. Bluetooth: tecnologia de curto alcance tornou-se muito importante na computação e em muitos mercados de consumo é fundamental para os produtos Wearable em particular para conexão com IoT. O novo Bluetooth Low-Energy (BLE) - ou Bluetooth Smart, são projetados para oferecer baixo consumo de energia;
2. ZigBee: bem semelhante ao Bluetooth, utilizado em processos industriais tendo como vantagens aplicação em sistemas complexos com operações de baixa potência, segurança e autocontrole sem fio em redes de sensores, exige a troca de dados relativamente infrequentes e distribuídas em uma área restrita dentro de uma faixa de 100m como em uma casa ou prédio;
3. Wi-Fi: sendo um dos mais populares em tecnologia IoT, é a escolha óbvia para maioria dos desenvolvedores devido a sua disponibilidade em ambientes domésticos, além de oferecer rápida transferência de dados e capacidade de lidar com grandes quantidades de dados. Atualmente, o padrão Wi-Fi mais comum usado em residências e em muitas empresas é o 802.11n, oferecendo centenas de megabits por segundo, mas podendo consumir muita energia em aplicações IoT;
4. Celular: para as operações a longas distâncias em qualquer aplicativo IoT requer recursos de comunicação, claramente capaz de

enviar grandes quantidades de dados dependendo das aplicações seu custo e consumo de energia será muito alta, mas ideal para projetos de dados baseados em sensores que enviarão quantidade mais baixa de dados pela internet.

5. NFC - *Near Field Communication*: tecnologia IoT que permite comunicação mais seguras e simples entre dispositivos eletrônicos, permitindo que consumidores realizem transações e acessem conteúdo digital através de smartphones sem estar presente e amplia a capacidade da tecnologia de cartão sem contato permitindo que o dispositivo compartilhe informações a distância;
6. LoRaWAN: tecnologia destinada a aplicativos de rede de longa distância, sendo uma das mais populares. Oferece WANs de baixo consumo de energia que suporta grandes redes para vários dispositivos com recursos necessários para garantir suporte a comunicações mais seguras a baixo custo com aplicações voltado a cidades inteligentes e aplicações no processo fabril.

Aplicações IoT

São diversas as aplicações de IoT que permeiam praticamente a vida diária das pessoas, das empresas e sociedade como um todo, transformando o mundo em Smart World, permitindo que a computação se torne “invisível” aos olhos do usuário, por meio da relação entre homem e máquina, tornando um mundo mais eficiente e eficaz (Mancini, 2017/2018).

Wearables

Koschell e Dubs (2018) define tecnologia Wearable como sendo dispositivos vestíveis que são incorporadas em acessórios usadas no corpo ou sensores incorporados em roupas que oferecem recursos adicionais com outros dispositivos como smartphones conectados diretamente a seus usuários proporcionando alcançar objetivos e facilitar sua vida diária.

Uma nova onda de interação entre humanos e computadores através da tecnologia de dispositivos inteligentes ativos está acessível ao ser humano o tempo todo podendo ser gerenciado com comandos executados pelo ser humano e como opção de ser executado no modo automatizado (Vema, Rajnish e Challenges. 2015).

Smart Grids

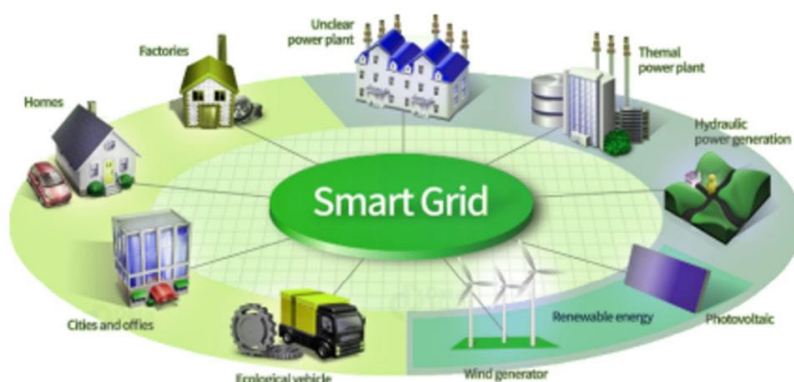
Para Akter (2016) Smart Grids nada mais é que uma rede de eletricidade podendo ser integrada de forma inteligente a conectividade de todos os usuários envolvidos a ele, geradores, consumidores fornecendo eficiência e fonte de energia mais seguras e econômicas.

Considerado o novo conceito a longo prazo, a Smart Grid é um sistema de energia que melhora o desempenho reduzindo a emissões de gases do efeito estufa, proporcionando maior estabilidade e mais qualidade no serviço inovando tecnologia como medição inteligente, veículo-togrid, sistemas de gestão de energia, sistemas de armazenamento, programas de resposta à demanda entre outras (Jablonska, 2014).

Hua, Junguo e Fantao (2014) define que no mundo de hoje a Smart Grid é a mais recente tendência no desenvolvimento das principais inovações tecnológicas no mundo. Novo processamento de informações a IoT é utilizada em vários campos de comunicação e integração de dispositivos sendo um meio técnico para promover o desenvolvimento do Smart Grid. Com o uso da IoT e suas tecnologias é possível melhorar a eficiência e infraestrutura no sistema de energia.

A Figura 18 ilustra a construção de uma Smart Grid integrada de forma inteligente, conectando casas, indústrias, veículos, fontes geradoras de energia um com os outros com um único objetivo: fornecer energia mais segura e econômica.

Figura 18 - Usos da IoT - Smart Grid.



Fonte: DataFlair (2018).

Internet Industrial

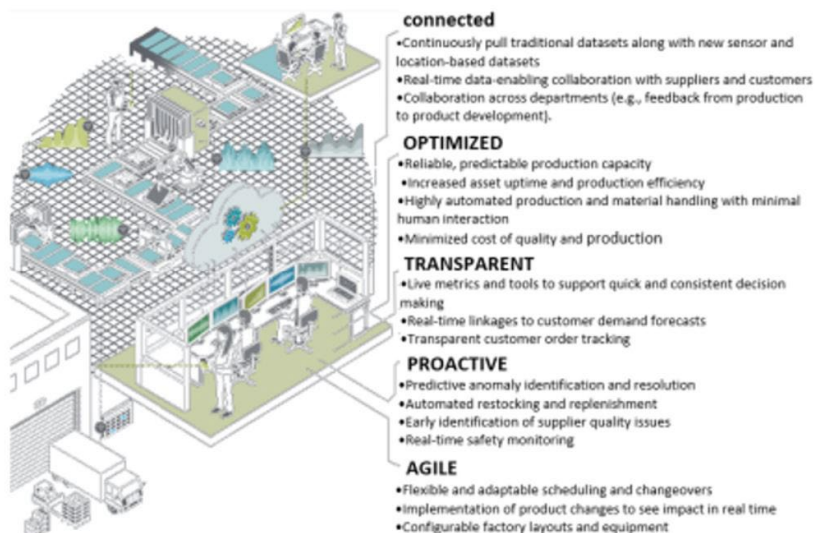
Para Manyika *et al.* (2015) a internet industrial tem um desempenho crítico na nova fase de fabricação e descreve a digitalização dos processos de fabricação transformando os mundos físicos em digitais dentro da indústria, capazes de monitorar e controlar ferramentas de produção através de dados coletados. Com isso melhorar e controlar a produtividade e qualidade dos produtos, máquinas e dispositivos. Para que as aplicações de IoT sejam adotadas na configuração de fábrica, máquinas precisarão ser retrofitadas ou substituídas. Também necessita de melhorias na conectividade, na análise de dados e no custo de tecnologia, tais como sensores, nuvem de armazenamento de dados e computação, questões de segurança e privacidade precisam ser abordadas. As empresas precisam de dados sobre como os clientes estão utilizando seus produtos para corrigir falhas de projetos e melhorá-los através destas informações.

Conectar máquinas e dispositivos em setores produtivos é uma maneira de pensar na internet industrial. Internet industrial está sendo responsável pela maior parte na participação dos gastos no mercado da IoT pela grande oportunidade de implementação nos resultados com a automatização nos processos complexos. Com a ajuda de sensores e novos sistemas para acompanhar o processo, a IoT disponibiliza e fornece detalhes através dos dados emitidos pelos sensores mesmo para os problemas mínimos (Data-Flair, 2018).

De acordo com Burk *et al.* (2017) fábrica inteligente é um sistema flexível que pode auto-otimizar seu desempenho, se auto adaptar, interagir, aprender com as condições fornecidas pelas análises de dados fornecidas em tempo real e ajustar suas condições autonomamente aos processos de produção.

A Figura 19 ilustra um modelo de fábrica inteligente e alguns benefícios da IoT no campo da indústria e algumas de suas principais características como: conectividade, otimização, transparência, proatividade e agilidade, cada um podendo desempenhar um papel na tomada de decisão podendo melhorar os processos produtivos.

Figura 19 - Cinco principais características de uma fábrica inteligente.



Fonte: Burk et al. (2017).

1. Conectada: a mais importante das características de uma fábrica inteligente e a mais importante fonte de valor. Conectividade entre os materiais subjacentes com o processo para gerar dados necessários para tomada de decisão em tempo real. Equipamentos equipados com sensores inteligentes, coletam e analisam dados do processo garantindo que esses dados sejam constantemente atualizados em condições atuais. A integração de dados e processos de fornecedores e clientes permite uma visão global dos processos da cadeia de suprimentos;
2. Otimizada: permite que os processos sejam executados com maior confiabilidade sem intervenção manual ou mínima. Com os processos automatizados, a sincronização de ativos, acompanhamento e agendamento em tempo real, e o consumo de energia, podem aumentar a lucratividade, qualidade e redução nos custos de processos da empresa;
3. Transparência: com os dados capturados em tempo real é possível convertê-los em instruções acionáveis para tomada de decisão quanto para humanos quanto para a própria máquina tomar decisões autônomas mais precisas fornecendo ferramentas como

exibições baseadas em funções, alertas e notificações e monitoramento em tempo real;

4. Proatividade: operadores ou até mesmo o sistema podem antecipar ou agir antes que surjam problemas. Identificação de anomalias, reposição de estoques, identificação de futuros problemas, atendimento preditivos de qualidade, monitoramento funcional das preocupações de segurança;
5. Agilidade: fábrica inteligente permite sua adaptação nas mudanças de programação, podem auto-configurar seus fluxos de equipamento e materiais, programar mudanças e analisar o impacto dessas mudanças em tempo real através de simulações. Pode aumentar o tempo de atividade e o rendimento das fábricas, minimizando setups devido a agendamentos ou alterações de produtos.

Smart Retail (Varejo Inteligente)

Na era da tecnologia moderna lojas estão aderindo a plataformas da IoT para ampliar suas vantagens relacionadas a satisfação de clientes e controle interno, através do acompanhamento do cenário de mercado. Na última década, o setor de varejo cresceu rapidamente em comparação com outros setores. Com isso a grande variedade de produtos no mercado e consumidores está mudando para uma nova era podendo escolher a maneira conveniente de comprar e vender através da comunicação e compartilhamento de informações entre objetos (Drave e Sharma, 2018).

De acordo com DataFlair (2018) cadeias de suplementos estão cada vez mais inteligentes com a chegada da Smart Retail que oferece diversas soluções para problemas como rastreamento de mercadorias em trânsito ou até mesmo troca de informações de inventários. Incorporados por sensores para gerar dados de diferentes parâmetros como pressão, temperatura e impacto. O sistema IoT também pode processar o fluxo de trabalho e alterar as configurações do equipamento para otimizar o desempenho.

Para Pantano e Timmermans (2014) considerado parte da cidade inteligente o varejo inteligente está sujeito a uma transformação radical de inovação com o surgimento de várias tecnologias, sistemas avançados inteligentes aplicáveis que faz parte da tendência das cidades inteligentes. O uso de tecnologias inteligente no varejo exige um esforço para identificar a melhor estratégia de implementação enquanto se aprende a melhor maneira

de criar, adquirir, gerenciar e transferir conhecimento para os envolvidos em obter a capacidade de entender o novo, criando parcerias inteligentes entre clientes e varejista.

Manyika *et al.* (2015) descrevem em seu artigo que a IoT pode fornecer ao varejista tradicional ferramentas inteligentes para competir com o mundo do varejo.

Com o surgimento da IoT surgirão formatos de lojas modernas e diversas aplicações da IoT no varejo conforme ilustrado na Figura 20 e investimentos em geração e análise de dados nos processos da loja. Para isso não apenas dependerá da evolução de tecnologias de sensores de baixos custos, por exemplo, mas também de tecnologias e desenvolvimento de novos processos de negócios.

Figura 20 - Examples of IoT uses in retail.



Fonte: Manyika *et al.* (2015).

Smart Supply Chain (Cadeia de Suplementos Inteligente)

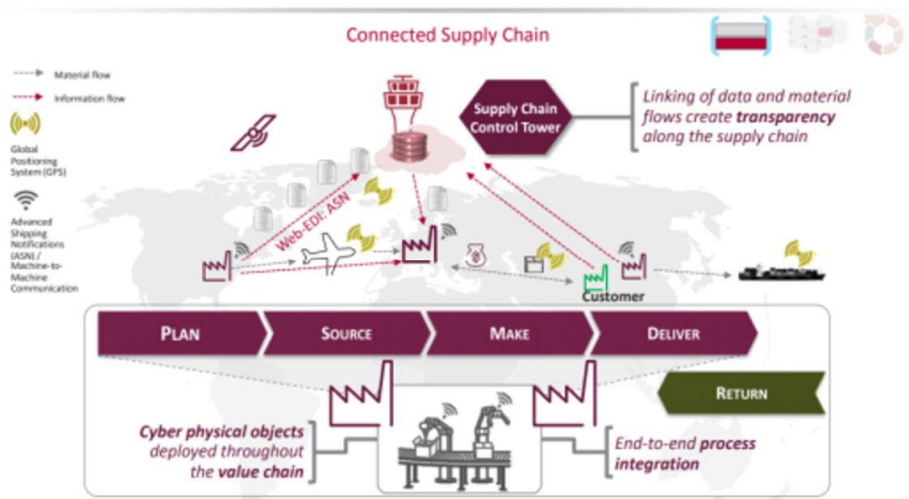
Durdevic *et al.* (2017) define em seu artigo a cadeia de suprimentos inteligente como sendo um potencial de sensores e atuadores que se comunicam em tempo real interagindo com consumidores, compradores, logística, facilitando o processo ao longo do caminho desde a fabricação ao consumidor final, capaz de melhorar sua experiência através das práticas de negócios e soluções de tecnologia conectando fabricantes, varejistas e ativando potencial compradores.

