

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ**  
**ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

**Kayke Corrêa Conceição Lins Pereira**

**INDÚSTRIA 4.0 PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

**Belém**

**2018**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DO ESTADO DO PARÁ**  
**ÁREA DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA**  
**BACHARELADO EM ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO**

**Kayke Corrêa Conceição Lins Pereira**

**INDÚSTRIA 4.0 PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

Trabalho de Curso na modalidade Monografia, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharelado em Engenharia da Computação do Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA, sob orientação da Professora Msc. Alessandra Natasha Alcântara Barreiros.

**Belém**

**2018**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)**  
**Biblioteca do Cesupa, Belém - PA**

---

Pereira, Kayke Corrêa Conceição Lins.

Indústria 4.0 para pequenas e médias empresas / Kayke Corrêa Lins Pereira; orientação de Alessandra Natasha Alcântara Barreiros, 2018.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Computação)  
– Centro Universitário do Pará, Belém, 2018.

1. Inteligência artificial. 2. Administração de empresas – Inovações tecnológicas. 3. Banco de dados – Gerência. I. Barreiros, Alessandra Natasha Alcântara (orient.). II. Título.

---

CDD. 23° ed. 006.3

**Kayke Corrêa Conceição Lins Pereira**

**INDÚSTRIA 4.0 PARA PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS**

**Trabalho de Curso apresentado na modalidade Monografia**, apresentado como requisito parcial para obtenção do grau em Bacharelado em Engenharia da Computação do Centro Universitário do Estado do Pará – CESUPA.

**Data da Defesa: .../.../....**

Banca Examinadora:

---

**Prof<sup>ª</sup>. MSc. Alessandra Natasha Alcântara Barreiros - CESUPA**

---

**Prof. Esp. Eudes Danilo Da Silva Mendonça - CESUPA**

---

**Prof. Msc. Marcos Venícios Araújo - CESUPA**

**Belém**

**2018**

Dedicatória:

Dedico este trabalho a minha família

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha Mãe, por todo seu esforço e dedicação que me permitiram trilhar esse caminho sem faltar com transparência e responsabilidade me espelhando em todo seu trabalho e carinho.

Agradeço à minha Orientadora pela paciência, conselhos e encaminhamentos ao longo das diversas reuniões e discussões no decorrer deste trabalho de curso.

## Epígrafe

No vazio está o valor, não o mal. A sabedoria existe, o princípio existe, o Caminho existe, o espírito é o nada

Miyamoto Musashi

## RESUMO

Nos últimos anos com o avanço das mais diversas tecnologias a divisão entre o mundo real e virtual se tornou cada vez mais tênue, isto causou diversos impactos no cotidiano e no trabalho das pessoas e com o aumento exponencial na criação de dados, permitiu a criação de diversos novos setores e mercados. A indústria que até então era considerada um área com grandes avanços tecnológicos foi ultrapassada pelo setor de TI, dessa forma os governos observando esse avanço criaram planos de como incorporar essas tecnologias aos seus parques industriais, criando assim a quarta revolução industrial, entretanto esta revolução não se limita a grandes parques industriais, ela pode ser aplicada em pequenos e médios negócios, aproveitando ao máximo a capacidade técnica dos profissionais da área da engenharia da computação que desempenham um papel ímpar nesta revolução integrando os processos empresariais com ferramentas e tecnologias agregando qualidade e valor nestes negócios.

**Palavras-chave: Indústria 4.0; Internet of Things; Inteligência Artificial; Espaço Ciber Físico; Big Data.**

## **ABSTRACT**

In recent years, with the advancement of the most diverse technologies, the division between the real and the virtual world has become increasingly tenuous, this has caused diverse impact on the daily life and work of the people and with the exponential increase in data creation, allowed the creation of sectors and markets. The industry that until then was considered an area with great technological advances was surpassed by the IT sector, in this way the governments observing these advances created plans of how to incorporate these technologies to their industrial parks, thus creating the fourth industrial revolution, nevertheless this revolution did not is limited to large industrial parks, it can be applied in small and medium businesses, making the most of the technical capacity of the professionals of the area of computer engineering that play a unique role in this revolution integrating the business processes with tools and technologies adding quality and value in these deals.

**Keywords: Industry 4.0; Internet of Things; Artificial Intelligence; Cyber physical space; BIg Data.**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Gráfico de Análise de Mercado da Growth Enabler.....	18
Figura 2 - Gráfico de Análise de futuro investimento em IOT da IDC.....	19
Figura 3 - Gráfico de Buscas.....	19
Figura 4 - Gráfico Onde estão os pequenos negócios.....	28
Figura 5 - Gráfico número de pequenos negócios x cidades .....	29
Figura 6 - Gráfico com número de pessoas contratadas por empresas no Brasil.....	29
Figura 7 - Setores em que os pequenos negócios atuam.....	30
Figura 8 - RAMI 4.0.....	31
Figura 9 - Níveis Hierárquicos.....	33

## LISTA DE SIGLAS

IA	inteligência Artificial
CPS	Cyber Physics Space
IOT	Internet of Things
PIB	Produto Interno Bruto
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
IDC	International Data Group
TI	Tecnologia da Informação
XaaS	Everything as a Service
PaaS	Platform as a Service
IaaS	Infrastructure as a Service
SaaS	Software as a Service
PMEs	Pequenas e Médias Empresas
PLC	Controlador Lógico Programável
GTI 4.0	Grupo de Trabalho da Indústria 4.0
M2M	Machine to Machine
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
ERP	Enterprise Resource Planning
VDI/VDE	Verein Deutscher Ingenieure
ZVEI	Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik
RAMI 4.0	Reference Architectural Model for Industrie 4.0
IEC	International Electrotechnical Commission
MES	Manufacturing Execution Systems

# SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. MOTIVAÇÃO	14
1.2. OBJETIVOS	15
1.2.1. Geral	15
1.2.2. Específico	16
1.3. JUSTIFICATIVA	16
1.4. METODOLOGIA	17
1.5. DIVISÃO DO TRABALHO	17
2. INDÚSTRIA 4.0	17
2.1. HISTÓRICO	20
2.1.1. A Primeira Revolução Industrial	20
2.1.2. A Segunda Revolução Industrial	21
2.1.3. A Terceira Revolução Industrial	21
2.1.4. A Quarta Revolução Industrial	21
2.2. ATIVIDADES GOVERNAMENTAIS	22
2.2.1. Alemanha	22
2.2.2. Brasil	23
2.3. ANÁLISE	23
2.4. CONCEITOS TECNOLÓGICOS	24
2.4.1. Big Data	24
2.4.2. Internet of Things	25
2.4.3. Inteligência Artificial	26
2.4.4. Meio cyber-físico	27
3. UMA BREVE ANÁLISE SOBRE OS PEQUENOS NEGÓCIOS NO BRASIL E SUA REPRESENTATIVIDADE NACIONAL E REGIONAL.	27
4. <i>REFERENCE ARCHITECTURAL MODEL FOR INDUSTRIE 4.0</i>	30
5. CASOS DE USO E CENÁRIOS DA INDÚSTRIA 4.0 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS E CENÁRIO ACADÊMICO.	33

5.1.1. Empresa A: Processamento De Aço E Metal.	34
5.1.1.1. Análise e Aplicabilidade	34
5.1.1.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas	35
5.1.2. Empresa B: Madeira E Mobília	36
5.1.2.1. Análise e Aplicabilidade	36
5.1.2.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas.	37
5.1.3. Empresa C: Serviços	37
5.1.3.1. Análise e Aplicabilidade	37
5.1.3.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas	38
5.1.4. Empresa D: Manufatura	38
5.1.4.1. Análise e Aplicabilidade	39
5.1.4.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas	39
5.1.5. Empresa E: Manufatura Em Plásticos	40
<b>5.1.5.1. Análise e Aplicabilidade</b>	40
<b>5.1.5.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas</b>	41
5.2. ANÁLISE E DIAGNOSE PARA PROPOSTA DE NEGÓCIO	41
5.2.1. Empresa F: Bares e Restaurantes.	42
5.2.1.1. Análise e aplicabilidade	42
5.2.1.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas	42
5.2.2 Empresa G - Abastecimento de Água e Esgoto	43
5.2.2.1. Análise e aplicabilidade	43
5.2.2.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas	43
5.3. CENÁRIO ACADÊMICO	44
6. CONCLUSÃO	44
7. REFERÊNCIA	45
8. ANEXOS	52

# 1. INTRODUÇÃO

Automação pode ser definida como a tecnologia pela qual o processo ou procedimento é realizado sem assistência humana (GROOVER, 2010). Ao longo dos anos percebeu-se um grande avanço neste segmento de tecnologia, que inicialmente era aplicada as grandes linhas de produção das fábricas.

Porém, com o crescimento conjunto da tecnologia de computação, tornou-se possível a aplicação da automação nos mais diversos ramos e setores. Assim, a aplicabilidade da automação não se limita a processos fabris ou logísticos, como comumente era adotado, mas a todo e qualquer processo ou procedimento realizado, desde que passível de automatização.

Isso se mostra realidade através do que hoje é conhecido como Indústria 4.0, que pode ser definida como um termo aplicado para a revolução digital na produção industrial, através da implantação de uma abrangente rede de informação que afeta todas as áreas de produção(SCHRÖDER, 2017). Fazem parte desse processo: compra, venda (terceiro setor), transporte(logística), produção e manufatura(segundo setor), setores administrativos, contábeis, manutenção e as próprias experiências do usuários.

O cenário descrito expõe um nível de integração que em um primeiro momento era extremamente difícil de ser alcançado antes do aparecimento de diversas tecnologias, como big data e inteligência artificial. Tais tecnologias seguem agregando a automação, com dados e informações que viabilizam a predição e antecipação de tendências de consumo e de melhorias nos processos e produtos, tornando o uso da automação através da computação não apenas físico e mas lógico.

Não se pode, também, ignorar a necessidade de incorporar a inovação como elemento chave para qualquer cenário. Tal associação se mostra de grande valor competitivo sobretudo para pequenas e médias empresas nos mais diversos ramos. A partir disso, a aplicação específica e bem dimensionada de processos e tecnologias da Indústria 4.0 vem sendo capaz de gerar grandes impactos em novos negócios, agregando agilidade e qualidade.

## 1.1. MOTIVAÇÃO

Nos últimos três anos, o cenário de recessão prolongada na economia brasileira levou uma série de medidas emergenciais dos empresários para conseguir manterem-se ativas. Com um mercado consumidor cada vez mais exigente buscando produto e serviços de qualidade, a

recessão levou mais de um milhão de pequenas e médias empresas a fecharem as portas de acordo com a empresa de análise de dados de pesquisa de mercado realizado pela empresa Neoway (NEOWAY, 2017).

Segundo Michael Porter, nem cortes de custos de produção, nem renegociação com clientes, tão pouco a ampliação do nicho de mercado são o suficiente para manter a competitividade em tempos de crise (BERTÃO, 2017).

Desta forma pesquisas de empresas especializadas como Deloitte (BERTÃO, 2017) apontam que a saída tem sido aliar novas tecnologias a processo antes realizado de outro modo. Tal cenário caracteriza inovação e tem sido a solução encontrada por pequenas e médias empresas (que hoje representam cerca de 27% do PIB e 40% dos trabalhos de carteira assinadas de acordo com SEBRAE) para justificar o crescimento de 21% (BRASIL, 2018).

Neste sentido o presente trabalho busca demonstrar a aplicabilidade da automação como tecnologia aliada a pequenas e médias empresas da região norte do país, como um fator de aumento de produtividade e redução de custos. Tornando viável e consistente alguns modelos de negócios, uma vez que remove diversos gargalos comuns, como burocracias e etapas lentas e/ou mecânicas nos processos para essas empresas e deixando mais ágil e uniforme as mudanças e melhorias. A pretensão é utilizar ferramentas alinhadas ao paradigma da Indústria 4.0 como forma de ocasionar impacto na nova cultura empreendedora que vem se destacando nos últimos anos, sendo o uso de ferramentas e tecnologias cada vez mais comum e acessível através dos diversos programas de capacitação presencial e a distância.

## 1.2. OBJETIVOS

### 1.2.1. Geral

Demonstrar a eficácia da aplicação de técnicas e tecnologias de automação alinhadas a Indústria 4.0 como forma de aumentar a eficiência e reduzir custos de pequenas e médias empresas.

Como consequência serão expostos os benefícios, experiências e dificuldades na implementação das tecnologias que norteiam a automação, não distante o tratamento consistente dos processos envolvidos e quais os demais ganhos diretos e indiretos.

### **1.2.2.Específico**

Expor a base teórica acerca da construção dos conceitos tecnológicos aplicados no paradigma Indústria 4.0.

Demonstrar a flexibilidade do uso de técnicas e tecnologias ligadas a Indústria 4.0 em modelos distintos de negócios.

Apresentar estudos de casos que validem o aumento de eficiência de pequenas e médias empresas a partir da adoção dos preceitos da Indústria 4.0.

Detalhar as vantagens, assim como aplicabilidade no mercado regional das tecnologias computacionais.

## **1.3. JUSTIFICATIVA**

Verifica-se uma carência no mercado empresarial da região norte que não vêm sendo devidamente atendido pela falta de profissionais qualificados.

Desta forma torna-se necessário apresentar a capacidade da Indústria 4.0 como diferencial competitivo neste cenário empreendedor regional, entretanto, a qualidade de serviço em geral destoa de investimentos concisos sobretudo quando agregam inovação com tecnologias atuais que demandam conhecimento especializado.

O engenheiro de computação como o responsável técnico e tecnológico deste ambiente, com a habilidade de adaptar, dimensionar e implementar as mais variadas soluções para a realidade do mercado local em grande maioria formado por pequenas e médias empresas, Tais empresas, em geral, não se veem em consumidora de tecnologias de ponta inicialmente devido aos custos que acreditam envolver.

Sendo assim, o presente trabalho procura esclarecer as capacidades de aplicação das tecnologias de automação que não se devem limitar a grandes empresas, visto que sua utilização implica em diversos ganhos ao longo de todo processo, independente do segmento ou porte da empresa.

Este trabalho se justifica como um norteador das possibilidades do profissional de engenharia da computação que a partir do conhecimento das tecnologias de automação atuais tem a competência para concatená-las a pequenas e médias empresas da região, que buscam qualidade, flexibilidade e escalabilidade com investimento compatíveis.

## 1.4. METODOLOGIA

No presente trabalho a metodologia utilizada foi construída a partir dos estudos bibliográficos. Artigos estrangeiros de referência para realização de análises de casos de uso em pequenas e médias empresas foram usados a fim de demonstrar viabilidade das propostas apresentadas.

Dessa forma complementar foi realizado entrevista com gerente de uma pequena empresa da região e levado em conta tanto o caráter econômico quanto o tecnológico que o empreendimento já possuía, permitindo a este empreendimento ter uma solução tecnológica alinhada aos conceitos da indústria 4.0 a partir de uma proposta apresentada.

Finalmente foram aplicados os conhecimentos adequados com este trabalho, objetivando repasse e formação no assunto e das possibilidades a partir deste,

## 1.5. DIVISÃO DO TRABALHO

O trabalho estará dividido em cinco capítulos, o primeiro capítulo dedicado a explicar o conceito de indústria 4.0, assim como seu histórico e quais conceitos tecnológicos fazem parte do mesmo além das medidas que os governos do Brasil e da Alemanha estão tomando. O segundo capítulo foca em situar como se distribui as pequenas e médias empresas no Brasil e em quais setores são atuantes bem como seu impacto na economia nacional. O terceiro capítulo faz referência a arquitetura padrão que está sendo desenvolvida e aplicada como modelo claro e objetivo de como implementar a Indústria 4.0 em empresas de qualquer porte, ficando o quarto capítulo a análise de sete empresas de pequeno e médio porte de diversos setores, a fim de exemplificar a aplicabilidade dos conceitos tecnológicos nestas empresas e sobretudo, por fim, a experiência do autor ao ministrar minicurso sobre o assunto.