Para manter-se competitivas no mercado é necessário que as empresas se adequem a sua cadeia de suprimentos na nova era de inteligência o que significa que as redes de fornecimento atuais devem ser sustentáveis, modernas, adaptável, robustas e orientadas para a tecnologia IoT. Sob esta plataforma da nova revolução industrial torna mais assertivas decisões relacionadas à logística, gestão de relacionamentos, especialmente cooperação entre fornecedores, clientes, concorrentes e complementadores, trazendo benefícios como redes de suprimentos de novas tecnologias com gerenciamento de rede eletrônico, aplicações e soluções tecnológicas (*blockchain*).

Para Reelberg e Schneider-Maul (2015) a *Smart Supply Chain* para alcançar um desempenho de classe mundial está alavancando o poder dos dados com a tecnologia digital em termos de satisfação de clientes, aumento nos resultados e na criação em vantagens competitivas. Todos os envolvidos conectados, clientes, empresas e fornecedores com o uso da inteligência das informações em toda cadeia de valor, com o intuito de criar transparências e confiabilidade.

A Figura 21 ilustra uma cadeia de suprimentos inteligente inteiramente conectada através da IoT, transformando-se em uma peça central para a excelência operacional de qualquer estratégia da Indústria 4.0.

Figura 21- IoT Cadeia de suprimentos.



Fonte: Reelberg e Schneider-Maul. (2015).

Cyber Security IoT (Segurança)

De acordo com *Royal Academy of Engineering* (2018) que descreve em seu artigo um dos principais desafios éticos e políticos para a IoT é a privacidade de segurança e confiança. Com a inclusão bem-sucedida da IoT que enfrentam esses desafios exigindo níveis adequados de segurança. A grande maioria dos dispositivos estão sendo implementados e entregues ao mercado com mínima ou nenhuma atenção à segurança do dispositivo. Problemas não limitados ao dispositivo IoT que se auto-gerencia, mas afetam a segurança e a resiliência de infraestrutura conectada, havendo a falta de uma arquitetura de segurança coerente. A IoT é um sistema complexo com interação física, digital, humano e processual. Aspectos que podem comprometer, e através do qual os ataques podem se manifestar dentro de qualquer sistema. Um dos principais é projetar sistemas mais seguros, determinando o papel para cada aspecto que deve cumprir e suas responsabilidades que devem assumir. Existem ferramentas para identificar e raciocinar a segurança nos sistemas de IoT em propagação de ameaças, mas faltam ferramentas para modelar metodologias como analisar, orientar e distribuir funções e responsabilidades de proteção em todo ambiente físico e digital em um sistema de IoT.

Para Syed *et al.* (2018) existem várias ameaças que as arquiteturas digitais enfrentam no cenário da nova revolução industrial envolvendo principalmente a segurança de IoT pondo em risco nossos sistemas e dispositivos. Devido a arquitetura aberta de IoT torna mais difícil sua proteção despois muito mais desafios para garantir sua segurança. Os autores descrevem algumas técnicas de classificação de segurança da IoT.

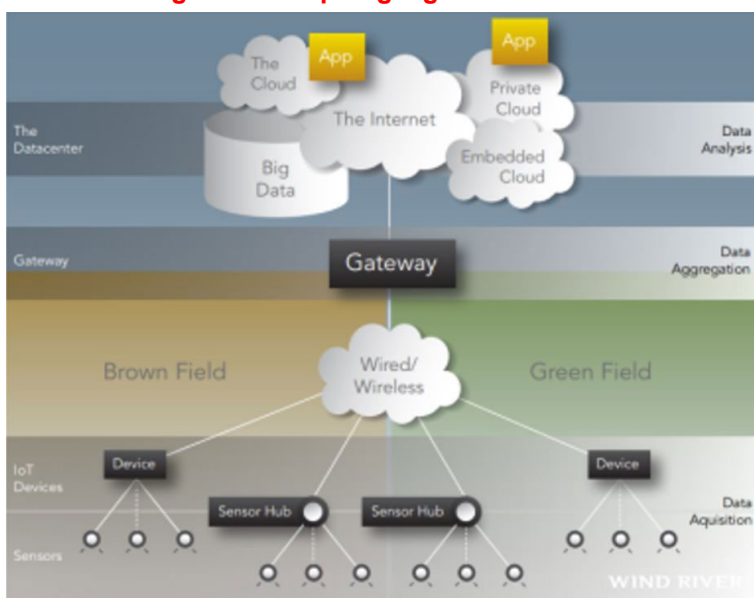
- Arquiteturas de camadas: nos dispositivos de IoT existem três camadas operacionais diferentes, camada de percepção, camada de rede e de aplicação, todas com funcionalidades diferentes com suas ameaças exclusivas. Todas conectadas dependem das outras camadas para funcionar, ou seja, para que uma camada seja segura as outras também devem ser seguras;
- Camada de percepção: responsável pela coleta de dados envolvendo o uso de RFID, ZigBee e outros tipos de sensores. Garantir essa camada na entrada de grandes dados que podem ser prejudiciais e maliciosos. Pode ser colocada alguma segurança na camada de percepção como elementos criptográficos e de detecção;
- Camada de aplicação: a mais aplicada das camadas arquitetônicas da IoT, com tantos diferentes produtos, fabricantes, não existe um padrão universal para a construção desta camada. Permissão de acesso a dados e autenticação de identidade podem ser motivos de preocupação por se tornar difícil de gerenciá-los. Esta camada apresenta desafios para sua proteção de forma eficiente devido a uma grande quantidade de dados e informações;
- Camada de rede: envolvida na transmissão de dados, disponibilizando informações ilegais sobre espionagem, confidencialidade, ataques, invasão de vírus;
- Vetor de ameaça: é uma maneira ou meio de um invasor penetrar em dispositivos IoT com intenção de danificar um dispositivo e até mesmo um sistema, com diferentes ferramentas e códigos. Existe vários tipos de ameaças em IoT, gerenciamento de identidades, segurança integrada, armazenamento, ameaças físicas e ataques de comunicação.

Para Wind Paper (2015) a segurança é inseparável da segurança em IoT em qualquer ambiente, seja acidental ou mal-intencionado podendo apresentar uma ameaça à vida humana. Os controles de segurança evoluíram

com o avanço da revolução da rede, firewalls sofisticados e mais compatíveis com protocolos e aplicativos, sistemas de detecção e prevenção, soluções de gerenciamento em incidentes e eventos de segurança tentam manter atividades maliciosas fora das redes.

A Figura 22 ilustra a topologia genérica de IoT com dispositivos de borda equipados com sensores em uma rede, gerando e enviando dados através de um gateway para uma nuvem pública ou privada. O gateway pode estar no dispositivo baseado em tais topologias que podem ser construídos a partir do zero para alcançar a IoT ou dispositivos legados que terão recursos IoT acionados após a implementação.

Figura 22 - Topologia genérica de IoT.



Fonte: Wind Paper (2015).

Indústria 4.0 na Segurança no Trabalho

A quarta revolução industrial segundo SIGGA (2018) a qual estamos passando impacta diretamente nos processos produtivos das empresas e um deles é a segurança dos profissionais. Os acidentes de trabalho sempre foi e sempre serão uma preocupação constante dos gestores e empresários e combater suas causas tornou-se parte da rotina natural de qualquer empre-

sa. A indústria 4.0 vem mostrando formas inovadoras e mais eficazes de agir preventivamente e o que pode ser feito a partir da engenharia de manutenção com o objetivo de aumentar a eficiência, reduzir custos e dar mais controle aos gestores sobre aquilo que é executado, consequentemente, os riscos aos quais os profissionais estão expostos são continuamente reduzidos.

Há décadas a mão se obra vem sendo substituída por equipamentos e máquinas nas atividades que oferecem maiores riscos. Numa empresa automotiva, por exemplo, é fácil observar que todos os processos de montagem são feitos por robôs enquanto os seres humanos operam as máquinas e realizam projetos. Porém a indústria 4.0 elevou este patamar e atividades que eram associadas diretamente ao trabalho humano estão sendo modificadas, como, por exemplo as inspeções em telhados que já estão sendo feitas com a utilização de drones evitando a exposição destes profissionais ao risco de altura. Outro aspecto a ser observado é a redução de custos já que não há mais a necessidade de contratar andaimes e guindastes para isso. Outro exemplo aplica-se a medição em locais confinados e de riscos. Com a implementação de sensores conectados a uma rede, é possível acompanhar variações e identificar anomalias com maior precisão e sem expor os técnicos a esse ambiente insalubres. A própria termovisão pode ser feita a distância. A utilização da IoT pode proporcionar um controle em tempo real e automatizado aproximando a empresa de um modelo 4.0, mais inteligente nos negócios e mais segura e saudável para os funcionários.

Com uma infraestrutura tecnológica mais eficiente, as atividades são executadas de forma mais adequada e segura pelos profissionais responsáveis gerando um ambiente mais tranquilo, evitando o estresse e, consequentemente, sendo mais produtivos. Todo ambiente industrial está sujeito a riscos. Áreas com materiais explosivos, rede elétrica de alta tensão ou produtos químicos, exigem sempre um cuidado especial.

Segundo SIGGA (2018) a indústria 4.0 pode impactar positivamente na criação de um ambiente mais seguro e destaca alguns fatores a serem observados:

- Cansaço e esforço repetitivo: a fadiga e a execução de tarefas repetitivas estão em primeiro lugar nas causas de acidentes de trabalho. É essencial identificar quais atividades da empresa estão diretamente relacionadas a esses fatores;
- Materiais perigosos: lidar com materiais perigosos sempre traz

consigo alguns riscos. Questões como o transporte e o armazenamento precisam ser pensadas com cuidado para evitar situações em que a saúde dos funcionários seja exposta a substâncias insalubres;

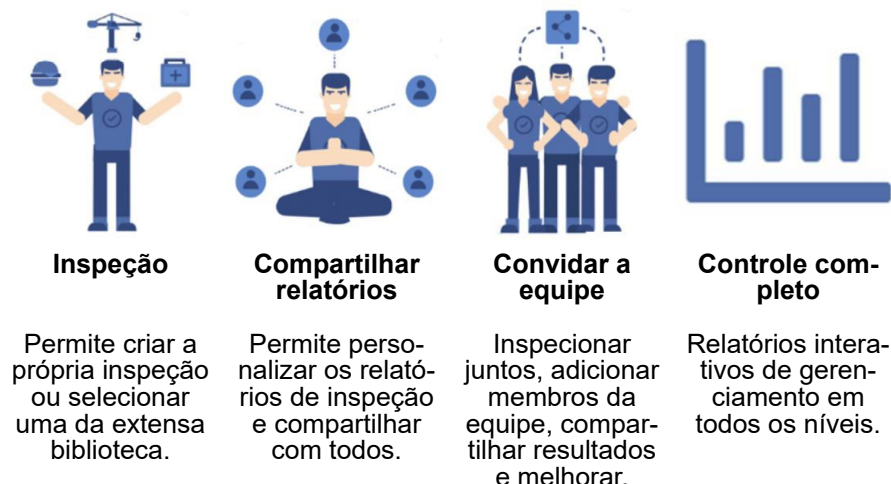
- Trabalho em altura: é ampla a diversidade de tarefas realizadas em altura na indústria, e por mais que a empresa invista em EPIs e políticas de segurança, até mesmo a falha humana costuma aumentar as chances de acidente;
- Estresse: O estresse causa falta de concentração e, consequentemente compromete a realização das atividades conforme mandam as instruções;
- Escorregões: os escorregões são responsáveis por alto índice de acidentes. Além de demarcações irregulares e do uso inadequado ou insuficiente de EPIs, outro fator que gera o escorregão é a pressa do dia a dia.

Segundo SIGGA (2018) algumas ações podem ser feitas para evitar o problema, como investir na identificação de processos que podem ser automatizados, assim como pesquisar as tecnologias disponíveis para solucionar esse problema. Inicie pela identificação dos pontos nos quais a indústria 4.0 já mostra avanços interessantes na automação de processos investindo em tecnologia com foco no que é mais necessário. Mantenha o foco em sistema de manutenção inteligente. Com a utilização de sensores nas máquinas operando com IoT, por exemplo, é possível levantar dados sobre o desempenho da produção em tempo real, de forma detalhada. Assim é possível montar uma estrutura de Big Data e implementar uma plataforma que permita analisar os dados coletados e identificar anomalias no dia a dia da produção. Se um equipamento apresenta vibração excessiva ou superaquecimento em determinado ponto é possível evitar uma quebra que coloque os operadores em risco. O funcionamento adequado do equipamento faz com que o ritmo de produção se mantenha dentro do planejado, permitindo que os trabalhadores contem com uma margem mais segura para executar suas funções e evitam estresse e a pressa, dois grandes inimigos de um ambiente seguro.

Checkbuster

O *Checkbuster* não é apenas software, mas uma solução que pode ser dimensionado para todas as operações e suas listas de verificação per-

manecem atualizadas em todos os seus dispositivos por meio dos aplicativos complementares em smartphones e tablets Android e no iPhone e iPad. É possível preencher uma lista enquanto estiver off-line, o *Checkbuster* irá sincronizá-la automaticamente na próxima vez que se reconectar. O painel apresenta dados armazenados de inspeções em gráficos interativos e estatísticas, permitindo encontrar tendências e exceções. Os relatórios exportados podem ser compartilhados por meio de intranet ou e-mail.



NR12

É uma norma regulamentada e prevista na Lei de número 6.514 de 22 de dezembro de 1977. Ela está inserida na seção XI de Máquinas e Equipamentos (Art. 184, 185 e 186 da CLT). Ela também define algumas referências técnicas, que são princípios básicos e necessários, bem como medidas de proteção, para garantir a saúde e a integridade física de um trabalhador. Assim como também estabelece requisitos mínimos para prevenção de acidentes e doenças no trabalho relacionados a utilização de máquinas e equipamentos que pode ser na fabricação, importação, exposição e comercialização.

As empresas que atuam com um desses setores e diretamente com máquinas e equipamentos de risco, tem a obrigação de se enquadrar na NR12 atualizada, caso contrário podem sofrer penalidades de acordo com a lei. No total são 140 requisitos a serem cumpridos tratados por tópicos como:

1. Arranjo físico e instalações;
2. Dispositivos de partida, acionamento e parada;

3. Instalações e dispositivos elétricos;
4. Dispositivos de emergência;
5. Sistemas de segurança;
6. Componentes pressurizados;
7. Meios de acesso permanentes;
8. Aspectos ergonômicos
9. Transportes de materiais;
10. Manutenção, inspeção, preparação, ajustes e reparos;
11. Riscos adicionais;
12. Manuais;
13. Sinalização;
14. Projeto, fabricação, importação, venda, locação, leilão, cessão e qualquer título e exposição;
15. Capacitação;
16. Procedimentos de trabalho e segurança;
17. Anexos (ABIMAQ, 2019).

PROPOSTA DA FERRAMENTA

A proposta inicial do *Checkbuster* foi de primeiramente efetuar a digitalização do processo de inspeção de segurança, desta forma eliminando a gestão de papéis físicos. Em segundo lugar, definir padrões equivalentes para todas as plantas na aplicação dos critérios do grupo para respectiva avaliação dos distintos postos de trabalho.

Outro ponto a destacar é possibilitar o uso do sistema por toda a equipe do SESMT e assim poder extrair relatórios de desempenho por planta para identificar quais falhas mais se repetem e em quais postos de trabalho. A questão de participação dos envolvidos nas inspeções de segurança, como Cipeiros, é muito importante para aumentar o engajamento, permitindo-se fazer uma selfie da equipe envolvida.

Um outro ponto de destaque implementado mais recentemente é possibilitar a avaliação de máquinas novas/retrofitadas, aplicando-se os critérios da NR12, os critérios do grupo para máquinas, inclusive alguns critérios adicionais também relacionados ao grupo e que influem de forma indireta na máquina, por exemplo a necessidade dos planos de manutenção preventiva, por ser máquina nova, acabava caindo no esquecimento pela área responsável.

Com o uso deste sistema é possível ter acesso às informações e resultados de todas as plantas do Brasil para o setor Corporativo da Segurança do Brasil e a confiabilidade no resgate de informações pela planta em função do armazenamento de dados na nuvem. O aprendizado gerado pelo sistema também possibilita difundir a informação em tempo real a todas as equipes do SESMT de todo o Brasil, pois qualquer alteração nos critérios imediatamente é aplicada ao sistema, reduzindo os tempos de aplicação do novo critério necessário que foi gerado, seja por acidente, seja por exigência do Ministério do Trabalho, seja por alterações na legislação, seja por alterações no critério do grupo.

Os ganhos com o uso do sistema são consideráveis, pois aumenta a disponibilidade para execução de outras tarefas de responsabilidade do SESMT, não necessitando efetuar a digitação de resultados da inspeção e/ou formatação destes relatórios.

Tomada de Decisão da Escolha da Ferramenta

A decisão de utilizar o *Checkbuster* também para avaliação de máquinas, além das inspeções de segurança que já eram executadas com o uso deste aplicativo, deve-se ao fato de num determinado momento em que havia pouco recurso de mão de obra disponível e uma elevada demanda de trabalho em função do ingresso de novas máquinas e adequações em máquinas antigas, sendo executadas em simultaneidade, além da pressão fator “tempo”, solicitada pelas diversas áreas da companhia, para que se pudesse apresentar um resultado final, sobre a avaliação destas máquinas e ao mesmo tempo um retorno fidedigno aos fornecedores contratados para tais atividades, seja de instalação de novas máquinas, seja de máquinas com processo de adequação em andamento, causaram uma ruptura no processo. Chegou-se muito próximo a ter quase um colapso no processo por demoras nas entregas.

Em função disso, decidiu-se por ampliar o uso do aplicativo em função de suas facilidades de utilização, reduções no tempo de resposta já experimentada nas inspeções de segurança, onde o gargalo deixou de ser a segurança em executar as inspeções e passou a ser a resolução dos problemas sinalizados e devidamente identificados.

Esta construção ocorreu logo após a primeira auditoria de segurança efetuada numa prensa Transfer de grande porte, onde o tempo de finalização do relatório demorou o triplo do tempo de inspeção, quase comprometendo a entrega do relatório ao fornecedor e a área interessada em função da grande quantidade de problemas identificados. A atividade consistia na impressão de um checklist de várias páginas e em simultâneo o registro fotográfico dos problemas sinalizados, os pontos conformes não eram registrados até este momento, somente os problemas e depois anexados ao relatório final, que era digitado e as fotos incluídas uma a uma, demandando um tempo precioso.

Arquitetura Tecnológica do Checkbuster

O *Checkbuster* utiliza-se de uma Nuvem Pública para armazenar todos os seus dados e manter sua plataforma atualizada a um baixo custo, neste modelo o cliente paga conforme o uso pois sua infraestrutura é distribuída entre um mix de usuários e o serviço utilizado é do tipo SaaS software como serviço. Todo o tráfego é criptografado por SSL (Secure Socket Layer), com

criptografia extra de dados de login, um tipo de segurança digital que permite a comunicação criptografada entre um site e um navegador. Os dados são armazenados na Holanda. Usuários corporativos podem implantar o JSON (JavaScript Object Notation) para importar e exportar dados. As comunicações usam o protocolo https (Hyper Text Transfer Protocol Secure), que em português significa “Protocolo de Transferência de Hipertexto Seguro”. O banco de dados utilizado pelo *Checkbuster* é o MongoDB um software de banco de dados orientado a documentos.

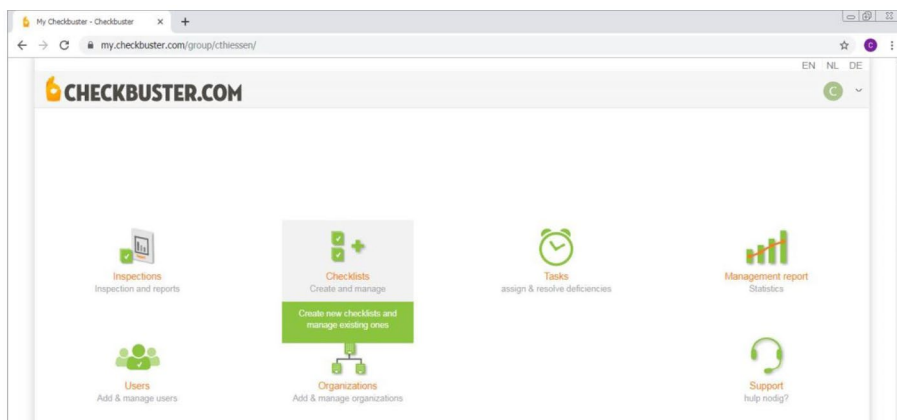
É possível preencher uma lista enquanto se estiver off-line, caso haja a perda de conexão com a internet o *Checkbuster* armazenará as informações no dispositivo móvel (memória flash), a quantidade de informações armazenadas dependerá da capacidade do dispositivo utilizado. Ao se reconectar a uma rede Wi-Fi as informações coletadas serão sincronizadas automaticamente.

Interfaces para a Criação do Checklist no Checkbuster

Este tópico tem por objetivo descrever e ilustrar os passos necessários para a criação de um checklist com a utilização do *Checkbuster*.

Passo 1: ingressar no sistema, via computador, conectado à internet.

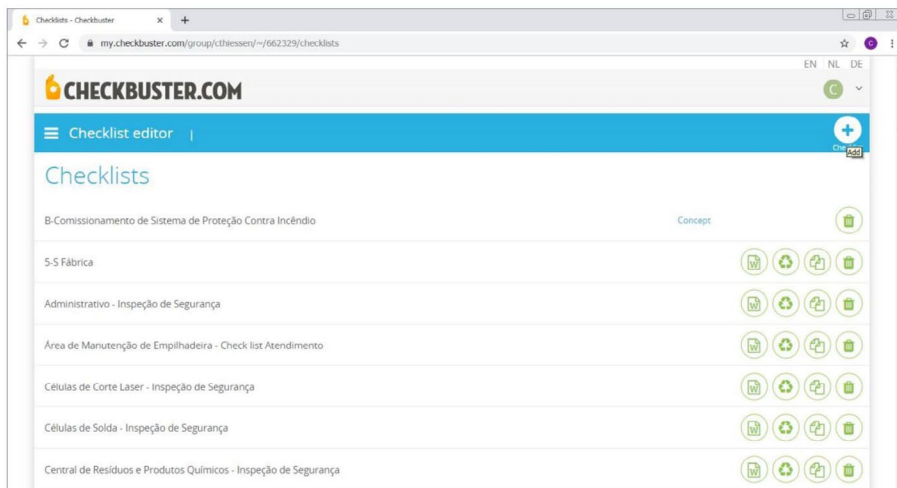
Figura 23 – Tela inicial do Checkbuster para criação do checklist.



Fonte: Autores (2019).

Passo 2: Selecionar o link “checklists”

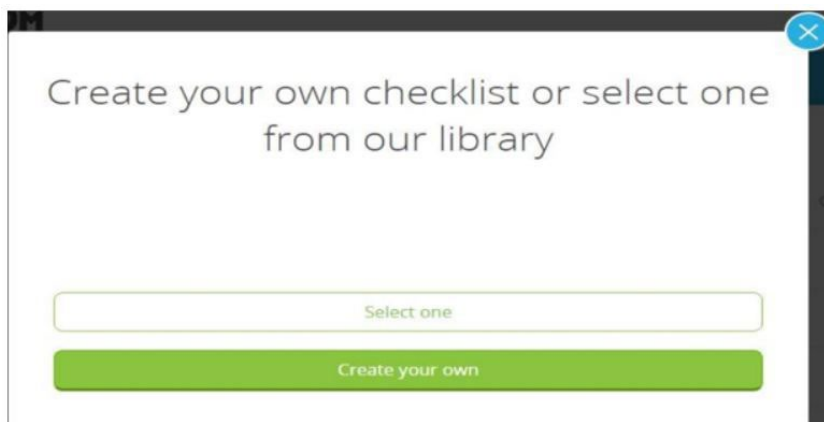
Figura 24 – Tela de link do checklist do Checkbuster.



Fonte: Autores (2019).

Passo 3: Selecionar se deseja criar um checklist próprio ou utilizar um do sistema, normalmente cria-se o próprio checklist, em função da necessidade de personalização do checklist.

Figura 25 – Tela de seleção ou criação de um checklist no Checkbuster.

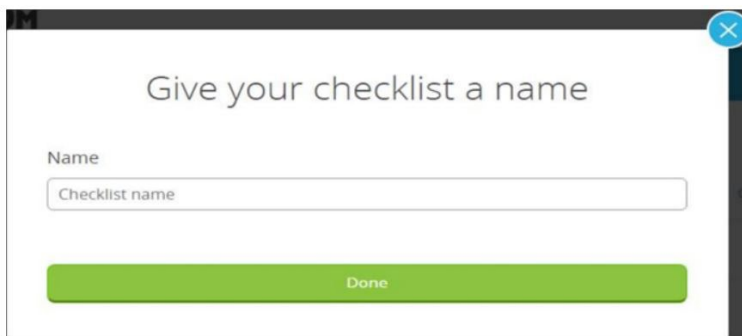


Fonte: Autores (2019).

Passo 4: Definir um nome para o checklist. A regra normalmente apli-

cada é: se for para máquina, acrescentar “NR12” na frente do nome e a seguir o nome do tipo de máquina. Se for para inspeção de posto de trabalho, acrescentar o nome do posto de trabalho e a seguir “inspeção de segurança”.

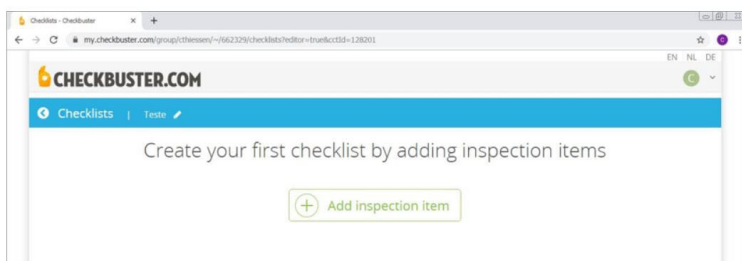
Figura 26 – Tela de definição do nome do checklist no Checkbuster.



Fonte: Autores (2019).

Passo 5: Para demonstração, foi inserido o nome “Teste”. A partir do checklist em branco aberto, deve-se criar os itens que se deseja verificar, desta maneira deve-se primeiramente definir um nome para o item, para agilizar o trabalho o sistema permite criar a partir de um modelo já existente, com isso tem-se o ganho na redução do tempo de criação dos checklists.

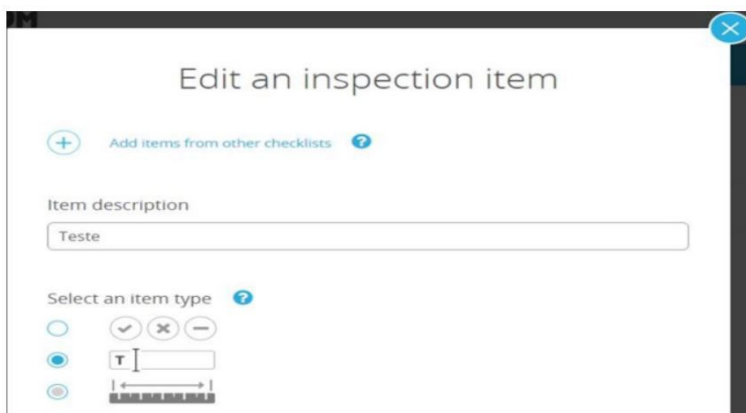
Figura 27 – Tela de criação dos itens do checklist no Checkbuster.



Fonte: Autores (2019).

Passo 6: Criação das ações dos itens, pode se optar pela opção, “OK” e “Não ok” ou ainda “Não aplicável”, ou ainda se optar pela opção dimensional, definindo uma dimensão máxima e solicitando que no momento da inspeção se insira o valor encontrado. Há também uma terceira opção que é de inserir um valor, “maior que (>)” ou “menor que (<)” ou ainda “igual (=)”.

Figura 28 – Tela de criação das ações do item do checklist no Checkbuster.

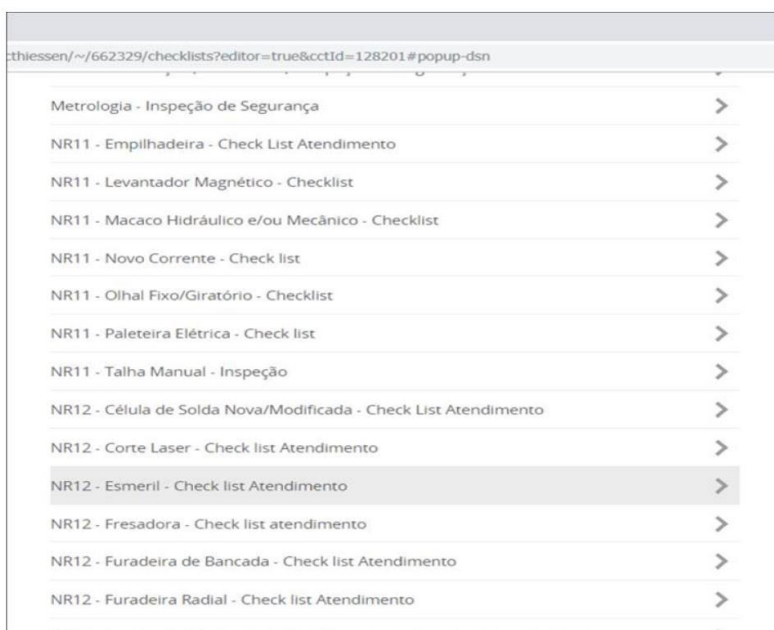


The screenshot shows a web interface titled "Edit an inspection item". At the top, there is a button with a plus sign and the text "Add items from other checklists". Below this is a text input field labeled "Item description" containing the word "Teste". Underneath is a section labeled "Select an item type" with three radio buttons. The first radio button is selected and is accompanied by three icons: a checkmark, a cross, and a minus sign. The second radio button is also selected and is accompanied by a text input field containing the letter "T". The third radio button is unselected and is accompanied by a range slider icon.