## 2. INDÚSTRIA 4.0

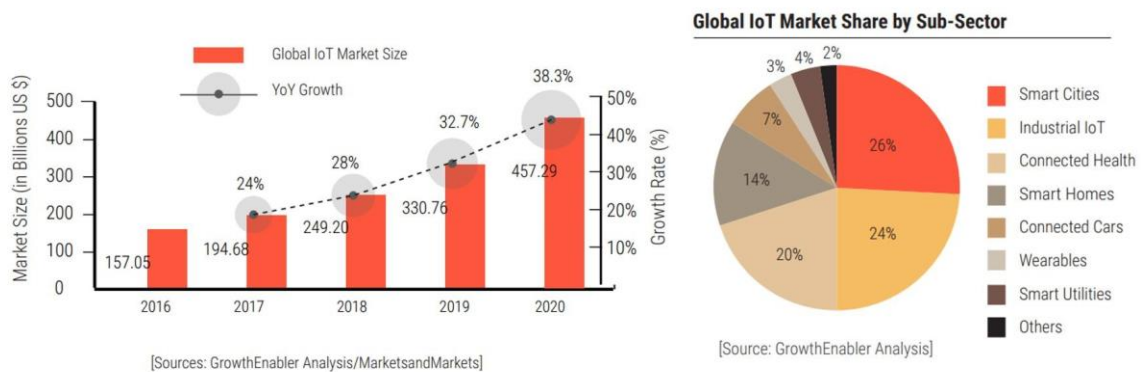
O termo Indústria 4.0 cresceu nos últimos anos, tomando-se de grande destaque como o próximo passo na evolução industrial, transformando o que se tem hoje estabelecido como modelo da indústria proposta, e deixando de ser baseada em quantidade, robustez. Para se tornar algo intrinsecamente ligado ao valor agregado do produto, através de princípios como instrumentalização, interconectividade, inclusividade e inteligência.

Esta Revolução se tornou possível devido aos últimos avanços nas áreas de tecnologia informacional e comunicação. Isto levou a cultura de conectividade 24x7, em outras palavras, dispositivos sempre conectados a internet, gerando dados e informações em grande escala.

De acordo com a International Data Group (IDC) em 2013 o total de dados gerados era de aproximadamente 4.4 zettabyte, com a perspectiva de um crescimento para 44 zettabytes até 2020. Atualmente são gerados 2.5 exabytes de dados por dia, o que levou a criação da tecnologia conhecida nos dias de hoje como Big Data, uma das tecnologias que são pilares da Indústria 4.0.(MIKAL KHOSO, 2016)

Um dos fatores levados em consideração nesta pesquisa foi o crescimento acerca da tecnologia sobre internet das coisas(IdC, ou em sua single em ingles IOT, internet fo Things), outra tecnologia essencial para Indústria 4.0. IOT trata de diversos tipos de dispositivos constantemente conectados a Internet. Estas tecnologias formam um segmento sólido no mercado internacional, pois é vista, em estimativas na faixa de bilhões de dólares, segundo estudos a seguir realizado pela Growth Enabler(MARKET PULSE REPORT, INTERNET OF THINGS (IOT), 2017) e apresentados a seguir na figura 1.

. Figura 1 - Gráfico de Análise de Mercado da Growth Enabler



. Fonte:(MARKET PULSE REPORT, INTERNET OF THINGS (IOT), 2017)

O gráfico mostrado na figura 1 retrata duas informações importantes. Primeiramente o crescimento do mercado acerca da tecnologia IOT nos últimos anos, assim como expectativas para os próximos dois anos, e os nichos das aplicações com maiores investimentos. São os referidos nichos: Cidades inteligentes, IOT industrial, Saúde Conectada, Casas inteligentes, tecnologias vestíveis, utensílios inteligentes dentre outros.

Estimativas que alcançam o valor de trilhões de dólares de investimentos são expostos na figura 2 a seguir.

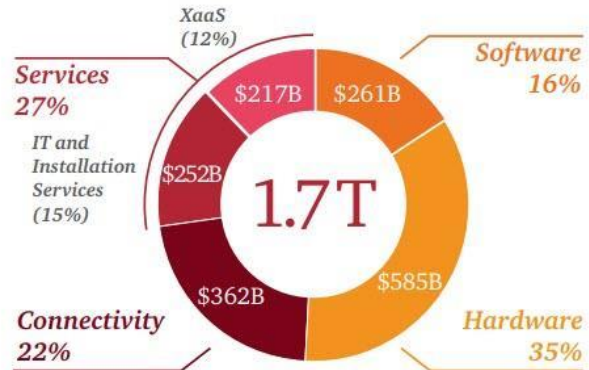
Figura 2 - Gráfico de Análise de futuro investimento em IOT da IDC

Figure 1: Forecasted worldwide IoT revenue by technology element in 2020

### Investment in IoT solutions: An exponential growth path

According to current projections:

- A cumulative total of US\$6 trillion will be spent on IoT solutions between 2015 and 2020.
- IoT investments by businesses will grow from US\$215 billion in 2015 to US\$832 billion in 2020, while consumer spending on IoT solutions will rise from US\$72 billion to US\$236 billion.
- According to IDC, the IoT marketplace will be worth US\$1.7 trillion in 2020, with the biggest portion being hardware, followed by services, connectivity and software.



Sources: "IDC's Worldwide Internet of Things Taxonomy, 2015," IDC, May 2015;  
 "Worldwide Internet of Things Forecast, 2015 – 2020," IDC, May 2015.

Fonte:(LEVERAGING THE UPCOMING DISRUPTIONS FROM AI AND IOT, 2017)

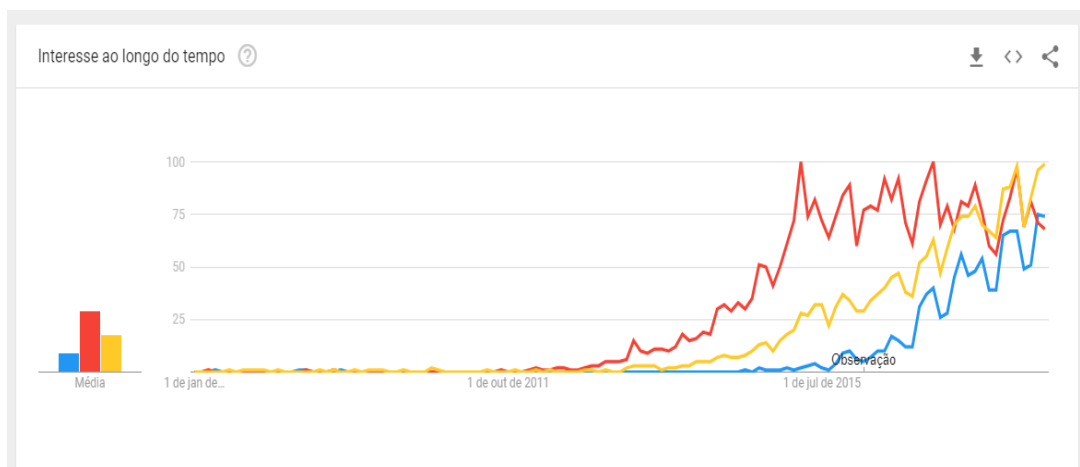
Segundo o gráfico mostrado na figura 2 da companhia de auditoria PricewaterhouseCoopers(LEVERAGING THE UPCOMING DISRUPTIONS FROM AI AND IOT, 2017) com base nas pesquisas realizadas pela IDC, estima o mercado de investimento da tecnologia IOT em um trilhão e setecentos bilhões de dólares distribuídos entre conectividade, hardware, software e serviços agregados como XaaS e TI.

A XaaS é um conceito que unifica de diversas soluções em nuvem que estão sendo distribuídas atualmente como PaaS (plataforma como Serviço), SaaS(Software como Serviço) e IaaS(Infraestrutura como Serviço), este tipo de serviço ajuda as PMEs, pois permite essas empresas concorrerem em nível de qualidade com empresas de maior capital, pois torna acessível toda uma estrutura informacional agregada que anteriormente era limitada as grandes empresas.

A IOT não é considerada mais algo distante. Tal como os celulares no início do milênio, sua adesão vem rapidamente ocorrendo em todos os meios, pois a cada ano os mais diversos produtos que a utilizam vem se popularizando, esta e outras tecnologias serão trabalhadas adiante no tópico 2.4. Sobre os conceitos tecnológicos.

No gráfico da figura 3 a seguir, sobre as pesquisas realizadas na plataforma de buscas Google nos últimos 10 anos, demonstra-se o crescimento das buscas realizado com o termo Indústria 4.0, sendo a linha em vermelho as pesquisas em alemão, amarelo as pesquisas em inglês e azul as pesquisas em português. (GOOGLE, 2018).

Figura 3 - Gráfico de Buscas



Fonte:(GOOGLE,2018)

É visível a diferença entre as procuras nos três idiomas, ao que se percebendo o termo em inglês um caráter mais global e que vem se equiparando com o termo em alemão, (sendo as medidas alemãs adotadas tomadas como referências para as demais iniciativas devido a sua antecipação nesta tendência). Não distante disso, o termo nacional vem tomando força em conjunto com a tendência mundial de aplicar esse conjunto de tecnologias.

Neste cenário a Indústria 4.0 pode ser conceituada como a integração física e virtual dos sistemas de produção através de dispositivos inteligentes, com o ser humano, gerando, distribuindo e interpretando os dados envolvidos da produção, venda, manutenção, reciclagem e consumo.

## 2.1. HISTÓRICO

Ao discorrer dos estudos se mostrou valioso apontar as revoluções anteriores e como se desenvolver. Desta forma, será possível criar um paralelo único para interpretar esta nova revolução industrial e quais seus principais pontos, tornando claro suas diferenças das demais revoluções.

### 2.1.1. A Primeira Revolução Industrial

A primeira revolução industrial deve a introdução de equipamento mecânicos movidos a vapor na linha de produção. Tal fato causou um aumento significativo na produção, até então feita de forma artesanal esparsa e sem padrão (DEANE, 1979). Essa revolução foi bem caracterizada na Inglaterra.

### **2.1.2. A Segunda Revolução Industrial**

Com o advento da tecnologia de produção em massa alcançado através dos modelos de produção Taylorista e Fordista, essa revolução foi marcada pelo surgimento de tecnologias como a linha de produção, a especialização da mão de obra e os avanços nos estudos dos materiais, como a criação das ligas de aço. Isto gerou uma profunda mudança na maneira de se consumir.(BOTTHOF,2015)

Esta situação causou um barateamento de diversos produtos como roupas, automóveis, consumíveis em geral, e permitiu o consumo diversos produtos que até então eram considerados artigos de luxo.

### **2.1.3. A Terceira Revolução Industrial**

Esta é a presente etapa da maior parte do mercado industrial, se estruturando ao redor de máquinas com capacidade de realizar suas atividades de maneira automática seguindo padrões pré estabelecidos observando sensores locais.

Com o uso de programadores lógicos programáveis, conhecidos como CLP , o primeiro modelo registrado vem de 1969 o modelo Modico 84. Este modelo um impacto direto nas linhas de produção do modelo anterior, pois dava uma capacidade auto-reguladora e maior versatilidade na aplicabilidade para a linha de produção.(GROOVER,2010)

Tal fato causou um crescimento na qualidade da produção e uma diminuição dos custos, pois reduziu a necessidade de mão de obra pouco qualificada nas linhas de produção, Dessas novas máquinas foram capazes de substituir o ser humano em atividades repetitivas, sendo assim seria necessário uma mão de obra mais qualificada para gerenciar e supervisionar essas novas máquinas.

### **2.1.4. A Quarta Revolução Industrial**

A quarta revolução industrial é um paradigma que foi desenvolvido a partir de conceitos que apontam o uso das tecnologias da computação na indústria, trazendo inteligência, equipamentos de informação obtidas a partir de análise de dados, meios cyber-físicos além de outro termos que serão explorados a seguir neste capítulo.

A denominação do termo surgiu pela primeira vez no relatório técnico, *Umsetzungsempfehlungen für das zukunftsprojekt industrie 4.0*, e seu principal objetivo é aumentar a eficiência e reduzir os custos aliando tecnologias inovadoras em processos e

procedimentos antes realizados de forma convencional, como exposto no capítulo introdutório.

## 2.2. ATIVIDADES GOVERNAMENTAIS

Neste tópico serão retratados dois governos assim como suas medidas acerca da Indústria 4.0, sendo os seguintes países: Alemanha, incluída devido seus grandes avanços nessa área e considerada a pioneira por diversos documentos internacionais e o Brasil que não se mostra uma grande referência no setor industrial, mas vale análise das necessidade, por retratar a nossa sociedade, assim como as políticas e iniciativas que estão sendo tomadas para diminuir esta diferença de industrial tecnológica em relação aos demais países.

### 2.2.1. Alemanha

Os planos de implementação da Indústria 4.0 para o governo alemão são anteriores aos anos de 2012, mas em outubro de 2012 foi publicado o *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*, em tradução autoral, “Recomendações para o futuro Plano Indústria 4.0”, este documento foi elaborado por diversos pesquisadores e empresas, como para aumentar a competitividade da indústria, que perdia espaço para países de sudeste asiático como Índia e China.(KAGERMANN, WAHLSTER, HELBIG, 2013).

Segundo o Ministério Federal da Economia e Energia da Alemanha, “A base técnica para a quarta revolução industrial é a inteligência nos sistemas de redes digitais que permitem a produção em grande escala auto-organizada: pessoas, máquinas, plantas, logística e produtos comunicando e cooperando diretamente com a Indústria 4.0. Os processos de produção e logística entre empresas no mesmo processo de produção estão inteligentemente interligados para tornar a produção ainda mais eficiente e flexível.” (PLATTFORM INDUSTRIE 4.0, 2017).

Nas palavras do Prof. Dr. Henning Kagermann, “O *INDUSTRIE 4.0* é a iniciativa estratégica alemã para assumir um papel pioneiro na TI industrial, que atualmente está revolucionando o setor de engenharia de manufatura. A estratégia da *INDUSTRIE 4.0* permitirá à Alemanha manter uma economia globalmente competitiva e de alto salário. Assim, os sistemas ciber-físicos (CPS) melhoram a produtividade e a eficiência dos recursos e permitem modelos mais flexíveis de organização do trabalho. As empresas que usam o CPS terão uma clara vantagem quando se trata de recrutar os melhores funcionários, pois eles

podem oferecer um melhor equilíbrio entre vida profissional e pessoal. A Alemanha tem o potencial de desenvolver sua posição como fornecedor líder e se tornar o principal mercado para as soluções INDUSTRIE 4.0 - fortalecendo assim a economia alemã, intensificando a cooperação internacional e criando novos mercados baseados na Internet.” (INDUSTRIE 4.0,2014).

Isso iria criar diversas cadeias de valor inteligentes e integradas que também abrangem todas as fases do ciclo de vida do produto, partindo da concepção de um produto até o desenvolvimento, fabricação, uso e manutenção, até a reciclagem. com isso, os desejos dos clientes desde a idéia do produto até a reciclagem, incluindo os serviços associados, podem ser considerados. É por isso que as empresas podem produzir mais facilmente produtos feitos sob medida de acordo com os requisitos individuais do cliente. A produção individual e a manutenção dos produtos podem se tornar o novo padrão industrial.

### **2.2.2. Brasil**

De acordo com o Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços Nacional, conceitua como “A Indústria 4.0 aquela que incorpora novas tecnologias à indústria tradicional, conectando nossos parques fabris às nuvens e a sistemas sensoriais virtuais-físicos”. Neste contexto foi criando um Grupo de Trabalho da Indústria 4.0 conhecido pela sigla GTI 4.0 instaurada em julho em 2017 para incentivar e financiar algumas iniciativas sobre esse enfoque assim foram criados “Testbelts”, fazendo referência ao modelo americano de distribuição funcional de seu setor de produção.(LIMA,2017)

Até o presente momento nenhuma outra ação efetiva foi encontrada durante pesquisa bibliográfica para inserção no desenvolvimento deste trabalho de curso.

## **2.3. ANÁLISE**

A partir dos avanços tecnológicos se tornou-se possível a evolução na computação, que possibilitou o uso de máquinas cada vez mais inteligentes e com uma capacidade de coleta de dados, Desta forma, tecnologias como IOT, Big Data e IA aportaram na direção de sistemas capazes de interagir com o ser humano criando novos modelos de negócios e oportunidades.