Fonte: Autores (2019).

Passo 7: Ao se criar o item, pode se optar em copiar um item, ou vários itens de outros checklists já criados e depois editar somente o que se deseja diferenciar.

Figura 29 – Tela de exemplos de itens já existentes no Checkbuster.



The screenshot shows a list of existing checklist items in a web application. The list is displayed in a table-like format with a light gray header and alternating row colors. Each row contains the name of the checklist item and a right-pointing arrow icon. The items are as follows:

Item Name	Action
Metrologia - Inspeção de Segurança	>
NR11 - Empilhadeira - Check List Atendimento	>
NR11 - Levantador Magnético - Checklist	>
NR11 - Macaco Hidráulico e/ou Mecânico - Checklist	>
NR11 - Novo Corrente - Check list	>
NR11 - Olhal Fixo/Giratório - Checklist	>
NR11 - Paleteira Elétrica - Check list	>
NR11 - Talha Manual - Inspeção	>
NR12 - Célula de Solda Nova/Modificada - Check List Atendimento	>
NR12 - Corte Laser - Check list Atendimento	>
NR12 - Esmeril - Check list Atendimento	>
NR12 - Fresadora - Check list atendimento	>
NR12 - Furadeira de Bancada - Check list Atendimento	>
NR12 - Furadeira Radial - Check list Atendimento	>

Fonte: Autores (2019).

Os itens que podem ser selecionados individualmente de um exemplo já montado são demonstrados a seguir.

Figura 30 – Tela de exemplo de um item já existente no Checkbuster.

Select a section	
Informação Geral	>
Lay-out da Célula de Corte Laser	>
Instalações Elétricas	>
Botões de Acionamento	>
Sistemas de Segurança	>
Parada de Emergência	>
Componentes Pressurizados	>
Transportador/Manipulador de Materiais	>
Proteção Contra Projecção	>
Dispositivos de Extração/Contenção	>
Estabilidade	>
Fenômenos Perigosos relacionados ao Efeito Gravitacional	>

Proteção Contra Projecção	>
Dispositivos de Extração/Contenção	>
Estabilidade	>
Fenômenos Perigosos relacionados ao Efeito Gravitacional	>
Fenômenos Mecânicos Perigosos associados a Componentes Mecânicos e Ferramentas	>
Iluminação	>
Temperatura - elevada/muito baixa	>
Separação de Fontes de Energia	>
Condições Agressivas	>
Incêndio e Explosão	>
Manutenção Preventiva	>
Treinamento	>

Fonte: Autores (2019).

Passo 8: Após a seleção do item, tem-se a opção de selecionar quais perguntas se deseja inserir a partir de um modelo ou criar a própria pergunta.

Figura 31 – Tela de seleção das perguntas do checklist no Checkbuster.

DM

×

Select items

☐ Select all

☐ Manual de instruções em língua portuguesa fornecido pelo fabricante ou importador, incluindo informações relativas à segurança em todas as fases de utilização. Contendo, no mínimo, as seguintes informações: a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; b) tipo, modelo e capacidade; c) número de série ou número de identificação e ano de fabricação; d) normas observadas para o projeto e construção da máquina ou equipamento; e) descrição detalhada da máquina ou equipamento e seus ace....

☐ Possui ART - Anotação de Responsabilidade Técnica ou Declaração de conformidade com a NR12, NR10 + registro da empresa no CREA + comprovante de pagamento?

☐ Possui uma Placa afixada no corpo da máquina contendo as seguintes informações indeleveis, contendo no mínimo: a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; b) informação sobre tipo, modelo e capacidade; c) número de série ou identificação, e ano de fabricação; d) número de registro do fabricante no CREA; e e) peso da máquina ou equipamento.

☐ Possui Análise de Risco documentada, que informa a categoria de segurança dos equipamentos que protege dos riscos informados ao que o operador estará exposto? A análise de risco contempla a

Fonte: Autores (2019).

Passo 9: Com os itens finalizados e as perguntas definidas, o último passo é publicar no sistema, clicando “activate” e a partir da publicação, todos recebem um aviso na tela do celular, com um ponto de exclamação “azul”, solicitando atualizar a aplicação, após atualização, todos possuem a mesma versão de perguntas e checklists.

Figura 32 – Tela de publicação do checklist no Checkbuster.



Fonte: Autores (2019).

CENÁRIO ATUAL

Com objetivo de reduzir o tempo gasto nas auditorias da Saúde e Segurança do Trabalho, consolidar os dados, agilizar e padronizar a dinâmica nos questionários e respostas, a Gestamp optou pela implementação do *Checkbuster*, uma solução que permitiu que as auditorias fossem realizadas em tempo real e 100% digitalizadas, eliminando totalmente a adoção do checklist em papel, utilizando-se de equipamentos como Tablets, Smartphones compatíveis com o Sistema Operacional Android e IOS, podendo ser utilizado em todas as plantas da organização.

A aplicação permite gerar relatórios, gráficos interativos e estatísticos permitindo encontrar tendências e exceções analisando os dados temporais armazenados. Os relatórios podem ser exportados e compartilhados por meio da internet e e-mail. A utilização de formulários personalizados tornou mais fácil e ágil os processos de auditoria utilizando-se de parâmetros pré-definidos de fácil acesso e intuitivos. As fotos coletadas pelos Tablets ou Smartphones utilizados durante as inspeções são diretamente adicionadas ao plano de inspeção e enviadas ao servidor de aplicação do *Checkbuster* no momento da conclusão da inspeção.

Através do painel interativo do *Checkbuster* é possível emitir os resultados de todos os níveis com a geração e compartilhamento de relatórios no formato de arquivos em PDF, Excel ou Word através de e-mail ou intranet com um simples pressionar de um botão conforme Figura 33 e Figura 34.

Figura 33 - Pontuação média por lista de verificação.

31-12-2018 - 08-8-2019 ▾

Trend dashboard ▾

Average score per checklist



Hide table

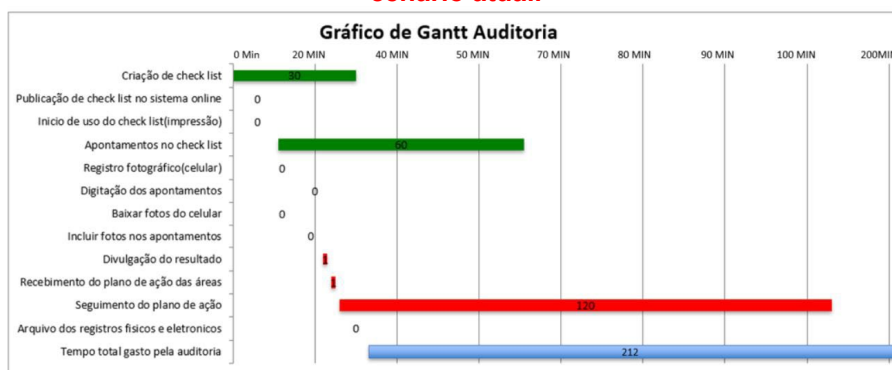
Legenda

5-S Fábrica
8.57
A-Comissionamento Ponte Rolante - Ensaios NBR 16147
4.92
Administrativo 8.19 Checklist Atendimento - Área de Manutenção de Empilhadeira
4.76
Checklist Atendimento Fator Prateleira
4.40
Checklist Atendimento NR11 - Empilhadeira
7.24
Checklist Atendimento NR12 - Célula de Solda Nova
4.93
Checklist Atendimento NR12 - Corte Laser
3.35
Checklist Atendimento NR12 - Esmeril
5.81
Checklist atendimento NR12 - Fresadora
0.00
Checklist Atendimento NR12 - Furadeira Radial
4.92
Checklist Atendimento NR12 - Linha Hot Stamp
3.12
Checklist Atendimento NR12 - Máquina Perfiladora
1.54
Checklist Atendimento NR12 - Outras Máquinas
5.14

que recebe esta última versão no mesmo momento. Este novo item pode ser aplicado somente ao plano de inspeção desejado ou ser replicado aos demais planos de inspeção.

Com a utilização do *Checkbuster* no processo atual de auditoria foi possível dimensionar o tempo respectivo para cada tarefa durante o processo de auditoria conforme pode ser observado na Figura 35 abaixo.

Figura 35 – Dimensionamento das tarefas de auditoria - cenário atual.



Fonte: Autores (2019).

O objetivo das inspeções será de identificar situações de risco perceptíveis visualmente e sem comprovações exaustivas de dispositivos, máquinas ou instalações, assim como atos inseguros, de modo que se fixe um tempo máximo de 30 minutos para o percurso da equipe de inspeção com a utilização do *Checkbuster* instalado em um celular ou tablet. Após a instalação do aplicativo, basta o Técnico de Segurança selecionar o checklist da área que deseja inspecionar.

O parágrafo abaixo descreve passo a passo os procedimentos necessários para uma inspeção utilizando o *Checkbuster*.

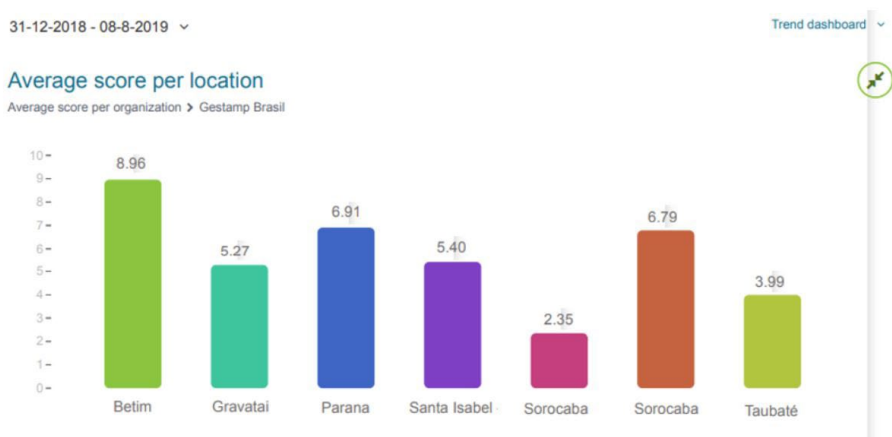
- Passo 1: Conectar o celular à rede “Wi-Fi” da planta, denominada “COMMSCGT”, esta rede irá pedir usuário e senha. Basta usar br\usuário e a senha normal do domínio que a conexão será efetivada.
- Passo 2: Como o sistema está na Internet, será necessário logar no Captive Portal. O browser irá abrir automaticamente este login, ao tentar acessar o site.

Checklist Atendimento NR12 - Ponte Rolante 3.19
Checklist Atendimento NR12 - Prensa Manual Nova/Reformada 3.55
Checklist Atendimento NR12 - Prensa Progressiva 2.42
Checklist Atendimento NR12 - Prensa Transfer - Nova/Reformada 3.42
Checklist Score Checklist Atendimento NR12 - Torre de Resfriamento 8.82
Checklist Atendimento NR12 Pórtico Giratório Fixo 0.83
Checklist Recebimento Acessório de Elevação - Novo Corrente 5.46
Checklist Recebimento Olhal Fixo/Giratório 0.00 GSN Logística 4.85
Inspeção de Segurança - Células de Corte Laser 9.65
Inspeção de Segurança - Células de Solda 8.44
Inspeção de Segurança - Central de Resíduos e Produtos Químicos 7.14
Inspeção de Segurança - Cerca Perimetral 2.44
Inspeção de Segurança - Estação de Retrabalho 7.53
Inspeção de Segurança - Estacionárias de Solda 8.48
Inspeção de Segurança - Ferramentaria 7.72
Inspeção de Segurança - Fosso das Prensas 7.11
Inspeção de Segurança - Máquina de Montagem 8.12
Inspeção de Segurança - Mercado de Peças (Transbordo) 6.97
Inspeção de Segurança - Metrologia 9.53
Inspeção de Segurança - Oficina de Manutenção 7.33
Checklist Score Inspeção de Segurança - Predial 7.50
Inspeção de segurança - Prensa progressiva/transfer/linha de Prensa/hot stamp/prensa manual 9.04

Inspeção de Segurança - Sala de Compressores
4.24
Inspeção de Segurança - Sistema de Proteção Contra Incêndio-Caixa d'água-Bomba-Hidrantes
7.66
Inspeção de Segurança - Tear Down(ensaio destrutivo de solda)
7.36
Inspeção de Segurança - Usinagem
7.48
Inspeção de Segurança-Logística
6.96

Fonte: Autores (2019).

Figura 34 - Pontuação média por localização.



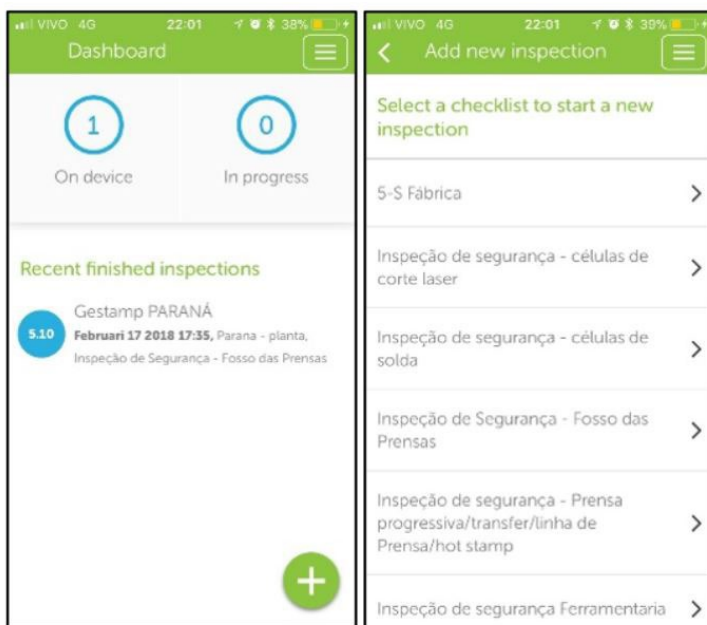
Fonte: Autores (2019).

Com o novo processo de auditorias digitalizado e automatizado foi possível ter todas as informações tabuladas e uma série de gráficos e tabelas tornando o processo mais ágil na criação de indicadores e em tempo real, ou seja, o técnico de segurança em campo finaliza a coleta das informações e no mesmo momento o Gestor recebe os dados e os indicadores são atualizados, podendo aprovar ou reprovar o trabalho de cada técnico, dar um feedback online e dar sequência com plano de ação da não conformidade encontrada.