Como foi dito por Prof. Dr. Henning Kagermann o projeto Indústria 4.0 aborda uma mudança tecnológica evolutiva da convergência de diversas tecnologias de informação e computação com os processos industriais clássicos, para a criação de Sistemas Ciber

Físicos(CPS). Ou seja, objetos do cotidiano tornam-se inteligentes, através de programas e sensores com capacidade de comunicação, permitindo a capacidade da troca de informação de forma independente, esta relação é hoje conhecida como M2M (machine to machine) facilitando a implementação de processos, melhorando o uso de material, aumentando o controle e gerenciamento do ciclo de vida de produtos e serviços (KAGERMANN, WAHLSTER, HELBIG, 2013).

O projeto inicial sobre recomendações a respeito da implementação da Indústria 4.0 foi apresentado inicialmente em 2012, por uma grupo formado pelos Professores e doutores da Deutsche akademie der Technikwissenschaften (National Academy of Science and Engineering) juntamente com diversas Universidades e empresas como, Robert-Bosch GmbH, Bayerische Motoren Werke, Hewlett-Packard GmbH entre outras. Este grupo reuniu-se para realizar um amplo plano de modernização no setor industrial baseado em novas tecnologias que surgiram nos últimos anos e para garantir a liderança da indústria alemã nos próximos anos.

## 2.4. CONCEITOS TECNOLÓGICOS

A seguir serão tratados os conceitos tecnológicos que viabilizam a Indústria 4.0. Estas quatro conceitos de caráter disruptivo mudaram a forma de lidar com o mundo nos últimos anos, criando uma gama de possibilidades e redefinindo modelos e processos que até então acreditavam ser bem definidos e delimitados.

Com o avanço da computação e sua integração com a vida cotidiana, hoje já se vê como indissociável a tecnologia do dia a dia, desempenhando tanto um papel ímpar na comunicação, como no acesso à informação e facilitando profissões e aproximando pessoas. Desta forma, a indústria que já foi considerada um setor de ponta foi perdendo espaço, para agilidade do desenvolvimento computacional orientado à empresas e consumidores finais.

Neste sentido a Indústria 4.0 vem alinhar as tecnologias computacionais com o ambiente industrial, mas não se limitando ao chamada chão de fábrica e sim toda a cadeia produtiva, como já foi explicado. Sendo assim, seguem as explicações sobre estes conceitos e como se desenvolvem dentro da Indústria 4.0.

### 2.4.1. Big Data

Este conceito, foi criada para lidar com a grande quantidade de informações que estão sendo gerados por segundo, como já foi dito anteriormente cerca de 2.5 exabytes

estão sendo gerados diariamente nas mais variadas fontes através da internet. O propósito do BIg Data é processar esses dados a fim de gerar informações a partir de dados desestruturados.

Hoje este conceito ampliou diversos modelos de negócios, como pesquisas, consultas, serviços entre outros. A capacidade de interpretar essas grandes quantidades de dados tornou possível perceber movimentos sociais como impactos de campanhas de marketing, aceitação de mercado, procura de serviço e produtos, tornando tais informações em variáveis quantificadas muito precisas.

Isto ocorre devido a tecnologia não se limita a grupos de estudo formado por algumas centenas de pessoas e sim dezenas de milhares de pessoas distribuídas na rede, opinando por diversos canais e plataformas, Isso também criou o mercado de dados, em outras palavras, as fontes de consulta podem vender as informações adquiridas de seus usuários, gerando renda a partir dessas informações, através da própria disponibilidade dos dados ou de publicidade direcionada para grupos específicos de pessoas, isso pode ser visto através de empresas como Facebook e Google.

Entretanto, estas tecnologias não se limitam apenas a esse fim, A capacidade de lidar com grande volume de dados permitiu o processamento de fontes distribuídas, como será explicado adiante no tópico 2.6, vindos das diversos tipos de dispositivos conectados o que ficaram conhecido como Internet of Things.

As tecnologias desenvolvidas para processar essas quantidades de dados, permitiu diversos avanços na área científica, pois a capacidade de lidar com grandes modelos tanto matemáticos como alfabéticos, permitiu o processamento mais eficiente de modelos físicos, cadeias genéticas, análises de genoma, decomposições químicas entre outros processos que anteriormente se mostravam extremamente trabalhosos.

### **2.4.2. Internet of Things**

Internet of Things é um conceito tecnológico desenvolvida com o fim de conectar os mais diversos objetos do dia a dia a internet, gerando dados e possibilitando serviços, ajudando no cotidiano e criando comodidade, atualmente a IOT passa por um processo de adesão não muito diferente do processo sofrido pelo telefones móveis a algumas décadas, uma vez que tratam-se de computadores com a vantagem de mobilidade.

Com o constante e rápido desenvolvimento da eletrônica voltada para dispositivos de telefonia móvel aperfeiçoaram as tecnologias de miniaturização e comunicação, gerando dispositivos cada vez mais capazes, isso possibilitou o uso dessa mesma tecnologia em outros

objetos do dia a dia, como por exemplo em televisores, relógios e até geladeiras, como cenário atual.

As vantagens que esta tecnologia trouxe foram diversas, todas alinhadas com o ganho de produtividade gerando conforto ao usuário, Sua implementação no ambiente empresarial e industrial vem sendo feito aos poucos, construído ainda para uso local e específico, como rastreamento de produtos, acompanhamento de processos, segurança do usuário e sistemas de controle em tempo real.

### **2.4.3. Inteligência Artificial**

Devido a grande variedade de aplicações da inteligência artificial o presente trabalho irá se ater às áreas que mais se aproximam das aplicações de Indústria 4.0 afim de não se delongar em aspectos que não irão agregar as propostas de tecnologias já demonstradas.

Neste ponto a Inteligência Artificial permitiu uma nova maneira de lidar com volume de informação, Para a Indústria 4.0, o papel da Inteligência Artificial se sobressai em dois tópicos distintos e relacionados, Machine Learning e Identificação de Padrões.

Machine Learning pode ser conceituado como um estudo computacional de algoritmos para máquinas aprenderem coisas. Isto é através de técnicas, estudo e ferramentas computacionais é possível criar algoritmos que permitem máquinas aprender as tarefas que forem designadas.

A identificação de padrões pode ser resumido como um acúmulo de técnicas e algoritmos utilizados para identificação e predição do ambiente externo com base em modelos matemáticos determináveis e replicáveis. Sendo pelas palavras de Christopher M. Bishop, tem uma longa história de sucesso. Tendo sua origem na engenharia e vem crescendo nos últimos anos. (BISHOP,2006).

Sendo assim, dispositivos capazes de aprender através de padrões encontrados no sistema já existentes vem permitindo sua análise e melhoria constante de maneira automática. Isto impacta em áreas como a manutenção, pois permite a antecipação de manutenções e previsões de defeitos em dispositivos. Através disso os ganhos em controle são consideráveis, possibilitando a redução de gastos e aumento dos tempos de produção.

Não deixando de lado os diversos impacto e ganhou gerados pela identificação de padrões de tendências de mercado e consumo que não serão listados, a fim de não fugir do tema proposto do trabalho

#### **2.4.4. Meio cyber-físico**

Dos quatro conceitos expostos é o mais recente, o Meio Cyber-Físico se caracteriza como a integração do meio virtual e com o meio físico, sendo considerado o próximo passo da evolução dos sistemas embarcados, Segundo Estudo GTAI. através dessa tecnologia é permitido a integração da internet das coisas com a internet dos serviços, removendo assim as barreiras entre os processos virtual e os físicos.(**INDUSTRIE 4.0,2014**).

Algumas tecnologias que tocam esse conceito são os de realidade virtual e realidade aumentada e visão computacional, que hoje já podem ser consumidas através dos smartphones e vem sendo exibida nas diversas feiras de tecnologias dos últimos anos como a CES(The International Consumer Electronics Show), IFA( Internationale Funkausstellung Berlin), CEBIT(Centrum für Büroautomation, Informationstechnologie und Telekommunikation), Computex taipei, MWC(Mobile World Conference), já demonstram elas aplicadas a oculos, capacetes e alguns visores voltados para os ambientes industriais., que através de diversos algoritmos um sistema é capaz de interagir com o ambiente a sua volta apenas com a visão, conseguindo interpretar situações, com a capacidade de até identificar problemas antes que o usuários.(LEE,2008)

Com isso traz diversas possíveis vantagens ao processo produtivo, pois diminui o tempo treinamento de novos funcionários nas linhas de produção, assim como reduz os riscos de acidentes e melhora a comunicação e o entendimento das pessoas ao longo do processo, pois as mesmas, são capazes de ver em que ponto estão na produção e qual é a etapa seguinte, permitindo também uma melhor padronização no processo.

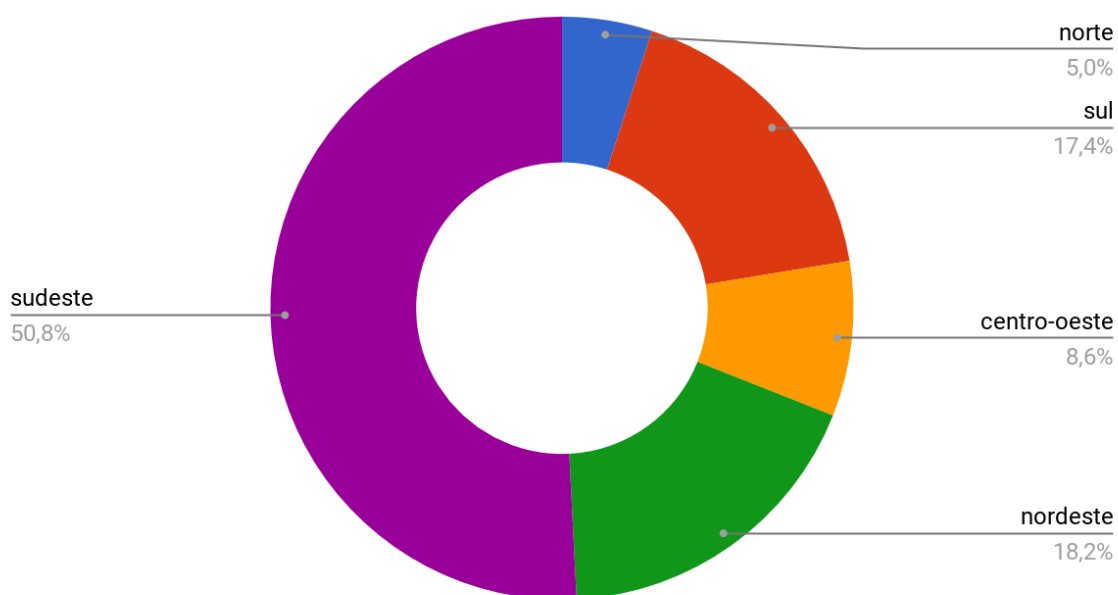
### **3. UMA BREVE ANÁLISE SOBRE OS PEQUENOS NEGÓCIOS NO BRASIL E SUA REPRESENTATIVIDADE NACIONAL E REGIONAL.**

Pequenos negócios são definidos como: “São empreendimentos com faturamento bruto anual de até R\$ 3,6 milhões que estão regularizados perante o poder público, por meio do Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas (CNPJ) ou por outros registros oficiais como DAP, NIRF, Inscrição estadual, ou a Carteira Nacional de Artesão ou de Trabalhador Manual.”(SEBRAE)

Até 31 de dezembro de 2017 no brasil existe 17.560.777, sendo estes negócios espalhados de forma irregular no território nacional, segundo o gráfico seguir.

Figura 4 - Gráfico Onde estão os pequenos negócios

### Onde estão os pequenos negócios?



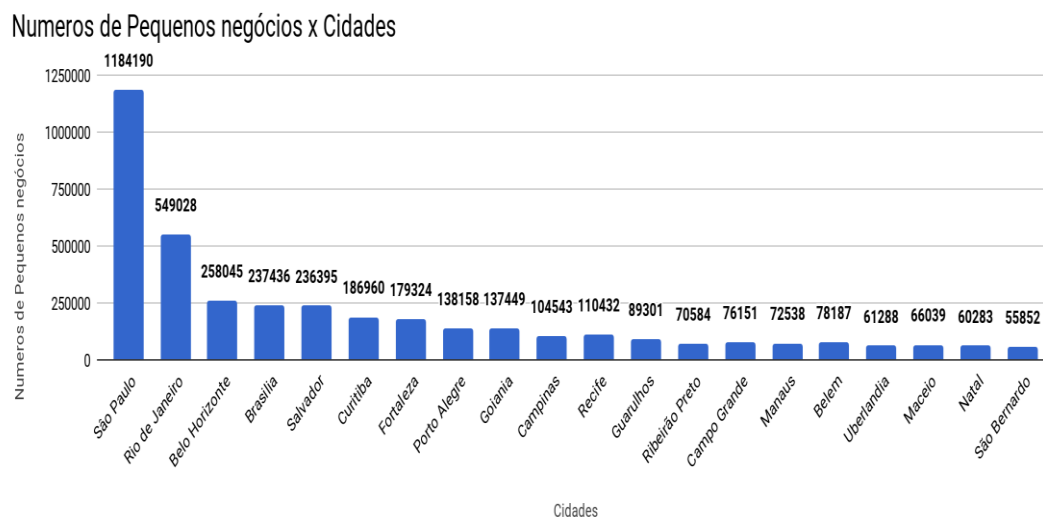
Fonte: (BRASIL,2018)

Pode se observar na figura 4 os valores relativos a participação de cada região, e notasse a maior participação da região sudestes do país que representa 50.8% do total enquanto a região norte representa apenas 5% deste valor e as regiões nordeste, sul e centro-oeste representam 18.2%, 17.4% e 8.6% respectivamente.

Esse gráfico demonstra a diferença na dinâmica empresária das regiões, visto que a região sudeste atualmente representa maior parte do PIB Brasileiro cerca de 55%, isso reflete na quantidade de empresas existente em seu mercado

Se por um lado essa diferença de participação deixa claro o desnível competitivo das região, por outro deixa claro a necessidade de uma mudança na postura das empresas locais para elevar sua capacidade de competir e expandir seu mercado. como pode ser visto no gráfico abaixo a cidade de Belém comporta cerca de 78.187 pequenos negócios dos mais diversos ramos.

Figura 5 - Gráfico número de pequenos negócios x cidades

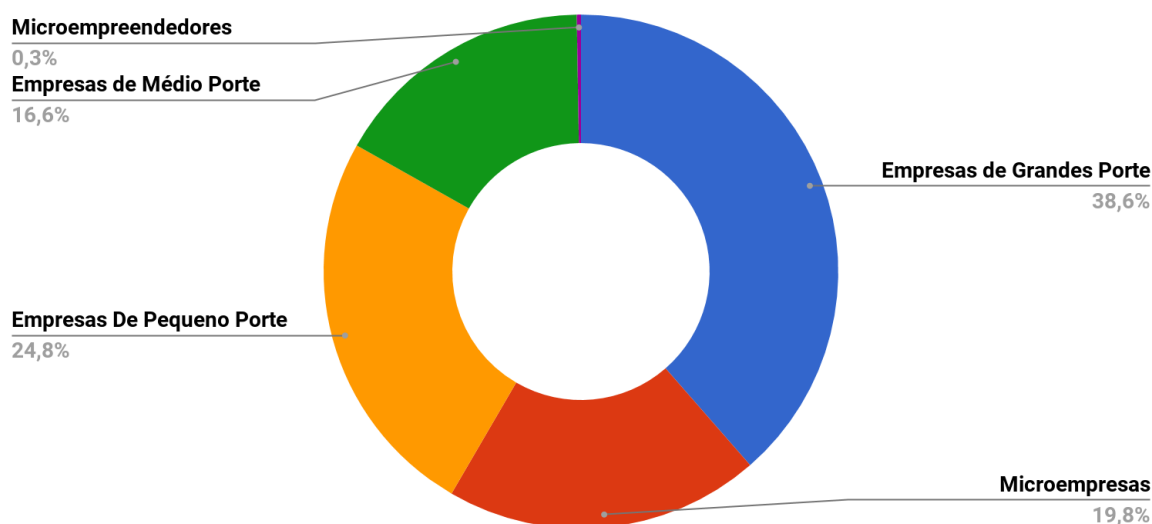


Fonte: (BRASIL,2018)

A cidade de Belém se encontra entre as 20 cidades com maior número de pequenos negócios conforme o gráfico exposto na figura 5, este dado pode ser interpretado como destaque, pois embora a região possua um número reduzido em comparação às demais regiões a cidade se destaca no cenário nacional, o que mostra a possível capacidade da região.

Mostra-se também que cerca de 33 milhões de pessoas são empregadas por estes pequenos negócios conforme o gráfico exposto na figura 6.

Figura 6 - Gráfico com número de pessoas contratadas por empresas no Brasil

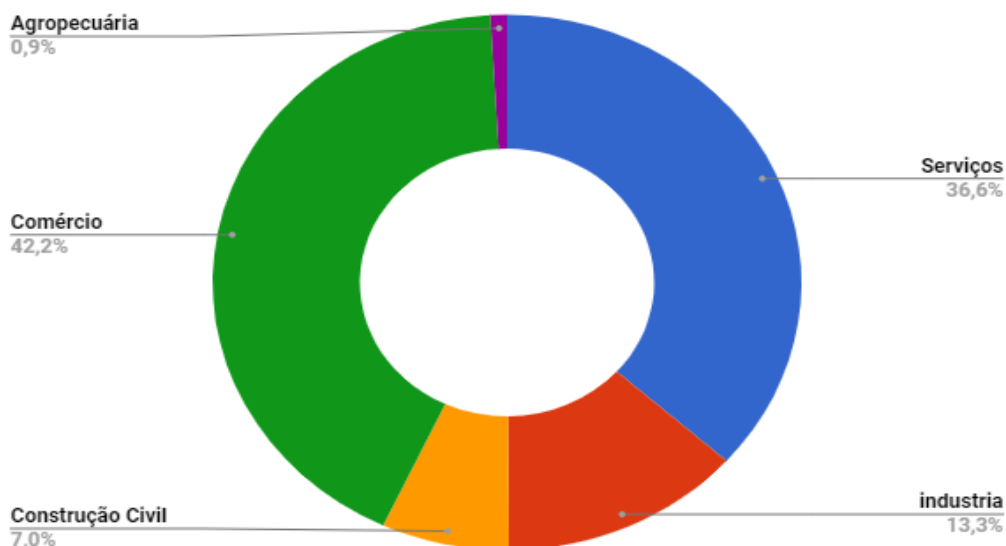


Fonte: (BRASIL,2018)

Isto representa cerca de 44,8% de todos os empregos formais no país, isto comprova a existência de um grande mercado que não está sendo atendido.

Os pequenos negócios estão concentrados em dois setores, o de serviços e o de comércio. Conforme mostra o gráfico a seguir da figura 7.

Figura 7 - Setores em que os pequenos negócios atuam



Fonte: (BRASIL,2018)

A partir desses dados é possível identificar tecnologias e padrões para estes dois setores que poderiam ser aplicados para melhorar seu desempenho e competitividade no mercado. Sendo assim um grande mercado para a atuação da engenharia de computação, voltada para projetos menores e mais ágeis que os comumente tratados na academia.

Hoje dependendo da iniciativa pessoal e expertise individual dos novos engenheiros aprenderem a lidar com este novo ambiente e saber lidar com suas peculiaridades

## ***4. REFERENCE ARCHITECTURAL MODEL FOR INDUSTRIE***

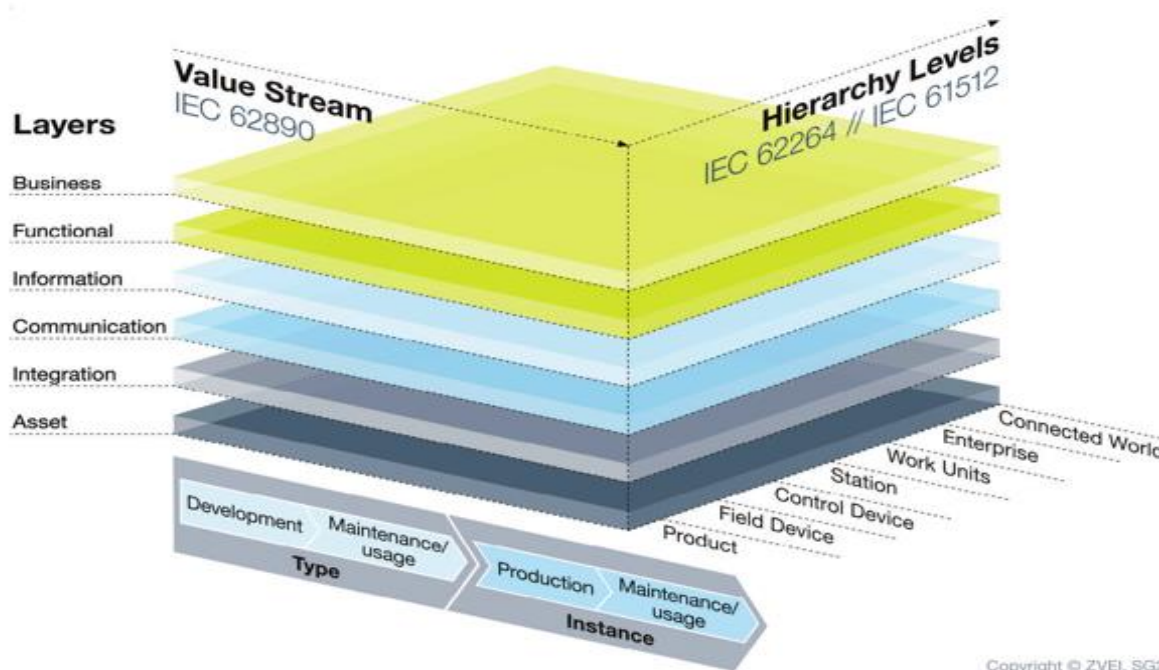
### **4.0**

Com a criação do paradigma da Indústria 4.0 e adoção das tecnologias de suporte houve a necessidade da criação de um modelo de referência.

O modelo de arquitetura referencial para indústria 4.0 foi criado em abril 2015 através da cooperação de diversas comissões técnicas de Indústria 4.0 e Espaço Ciber Físico da VDI/VDE(Verein Deutscher Ingenieure), ZVEI(Zentralverband Elektrotechnik und Elektronikindustrie) e da DKE(Deutsche Kommission Elektrotechnik) a partir do modelo SGAM com o intuito de facilitar a comunicação e desenvolvimento da indústria 4.0. O modelo é a combinação de três segmentos sendo eles: TI, ciclo de vida e fluxo de valor e os

níveis hierárquicos da produção industrial, todos estes elementos, na visão da Indústria 4.0 são orientados a serviço(HANKE,2015), como pode ser visto a seguir na imagem 8.

Figura 8 - RAMI 4.0



Fonte:(ADOLPHS, EPPLE,2015)

O mapa representativo do modelo de referência foi concebido com três eixos cada um dedicado a uma área específica e com interações com as demais. O primeiro eixo composto de seis camadas.

A primeira camada, Business assegura as funções no fluxo de valor, através desta camada é realizando um mapeando do modelo de negócios e com isso é possível ter uma visão geral dos processos, envolvendo tanto as condições Legais e Regulatórias, como os modelos de regras que o sistema deve seguir. Desta forma orquestrando os serviços da Layer Functional e conectando os mais diversos processos de negócios, entretanto não representa um sistema como ERP.

A segunda camada Functional é a representação formal das funções, funcionando analogamente ao sistema ERP e realizando a integração horizontal dos serviços. Este é um ambiente de execução e modelagem das aplicações e dos requisitos técnicos.

A terceira camada information é um ambiente de execução de pré-processamento de eventos, formalmente descrevendo as regras que serão seguidas e executando os eventos de acordo com estas. É também responsável por assegurar a integridade e consistência de todos

os dados das mais diversas fontes, recebendo através de sua estrutura os eventos e servindo de interface para os serviços das camadas mais altas.

A quarta camada *Communication* é destinada a padronização e uniformização dos formatos de dados, provendo os serviços para o controle da camada seguinte.

A quinta camada *Integration* proporciona a informação dos ativos, que podem ser componentes físicos como hardwares, documentos, software entre outras fontes de dados, assim como processos técnicos auxiliados por computadores, sendo ainda considerado nesta camada as interações humanas com os sistemas. Esta camada é responsável por representar virtualmente os eventos do mundo físico.

A sexta camada *Asset* representa a realidade e todos os recursos presentes. Nesta camada encontra-se o usuário, os documentos, peças, circuitos, ideias, diagramas e arquivos, tendo um papel passivo de conexão, dependendo assim da camada de integração, para o real aproveitamento.

Após a exposição das camadas que representam o primeiro eixo, seguem as caracterizações das camadas do segundo eixo.

O segundo eixo é formado pelo Ciclo de Vida e Fluxo de valor, o ciclo de vida é dividido em dois grupos maiores e cada um composto de duas etapas, iniciando pelo grupo *Type* que é composto pelas etapas *Development* e *maintenance/usage*. O segundo grupo é intitulado *Instance*, agregando as etapas *production* e *maintenance/usage*.

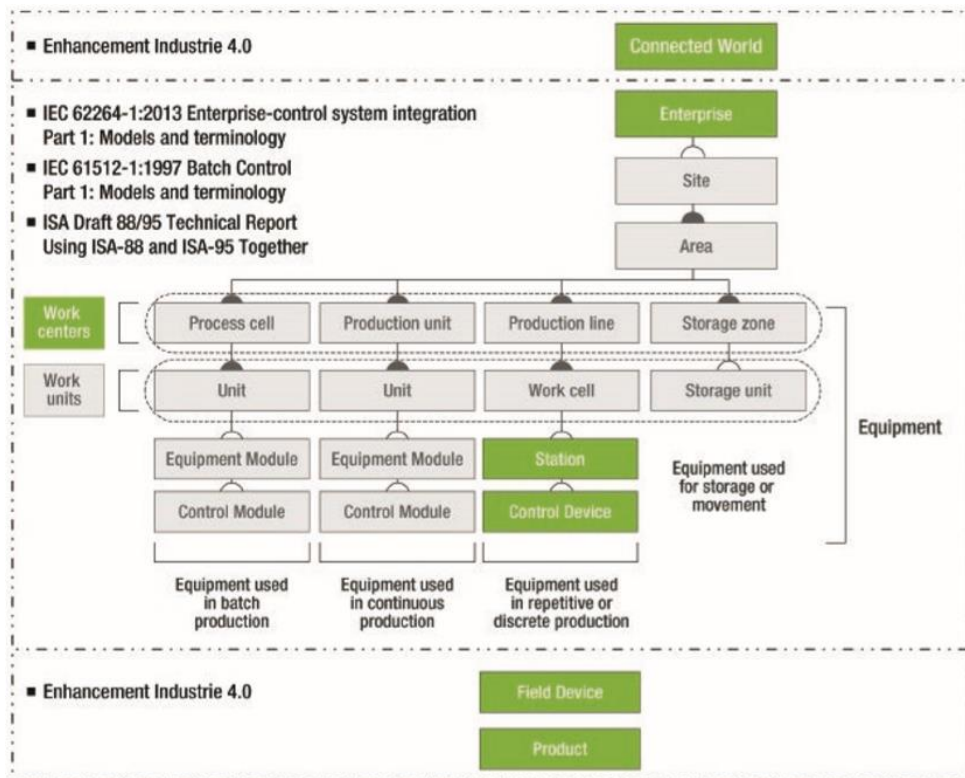
O grupo *Type* corresponde às etapas de desenvolvimento de um produto ou serviço desde a sua concepção até seu primeiro modelo de produção em série, envolvendo as etapas de testes, validações e design.

O grupo *Instance* é responsável por representar as etapas de fabricação, venda e entrega dos produtos e serviços, podendo através deste gerar feedbacks que levem a mudanças e melhoras no grupo *type* com base em seu desempenho.

O fluxo de valor é visto de maneira acessória ao ciclo de vida do produto e na indústria 4.0 têm um grande potencial através da conexão das funções existente no processo para a tomada de decisão.

O terceiro eixo representa o nível hierárquico, descrevendo uma classificação funcional a partir dos modelos presentes das normas de número 62264 e 61512 da *International Electrotechnical Commission* e na indústria 4.0, pode ser visto abaixo.

Figura 9 - Níveis Hierárquicos



Fonte:(ADOLPHS, EPPLE,2015)

A figura 9 representa as delimitações da visão de m indústria desde o produto, chão de fábrica, passando por todos os níveis hierárquicos até a responsabilidade que são atribuídas a partir da Indústria 4.0 a computação vem agregar essa estrutura ao longo de todas as etapas de forma diferentes e distintas a fim de atender as necessidades específicas de cada etapa, assim como construindo um ambiente em que essas etapas possam se comunicar com maior velocidade e flexibilidade(ADOLPHS, EPPLE, 2015).

## 5. CASOS DE USO E CENÁRIOS DA INDÚSTRIA 4.0 EM PEQUENAS E MÉDIAS EMPRESAS E CENÁRIO ACADÊMICO.

O conteúdo abaixo fora resumido e colocado como tabela em anexo para facilitar a leitura e comparação das propostas assim como de suas tecnologias

### 5.1. ANÁLISE E DIAGNOSE EM CASOS PESQUISADOS.

Os estudos de casos expostos a seguir foram obtidos a partir de pesquisa sobre casos de aplicação de ferramentas e conceitos da Indústria 4.0 em empresas de pequeno e médio

porte nos setores produtivos(ANDULKAR,LE,BERGER,2018). A partir da análise realizada foram identificados pelo autor deste trabalho de curso possíveis benefícios e otimizações, além de uma descritivo de etapas de implementação de soluções pelo autor.

Tratam-se de empresas no ramo de Processamento de Aço e Metal, Madeira e Móvel, Serviços, Manufatura e Manufatura em Plásticos. Como explorado a seguir

### **5.1.1. Empresa A: Processamento De Aço E Metal.**

A empresa A é ativa em aço e metal para construção e principalmente fabrica componentes para usinas de energia. É uma pequena empresa (<50 funcionários) e atende principalmente clientes na Alemanha.

A empresa tem máquinas de corte, bem como vários locais de soldagem, onde peças muito grandes são unidas. As estações de trabalho estão distribuídas atualmente dois salões de fabricação. Consequentemente, uma distribuição das estações de trabalho está prevista para o otimização das rotas de produção.

O planejamento de pedidos é atualmente executado usando Listas do Excel, uma vez que o sistema de gerenciamento de mercadorias existente não inclui o planejamento de produção. o planejamento é caracterizado por uma previsão curta, um variedade de variantes, bem como a integração do planta de galvanização externa.

Como as listas do Excel são mantidas por várias pessoas, é impossível garantir disponibilidade de dados atualizados. Existem várias áreas de armazenamento em produção. Para razões técnicas e econômicas, as peças são às vezes produzido além da demanda. Frequentemente estes devem ser pesquisado desde que nenhum local de armazenamento fixo foi definido.

Com o objetivo de marcar as peças acabadas, que ainda podem ser identificados mesmo após a instalação no cliente local, para apoiar as equipes de manutenção de outra empresa.

#### **5.1.1.1. Análise e Aplicabilidade**

Conforme foi exposto no item anterior a empresa tem um problema tanto no controle de seus produtos durante a fabricação como em seu ciclo de vida, devido a falta de uso de tecnologias mais modernas este fato causa uma lentidão na produção e perda na qualidade.

Observando os princípios descritos em capítulos anteriores é possível inicialmente implementar dois aspectos da indústria 4.0 nesta situação que geraria impactos imediatos nos problemas relatados seriam eles o CPS e Big Data.

A implementação do CPS pode se fazer de diversas maneiras, no presente caso foi analisado que uma possível implementação seria o uso de QR codes em seus produtos para permitir uma rastreabilidade por toda a produção. Após essa etapa a estruturação do processo de fabricação seria o próximo passo para implementar um controle mais preciso no ciclo de vida do produto.

O uso do Big Data estaria na adoção de um banco de dados que seria responsável pelo controle do planejamento de produção e armazenamento. Sua implementação poderia ser feita de duas formas distintas, a primeiro através da criação de uma estrutura de suporte com servidores dedicados com conexão de todos os dispositivos de gestão da fábrica.