Um das vantagens da utilização do *Checkbuster* nas auditorias atuais é no momento da atualização ou implementação de um novo item de questionamento do checklist, pois não é necessário inserir no documento físico ou criar uma nova revisão, basta apenas adicionar no aplicativo e automaticamente o plano de inspeção é atualizado e disponibilizando à equipe

- Passo 3: Efetuar a busca do aplicativo *Checkbuster* e solicitar sua instalação.
- Passo 4: Solicitar ao “adviser” da divisão o cadastro do usuário do técnico de Segurança que efetuará as inspeções.
- Passo 5: Seguir as instruções que serão enviadas pelo sistema do “*Checkbuster*” ao e-mail do técnico, indicando inclusive a senha a ser utilizada.
- Passo 6: Após a instalação e conexão ao aplicativo utilizando a senha e usuário enviado pelo sistema, clicar sobre o sinal “+”, para selecionar o checklist a ser utilizado.

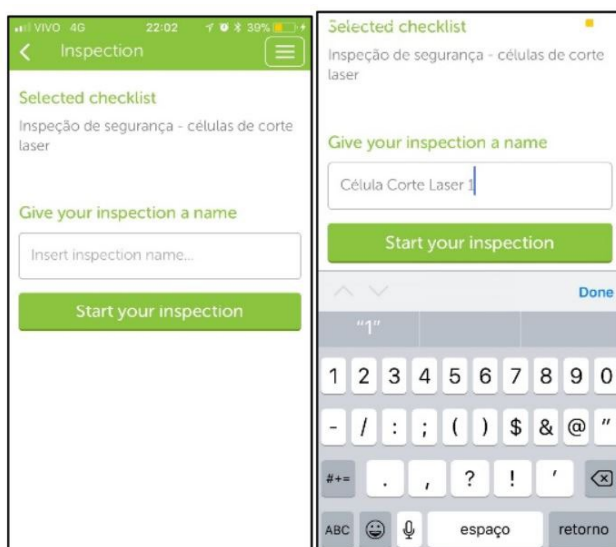
Figura 36 – Utilização do Checkbuster passo 6.



Fonte: Autores (2019).

Passo 7: Após a seleção do checklist a ser utilizado na inspeção, nomear o arquivo.

Figura 37 – Utilização do Checkbuster passo 7.



Fonte: Autores (2019).

Passo 8: Após a nomeação do arquivo, clicar sobre “*start your inspection*” a seguir selecionar a primeira seção a ser inspecionada e responder a primeira questão que é o nome do Cipeiro, inserir nome e sobrenome dele.

Figura 38 – Utilização do Checkbuster passo 8.



Fonte: Autores (2019).

Passo 9: A seguir iniciar a inspeção, verificando o cumprimento das questões, que poderá ser “OK”, sinalizado por um “V” ou “Não OK”, sinalizado pela letra “X”, ou ainda não aplicável, clicando sobre o sinal “-”. Importante sempre verificar todas as questões apresentadas e registrar a comprovação com fotos e opcionalmente com comentários.

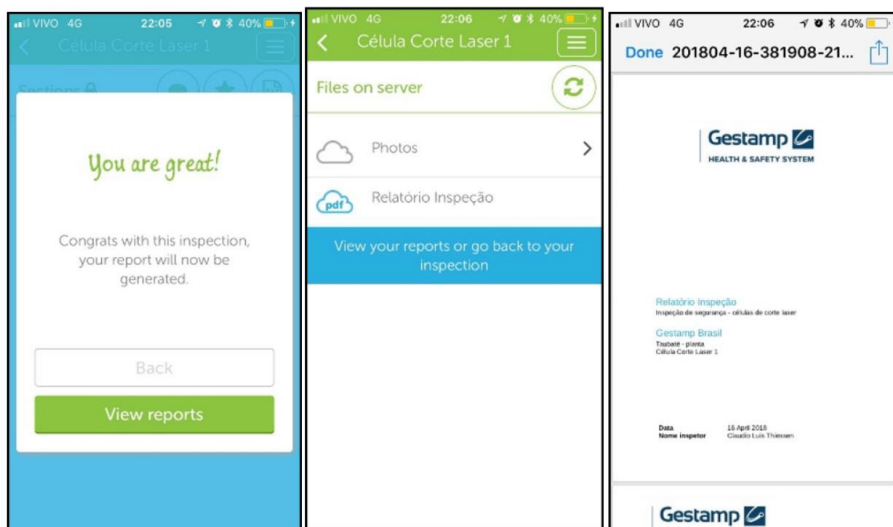
Figura 39 – Utilização do Checkbuster passo 9.



Fonte: Autores (2019).

Passo 10: Após finalizada a inspeção, clicar sobre “finish report” e apresentará a tela “view reports” e a seguir a opção “relatório de inspeção” desta forma estará finalizado o processo de inspeção e poderá ser visualizado o relatório e distribuído, clicando sobre a seta superior, via e-mail ou outra opção desejada.

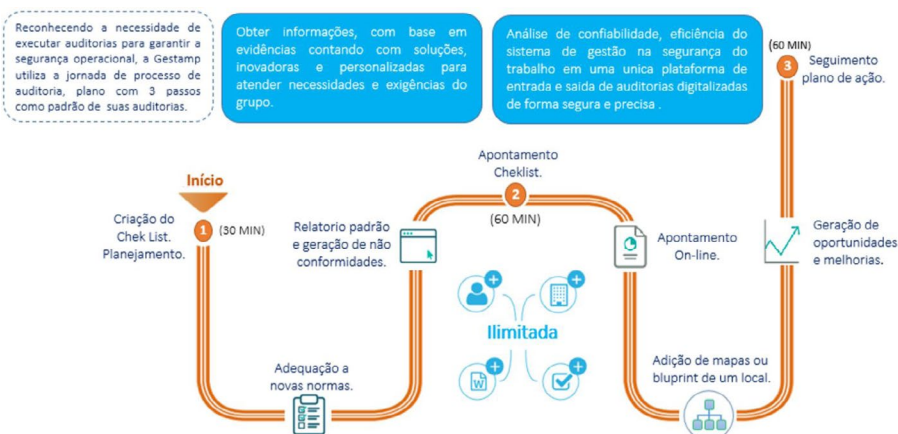
Figura 40 – Utilização do Checkbuster passo 10.



Fonte: Autores (2019).

As divergências observadas por cada componente do grupo inspetor serão apontadas no aplicativo durante a inspeção. Sempre que for necessário alterar o formato dos relatórios, inclusão de novos requisitos, bastará solicitar ao “assessor” da divisão. Além de disponibilizar as informações pontuadas dos itens checados através de uma planilha, também é possível disponibilizar um gráfico de pontuação média por localização ou por planta para comparação e avaliação dos pontos auditados.

Figura 41 – Método de inspeção utilizado - cenário atual.



Fonte: Autores (2019)

1. Criação do checklist planejamento: elaborar questionários de acordo com as necessidades do processo e planta a ser auditada. Ao cadastrar todos os itens da auditoria com a ajuda do aplicativo o auditor define como os processos serão realizados e de fácil atualização, podendo a qualquer momento adicionar novas adequações e novas normas;
2. Apontamento no checklist: recebendo os checklists elaborados na etapa de planejamento, os responsáveis registram as informações de auditoria no sistema integrado de qualidade com rapidez e praticidade possibilitando a geração de relatórios personalizáveis e adição de mapas de um novo local a ser auditado;
3. Seguimento do plano de ação: os responsáveis pela execução dos planos de ação devem garantir que as mesmas serão executadas. O novo procedimento de auditorias possibilita a geração de oportunidades de melhorias.

Teste de Campo - Aplicação do Checkbuster Num Processo de Auditoria

Os resultados dos testes de campo com a utilização do *Checkbuster* num processo de auditoria de uma máquina nova, uma prensa de Tryout, da Segurança do Trabalho são apresentados neste trabalho em formato de figuras em sua íntegra, extraído do relatório gerado pelo *Checkbuster* no formato de arquivo PDF, mantendo-se assim sua originalidade e ilustrado na Figura 42 abaixo.

Figura 42 – Resultado do teste de campo com a utilização do Checkbuster.



Fonte: Autores (2019).

O relatório consiste de várias informações a respeito da avaliação de conformidade com a NR12 da máquina nova instalada na planta de uma das unidades fabris do grupo, localizadas no Brasil. O primeiro campo, conforme Figura 42-A, se refere ao tipo de equipamento, unidade fabril, nome do equipamento, nome do técnico e data da inspeção.

Figura 42 - A - Capa do relatório.

Relatório Inspeção	
NR12 - Prensa Manual Reformada - Check list Atendimento	
Gestamp - Inspeções	
Gestamp Santa Isabel - planta	
Prensa Tryout Jundiaí	
Data	24 January 2019
Nome inspetor	Claudio Luis Thiessen

Fonte: Autores (2019).

Na página seguinte do relatório, se apresenta o índice com os principais pontos verificados na máquina e a localização destes no relatório, conforme Figura 42-B.

Figura 42 - B - Índice do Relatório.

 HEALTH & SAFETY SYSTEM	
Índice de Conteúdo	
Introdução.....	2
Resultado inspeção.....	2
Checklist itens.....	3
Informação Geral.....	3
2-Lay-out da Prensa Manual.....	4
3-Instalações Elétricas.....	5
4-Botões de Acionamento.....	7
5-Sistemas de Segurança.....	9
6-Parada de Emergência.....	11
7-Componentes Pressurizados.....	12
9-Proteção Contra Projecção.....	13
10-Dispositivos de Extração/Contenção.....	14
11-Estabilidade.....	15
12-Fenômenos Perigosos relacionados ao Efeito Gravitacional.....	15
13-Fenômenos Mecânicos Perigosos associados a Componentes Mecânicos e Ferramentas.....	18
14-Iluminação.....	20
15-Temperatura - elevada/muito baixa.....	21
16-Separação de Fontes de Energia.....	21
17-Condições Agressivas.....	22
18-Incêndio e Explosão.....	23
19-Manutenção Preventiva.....	23
20-Treinamento.....	24
21-Novos Projetos de Ferramentas.....	25

Fonte: Autores (2019).

Na segunda página do relatório, se apresenta o resultado da inspeção, que é uma pontuação ponderada, de 0-10 pontos, sendo 10 a melhor pontuação que significa que 100% dos requisitos foram atendidos, verificados na máquina, conforme Figura 42-C.

Figura 42 - C - Pontuação obtida da máquina avaliada.

The screenshot shows the 'Gestamp HEALTH & SAFETY SYSTEM' logo at the top. Below it, the section 'Introdução' contains text about the inspection location (Gestamp Santa Isabel) and date (24 January 2019). The 'Resultado inspeção' section features a table with inspection details.

Inspeção realizada em	24 January 2019
Pontuação	3.14

Fonte: Autores (2019).

Na terceira página do relatório, até o final, se apresentam os questionamentos que devem ser atendidos, cada requisito sempre possui três opções, atendido cor verde (V), não atendido cor vermelha (x), caso tenha algum item não aplicável, se apresenta na cor cinza (-), sempre com um ícone a frente da pergunta, com a respectiva cor. Além disso o relatório permite agregar uma ou várias fotos do resultado encontrado, assim como também permite, agregar comentários aos resultados encontrados e evidenciados no equipamento em questão, conforme Figura 42-D e 42-E.

Figura 42 - D - Evidências encontradas na máquina avaliada.

Informação Geral

✗ Manual de instruções em língua portuguesa fornecido pelo fabricante ou importador, incluindo informações relativas à segurança em todas as fases de utilização. Contendo, no mínimo, as seguintes informações: a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; b) tipo, modelo e capacidade; c) número de série ou número de identificação e ano de fabricação; d) normas observadas para o projeto e construção da máquina ou equipamento; e) descrição detalhada da máquina ou equipamento e seus acessórios.

Remarcas:
Não recebido.

✗ Possui ART - Anotação de Responsabilidade Técnica ou Declaração de conformidade com a NR12, NR10 + registro da empresa no CREA + comprovante de pagamento?

Remarcas:
Não recebido.

✓ Possui uma Placa afixada no corpo da máquina contendo as seguintes informações indeletíveis, contendo no mínimo: a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; b) informação sobre tipo, modelo e capacidade; c) número de série ou identificação, e ano de fabricação; d) número de registro do fabricante no CREA; e e) peso da máquina ou equipamento.



Fonte: Autores (2019).

Figura 42-E - Evidências encontradas na máquina avaliada.

Gestamp 
HEALTH & SAFETY SYSTEM

Remarcas:
Não aplicável.

⊖ Quando a zona de operação e de carga de peças é invadida através de cortina de luz/scanner (que monitora a zona frontal de operação e/ou porta de acesso), o sistema de ar comprimido é despressurizado?

Remarcas:
Não aplicável.

✗ As cortinas de luz/scanner estão instalados de forma que sua área de detecção cubra todo o acesso à zona de risco? Não há zona morta sem detecção? Não é possível operador se posicionar de maneira de não ser detectado pela cortina de luz/scanner? (efetuar teste prático em várias posições monitoradas pelo sistema de segurança, porta frontal e traseira)

Remarcas:
Falta instalar.



Fonte: Autores (2019).

RESULTADOS OBTIDOS

O avanço e a aplicação da tecnologia nos processos de auditorias possibilitaram ganhos em produtividade, agilidade, rapidez, velocidade e segurança na organização. Contudo a busca por ferramentas digitais é uma tendência que promete mais agilidade com redução nos custos e nas despesas em processos de auditorias.

Com a aplicação da ferramenta *Checkbuster* obtivemos mais assertividade no processo de auditorias, identificamos e avaliamos os riscos facilitando a atuação dos profissionais e elaborando relatórios adequados e precisos para a gerência com até 80% de redução no tempo no desenvolvimento de análises.

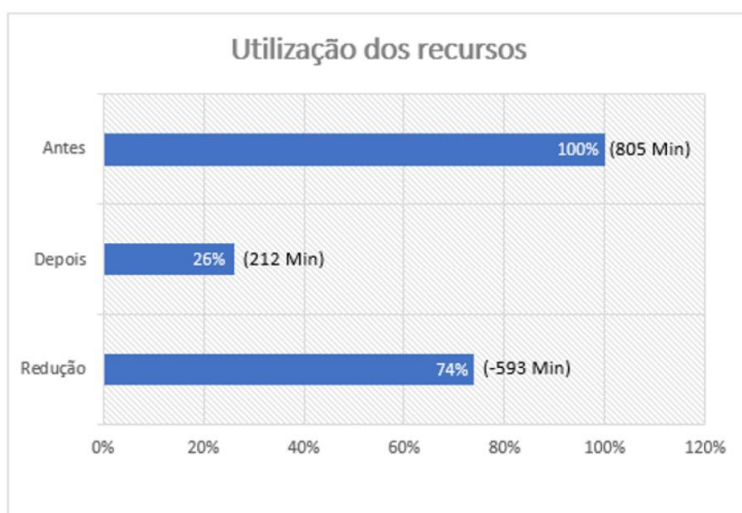
Proteção das informações de auditorias, o nível confidencial das informações do checklist de segurança tem certa exigência para que sejam acessados apenas por pessoas autorizadas. Com isso o novo processo dos documentos digitalizados permite criar barreiras para proteção das informações e serem direcionadas aos profissionais qualificados, evitando também o manuseio desnecessário e diminuindo extravio dos dados.