A segunda opção seria a adoção de um Infraestrutura sobre demanda conhecido como IaaS ou uma plataforma sobre demanda PaaS, esta opção tem como vantagens a implementação mais rápida e custo menores, pois atualmente seu sistema de monetização e com base em tempo de uso, ambas soluções teriam os mesmo efeitos práticos na empresa, porém na implementação se diferencia. Que no primeiro caso seria a construção de um servidor local acompanhado de todas as configurações necessárias para essa infraestrutura, rede de comunicação e dispositivos individuais enquanto no segundo caso estaria ligado a configuração do serviço em nuvem e nos dispositivos individuais.

Com base no modelo RAMI 4.0 é possível enquadrar tais soluções nas camadas asset, integration, communication e information, assim nas etapas instance e segmentos product, field device, control device e station.

#### 5.1.1.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas

A implementação das tecnologias citadas irá depender do grau de expertise da equipe de TI da empresa, os benefícios que podem ser gerados são a padronização da produção e um controle efetivo do ciclo de vida de seus produtos, agregando assim qualidade a empresa.

As otimizações necessárias serão nos processos de controle utilizados pela empresa, primeiramente a troca da ferramenta excel por uma interface com o banco de dados, esta pode ser feita de diversas formas com diversos custos dependendo da necessidade que a empresa apresentar, mas aconselhasse a utilização de respostas *open-source* a fim de evitar *lockin*, situação em que a empresa “presa” em determinado serviço ou provedor.

As etapas que podem ser estabelecidas estão ligadas ao tempo de aprendizagem das equipes com estas novas tecnologias, os custos neste caso não geram barreiras ou limitações devida a grande variedade de soluções de baixo custo disponíveis no mercado que permitem tanto infraestrutura como banco de dados.

### **5.1.2. Empresa B: Madeira E Móvel**

A empresa é uma pequena empresa administrada pelo proprietário (<50 empregados) especializados na produção de molduras de qualidade feitas em madeira, plástico e alumínio de acordo com as necessidades do cliente. Visa um maior percentual de vendas através de vendas online na Alemanha.

A loja online é a principal canal de distribuição para atendimento ao cliente e 5% as vendas ainda são feitas manualmente. Os pedidos são geralmente aceitos eletronicamente (através da loja online e via e-mails). O processo de produção é realizado por meio de um livreto de que acompanha os produtos ao longo dos vários estações de trabalho.

A gama de produtos é caracterizada por um alto número de variantes (perfil, cor, tamanho, 6 tipos de vidro) um fato que torna o rastreamento digital do processos de produção mais difíceis. Uma ordem é processada pela primeira vez pelos funcionários da administração; sendo preparado o comprovante de manuseio do pedido com o prioridade apropriada. Na próxima etapa, a conta de material é criado, pelo qual, no caso de material requisitados, uma ordem de compra para barras, vidro, materiais auxiliares, etc. é acionado.

A produção ocorre após a entrada de mercadorias ou picking. O processo de fabricação compreende os seguintes estações de trabalho: corte, costura, completando, soldagem, embalagem e transporte. O número de pedidos varia em uma base diária. A empresa está procurando expandir o gama de produtos através de novos canais de vendas.

#### **5.1.2.1. Análise e Aplicabilidade**

A empresa descrita já possui uma infraestrutura capaz de implementar os elementos da indústria 4.0, isto é, aproveitando os processos já definidos na produção assim como sua infraestrutura de TI e capaz de implementar uma automação nos processos realizados pelos funcionários administrativos, a fim de diminuir o tempo de processamento de pedidos até a o produção ganhando agilidade e diminuindo o tempo ocioso.

Outro fator que pode ser utilizado é o Big Data ao longo de sua produção na forma de acompanhar seus pedidos correlacionando os perfis de seus clientes e outras informações como períodos do ano, localização geográfica, eventos entre outras coisas, e com isso é possível otimizar seu estoques para minimizar gastos, prevendo padrões de consumo com IA.

A partir dos conceitos de indústria 4.0 todas as soluções tornaria todo seu processo de vendas e produção mais enxuto, agilizando as entregas dos produtos, aumentando a qualidade do serviço, não distante disso a implementação dessas soluções traria maior controle

permitindo tomadas de decisões mais inteligentes pautadas em dados que hoje não estão sendo utilizados pela empresa.

A proposta se localiza na seguinte disposição no modelo RAMI 4.0, distribuído na camada integration, na etapa instance de maintence e nos segmentos station e enterprise.

#### 5.1.2.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas.

Diversos benefícios podem ser listados neste caso em específico devido sua estrutura já disponível e aproveitando os dados que são produzidos mais não são utilizados. como ganho em qualidade no produto, no processo e na experiência de seus clientes, tornando assim a empresas mais competitiva e ágil para responder mudanças no mercado, sem perder o controle de seu processo.

As possíveis trocas estão mais ligadas ao acompanhamento da produção, que como foi relatados é feitos através de um livreto, isto gera uma dificuldade na produção devido ao grande nível de variedade disponível pelo serviço de personalização oferecido. A troca por um sistema digital integrado ao da gestão administrativa é necessário para acelerar o processo de fabricação sem perder o seu padrão de qualidade.

As barreiras encontradas podem ser relacionadas ao custo da implementação de um sistema integrado na linha de produção, assim como expertise da equipe de TI existente em implementar as novas tecnologias listadas, também pode ser considerado uma barreira o tempo de treinamento das equipes de produção com o novo sistema.

### **5.1.3. Empresa C: Serviços**

A empresa é uma microempresa (<10 funcionários) no ramo de artesanato. essa empresa é especializada no fabricação e instalação de instalações de carregamento de veículos de acordo com as necessidades do cliente.

Os veículos são equipado com sistemas de prateleiras e armários de acordo com o desejado pelos clientes. As encomendas são feitas pessoalmente e os armários são projetados manualmente conforme necessário. o armários são fabricados manualmente com ferramentas por especialistas onde o software de planejamento é usado para gerar a lista de materiais. A instalação dos armários é feito manualmente no veículo.

#### 5.1.3.1. Análise e Aplicabilidade

Neste caso é aplicável a tecnologia de Big Data e CPS para poder primeiramente lidar com a grande diversidade de elementos customizados que são produzidos, através disso a

empresa poderá otimizar a produção de seus produtos em sua linha de produção, pois com ferramentas de indexação das peças, deixa mais claro o uso delas e em qual projeto elas fazem parte e em que momento elas devem ser utilizadas. assim como um maior controle de seu estoque.

A partir do uso da tecnologia CPS é possível monitorar individualmente o andamento da linha de produção através de qr codes, isso facilitaria o controle da produção e geraria informações sobre quais são as etapas que são mais demoradas ou ineficazes, podendo assim através de dados realizarem melhorias.

O uso do big data permite também o acompanhamento de seus clientes, aumenta a qualidade do serviço, pois através de indicadores de satisfação é possível fazer uma autoanálise de seu negócio e seus pontos mais sensíveis e quais pontos tem o maior impacto, assim como integrar seu diversos setores e gerando informações relacionais valiosas.

Conforme foi exposto a partir do modelo RAMI 4.0 a proposta se foca nas camadas asset e integration, assim como sendo distribuída pelas etapas type e instance, realizando se nos segmentos product, field device e control device.

#### 5.1.3.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas

Os benefícios que a implementação dessas tecnologias seriam inicialmente no padrão da empresas, pois através dos dados gerado é possível ter uma visão mais clara das etapas e processos que estão sendo feitos. isso traria mais tarde uma melhoria na qualidade tanto na produção quanto no acompanhamento do serviço e produto, agregando valor a empresa e reduzindo custos a médio e longo prazo.

As trocas estariam ligadas a mudança as rotinas seguidas na linha de produção e no setor de vendas, pois teriam que lidar com essas novas tecnologias e seria necessário uma instrução destes funcionários para interagirem corretamente. As barreiras se localizam na capacidade dos atuais funcionários de aprenderem o novo sistema.

#### **5.1.4. Empresa D: Manufatura**

A empresa é uma pequena empresa (<50 funcionários) e é especializada na fabricação de persianas com armadura de plástico e alumínio com proteção solar e contra insetos, este último sendo produzido sazonalmente. É fabricado exclusivamente de acordo com os requisitos dos cliente, atendendo clientes domésticos e clientes comerciais, que percebem entrega e instalação no cliente final. Os tanques são fabricados na empresa principal na qual a fabricação das persianas enroladas são montado.

Devido à produção orientada para o cliente, existe um alto número de variantes (em cor, dimensões, etc.) em quantidades variadas de pedidos. Em alguns casos, as mudanças são feitas pelo cliente após a produção começar. As encomendas são recebidas digitalmente e o processamento e rastreamento da encomenda é feito por um sistema ERP, mas o processo de fabricação usa cópias impressas para produção planos. Devido a várias variantes, muitas entradas diferentes materiais são necessários para atender os curtos prazos de entrega esperado pelo cliente.

#### 5.1.4.1. Análise e Aplicabilidade

Aproveitando os recursos já disponíveis pelo sistema ERP é possível agregar com maior facilidade o conceito de Big Data, pois a partir dos dados de acompanhamento dos pedidos gerados pelo sistema atual é possível fazer a conexão de outras áreas como estoque, logística e vendas criando espaço para o uso da Inteligência Artificial para análise de padrões a fim de melhorar os processos envolvidos e reduzir a quantidade de estoque de materiais ociosos.

Não distante disso é também aplicável o CPS, para realizar os acompanhamentos dos produtos e processos ao longo de toda sua vida útil, trazendo valor e facilitando futuras manutenções desta forma reduzindo custos. Assim como é possível aplicar o CPS a fim de reduzir a quantidade de material utilizado para realizar o acompanhamento da produção.

#### 5.1.4.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas

Os principais benefícios que poderiam ser apontados com o uso destes conceitos estão envolvidos na redução de gastos na produção, vindos do uso mais inteligente dos recursos já disponíveis, e no aumento da capacidade de se adaptar às demandas do mercado, pois através da análise dos perfis de seus consumidores é possível criar padrões de consumo que permitam à empresa antecipar as compras de materiais assim como reduzir quantidades desnecessárias de materiais.

As otimizações no processo ficariam a cargo da implementação da CPS em suas áreas de fabricação, aproveitando os processos já desenvolvidos e facilitando o controle da linha de produção, deixando mais transparente e inteligível o processo aos funcionários. A partir dessas aplicações iniciais pode abrir a possibilidade da implementação de dispositivos com tecnologia IOT para agregar ainda mais o controle e qualidade a empresa.

### **5.1.5. Empresa E: Manufatura Em Plásticos**

A empresa é uma pequena empresa (<50 funcionários) engajados na moagem de plásticos ligados por estiramento molduras em micro, pequenas e médias séries. Os principais clientes são fornecedores automotivos, fabricantes de embalagens para máquinas e fabricantes de produtos e dispositivos médicos, principalmente da Alemanha. As ordens são aceitos telefonicamente e por e-mail.

Após o pedido ter sido emitido pelo cliente, a ordem é planejada centralmente por meio do *Manufacturing Execution System* (MES) integrado no ERP, no entanto, o depósito é gerenciado via Excel. A utilização da capacidade atual e planejada das máquinas, bem como o status do pedido atual, pode ser chamado a qualquer momento através do MES. A confirmação das ordens são feitas através da aquisição de dados de produção terminais no departamento de produção.

Para a fabricação, a empresa tem vários Centros de fresagem CNC para usinagem de peças plásticas. Devido a natureza do material plástico, pode haver maior feed rate com desgaste da ferramenta significativamente menor em comparação com o trabalho de metal. No entanto, devido à ferramenta sofre mais alterações, outros componentes do sistema se desgastam significativamente mais rápido. Além disso, os tempos de processamento de os componentes são muito baixos, de modo que o tempo desempenha um papel central no processamento das ordens.

#### **5.1.5.1. Análise e Aplicabilidade**

A partir da Análise da estrutura disponível é possível aplicar todos os conceito tecnológicos presentes na Indústria 4.0, visto que a empresa dispõe de ferramentas e cultura de processo, bem definidos cabendo somente as devidas integrações. Pois a partir delas será possível utilizar a Ferramentas de Inteligência Artificial para prever padrões de desgastes das peças utilizadas na fabricação de acordo com os pedidos feitos.

Não deixando de lado a integração dos dados dos setores da empresas através das tecnologias de Big Data que permitiriam uma análise mais profunda e relacional da empresa, assim como o uso do CPS para facilitar o controle e a padronização de seus processos.

Desta forma seria possível utilizar ao máximo a infraestrutura já existente e implementar os dispositivos de IOT de forma integrada ao processo de fabricação trazendo ganho imediatos e claros no processo.

### 5.1.5.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas

Os benefícios possíveis são os mais diversos, pois afetam desde a simplificação da padronização de seus processos até a capacitação de tomadas de decisões estratégicas com base em dados reais e claros da empresa, permitindo assim investimento mais precisos e ganhos mais claros.

As otimizações estariam situadas na atualização do sistema de gerência do depósito para permitir a comunicação com o resto do sistema existente, assim como identificação individual dos produtos fabricados para um acompanhamento durante a vida útil de seu produtos.

As etapas poderia ser realizadas utilizando os níveis de comunicação já existentes na empresas e a partir da integração de dados existente no sistema ERP com o sistema MES com isso estariam aproveitando a capacidade de sua infraestrutura e construindo uma base sólida para implementação da Indústria 4.0

## 5.2. ANÁLISE E DIAGNOSE PARA PROPOSTA DE NEGÓCIO

Após discorrer sobre as propostas de soluções a partir de análises realizada em empresas cujo levantamento situacional foi obtido através de pesquisa acadêmica o autor deste trabalho de curso realizou visita em uma empresa local da área de bares e restaurantes, e uma empresa regional de abastecimento de água e esgoto, onde efetuou levantamento de requisitos e mapeamento situacional em campo.

A seguir foi identificado no primeiro caso o principal foco de preocupação do empresário no abastecimento, conforme relato da gerente do estabelecimento. E no segundo caso o principal foco de preocupação dos empresários era na qualidade de velocidade em um de seus processos. Assim foi produzindo propostas de âmbito comercial para ambos os casos - parte integrante do anexo A e C, Sobretudo ressaltar que as propostas anexadas foram aceitas e serão desenvolvidos a posteriori da apresentação desse trabalho de curso ao longo dos meses subsequentes.

A descrição das etapas desde o levantamento da situação até a identificação de benefícios e a apresentação da referida proposta, atestam a possibilidade real que a Indústria 4.0 oferece como nicho de mercado que surge para o Engenheiro da Computação atuar, como foi defendido desde o objetivo principal deste trabalho.

### **5.2.1. Empresa F: Bares e Restaurantes.**

A empresa F possui quatro unidades distribuídas em pontos distintos que trabalham no ramo de restaurantes e lanchonetes atendendo primeiramente o público universitário funcionando em três turnos.

Esta empresa apresentou problemas acerca do controle de ativos perecíveis nas unidades, pois estão além da capacidade de controle do atual sistema (colibri) que não se mostra capaz de lidar com a alta rotatividade desses ativos que diariamente são consumidos e repostos, gerando a necessidade da supervisão manual dos mesmo, acarretando em sobrecarga na gerência.

Assim como o controle carente na troca de produtos que não são registrados pelo sistema gerando uma inconsistência nas informações de estoque, dessa forma as equipe locais tem que reportar manualmente a gerencia essas ocorrências.

Os relatos dos funcionários acerca dessas situações eram feitos através de seus telefones pessoais para o telefone da gerência, por mensagem de texto, ao longo do dia isto causa um problema, devido a capacidade de abastecimento das unidades dependia da disponibilidade de seus fornecedores e como os pedidos de abastecimento são realizados manualmente ocasionava a falta de produtos nos pontos de atendimento nos turnos noturnos.

#### **5.2.1.1. Análise e aplicabilidade**

No presente caso é possível aplicar a Indústria 4.0 a partir da criação de formulários eletrônicos distribuídos eletronicamente ao funcionários de cada unidade, dando uma forma padrão de comunicação assim como através destes relatórios a gerência teria uma análise mais clara de quais pedidos teriam que ser realizados e quais fornecedores contatos a fim de manter o constante abastecimento das unidades.

Também se identificou a possibilidade de aplicar IA na presente empresa, a fim de através de seus registros de vendas criar padrões de consumo de sua clientela baseado nas atividades do seu entorno permitindo assim criar uma análise relacional que possibilita a redução na compra de produtos de baixa saída e aumento na compra de produtos focados em períodos, podendo assim obter preços diferenciados devido a quantidade.

#### **5.2.1.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas**

Os possíveis benefícios identificados estariam atrelados na diminuição do tempo necessário para realizar os reabastecimento assim como a possibilidade do aumento na vendas

a partir de seus históricos de vendas com isso agregando valor e qualidade na sua prestação de serviço e em seus produtos.

As otimizações indicadas estão na comunicação das unidades com a gerência a fim de reduzir o tempo necessário para o abastecimento das unidades, desta forma aumentando o controle e qualidade dos serviços dessas unidades.

As etapas necessárias seriam o Levantamento de Dados que seria necessário fazer um levantamento de todas as informações necessárias para realizar os pedidos de abastecimento, assim como sua discriminação de produtos e locais. após isso seria necessário elaborar os formulários com os dados que forem necessários, ao final sua disponibilização e instrução de uso aos funcionários das unidades.

## **5.2.2 Empresa G - Abastecimento de Água e Esgoto**

Foi relatado através de entrevista na empresa G uma dificuldades no processo de consolidação de contas envolvendo os setores comerciais que utiliza o programa GSAN e o setor financeiro que possui o programa CONSIST. Ocasionalmente uma inconsistência de dados da arrecadação do financeiro, devido a dificuldade de comunicação entre áreas e falta da integração dos sistemas, prejudicando a eficiência da empresa, gerando problemas fiscais e gastos extras.

### **5.2.2.1. Análise e aplicabilidade**

A partir da análise feita em campo foi identificado a possível aplicação de Big Data para melhorar o processo relatado, também foi elencado uma possível solução baseado em IA para gerar uma automação neste processo, não distante disso é possível realizar o CPS visto que após um mapeamento dos processos é possível fazer sua representação virtual aproveitando os sistemas já presentes, a presente empresa é passível da aplicação da indústria 4.0, inicialmente por estes pontos, entretanto observando demais processos que não foram citados durante as entrevistas é possível aplicar os demais conceitos.

### **5.2.2.2. Identificando possíveis benefícios, otimizações e etapas**

Os benefícios identificados estão ligados ao ganho de tempo e qualidade da informação resultante da aplicação destes conceitos tecnológicos em seu processo, fazendo assim uma otimização em seu processo e na maneira de lidar com informação.

Sendo sinalizado as seguintes etapas necessárias para implementação, o mapeamento do processo em questão, o levantamento de requisitos de segurança e técnicos para

implementação de Big Data, o treinamento da equipe de TI residente com a nova tecnologia e o treinamento dos operadores do processo modificado.

### 5.3. CENÁRIO ACADÊMICO

No cenário acadêmico, o autor deste trabalho recebeu uma proposta de ministrar minicurso com tecnologias da Indústria 4.0, uma vez que vem pesquisando o assunto nos últimos dois anos.

O curso seria então voltado para compor o cronograma do evento de tecnologia e realizado dentro de um centro Universitário do Norte do País, for apresentada a proposta de tema: Implementado Big Data: MongoDB, com o início do processo de inscrição, foi recebido a notícia deste ter sido o primeiro curso com inscrições esgotadas duas horas após a abertura. O fato comprova a atualidade do tema e, sobretudo a maturidade da comunidade acadêmica em perceber a aplicabilidade do paradigma Indústria 4.0.

A sequência do plano de aula, como um resumo dos slides com as práticas e conteúdos oferecidos aos alunos são parte integrante deste trabalho de curso e constam no anexo B.

## 6. CONCLUSÃO

Conforme foi demonstrado nos casos de uso, com base nos conceitos técnicos e na abordagem de referência utilizada pelo mercado, pode-se verificar sua aplicação no âmbito de pequenas e médias empresas, incluindo o caso no mercado regional e reiterando o que já fora exposto nos capítulos introdutórios.

Fora encontrada dificuldades acerca da escassez de referências na língua portuguesa, assim como a falta de maturidade do empresariado local sobre o tema o que dificulta a entrada e apresentação de propostas. A dificuldade de mostrar a Indústria 4.0 como disruptiva uma vez que o processo conhecido e habitual das empresas é confortável e cômodo uma vez que não oferece riscos. Embora com isso também se mostre vantajoso e inovador.

Como trabalhos futuros pretende-se coletar os resultados obtidos com a implementação das propostas para as empresas F e G e assim validar ou refutar o uso das tecnologias indicadas.

A quarta revolução industrial não se limita apenas aos parques de grandes fábricas, esta revolução pode e deve ser desenvolvida em toda a cadeia produtiva independente do porte do negócio, pois o maior capital necessário para sua realização é o intelectual, como comprovado nos centros urbanos de países desenvolvidos

## 7. REFERÊNCIA

ADOLPHS, Peter et al. **Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0)**. Berlin: Zvei – German Electrical And Electronic Manufacturers’ Association, 2015. Disponível em: <[https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Themen/Industrie\\_4.0/Das\\_Referenzarchitekturmodell\\_RAMI\\_4.0\\_und\\_die\\_Industrie\\_4.0-Komponente/pdf/5305\\_Publikation\\_GMA\\_Status\\_Report\\_ZVEI\\_Reference\\_Architecture\\_Model.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Themen/Industrie_4.0/Das_Referenzarchitekturmodell_RAMI_4.0_und_die_Industrie_4.0-Komponente/pdf/5305_Publikation_GMA_Status_Report_ZVEI_Reference_Architecture_Model.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2018.

ADOLPHS, Peter; EPPLE, Ulrich. **Referenzarchitekturmodell Industrie 4.0 (RAMI4.0)**. [s.l.]: Zentralverband Elektrotechnik- Und Elektronikindustrie, 2015. Disponível em: <[https://www.vdi.de/fileadmin/user\\_upload/VDI-GMA\\_Statusreport\\_Referenzarchitekturmodell-Industrie40.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/user_upload/VDI-GMA_Statusreport_Referenzarchitekturmodell-Industrie40.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2018.

ALEMANHA. Karsten Schweichhart. **Plattform Industrie 4.0. Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0)**. [s.l.]: Plattform Industrie 4.0, [201-]. Color.

ALEMANHA. Jens Gayko. Federal Ministry Of Economic Affairs And Energy Department Of Public Relations (Org.). **Alignment Report for Reference Architectural Model for Industrie 4.0/ Intelligent Manufacturing System Architecture: Sino-German Industrie 4.0/Intelligent Manufacturing Standardisation Sub-Working Group**. Frankfurt: Federal Ministry Of Economic Affairs And Energy Department Of Public Relations, 2018. Disponível em: <<https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/hm-2018-manufacturing.html>>. Acesso em: 14 maio 2018.

ANDULKAR, Mayur; LE, Duc Tho; BERGER, Ulrich. A multi-case study on Industry 4.0 for SME’s in Brandenburg, Germany. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 51., 2018, Hawaii. **51st Hawaii International Conference on System Sciences**. Hawaii: Hicss, 2018. p. 4544 - 4553. Disponível em: <<http://engagement.hicss.org:81/papers/0576/paper0576.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE AUTOMAÇÃO (Brasil). **Diagnóstico da Automação no Brasil**. [s.l.]: Diagnóstico da Automação no Brasil, 2017. Color. Disponível em: <[https://www.gs1br.org/educacao-e-pratica/MateriaisTecnicos/Diagnostico da Automacao no Brasil\\_Junho 2017.PDF](https://www.gs1br.org/educacao-e-pratica/MateriaisTecnicos/Diagnostico da Automacao no Brasil_Junho 2017.PDF)>. Acesso em: 4 fev. 2018.

BAUERNHANSL, Thomas. **I4KMU**: Stuttgart: University Of Stuttgart, 2016. 14 slides, color. Disponível em: <[http://www.dfki.de/wwdata/2\\_German-Czech\\_Workshop\\_on\\_I\\_4.0\\_Berlin\\_12\\_12\\_16/05Bauernhansl\\_II\\_20161212\\_Tscheck\\_DE\\_Workshop\\_Berlin.pdf](http://www.dfki.de/wwdata/2_German-Czech_Workshop_on_I_4.0_Berlin_12_12_16/05Bauernhansl_II_20161212_Tscheck_DE_Workshop_Berlin.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2018.

BERTÃO, Naiara. **PMEs que mais crescem são as que mais inovam no Brasil**. 2017. Disponível em: <<https://exame.abril.com.br/revista-exame/remedio-para-a-criese-inovar/>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

BINNER, Hartmut F.. **Industrie-4.0-Konzept: Systematische Gestaltung der Arbeitswelt der Zukunft. Objektspektrum**, [s. l.], v. 1, n. 1, p.01-27, maio 2015. Disponível em: <[https://www.sigs-datacom.de/uploads/tx\\_dmjournals/binner\\_OS\\_05\\_15\\_nSNt.pdf](https://www.sigs-datacom.de/uploads/tx_dmjournals/binner_OS_05_15_nSNt.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2018.

BISHOP, Christopher M.. **Pattern Recognition and Machine Learning**. New York: Springer, 2006. Disponível em: <<http://users.isr.ist.utl.pt/~wurmd/Livros/school/Bishop - Pattern Recognition And Machine Learning - Springer 2006.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2018.

BOTTHOF, Alfons. **Zukunft der Arbeit in Industrie 4.0**. Berlin: Springer Vieweg, 2015. Disponível em: <[https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/zukunft-der-arbeit-in-industrie-4.0/at\\_download/download](https://www.iit-berlin.de/de/publikationen/zukunft-der-arbeit-in-industrie-4.0/at_download/download)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

BRASIL. Ibge. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PIB pela Ótica da Produção**. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, [201-]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/contas-nacionais/9054-contas-regionais-do-brasil.html?edicao=18008&t=resultados>>. Acesso em: 5 jan. 2018.

BRASIL. Ricardo Simonsen. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **Participação das Micro e Pequenas Empresas na Economia Brasileira**. Brasília: Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, 2014. 108 p. Disponível em: <[https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal Sebrae/Estudos e Pesquisas/Participacao das micro e pequenas empresas.pdf](https://m.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Estudos%20e%20Pesquisas/Participacao%20das%20micro%20e%20pequenas%20empresas.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2018.

BRASIL. Sebrae. Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. **DATASEBRAE**. Disponível em: <<http://datasebrae.com.br/perfil-dos-pequenos-negocios/#setor>>. Acesso em: 24 abr. 2018.

DANIEL KÜNG. Switzerland Global Enterprise. **INDUSTRY 4.0**: Zürich: Switzerland Global Enterprise, 2016. Color. Disponível em: <[https://www.sge.com/sites/default/files/cserver/static/downloads/S-GE\\_Whitepaper\\_Industry40\\_2016\\_final.pdf](https://www.sge.com/sites/default/files/cserver/static/downloads/S-GE_Whitepaper_Industry40_2016_final.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2018.

DEANE, Phyllis. The First Industrial Revolution. 2. ed. Cambridge: The Press Syndicate Of The University Of Cambridge, 1979. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=eMBG\\_soDdNoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=first+industrial+revolution&ots=t2IMbBIxsP&sig=ny\\_k\\_wW1rRKbh73bGX8iExqAdh8#v=onepage&q=first industrial revolution&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=eMBG_soDdNoC&oi=fnd&pg=PA1&dq=first+industrial+revolution&ots=t2IMbBIxsP&sig=ny_k_wW1rRKbh73bGX8iExqAdh8#v=onepage&q=first%20industrial%20revolution&f=false)>. Acesso em: 19 mar. 2018.

DASSISTI, Michele et al. Industry 4.0 paradigm: The viewpoint of the small and medium enterprises. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SOCIETY AND TECHNOLOGY, 7., 2017, Kopaonik. **Industry 4.0 paradigm**. Kopaonik: Icist, 2017. p. 50 - 54. Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01526397/document>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

**DIGITALIZATION IN INDUSTRIAL PRODUCTS: Harnessing the power of digital**. [s.l.]: Ernst & Young, 2016. Disponível em: <[http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Digital\\_Industrial\\_Products/\\$FILE/Digital\\_Industrial\\_Products-Brochure\\_Single\\_pages-Web.pdf](http://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Digital_Industrial_Products/$FILE/Digital_Industrial_Products-Brochure_Single_pages-Web.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2018.

DORST, Wolfgang; HEYER, Tobias. **Industrie 4.0 – Deutschland als Vorreiter der digitalisierten Vernetzung von Produkten und Produktionsprozessen**. [s.l.]: Bitkow, [201-]. Disponível em: <<https://www.bitkom.org/noindex/Publikationen/2015/Positionspapiere/Industrie-4-0->

Deutschland-als-Vorreiter-der-digitalisierten-Vernetzung-von-Produkten-und-Produktionsprozessen/150310-Policy-Paper-Industrie-40-web.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2018.

**FROM DATA TO INSIGHTS TO ACTION: Make Better Business Decisions.** [s.l.]: Butler, nov. 2017. Disponível em: <<http://www.butleranalytics.com/decision-automation-next-big-productivity-leap/>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

GIFF, Craig A. et al. **Advanced Technologies Initiative: Manufacturing & Innovation.** [s.l.]: Deloitte, 2015. Disponível em: <<https://www.nist.gov/sites/default/files/documents/mep/data/us-indprod-deloitte-and-council-on-competitiveness-advanced-tech-report.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

GOOGLE (Estados Unidos). **Google Trends.** 2018. Disponível em: <[https://trends.google.com.br/trends/explore?date=2008-01-01 2018-03-27&q=Industria 4.0,Industrie 4.0,Industry 4.0](https://trends.google.com.br/trends/explore?date=2008-01-01%2018-03-27&q=Industria%204.0,Industrie%204.0,Industry%204.0)>. Acesso em: 27 mar. 2018.

GROOVER, Mikell P. **Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, Systems.** 4. ed. United States Of America: John Wiley & Sons, Inc, 2010. Disponível em: <<https://futureingscientist.files.wordpress.com/2014/01/fundamentals-of-modern-manufacturing-4th-edition-by-mikell-p-groover.pdf>>. Acesso em: 3 abr. 2018.

**GUIDELINE INDUSTRIE 4.0: Guiding principles for the implementation of Industrie 4.0 in small and medium sized businesses.** Frankfurt: Vdma, 2016. Disponível em: <<https://industrie40.vdma.org/documents/4214230/0/Guideline+Industrie+4.0.pdf/70abd403-cb04-418a-b20f-76d6d3490c05>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

HANKE, Martin. **Industrie 4.0: The Reference Architectural Model Industrie 4.0 (RAMI 4.0).** [s.l.]: German Electrical And Electronic Manufacturers' Association, 2015. Disponível em: <[https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Themen/Industrie\\_4.0/Das\\_Referenzarchitekturmodell\\_RAMI\\_4.0\\_und\\_die\\_Industrie\\_4.0-Komponente/pdf/ZVEI-Industrie-40-RAMI-40-English.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Themen/Industrie_4.0/Das_Referenzarchitekturmodell_RAMI_4.0_und_die_Industrie_4.0-Komponente/pdf/ZVEI-Industrie-40-RAMI-40-English.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2018.

HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review.** Gallen: Technische Universität Dortmund Fakultät Maschinenbau, 2015. Disponível em: <[http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4\\_0-Scenarios.pdf](http://www.snom.mb.tu-dortmund.de/cms/de/forschung/Arbeitsberichte/Design-Principles-for-Industrie-4_0-Scenarios.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut. Digitization of industrial work: development paths and prospects. **Journal For Labour Market Research**, [s.l.], v. 49, n. 1, p.1-14, 23 mar. 2016. Springer Nature. <http://dx.doi.org/10.1007/s12651-016-0200-6>. Disponível em: <<http://paperity.org/p/75922969/digitization-of-industrial-work-development-paths-and-prospects>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

HIRSCH-KREINSEN, Hartmut. **Wandel von Produktionsarbeit: „Industrie 4.0“.** Dortmund: Technische Universität Dortmund, 2014. Disponível em: <[http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/ts/de/forschung/veroeff/soz\\_arbeitspapiere/AP-SOZ-38.pdf](http://www.wiwi.tu-dortmund.de/wiwi/ts/de/forschung/veroeff/soz_arbeitspapiere/AP-SOZ-38.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2018.