Outro benefício da digitalização foi à possibilidade de acesso remoto das auditorias para eventuais reuniões, avaliação das auditorias externas e até para conferência, economia de tempo e dinheiro com eliminação e circulação de papel ou arquivamento físico, tornando o processo de auditoria mais ágil e fácil na busca por informações relacionada às auditorias.

Além de proporcionar mais rapidez na tomada de decisão, podemos constatar que houve redução nos gastos desnecessários com adição de custo após a compra de um novo equipamento. Durante o processo de inspeção (caderno de encargos) utilizamos o *Checkbuster* para avaliar o equipamento e se o mesmo está de acordo com as normas vigentes antes da compra.

Outro fator foi o ganho com tempo das atividades rotineiras, tornando-as mais otimizadas, aumentando a produtividade dos auditores ou técnicos de segurança, desde a elaboração da documentação até o preenchimento de um novo processo de inspeção, obtendo-se uma redução de 74% no tempo gasto para executar a auditoria conforme demonstrado no gráfico da Figura 43.

Figura 43 - Comparativo de tempo executado antes e depois do Checkbuster.



Fonte: Autores (2019).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa e o entendimento das tecnologias citadas neste trabalho foram fundamentais para estabelecer os critérios de escolha e implantação da ferramenta *Checkbuster* e na elaboração da proposta de um novo método de trabalho totalmente digitalizado nos processos de auditoria da Saúde e Segurança do Trabalho e na elaboração de checklist no cumprimento das normas da NR12 no Grupo Gestamp.

Os resultados obtidos foram significativos no ano de 2018, ano em que todas as plantas do Brasil foram reauditadas de acordo com a frequência bienal definida pelo grupo, os resultados no início do ano antes das auditorias se comparando com os resultados ao final do ano pós auditorias foram expressivos, conforme pode-se observar na tabela 03. Apesar da maioria dos problemas terem sido apontados nas auditorias prévias realizadas em cada uma das plantas, com os seguintes resultados, no ano de 2016.

Tabela 3 - Resultados de dezembro de 2018 - pós auditoria oficial.

Resultado anterior a auditoria oficial			
Ano	Nome da Planta	Resultado Auditoria Prévia	Resultado Declarado Planta
2016	Gravataí	Amarelo	Verde
	Paraná	Vermelho	Verde
	Taubaté	Vermelho	Amarelo
	Santa Isabel	Vermelho	Verde
	Sorocaba	Vermelho	Amarelo
Resultados auditoria oficial			
2016	Gravataí	Amarelo	Verde
	Paraná	Amarelo	Verde
	Taubaté	Amarelo	Amarelo
	Santa Isabel	Amarelo	Verde
	Sorocaba	Amarelo	Amarelo
Resultado pós auditoria oficial			
2018	Gravataí	Verde	Verde
	Paraná	Verde	Verde

2018	Taubaté	Amarelo	Amarelo
	Santa Isabel	Amarelo	Amarelo
	Sorocaba	Verde	Amarelo

Fonte: Autores (2019).

As melhorias nos índices de inspeção de segurança também são notórias, avaliando os resultados o posto de trabalho com o pior índice de desempenho equivalente a nota 3.30 corresponde ao posto recarga de baterias, passado um ano o seu resultado agora é 5.19 correspondente ao mesmo posto de trabalho. O mesmo ocorreu com o posto de trabalho denominado corte laser que em 2018 obteve o melhor desempenho equivalente a nota 9,52 e este ano alcançou a nota 9,65 mesmo sendo o melhor, segue melhorando.

O nível de atendimento aos requisitos do grupo pela pontuação das máquinas pode ser notado pelo gráfico de desempenho das plantas em 2018, pois a pontuação relativa a máquinas produtivas que representa 30% do total contribuiu para melhora expressiva no desempenho das plantas, inclusive fazendo com que uma das plantas estivesse melhor do que havia reportado. A redução nos tempos de execução dos relatórios é outra melhoria que pode ser notada, efetuando-se a análise do antes e do depois da implementação do *Checkbuster*.

A promoção da participação das áreas nas inspeções pode ser notada pelo registro da própria inspeção no *Checkbuster* quando é efetuada uma selfie da equipe inspetora. Quanto ao arranque de novos processos e / ou retrofit de máquinas, apesar da baixa pontuação inicial das máquinas, na primeira inspeção com resultado igual 2.1 (Figura 48) da NR12, nota-se um incremento na pontuação, equivalente a 5.73 (Figura 49) já na segunda inspeção e também o número de requisitos avaliados, durante a inspeção e com o objetivo de assegurar que após o início de uso da máquina a mesma se manterá em condições perfeitas por um longo período em função da implementação das ferramentas de manutenção preventiva, itens relevantes em estoque e o TPM, além de um maior preparo das equipes de manutenção e de produção nos cuidados durante o uso da máquina, pois é requisitado treinamento a ambos.

Figura 44 – Resultado da primeira inspeção da prensa Transfer.


HEALTH & SAFETY SYSTEM

Relatório Inspeção

Check list Atendimento NR12 - Prensa Transfer - Nova/Reformada

Gestamp Brasil

Taubaté - planta
Prensa Blankline

Data	22 January 2019
Nome inspetor	Claudio Luis Thiessen


HEALTH & SAFETY SYSTEM

Introdução

Gestamp Brasil, location Taubaté - planta, Prensa Blankline was inspected on 22 January 2019. This inspection is based on "Check list Atendimento NR12 - Prensa Transfer - Nova/Reformada".

Resultado inspeção

Inspeção realizada em	22 January 2019
Pontuação	2.1

Fonte: Autores (2019).

Figura 45 – Resultado da segunda inspeção da prensa Transfer.


HEALTH & SAFETY SYSTEM

Relatório Inspeção
Check list Atendimento NR12 - Prensa Transfer - Nova/Reformada

Gestamp Brasil
Taubaté - planta
Blankline

Data20 February 2019

Nome inspetorClaudio Luis Thiessen


HEALTH & SAFETY SYSTEM

Introdução
Gestamp Brasil, location Taubaté - planta, Blankline was inspected on 20 February 2019.
This inspection is based on "Check list Atendimento NR12 - Prensa Transfer - Nova/Reformada".

Resultado inspeção

Inspeção realizada em	20 February 2019
Pontuação	5.73

Fonte: Autores (2019).

Figura 46 - Prensa Transfer inspecionada (primeira e segunda inspeção).



Fonte: Autores (2019).

Se compararmos o cenário anterior ao cenário atual podemos concluir que os objetivos propostos foram 100% alcançados gerando oportunidades de melhoria nos processos produtivos diminuindo custos, riscos de acidentes e aumentando os níveis de segurança do Grupo Gestamp. Outro ponto a ser observado neste trabalho após sua conclusão e implementação é que o estudo, a escolha e a implementação das tecnologias corretas com foco no problema pode trazer ganhos significativos ao negócio a um baixo custo.

TRABALHOS FUTUROS

Utilização do *Checkbuster* em auditorias de processo.

Utilização do *Checkbuster* em auditorias de qualidade.

Utilização do *Checkbuster* em todo grupo.

Utilização do *Checkbuster* em fornecedores.

Utilização do *Checkbuster* no setor de manutenção.

REFERÊNCIAS

ABIMAQ. **Avanços na revisão do corpo da NR-12. 2019.** Disponível em: <<http://abimaq.org.br/Arquivos/HTML/Documentos/NR12/AVAN%C3%87OS%20NA%20NR%2012.pdf>>. Acesso em: 10/08/2019.

AutoData. **Guia automotivo brasileiro.** Disponível em: < https://www.autodata.com.br/revistas/guias/BrazilAutomotiveGuide_2018.pdf> Acesso em: 16/08/2019.

AUTOMOTIVEBUSINESS. **Gestamp comemora 20 anos de atuação no Brasil.** Disponível em< <http://www.automotivebusiness.com.br/noticia/28181/gestamp-comemora-20-anos-de-atuacao-no-brasil>> Acesso em: 16/08/2019.

AHMED, Adnaan Arbaaz. **Cloud computing: study of security issues and research challenges.** 2018. Disponível em: <<http://ijarcet.org/wp-content/uploads/IJARCET-VOL-7-ISSUE-4-362-369.pdf>>. Acesso em: 11/04/2019.

AHMED El Hakim. **Internet of things (IoT) system architecture and technologies orange expert – networkoperations.** Março 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323525875_Internet_of_Things_IoT_System_Architecture_and_Technologies_White_Paper/download>. Acesso em: 19/01/2019.

AMANDEEP, Arshia Bhattacharjee, Paboni Das, Debjit Basu, Somudit Roy, Spandan Ghosh, Sayan Saha, Souvik Pain, Sourav Dey, Salt Lake, Kolkata, T.K. Rana10. **Smart farming using IoT.** Disponível em: <<http://agri.ckcest.cn/ass/bff6dba6-b559-4d26-94d7-1ea091e1a7c6.pdf>>. Acesso em: 17/03/2019.

DATAFLAIR Team **How IoT works – 4 main components of IoT system.** Publicado em 1 de junho de 2018, atualizado em setembro de 2018. Disponível em: <<https://data-flair.training/blogs/how-iot-works/Blog Home>>. Acesso em: 09/01/2019.

DELL. **Connected health is helping to define the future of care through the convergence of technology, healthcare, research and public policy—and the time to get in on it is now.** Disponível em <<https://i.dell.com/sites/doccontent/shared-content/data-sheets/en/Documents/Dell-Connected-Health-Whitepaper-final.pdf>>. Acesso em: 02/02/2019.

D.O.U **Diário oficial da união**. Disponível em: <<https://dou.jusbrasil.com.br/>>. Acesso em: 16/08/2019

DURDEVIC, Natasa & Labus, Aleksandra & Bogdanovic, Zorica & Despotic-Zrakic, Marijana. **Internet of things in marketing and retail**. Publicado em 30 de dezembro de 2016. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/312290899_Internet_of_things_in_marketing_and_retail>. Acesso em: 13/03/2019.

ELEONORA Pantano & Harry Timmermans. **What is smart for retailing? Procedia environmental sciences**. Publicado em dezembro de 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/275220421_What_is_Smart_for_Retailing>. Acesso em: 02/03/2018.

FEIMEC. **Manufatura avançada**. Disponível em: <www.feimec.com.br>. Acesso em: 10/02/2019.

GALEGALE, Gustavo Perri, SIQUEIRA, Érica, SILVA, Carolina Bertolucci Hilário e, SOUZA, Cesar Alexandre. **Internet das coisas aplicada a negócios – um estudo bibliométrico**. 2016. Disponível em: <<http://www.spell.org.br/documentos/ver/44177/internet-das-coisas-aplicada-a-negocios-----um-estudo-bibliometrico>>. Acesso em: 01/08/2018.

GESTAMP. **Sustainability report 2018**. 2018 Disponível em: <<https://www.gestamp.com/Gestamp11/media/GestampFiles/Sustainability/Sustainability%20Report/Sustainability-report-2018.pdf?ext=.pdf>> Acesso em: 16/08/2019.

HASSAN, Qusay f. **Internet of things a to z: technologies and applications**. Mansoura University. 2018 Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322538736_Internet_of_Things_A_to_Z_Technologies_and_Applications>. Acesso em: 31/03/2019.

INTEL. **Improving transportation safety, efficiency, and the customer experience with the internet of things (IoT)** solution blueprint internet of things (IoT). Disponível em: <https://www.kontron.com/resources/collateral/white_papers/iot-transportation-kontron-blueprint.pdf>. Acesso em: 05/01/2019.

KATHARINA Koschell, Kristina Dubs. **Wearable devices - a technological trend with implications for business models** Linköping University. 2018. Disponível em: <<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1214276/FULLTEXT01.pdf>>. Acesso em: 10/02/2019.

LIU Hua, Zhang Junguo, Lin Fantao. **Internet of things technology and**

its applications in smart grid. (2014) TELKOMNIKA Indonesian Journal of Electrical Engineering Vol.12, No.2. Fevereiro 2014. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/636c/42fcd77514170057fb1beefc86244eb-da26f.pdf>> <<http://dx.doi.org/10.11591/telkomnika.v12i2.4178>>. Acesso em: 19/02/2018.

LIU, Fang, TONG, Jin, MAO, Jian, BOHN Robert, MESSINA, John, BADGER Lee, LEAF Dawn. **Nist cloud computing reference architecture.** Setembro de 2011. Disponível em: <https://bigdatawg.nist.gov/_uploadfiles/M0008_v1_7256814129.pdf>. Acesso em: 10/03/2019.

MANCINI, Mônica. **Internet das coisas: história, conceitos, aplicações e desafios.** Junho de 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326065859_Internet_das_Coisas_Historia_Conceitos_Aplicacoes_e_Desafios>. Acesso em: 09/01/2019.

MARK Hung. **Leading the IoT.** 2017. Disponível em: <https://www.gartner.com/imagesrv/books/iot/iotEbook_digital.pdf>. Acesso em: 09/02/2019.

MAX v. Schönfeld, Reinhard Heil and Laura Bittner. **Big data on a farm—smart farming.** 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/320473452_Big_Data_on_a_Farm-Smart_Farming/download>. Acesso em: 17/03/2019.

Ministério da Economia Indústria Comércio Exterior e Serviço. **Setor automotivo.** Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade-industrial/setor-automotivo>> Acesso em: 16/08/2019.

MÔNICA, Mancini. **Internet das coisas: história, conceitos, aplicações e desafios.** 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/326065859_Internet_das_Coisas_Historia_Conceitos_Aplicacoes_e_Desafios>. Acesso em: 09/01/2019.

NAZIR, Mohsin. **Cloud computing: overview & current research challenges.** 2012. Disponível em: <<http://www.iosrjournals.org/iosr-jce/papers/Vol8-Issue1/C0811422.pdf>>. Acesso em: 13/03/2019.

NR12. **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.** Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR12/NR-12.pdf>>. Acessado em: 17/08/2019.

PARUL Verma, Ranjana Rajnish, Shahnaz Fatima Challenges. Wearable computing for internet of things (IoT). **International Journal of Science and Research (IJSR).** 2015. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/02b7/c7b13f4a06392b945c515269ee85fbfa9cc9.pdf>>. Acesso em: 09/02/2019.

PARTHA Pratim Ray. **Computer and information sciences**. 2016. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319157816300799>>. Acesso em: 20/01/2019.

PEDROSA, Paulo H.C, Nogueira, Thiado. **Computação em nuvem**. 2011. Disponível em: < <http://www.ic.unicamp.br/~ducatte/mo401/1s2011/T2/Artigos/G04-095352-120531-t2.pdf>>. Acesso em: 20/03/2019.

Portaria SIT 197. **Portaria SIT nº 197 de 17 de dezembro de 2010**. Disponível em: <http://www.normaslegais.com.br/legislacao/portariasit197_2010.htm>. Acesso em: 17/08/2019.

PWC. **Indústria 4.0: digitalização como vantagem competitiva no Brasil**. 2015. Disponível em: <www.pwc.com.br>. Acesso: 20/01/2019.

RIO+20. **2012**. Disponível em: <https://www.globalcompactnetwork.org/files/pubblicazioni_stampa/pubblicazioni_network_italia/ungc_bpc_2012.pdf>. Acesso em: 20/06/2019.

RALPH Schneider-Maul Jörg Redelberg. **Industry 4.0 – smart supply chain**. 2015. Disponível em: <https://www.doag.org/formes/pubfiles/7055312/2015-BSK-DIG-Ralph_Schneider-Maul-Industrie_4_0_im_Kontext_Logistik_-_Connected_Supply_Chain-Praesentation.pdf>. Acesso em: 17/03/2019.

RICK Burke , Adam Mussomeli , Stephen Laaper , Martin Hartigan , Brenna Sniderman. **He smart factory responsive, adaptive, connected manufacturing**. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/smart-factory-connected-manufacturing.html>>. Acesso em: 23/02/2019.

RIZVI, Syed & Kurtz, Andrew & Pfeffer, Joseph & Rizvi, Mohammad. **Securing the internet of things (IoT): a security taxonomy for IoT**. 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/327478710_Securing_the_Internet_of_Things_IoT_A_Security_Taxonomy_for_IoT>. Acesso em: 18/04/2019.

Royal Academy of Engineering. **Internet of things realising the potential of a trusted smart world**. 2018 Disponível em: <<https://www.raeng.org.uk/publications/reports/internet-of-things-realising-the-potential-of-a-tr>>. Acesso em: 07/04/2019.

SANTOS, Bruno P., SILVA, Lucas A. M, CELES, Clayson S. F. S., NETO, João B. Borges, PERES, Bruna S., VIEIRA, Marcos Augusto M., VIEIRA, Luiz Filipe M., GOUSSEVSKAIA, Olga N., LOUREIRO, Antonio A. F. **In-**

ternet das coisas: da teoria à prática. 2016. Disponível em: < <https://homepages.dcc.ufmg.br/~bruno.ps/wp-content/uploads/2016/05/minicurso-sbrc-2016.pdf>>. Acesso em: 08/01/2019.

SIGGA. **Acidentes de trabalho: o que a indústria 4.0 pode fazer?**. 2018. Disponível em: <<http://sigga.com.br/blog/acidentes-de-trabalho/>>. Acesso em: 20/05/2019.

SILVA, Danilo Goulart. **Indústria 4.0: conceito, tendências e desafios.** 2017. Disponível em: < http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8508/1/PG_COAUT_2017_2_02.pdf>. Acesso em: 03/03/2019.

SMATLAB. **Observatório de segurança e saúde do trabalho.** Promoção do meio ambiente do trabalho guiada por dados. Disponível em: <<https://smartlabbr.org/sst>>. Acesso em: 16/08/2019.

SUMAN Kumar Choudhary, Ravindra B. Sathe, Arun E. Kachare. Smart cities based on internet of things. (IoT) -A Review. **International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT)** – Volume 48 Number 8 June 2017. 2017. Disponível em: <<https://pdfs.semanticscholar.org/5657/1b-c33539b6b98f8adf4f26fa3a7948616034.pdf>>. Acesso em: 11/02/2019.

TAMANE, Wilton. **Como a digitalização contribui para a eficiência de processos corporativos, 2017.** Disponível em: <<http://docmanagement.com.br/wp-content/uploads/2017/03/wilton-tamane.pdf>>. Acesso em: 03/02/2019.

TAMZIDA Akter. **Smart grid with internet of things.** Link3 Technologies Ltd. 2016. Disponível em: <https://www.sanog.org/resources/sanog28/SANOG28-Conference_Smart-Grid-with-Internet-of-Things.pdf>. Acesso em: 12/02/2019.

UIRÁ, Falseti. **Digitalização é o primeiro passo para o novo patamar tecnológico da indústria 4.0.** 2017. Disponível em: <<https://www.itforum365.com.br/tecnologia/digitalizacao-e-o-primeiro-passo-para-novo-patamar-tecnologico-da-industria-40/>>. Acesso em: 27/02/2019.

VENTURELLI, Márcio. **A evolução da automação industrial no contexto da digitalização e indústria 4.0.** Publicado em: 10/12/2018. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/a-evolucao-da-automacao-industrial-no-contexto-da-digitalizacao-e-industria-4-0/>>. Acesso em: 15/01/2019.

VINAYAK A. Drave Prof. RRK Sharma. **Internet of things for different types of retail formats.** Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Paris, France, July 26-

27. 2018. Disponível em: <<http://www.ieomsociety.org/paris2018/papers/302.pdf>>. Acesso em: 12/02/2019.

WESTPHALL, Carlos Becker, BARBOSA, Maurício Machado. **Internet das coisas e seu impacto na mudança da sociedade**. 2017. Disponível em: < <http://www.inf.ufsc.br/~carlos.westphall/Mauricio.pdf>> Acesso em: 09/12/2018.

WHITE Paper Wind River Systems, Inc. **Security in the internet of things lessons from the past for the connected future**. innovators start here. 2015. Disponível em: <https://www.windriver.com/whitepapers/security-in-the-internet-of-things/wr_security-in-the-internet-of-things.pdf>. Acesso em: 18/04/2019.

YOUSSEF, Ahmed E. **Exploring cloud computing services and applications**. 2012. Disponível em: <http://www.cisjournal.org/journalofcomputing/archive/vol3no6/vol3no6_4.pdf> Acesso em: 08/01/2019.

YOUNSUN Kim, Hyunggoy Oh and Sungho Kang. **Proof of concept of home iot connected vehicles**. Department of Electrical and Electronic Engineering, Yonsei University, 03722 Seoul, Korea. 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/317831246_Proof_of_Concept_of_Home_IoT_Connected_Vehicles/download>. Acesso em: 11/02/2019.

APÊNDICE A

Gestamp 		CHECKLIST DE SEGURANÇA PARA APROVAÇÃO DE ESTACIONÁRIAS/CÉLULAS DE SOLDA/MONTAGEM				
Máquina/Equipamento:		Data:				
Setor:		Avaliador:				
Item	Requisito	Conforme	Não Conforme	N/A	Exemplo	OBS
A	DOCUMENTAÇÃO					
01	Manual de instruções em língua portuguesa fornecido pelo fabricante ou importador, incluindo informações relativas à segurança em todas as fases de utilização. Contendo, no mínimo, as seguintes informações: a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; b) tipo, modelo e capacidade; c) número de série ou número de identificação e ano de fabricação; d) normas observadas para o projeto e construção da máquina ou equipamento; e) descrição detalhada da máquina ou equipamento e seus acessórios; f) diagramas, inclusive circuitos elétricos, em especial a representação esquemática das funções de segurança; g) definição da utilização prevista para a máquina ou equipamento; h) riscos a que estão expostos os usuários, com as respectivas avaliações quantitativas de emissões geradas pela máquina ou equipamento em sua capacidade máxima de utilização; i) definição das medidas de segurança existentes e daquelas a serem adotadas pelos usuários; j) especificações e limitações técnicas para a sua utilização com segurança; k) riscos que podem resultar de adulteração ou supressão de proteções e dispositivos de segurança; l) riscos que podem resultar de utilizações diferentes daquelas previstas no projeto; m) procedimentos para utilização da máquina ou equipamento com segurança; n) procedimentos e periodicidade para inspeções e manutenção; o) procedimentos a serem adotados em situações de emergência; p) indicação da vida útil da máquina ou equipamento e dos componentes relacionados com a segurança.					
02	ART - Anotação de Responsabilidade Técnica ou Declaração de conformidade com a NR12, NR10 + registro da empresa no CREA + comprovante de pagamento					
03	Placa afixada no corpo da máquina contendo as seguintes informações legíveis contendo no mínimo: a) razão social, CNPJ e endereço do fabricante ou importador; b) informação sobre tipo, modelo e capacidade; c) número de série ou identificação, e ano de fabricação; d) número de registro do fabricante no CREA; e e) peso da máquina ou equipamento.					
04	Análise de Risco documentada, que informa a categoria de segurança dos equipamentos que protege dos riscos informados ao que o operador estará exposto					
05	Apresentar cálculo das distâncias de segurança, que informa o posicionamento das cortinas de luz/scanner, devem estar em relação a zona de risco. Observar o disposto de acordo com a norma ISO 13855					
06	No caso de prensas e similares apresentar cálculo da resistência do calço de segurança. Deve suportar o peso do martelo e da parte superior da ferramenta, para travar o martelo no início das operações de trocas, ajustes e manutenções das ferramentas.					
B	LAYOUT					
07	O Layout da célula está de acordo com o layout preliminar aprovado? (Consultar layout aprovado do processo posicionamento dos sistemas de segurança e posicionamento das peças e componentes na máquina)					
C	INSTALAÇÕES ELÉTRICAS (NR10)					
08	Disponibilizado memorial descritivo da instalação elétrica? (Reles, Contatores, CLP's, tipos, modelos, fabricante, quantidade...)					
09	Disponibilizados diagrama unifilar(físico e eletrônico)? ("As built", conforme construído)					
10	Disponibilizado relatório de aterramento elétrico? (com valor encontrado na medição)					

11	Os painéis elétricos contêm as informações mínimas de sinalização? Voltagem, Inscrição "Acesso Somente a Pessoas Autorizadas", Sinalização do ATPV(Arch Thermal Performance Value, Provável Valor de Energia Incidente)					
12	Foi apresentando o laudo resultando do ATPV encontrado? (Estudo de energia incidente)? O Resultado é de no máximo categoria "2"?					
13	As partes energizadas, possuem barreiras físicas que impeçam o acesso?					
14	As eletro calhas estão todas fechadas?					
15	Há dispositivo de proteção contra surto?					
16	Há dispositivo de DR? (interruptor diferencial, se há uso de água no processo)					
D BOTOES DE ACIONAMENTO						
17	Todos os botões de acionamento possuem identificação individual? É legível? Em língua portuguesa?					
E DISPOSITIVOS DE PARTIDA, ACIONAMENTO E PARADA						
18	Os dispositivos de partida, acionamento e parada permitem acesso fácil? Estão sinalizados?					
19	Não geram riscos de acionamento involuntário?					
20	Estão situados fora da zona de risco?					
21	Os botões de rearme manual, estão em local que permita a visualização completa da área protegida? É possível ver a ausência de pessoas em zonas perigosas? No caso de resposta negativa, se dispõem de meios alternativos para impedir acionamento accidental?					
22	O acionamento do equipamento unicamente se pode realizar mediante o acionamento do sistema previsto para tal ação?					
23	Os operadores têm meios e tempo para alunar o risco provocado por um acionamento involuntário ou parada do equipamento?					
24	A falha ou interferência do sistema de comando podem conduzir a situações perigosas?					
25	Após uma parada somente é possível <u>reacionar</u> o equipamento mediante o uso do sistema previsto para religar?					
26	Os operadores têm meios e tempo para alunar o risco provocado por um acionamento involuntário ou parada do equipamento?					
27	Os operadores têm meios e tempo para alunar o risco provocado por um acionamento involuntário ou parada do equipamento?					
F SISTEMAS DE SEGURANÇA						
28	O intertravamento dos sistemas de segurança se encontra interligado a CLP ou Relê de Segurança?					
29	Ao invadir a zona de segurança, monitorada por sistema de acordo com a categoria de segurança requerida, exige o seu rearme manual? Reset não pode ser automático.					
30	A máquina possui acesso por porta de Manutenção Intertravada? Há condições de instalar um bloqueio para controle do acesso? (cadeados + procedimento por escrito)					
31	Há <u>avisador</u> (Giroflex) luminoso e sonoro no interior da célula? Ele atua por 7 segundos antes do início da máquina, após a abertura e o posterior fechamento da porta de manutenção que permite acesso ao interior da célula? Se ele for danificado/desligado a célula para?					
32	Quando o ciclo de operação é "invadido" através de cortina de luz/scanner zona frontal de operação e/ou porta de acesso, o sistema de ar comprimido é depressurizado?					
33	As cortinas de luz/scanner estão instaladas de forma que sua área de detecção cubra todo o acesso à zona de risco? Não há zona "morta" sem detecção? Não é possível operador se posicionar de maneira de não ser detectado pela cortina de luz/scanner?					
34	A porta <u>visoflex</u> possui sensor de monitoramento com categoria de segurança? (monitora seu posicionamento aberta e fechada)					
G PARADA DE EMERGENCIA						

35	A célula/estacionária possui um botão de emergência no IHM (painel de comando)?					
36	A célula/estacionária possui um botão de emergência a cada 5 metros no interior da célula?					
37	A célula/estacionária possui um botão de emergência em cada porta de acesso de manutenção?					
38	A porta de acesso de manutenção, possui acionamento de emergência, pelo lado interno da célula?					
39	Todos os botões de emergência possuem retenção do acionador? Os botões de emergência, possuem led de iluminação, preferencialmente da cor verde, ao centro?					
40	A(s) parada(s) de emergência após acionadas, impedem o rearme, sem o botão estar desacoimado? Impedem o rearme da porta de manutenção após fechá-la?					
H	COMPONENTES PRESSURIZADOS					
41	As mangueiras e tubulações, possuem bradeiras afixadas em suas terminações, para impedir que se desprendam sem motivo?					
42	OS clamps, estão despressurizados, sempre que o operador invadir a zona monitorada pela cortina de luz/scanner? Na situação normal/rearme/emergência?					
I	TRANSPORTADORES DE MATERIAIS					
43	Há sistema de emergência tipo "cordão" em toda sua extensão, nas esteiras de transporte, que permitem acesso ao operador para retirada de peça?					
J	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO					
44	Estão previstos dispositivos de proteção contra queda de objetos?					
45	Estão previstos dispositivos de proteção contra projeções (inclusive faíscas)?					
L	DISPOSITIVOS DE CAPTAÇÃO EXTRAÇÃO					
46	Se há emissão de líquidos, existe um dispositivo de captação próximo da fonte emissora?					
47	Se há emissão de fumos, gases ou vapores existe um dispositivo de captação próximo da fonte emissora?					
M	ESTABILIDADE					
48	Há risco de queda do equipamento ou de algum de seus elementos?					
49	Há risco de equipamento tombar?					
50	Há risco de deslocamento do equipamento?					
51	Os elementos do equipamento estão corretamente fixados?					
52	O equipamento está devidamente afixado?					
N	TRABALHO EM ALTURA SOBRE O EQUIPAMENTO					
53	Se o operador necessita se posicionar sobre o equipamento, se dispõe de meios adequados para o acesso?					
54	No mesmo caso, se dispõe de meios adequados para permanecer sobre o equipamento?					
55	Se há risco de queda de mais de 2m, dispõe de guarda corpo rígido de 1,1m de altura ou outro sistema equivalente?					
O	RISCO POR CONTATO MECÂNICO COM ELEMENTOS MÓVEIS					
56	Existem barreiras que impedem o acesso a zonas perigosas ou a elementos móveis?					
57	As barreiras detêm as manobras perigosas antes do acesso a estas zonas?					
58	As barreiras são de fabricação sólida e resistente?					
59	As barreiras não ocasionam riscos adicionais?					
60	É impossível anular ou colocar fora de serviço facilmente as barreiras?					
61	As barreiras estão situadas a distância suficiente da zona perigosa?					
P	ILUMINAÇÃO					
62	Se dispõe de iluminação adequada para realizar tanto o trabalho normal quanto as atividades de manutenção?					
Q	PARTES DO EQUIPAMENTO COM TEMPERATURAS ELEVADAS OU MUITO BAIXAS					
63	Estas partes se encontram protegidas contra riscos de contato pelos operadores?					
R	DISPOSITIVOS DE SEPARAÇÃO DE FONTES DE ENERGIA					
64	Existe dispositivo e procedimento claramente identificado que permite desconectar ou bloquear a fonte de energia elétrica?					
65	Existe dispositivo e procedimento claramente identificado que permite desconectar ou bloquear a fonte de energia pneumática?					
66	Existe dispositivo e procedimento claramente identificado que permite desconectar ou bloquear a fonte de energia mecânica?					
67	Existe dispositivo e procedimento claramente identificado que permite desconectar ou bloquear a fonte de energia hidráulica?					
S	USO EM CONDIÇÕES AMBIENTAIS AGRESSIVAS					
68	Se encontra preparado adequadamente para o trabalho nos respectivos ambientes (cabines, etc...)?					
T	INCENDIO E EXPLOSAO					
69	Há proteção adequada para proteger do risco de incêndio, inclusive de substâncias produzidas, utilizadas ou armazenadas no equipamento?					
70	Há proteção adequada para proteger do risco de explosão, inclusive de substâncias produzidas, utilizadas ou armazenadas no equipamento?					
OBSERVAÇÃO GERAIS						