HOFFMEISTER, Michael. **Industrie 4.0: The Industrie 4.0 Component**. [s.l.]: German Electrical And Electronic Manufacturers' Association, 2015. Disponível em: <[https://www.zvei.org/fileadmin/user\\_upload/Themen/Industrie\\_4.0/Das\\_Referenzarchitekturmodell\\_RAMI\\_4.0\\_und\\_die\\_Industrie\\_4.0-Komponente/pdf/ZVEI-Industrie-40-Component-English.pdf](https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Themen/Industrie_4.0/Das_Referenzarchitekturmodell_RAMI_4.0_und_die_Industrie_4.0-Komponente/pdf/ZVEI-Industrie-40-Component-English.pdf)>. Acesso em: 14 maio 2018.

**INDUSTRIE 4.0: Smart Manufacturing for the future**. Berlin: Germany Trade & Invest, 2014. Disponível em: <[https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/\\_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf](https://www.gtai.de/GTAI/Content/EN/Invest/_SharedDocs/Downloads/GTAI/Brochures/Industries/industrie4.0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf)>. Acesso em: 14 fev. 2018.

**INDUSTRY 4.0 IN ACTION AT BOSCH REXROTH HOMBURG FACILITY: Meeting customer demands and delivering continued commitment to quality with a zero failure strategy**. [s.l.]: Bosch Rexroth, 2017. Disponível em: <<https://www.boschrexroth.com/en/gb/trends-and-topics/industry-4-0/homburg-case-study/homburg-case-study-7>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

**INDUSTRY 4.0: Opportunities and Challenges of the industrial internet**. [s.l.]: Pricewaterhousecoopers, dez. 2014. Disponível em: <<https://www.pwc.nl/en/assets/documents/pwc-industrie-4-0.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes (Ed.). **Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0: Final report of the Industrie 4.0 Working Group**. Berlin: Acatech – National Academy Of Science And Engineering, 2013. Disponível em: <[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/Final\\_report\\_\\_Industrie\\_4.0\\_accessible.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/Final_report__Industrie_4.0_accessible.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

KAGERMANN, Henning; WAHLSTER, Wolfgang; HELBIG, Johannes (Ed.). **Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0: Abschlussbericht des Arbeitskreises Industrie 4.0**. Berlin: Deutsche Akademie Der Technikwissenschaften, 2012. Disponível em: <[http://www.acatech.de/fileadmin/user\\_upload/Baumstruktur\\_nach\\_Website/Acatech/root/de/Material\\_fuer\\_Sonderseiten/Industrie\\_4.0/druck\\_einzelseiten\\_290912\\_Bericht.pdf](http://www.acatech.de/fileadmin/user_upload/Baumstruktur_nach_Website/Acatech/root/de/Material_fuer_Sonderseiten/Industrie_4.0/druck_einzelseiten_290912_Bericht.pdf)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

KLEINDIENST, Mario; RAMSAUER, Christian. SMEs and Industry 4.0: Introducing a KPI based Procedure Model to identify Focus Areas in Manufacturing Industry. **Athens Journal Of Business And Economics**. Atenas, p. 109-122. abr. 2016. Disponível em: <<https://www.athensjournals.gr/business/2016-2-2-1-Kleindienst.pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

LEE, Edward A.. **Cyber Physical Systems: Design Challenges**. Berkeley: Electrical Engineering And Computer Sciences University Of California At Berkeley, 2008. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.156.9348&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 5 mar. 2018.

LEE, Jay; BAGHERI, Behrad; KAO, Hung-an. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. **Manufacturing Letters**, [s.l.], v. 3, p.18-23, jan. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mfglet.2014.12.001>. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Jay\\_Lee10/publication/269709304\\_A\\_Cyber-Physical\\_Systems\\_architecture\\_for\\_Industry\\_40-based\\_manufacturing\\_systems/links/59e4f5670f7e9b0e1aa8805f/A-Cyber-Physical-Systems-architecture-for-Industry-40-based-manufacturing-systems.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jay_Lee10/publication/269709304_A_Cyber-Physical_Systems_architecture_for_Industry_40-based_manufacturing_systems/links/59e4f5670f7e9b0e1aa8805f/A-Cyber-Physical-Systems-architecture-for-Industry-40-based-manufacturing-systems.pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2018.

**LEVERAGING THE UPCOMING DISRUPTIONS FROM AI AND IOT: How Artificial Intelligence will enable the full promise of the Internet-of-Things.** [s.l.]: Pricewaterhousecoopers, 2017. Disponível em: <[https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2017/03/2017\\_ai\\_and\\_iot\\_v13b.pdf](https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2017/03/2017_ai_and_iot_v13b.pdf)>. Acesso em: 1 abr. 2018.

LIMA, Marcos. **MDIC instala Grupo de Trabalho que definirá Estratégia Nacional para a Indústria 4.0 no Brasil.** 2017. Disponível em: <<http://www.mdic.gov.br/index.php/component/content/article?id=2640>>. Acesso em: 27 mar. 2018.

LOUIS COLUMBUS. Forbes (Org.). **Roundup Of Internet Of Things Forecasts.** 2017. Disponível em: <<https://www.forbes.com/sites/louiscolombus/2017/12/10/2017-roundup-of-internet-of-things-forecasts/#1d709cb61480>>. Acesso em: 1 abr. 2018.

**MARKET PULSE REPORT, INTERNET OF THINGS (IOT): Discover Key Trends & Insights on Disruptive Technologies & IoT innovations.** [s.l.]: Growthnabler, abr. 2017. Disponível em: <[https://growthnabler.com/flipbook/pdf/IOT\\_Report.pdf](https://growthnabler.com/flipbook/pdf/IOT_Report.pdf)>. Acesso em: 1 abr. 2018.

MIKAL KHOSO. Northeastern University. **How Much Data is Produced Every Day?** 2016. Disponível em: <<http://www.northeastern.edu/levelblog/2016/05/13/how-much-data-produced-every-day/>>. Acesso em: 1 abr. 2018.

MOHRI, Mehryar; ROSTAMIZADEH, Afshim; TALWALKAR, Ameet. **Foundations of Machine Learning.** Cambridge: Mit Press, 2012. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=-ijiAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=machine+learning+definitions&ots=FUy\\_rUSQxF&sig=ve0nVY5JaPIx8jJpN0eZoMb\\_Tt4#v=onepage&q=machine learning definitions&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=-ijiAgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=machine+learning+definitions&ots=FUy_rUSQxF&sig=ve0nVY5JaPIx8jJpN0eZoMb_Tt4#v=onepage&q=machine%20learning%20definitions&f=false)>. Acesso em: 5 mar. 2018.

MOYNE, James; ISKANDAR, Jimmy. Big Data Analytics for Smart Manufacturing: Case Studies in Semiconductor Manufacturing. **Processes**, [s.l.], v. 5, n. 4, p.39-59, 12 jul. 2017. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/pr5030039>. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2227-9717/5/3/39/pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

MÜLLER, Julian Marius et al. Cooperation Strategies among SMEs for Implementing Industry 4.0. In: HAMBURG INTERNATIONAL CONFERENCE OF LOGISTICS, 23., 2017, Hamburgo. **Digitalization in Supply Chain Management and Logistics.** Hamburgo: Hicl, 2017. p. 301 - 318. Disponível em: <[https://tubdok.tub.tuhh.de/bitstream/11420/1465/1/müller\\_maier\\_veile\\_voigt\\_strategies\\_implementing\\_indursty\\_hicl\\_2017.pdf](https://tubdok.tub.tuhh.de/bitstream/11420/1465/1/müller_maier_veile_voigt_strategies_implementing_indursty_hicl_2017.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2018

MÜLLER, Julian Marius; KIEL, Daniel; VOIGT, Kai-ingo. What Drives the Implementation of Industry 4.0? The Role of Opportunities and Challenges in the Context of Sustainability. **Sustainability**, [s.l.], v. 10, n. 1, p.247-271, 18 jan. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/su10010247>. Disponível em: <<http://www.mdpi.com/2071-1050/10/1/247/pdf>>. Acesso em: 9 abr. 2018.

**NAVIGATING LEGACY: CHARTING THE COURSE TO BUSINESS VALUE: 2016–2017 global CIO survey.** [s.l.]: Deloitte University Press, 2017. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/technology/articles/cio-survey.html>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

NEOWAY ([s.l.]). **4 motivos para utilizar Big Data para Cobrança.** 2017. Disponível em: <<https://www.neoway.com.br/4-motivos-para-utilizar-big-data-para-cobranca/>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

OLLE, Werner; CLAUß, Dietke. **Industry 4.0 Needs SMEs: A brief study by the Chemnitz Automotive Institute (CATI) and CARNET GmbH, Chemnitz.** Chemnitz: Chemnitz Automotive Institute, 2015. Disponível em: <[http://cati.institute/wp-content/uploads/2015/07/Kurzstudie\\_Februar\\_15\\_EN.pdf](http://cati.institute/wp-content/uploads/2015/07/Kurzstudie_Februar_15_EN.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2018.

**PLATTFORM INDUSTRIE 4.0: Digitale Transformation "Made in Germany".** Berlin: Bundesministerium Für Wirtschaft Und Energie, 2017. Disponível em: <[http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/plattform-industrie-4-0-digitale-transformation.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=10](http://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/plattform-industrie-4-0-digitale-transformation.pdf?__blob=publicationFile&v=10)>. Acesso em: 15 mar. 2018.

PROBST, Laurent; FRIDERES, Laurent; PEDERSEN, Bertrand. **Business Innovation Observatory: Service Innovation for Smart Industry.** [s.l.]: European Commission, 2015. Disponível em: <<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/13392/attachments/4/translations/en/renditions/native>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

SCHAPIRE, Rob; SCHAPIRE, Rob. **Theoretical Machine Learning.** Princeton: Princeton University, 2008. Disponível em: <[https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr08/cos511/scribe\\_notes/0204.pdf](https://www.cs.princeton.edu/courses/archive/spr08/cos511/scribe_notes/0204.pdf)>. Acesso em: 5 mar. 2018.

SCHRÖDER, Christian. **The Challenges of Industry 4.0 for Small and Medium-sized Enterprises.** Bonn: Friedrich-ebert-stiftung, 2017. Disponível em: <<http://library.fes.de/pdf-files/wiso/12683.pdf>>. Acesso em: 14 fev. 2018.

**STRUCTURE OF THE ADMINISTRATION SHELL: Continuation of the Development of the Reference Model for the Industrie 4.0 Component.** [s.l.]: Zentralverband Elektrotechnik- Und Elektronikindustrie, 2016. Disponível em: <[https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/structure-of-the-administration-shell.pdf?\\_\\_blob=publicationFile&v=5](https://www.plattform-i40.de/I40/Redaktion/EN/Downloads/Publikation/structure-of-the-administration-shell.pdf?__blob=publicationFile&v=5)>. Acesso em: 15 maio 2018.

TAYLOR, Jeff; RENNO, Paul; KLEIN, Jesse. **FOR TRADITIONAL ENTERPRISES, THE PATH TO DIGITAL AND THE ROLE OF CONTAINERS.** Boston: Bain &

Company, 2016. Disponível em: <201611301504<https://engage.redhat.com/path-digital-containers-s-201611301504>>. Acesso em: 19 mar. 2018.

**TECH TRENDS 2018: The symphonic enterprise.** [s.l.]: Deloitte Insights, 2018. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/technology/articles/tech-trends.html>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

**THE FOURTH INDUSTRIAL REVOLUTION IS HERE: are you ready?.** [s.l.]: Deloitte Insights, 2018. Disponível em: <<https://www2.deloitte.com/br/pt/pages/technology-media-and-telecommunications/articles/industria-4-0-estudo-da-deloitte.html>>. Acesso em: 14 mar. 2018.

THE INDUSTRY 4.0 IN PRACTICE CONFERENCE., 2015, Tallinn. **INDUSTRY 4.0 IN PRACTICE.** Tallinn: Estonian Electronics Industries Association, 2015. 86 p. Disponível em: <[http://industry40.ee/wp-content/uploads/2016/06/Industry40\\_Brochure\\_2\\_148x210\\_3mm-kl15.15.pdf](http://industry40.ee/wp-content/uploads/2016/06/Industry40_Brochure_2_148x210_3mm-kl15.15.pdf)>. Acesso em: 9 abr. 2018.

## **8. ANEXOS**

# Padronização na Comunicação

10 de maio de 2018

## Visão geral

Foi identificado dois problemas, um acerca do controle de ativos perecíveis nas unidades de venda, pois estão além da capacidade de controle do atual sistema (colibri) que não se mostra capaz de lidar com a alta rotatividade desses ativos que diariamente são consumidos e repostos, gerando a necessidade da supervisão manual dos mesmo, acarretando em sobrecarga na gerência. Assim como o controle das trocas de produtos já vendidos.

## Objetivos

1. **Facilitar o Controle de Ativos Perecíveis:** Através de uma plataforma integrada para gerenciar através de uma planilha as informações necessárias..
2. **Padronizar a Comunicação:** para facilitar a comunicação das unidades de vendas com a gerência para realização dos pedidos de abastecimento. .

## Especificações

A plataforma integrada que estará sendo implementada será a G Suite fornecida pela google através de duas formas, para o uso pessoal ou uso corporativo, a proposta irá desenvolver a solução através do uso pessoal, Utilizando as seguintes ferramentas, google sheets para controle de planilhas e google forms para a comunicação das unidades de vendas com a gerência, caso a empresa ver necessário é possível a inscrição nos serviços corporativos para um suporte dedicado e outros recursos.

## Marcos

**1. Levantamento de Dados**

Será feito um levantamento de todas as informações necessárias para realizar os pedidos de abastecimento, assim como sua discriminação de produtos e locais.

**2. Construção de Formulários.**

A criação de um formulário de fácil acesso aos funcionários das unidades de vendas com as informações necessária para realização dos pedidos.

**3. Implementação**

Disponibilização dos formulários para as unidades.