Avaliadores:	
Responsável Projeto:	
SEGURANÇA:	
Manutenção	

APÊNDICE B

Avaliação de Desempenho no uso do *Checkbuster*

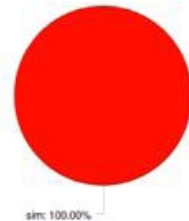
1. Você concorda com a seguinte afirmação?

O uso do *Checkbuster*, nos últimos 16 meses, reduziu o tempo de emissão dos relatórios de inspeção de segurança, executado nas distintas áreas?

Número de participantes: 16

16 (100.0 %): sim

(0.0 %): não



2. Você concorda com a seguinte afirmação?

O uso do *Checkbuster*, nas auditorias de segurança em máquinas novas e/ou retrofitadas, para avaliar a sua conformidade com a NR12, aumentou o grau de confiabilidade dos resultados?

Número de participantes: 16

15 (93.8%): sim

1 (6.3%): não



3. Você concorda com a seguinte afirmação?

Com o uso do *Checkbuster*, houve uma melhora na rastreabilidade das informações, relativas as condições reais da máquina, participação dos envolvidos e no relatório de avaliação de conformidade com a NR12 da máquina emitida pelo fornecedor?

Número de participantes: 16

15 (93.8%): sim

1 (6.3%): não



4. Você concorda com a seguinte afirmação?

A apresentação do relatório de inspeção de segurança das áreas e/ou relatório de inspeção de conformidade com a NR12 de máquinas novas e/ou retrofitadas, trouxe um aspecto mais profissional, para a segurança do trabalho nas fábricas?

Número de participantes: 16

15 (93.8%): sim

1 (6.3%): não



5. Você concorda com a seguinte afirmação?

O uso do *Checkbuster*, reduziu as disparidades, nos critérios de avaliação de novas máquinas e/ou inspeções das áreas, entre as distintas plantas no Brasil?

Número de participantes: 16

15 (93.8%): sim

1 (6.3%): não



6. Você concorda com a seguinte afirmação?

O uso do *Checkbuster*, nos últimos 16 meses, trouxe novas aplicações e vantagens no uso desta ferramenta pela segurança do trabalho nas plantas do Brasil?

Número de participantes: 16

15 (93.8%): sim

1 (6.3%): não



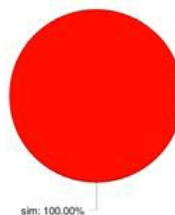
7. Você concorda com a seguinte afirmação?

O uso do *Checkbuster*, pela segurança do trabalho no Brasil, possibilita a consulta futura de informações (sobre as condições de entrega) a respeito de máquinas novas e/ou instalações e/ou máquinas retrofitadas?

Número de participantes: 16

16 (100.0 %): sim

(0.0 %): não



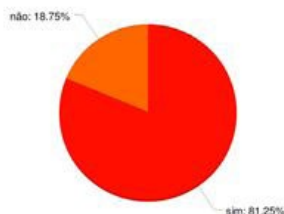
8. Você concorda com a seguinte afirmação?

O uso do *Checkbuster* nos últimos 16 meses, alterou o foco dos problemas nas fábricas do Brasil? Antes o foco era sobre o SESMT e agora é sobre as áreas que necessitam providenciar as correções?

Número de participantes: 16

13 (81.3%): sim

3 (18.8%): não



9. Sobre o uso do *Checkbuster*, qual a sua frequência de uso desta aplicação?

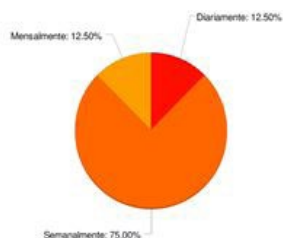
Número de participantes: 16

2 (12.5%): Diariamente

12 (75.0 %): Semanalmente

2 (12.5%): Mensalmente

(0.0 %): Nunca



10. Com relação ao uso do *Checkbuster*, qual seu grau de satisfação?

Número de participantes: 15

Figura 47 – Grau de satisfação no uso do Checkbuster.



Fonte: Autores (2019).

11. Com relação ao uso do *Checkbuster*, qual sua sugestão ou comentário a respeito no uso desta aplicação?

- Aplicativo versátil que permite sua aplicação em diversos âmbitos e processos dentro da Organização. Permite inclusive desdobrar qual inventário de ativos, por exemplo, explodir as informações de cada item dentro de um estoque e/ou em uso;
- Poderia ser mais simplificado;
- Ferramenta muito boa de trabalhar, e que gera o relatório logo após o término das inspeções, com fotos e todas as evidências necessárias para a tomada das ações;
- O *Checkbuster* é uma ótima ferramenta de trabalho facilitando na emissão de relatórios de inspeção de segurança refletindo uma imagem mais profissional para o SESMT;
- Por ser uma ferramenta digital é indiscutivelmente real os ganhos em respostas rápidas, vejo em consonância com a industrial 4.0;
- Identificamos oportunidade de aplicação em outras áreas, não apenas em segurança;
- APP de fácil de utilizar. Deixa as inspeções mais objetivas e otimiza o tempo quando se define uma estratégia de inspeção;
- A utilização do *Checkbuster* soma muito nas inspeções de segurança;
- As atividades com o *Checkbuster* trouxeram uma melhor visão a

área de saúde e segurança do Trabalho, pois tínhamos como característica o uso de formulários extensos fixos a uma prancheta e hoje possuímos uma App robusta, personalizável e que nos traz o resultado em segundos para envio aos responsáveis, é muito interessante observar a segurança migrando para indústria 4.0 e muitas das vezes a frente de outros departamentos, sem dúvidas os trabalhos com o *Checkbuster* vem trazendo resultados em nossa organização;

- Temos muitos problemas com acesso a internet em nossa planta e com isso dificulta bastante para acessá-lo. Outro item importante seria na atualização: hoje se precisarmos renovar um determinado checklist de alguma área, temos que fazê-lo novamente em sua totalidade, pois o aplicativo não aceita fazermos uma nova avaliação dentro do setor já avaliado emitindo a data atual;
- Poderia melhorar o sistema de armazenamento dos arquivos salvos para futuras buscas e rastreabilidade;
- Não tenho reclamações a fazer por parte do SESMT. A reclamação costuma vir da equipe que está sendo auditada referentes ao tempo que se leva para realizar a inspeção/ aceite de máquinas devido a quantidade de perguntas existentes. No futuro, se houver uma forma de otimizar o tempo de realização de inspeções/ aceite de máquinas, integrando questões ou revendo a necessidade do número atual, a ferramenta será ainda mais aceita pelas áreas;
- Agilidade e confiabilidade com resultados rápidos pós-inspeção;
- Para algumas situações das condições das máquinas e os equipamentos poderíamos possibilitar perguntas mais abertas, assim como fazemos com as respostas. Talvez possibilitar ao inspetor ele mesmo fazer algumas perguntas e dispô-las ao corpo do próprio formulário, pois a casos que você não consegue preencher, a não ser que, você coloque a mesma pergunta para responder outra questão.

SOBRE OS AUTORES

Claudio Luis Thiessen

Bacharel em Administração e Engenharia de Produção, com formação em Administração Industrial pela Universidade Pitágoras Unopar Anhanguera. Possui pós-graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho, Gestão de Pessoas, Engenharia e Gestão da Indústria 4.0 e Engenharia de Energia – Redes Elétricas.

Gilvani Bruno Kisner

Pós-graduação em Engenharia de Produção na Indústria 4.0 pela PUC-PR, Pós-graduação em Tecnologia da Informação voltada à Gestão de Negócios pela FURB e Bacharel em Ciência da Computação pela FURB, com formação técnica em Processamento de Dados e Contabilidade. Atua em projetos nas áreas de PCP, Suprimentos, Engenharia de Produto e Processo, Custos e Indústria 4.0, com desenvolvimento em GeneXus e banco de dados SQL.

Wanderlei de Liz

MBA em Gestão de Pessoas e Desenvolvimento de Lideranças pela FAE Business School (Blumenau), Especialização em Engenharia e Gestão da Indústria 4.0 – Produção Inteligente e Flexível pela PUC-PR, e graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica pelo SENAI Blumenau. Supervisor de Engenharia de Processos com experiência em liderança de equipes técnicas e otimização de processos produtivos em ambientes industriais.

ÍNDICE REMISSIVO

A

armazenamento dos dados 38

atividade industrial 13

auditoria 11, 16, 20, 21, 22, 26, 27, 28, 29, 64, 71, 75, 80, 85, 87

auditorias 11, 15, 17, 19, 21, 24, 26, 29, 71, 74, 80, 85, 87, 92, 103

automotiva 14, 18, 23, 59

automotivo 18, 23, 93, 95

C

checklist 11, 16, 26, 27, 28, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 74, 75, 76, 80, 85, 87, 107

cliente 14, 38, 39, 40, 64

computação 13, 24, 38, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 48, 49, 51

computacionais 32, 38, 39, 40, 46

comunicação 6, 32, 35, 36, 39, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 57, 65

D

desenvolvimento 11, 14, 25, 30, 31, 36, 38, 40, 50, 54, 85

digital 18, 30, 32, 36, 37, 38, 49, 55, 56, 65, 95, 106

digitalização 11, 13, 16, 17, 24, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 51, 63, 85, 96, 97

E

empresa 14, 16, 25, 26, 28, 35, 37, 40, 42, 52, 58, 59, 60

ensino 6

F

fábricas 14, 15, 53, 104, 105
ferramenta 11, 15, 16, 85, 87, 104, 106, 107
ferramentas 24, 26, 35, 51, 52, 54, 56, 57, 85, 88
formato digital 30
fornecedor 14, 38, 64, 103

G

gestão 11, 15, 17, 18, 19, 20, 22, 50, 55, 63
global 14, 35, 46, 52

I

importação 22, 61, 62
indústria 4.0 13, 16, 30, 31, 32, 36, 37, 38, 59, 60, 97
industrial 13, 30, 31, 51, 55, 57, 58, 59, 95, 97, 106
indústrias 30, 50
infraestrutura 41, 42, 43, 46, 47, 50, 56, 59, 64
inovação 14, 15, 16, 53
inovações 6
inspeção 11, 17, 23, 25, 27, 28, 61, 62, 63, 64, 67, 71, 74, 75, 76, 78, 79, 81, 83, 85, 88, 89, 90, 103, 104, 106, 107
inteligência artificial 13
internet 16, 35, 38, 39, 43, 44, 45, 46, 49, 51, 65, 71, 94, 95, 96, 97, 98, 107
IoT 8, 10, 11, 13, 16, 24, 32, 36, 39, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 93, 94, 95, 96, 97, 98

L

legislação 17, 22, 23, 24, 63

M

máquinas 12, 15, 16, 17, 20, 22, 23, 24, 30, 31, 51, 59, 60, 61, 63, 64, 75, 88, 95, 103, 104, 105, 107

método 11, 16, 27, 47, 87

metodologias 6

metodologias ativas 6

N

negócios 13, 31, 33, 34, 36, 37, 39, 40, 45, 54, 55, 59, 94

nuvens públicas 41, 44

O

organização 11, 13, 23, 33, 42, 71, 85, 107

organizações 32, 35, 39, 43, 45

otimização 35, 51

P

plano de ação 29, 74, 80

política 11, 15, 20, 32

políticos 30, 56

processo 11, 14, 15, 17, 22, 24, 26, 27, 28, 33, 34, 35, 42, 45, 46, 49, 51, 52, 55, 63, 64, 74, 75, 78, 80, 85, 92

produção 13, 30, 31, 32, 35, 36, 39, 51, 60, 88

produtividade 20, 32, 33, 34, 51, 85

R

rede elétrica 59

revolução industrial 30, 31, 55, 57, 58

rígido sistema 15

robotização 30

S

saúde 11, 15, 18, 20, 23, 60, 61, 97, 107

segurança 11, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 23, 24, 26, 28, 34, 38, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 51, 53, 56, 57, 58, 60, 62, 63, 64, 65, 67, 73, 74, 85, 88, 91, 97, 103, 104, 105, 106, 107

serviços 13, 30, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 47

sistema 6, 15, 17, 26, 28, 39, 40, 44, 45, 47, 50, 51, 53, 56, 57, 60, 63, 65, 66, 67, 70, 75, 76, 80, 107

sistema funciona 15

socioeconômico 13

sustentabilidade 19, 20, 21

T

técnicos 15, 17, 22, 26, 59, 85

tecnologia 14, 17, 30, 31, 32, 35, 38, 40, 43, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 55, 60, 85, 97

tecnologias 6, 11, 13, 14, 16, 17, 25, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 44, 46, 47, 48, 50, 53, 54, 55, 60, 87, 91

tecnológicas 6, 11, 39, 50, 55

trabalho 11, 12, 15, 16, 17, 18, 19, 24, 25, 26, 27, 39, 42, 53, 58, 59, 61,
62, 63, 64, 67, 74, 80, 87, 88, 91, 95, 97, 104, 105, 106



AYA EDITORA
2026