# Ferramentas



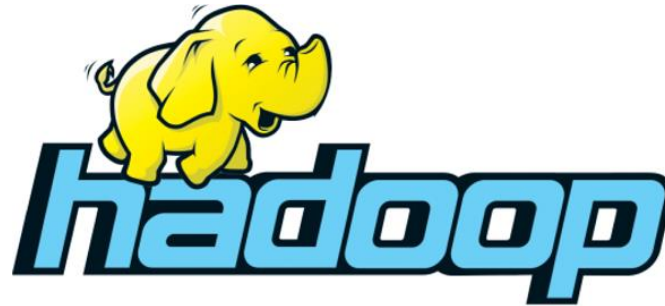
plotly



mongoDB



elasticsearch



# Ferramentas



1. Banco de Dados NoSQL orientado a documentos
2. Open-Source
3. Grande Escalabilidade
4. Fácil Implementação local e Web

# Comandos Básicos CRUD

1. Find
2. InsertOne
3. InsertMany
4. DeleteOne
5. DeleteMany
6. UpdateOne
7. UpdateMany
8. ReplaceOne

# InsertOne

```
db.users.insertOne(  ← collection
  {
    name: "sue",      ← field: value
    age: 26,          ← field: value
    status: "pending" ← field: value
  }
)
```

} document

# Find

```
db.users.find(  
  { age: { $gt: 18 } },  
  { name: 1, address: 1 }  
).limit(5)
```

- ← collection
- ← query criteria
- ← projection
- ← cursor modifier

# DeleteMany

```
db.users.deleteMany(  
  { status: "reject" }  
)
```



← collection  
← delete filter

# UpdateMany

```
db.users.updateMany(           ← collection
  { age: { $lt: 18 } },       ← update filter
  { $set: { status: "reject" } } ← update action
)
```

# Comandos de Agregação

dois métodos:

Aggregate

MapReduce

Cinco Comandos:

Aggregate

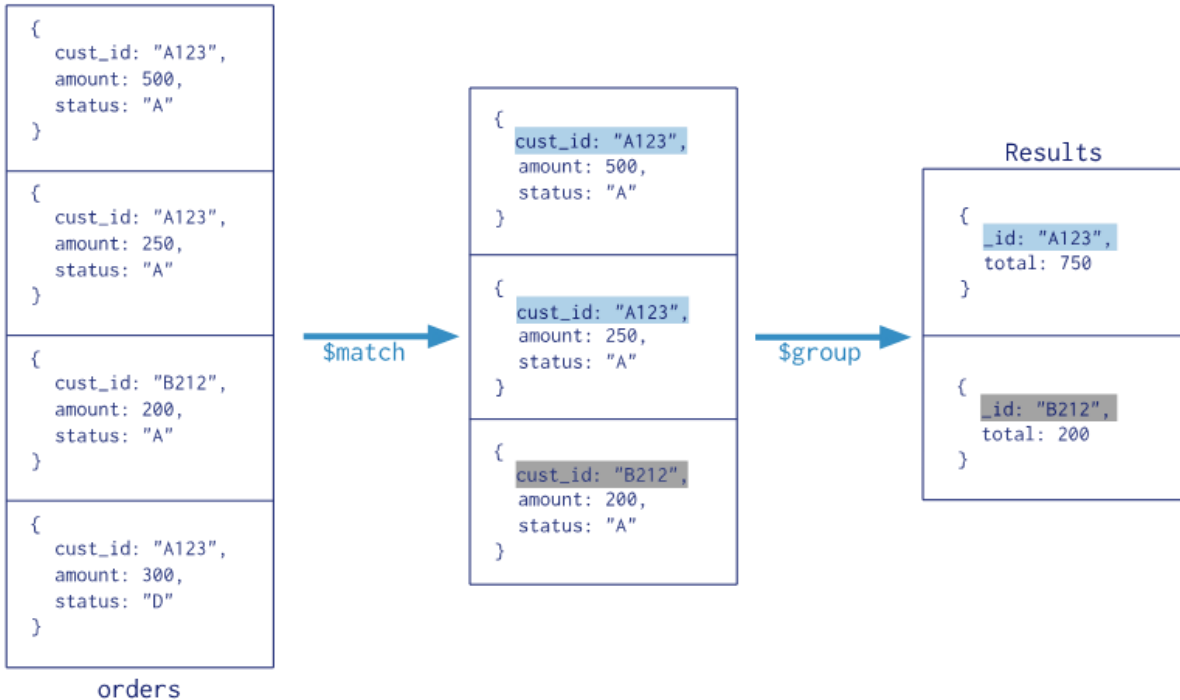
MapReduce

Count

Distinct

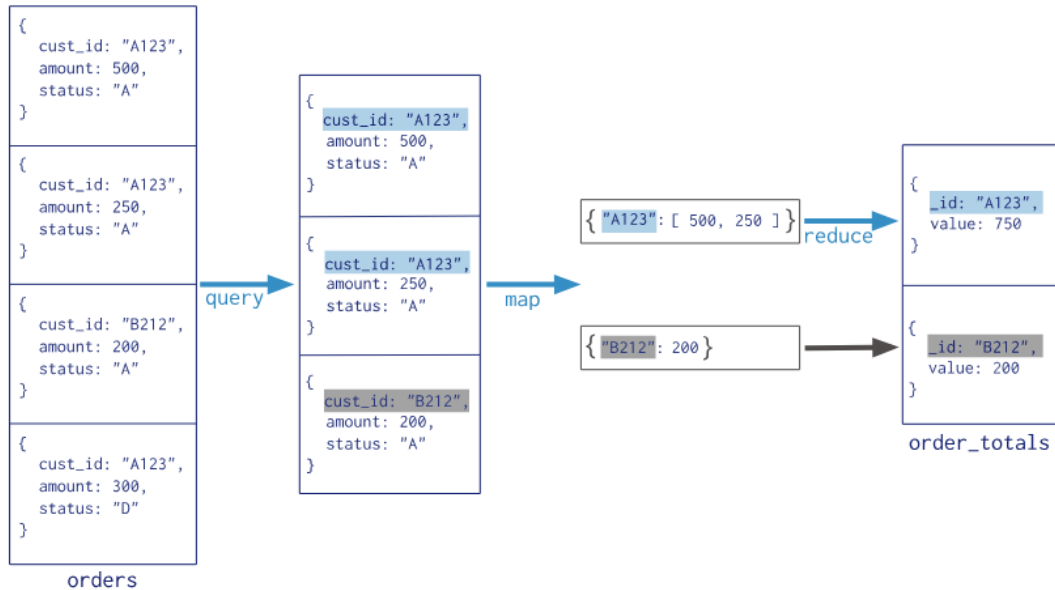
# Método Aggregate

Collection  
↓  
db.orders.aggregate( [  
 \$match stage → { \$match: { status: "A" } },  
 \$group stage → { \$group: { \_id: "\$cust\_id", total: { \$sum: "\$amount" } } }  
] )



# Método MapReduce

```
Collection
  ↓
db.orders.mapReduce(
  map   → function() { emit( this.cust_id, this.amount ); },
  reduce → function(key, values) { return Array.sum( values ) },
  {
    query: { status: "A" },
    out: "order_totals"
  }
)
```



# Proposta Empresa G

25 de Maio de 2018

## Visão geral

Foi relatado através de entrevista na empresa G uma dificuldades no processo de consolidação de contas envolvendo os setores comerciais que utiliza o programa GSAN e o setor financeiro que possui o programa CONSIST. Ocasionalmente uma inconsistência de dados da arrecadação do financeiro, devido a dificuldade de comunicação entre áreas e falta da integração dos sistemas, prejudicando a eficiência da empresa, gerando problemas fiscais e gastos extras.

O presente projeto busca resolver tal situação descrita através da criação de uma API para relatórios dinâmicos com base em um banco de dados flexível que será alimentado com os dados dos demais sistemas existentes na empresa G, desta forma unificando e padronizando o processo de consolidação de contas, gerando ganhos através da redução do tempo e na flexibilidade no acesso, sendo o projeto desenvolvido ao longo de dois meses.

Nossa solução será construída com base em tecnologias voltadas a Big Data utilizando as ferramentas como MongoDB(banco de dados flexível) e Elasticsearch(Motor de Buscas) a partir disso a solução proposta não busca somente resolver o problema pontual destacado, mas criar uma fundação sólida para adoção das tecnologias de Big Data que podem agregar diversos ganhos a empresa.

## Objetivos

**Específico:** Resolver o problema de inconsistência na consolidação de contas

2

**Mensurável:** Diminuir a diferença de valor.

**Alcançável:** Criação de relatórios dinâmicos entre as áreas.

**Relevante:** Aprimoramento da consolidação de contas.

## Especificações

### API

A API é responsável pela comunicação do *front-end* com o *back-end*, ou seja, a comunicação da interface do usuário com o banco de dados utilizado nesse projeto. Sendo a sua alimentação feita pelos relatórios obtidos, dos quais vão ser convertidos e unificados, para a criação de um relatório dinâmico que possa ser lido pelo banco. Podendo assim ser feita as buscas destes relatórios, através de um motor de busca, utilizando parâmetros determinados pelo usuário.

### Elasticsearch

Um motor de buscas com interface em HTTP que permite a múltiplos grupos de usuários com as mesmas permissões o acesso rápido a todas as informações contidas no banco de dados, por meio do modelo de Multitenancy. Sua principal vantagem é ser open source, logo possui custos menores para sua adoção.

Outras vantagens incluem seu pequeno espaço em disco, pois ele é composto por somente uma biblioteca de aproximadamente 300 Kb e nenhuma outra dependência e seu foco em performance, ele foi desenvolvido com o objetivo de ser o mais leve possível em relação ao uso de memória, disco e dos equipamentos de I/O.

Por ter surgido a partir do conceito de Big Data, o Elasticsearch possui alta capacidade de indexação em grandes quantidades nas suas configurações padrão, possuindo inclusive suporte para múltiplas Threads. Caso se deseje uma performance ainda melhor o produto pode-se facilmente alterar o modo como o faz em suas configurações, conforme instruções disponíveis na documentação do site da companhia.

### MongoDB

### 3

MongoDB é um banco de dados open-source, sem esquemas e orientado a documentos, lançado em 2009. Trata-se do maior banco de dados NOSQL no mercado, sendo o quinto banco de dados mais utilizado, segundo uma pesquisa do StackOverflow 2017.

MongoDB pode funcionar com documentos do tipo JSON, que guardam dados de uma forma fácil de ler e escrever para humanos ao mesmo tempo que fácil de entender para máquinas. O modelo de bancos baseado em documentos tem a vantagem de que seus documentos são auto suficientes, não necessitando de chaves estrangeiras ou não-repetição, necessitando apenas de uma chave primária para se referir a cada documento.

Criado a partir dos conceitos de Big Data, é uma opção que é interessante para dados em grande volume e desestruturados. Bancos de dados estruturais tendem a ter um problema trabalhando com dados desestruturados, mas como o MongoDB usa esquemas variáveis na forma de JSON binário (BSON), eles tendem a ser um melhor mecanismo de persistência para uso de tecnologias que trabalham com JSON.

## Marcos

### 1. Mapeamento do processo de consolidação de contas

Nesta etapa será realizado o mapeamento do processo de consolidação de contas e quais os documentos necessários de cada setores de setores, assim como o processamento destes documentos.

### 2. Desenvolvimento da Aplicação

Etapa voltada a criação da aplicação subdividindo-se no desenvolvimento do front-end e back-end, sendo descrita de maneira mais detalhada após a contratação.

### 3. Levantamento de Requisito de Segurança

A partir desta etapa será consultado a equipe de TI da empresa G de quais as medidas e requisitos de segurança são necessárias para implementação do sistema no ambiente da empresa G

### 4. Implementação do MongoDB

Neste momento será realizado a implementação do banco de dados segundo os requisitos técnicos da empresa G

### 5. Implementação da API integrada ao ElasticSearch

Neste momento será realizado a implementação da API segundo os requisitos técnicos da empresa G, podendo ser realizado em três formas distintas, Bare Metal, Máquina Virtual e Container.

## Investimentos

Valores sugeridos levando em consideração o tempo necessário para o projeto e seguidos valores e modelos encontrados comercialmente.

Horas Estimadas	Valor da Solução	Mão de obra/hora	Investimento total
800	10000	18,21 <sup>1</sup>	24000

Neste projeto estão dedicado sete engenheiros da computação para atender todas a necessidades técnicas e legais necessárias que forem levantadas por parte do contratante ao longo dos dois meses dedicados ao desenvolvimento e implementação.

---

<sup>1</sup> Valor médio obtido pela plataforma comercial CATHO

## Tabela de Resumo dos Casos de uso e Cenários.

	Empresas	Setor	Problematica/Relato	Situação Atual	Paradigmas Tecnológicos	Solução Proposta
Cenários	a	Processamento De Aço E Metal	a empresa tem um problema tanto no controle de seus produtos durante a fabricação como em seu ciclo de vida	O planejamento de pedidos é atualmente executado usando Listas do Excel, uma vez que o sistema de gerenciamento de mercadorias existente não inclui o planejamento de produção	CPS, Big Data	A implementação do CPS pode se fazer de diversas maneiras, no presente caso foi analisado que uma possível implementação seria o uso de QR codes em seus produtos e com uso do Big Data estaria na adoção de um banco de dados que seria responsável pelo controle do planejamento de produção e armazenamento
	b	Madeira E Mobília	Visa um maior percentual de vendas através de vendas online	A loja online é a principal canal de distribuição para atendimento ao cliente e 5% as vendas ainda são feitas manualmente. Os pedidos são geralmente aceitos eletronicamente (através da loja online e via e-mails). O processo de produção é realizado por meio de um livreto de que acompanha os produtos ao longo dos vários estações de trabalho.	Big Data, IA	Big Data ao longo de sua produção na forma de acompanhar seus pedidos correlacionando os perfis de seus clientes e outras informações como períodos do ano, localização geográfica, eventos entre outras coisas, e com isso é possível otimizar seu estoques para minimizar gastos, prevendo padrões de consumo com IA.
	c	Serviços	A empresa é uma microempresa (<10 funcionários) no ramo de artesanato. essa empresa é especializada no fabricação e instalação de instalações de carregamento de veículos de acordo com as necessidades do cliente.	Os veículos são equipado com sistemas de prateleiras e armários de acordo com o desejado pelos clientes. As encomendas são feitas pessoalmente e os armários são projetados manualmente conforme necessário. o armários são fabricados manualmente com ferramentas por especialistas onde o software de planejamento é usado para gerar a lista de materiais. A instalação dos armários é feito manualmente no veículo.	Big Data, CPS	Neste caso é aplicável a tecnologia de Big Data e CPS para poder primeiramente lidar com a grande diversidade de elementos customizados que são produzidos

d	Manufatura	Devido à produção orientada para o cliente, existe um alto número de variantes (em cor, dimensões, etc.) em quantidades variadas de pedidos. Em alguns casos, as mudanças são feitas pelo cliente após a produção começar	As encomendas são recebidas digitalmente e o processamento e rastreamento da encomenda é feito por um sistema ERP, mas o processo de fabricação usa cópias impressas para produção planas. Devido a várias variantes, muitas entradas diferentes materiais são necessários para atender os curtos prazos de entrega esperados pelo cliente.	Big Data, CPS	Aproveitando os recursos já disponíveis pelo sistema ERP é possível agregar com maior facilidade o conceito de Big Data e com CPS, para realizar os acompanhamentos dos produtos e processos ao longo de toda sua vida útil
e	Manufatura Em Plásticos	A empresa é uma pequena empresa (<50 funcionários) engajados na moagem de plásticos ligados por estiramento molduras em micro, pequenas e médias séries. Os principais clientes são fornecedores automotivos, fabricantes de embalagens para máquinas e fabricantes de produtos e dispositivos médicos, principalmente da Alemanha. As ordens são aceitas telefonicamente e por e-mail.	Após o pedido ter sido emitido pelo cliente, a ordem é planejada centralmente por meio do Manufacturing Execution System (MES) integrado no ERP, no entanto, o depósito é gerenciado via Excel. A utilização da capacidade atual e planejada das máquinas, bem como o status do pedido atual, pode ser chamado a qualquer momento através do MES. A confirmação das ordens são feitas através da aquisição de dados de produção terminais no departamento de produção.	Big Data, CPS, IOT, IA	A partir da Análise da estrutura disponível é possível aplicar todos os conceitos tecnológicos presentes na Indústria 4.0, visto que a empresa dispõe de ferramentas e cultura de processo, bem definidos cabendo somente as devidas integrações. Pois a partir delas será possível utilizar as Ferramentas de Inteligência Artificial para prever padrões de desgastes das peças utilizadas na fabricação de acordo com os pedidos feitos. Não deixando de lado a integração dos dados dos setores das empresas através das tecnologias de Big Data que permitiriam uma análise mais profunda e relacional da empresa, assim como o uso do CPS para facilitar o controle e a padronização de seus processos. Desta forma seria possível utilizar ao máximo a infraestrutura já existente e implementar os dispositivos de IOT de forma integrada ao processo de fabricação trazendo ganhos imediatos e claros no processo.

Estudo de Caso	f	Bares e Restaurantes	Esta empresa apresentou problemas acerca do controle de ativos perecíveis nas unidades	Os relatos dos funcionários acerca dessas situações eram feitos através de seus telefones pessoais para o telefone da gerência, por mensagem de texto	CPS, IA	No presente caso é possível aplicar a Indústria 4.0 a partir da criação de formulários eletrônicos distribuídos eletronicamente ao funcionários de cada unidade, dando uma forma padrão de comunicação assim como através destes relatórios a gerência teria uma análise mais clara de quais pedidos teriam que ser realizados e quais fornecedores contatos a fim de manter o constante abastecimento das unidades.
	g	Abastecimento de água e esgoto	Foi relatado através de entrevista na empresa G uma dificuldades no processo de consolidação de contas	envolvendo os setores comerciais que utiliza o programa GSAN e o setor financeiro que possui o programa CONSIST. Ocasionalmente ocasionando uma inconsistência de dados da arrecadação do financeiro, devido a dificuldade de comunicação entre áreas e falta da integração dos sistemas	Big Data	A partir da análise feita em campo foi identificado a possível aplicação de Big Data para melhorar o processo relatado, também foi elencado uma possível solução baseado em IA para gerar uma automação neste processo, não distante disso é possível realizar o CPS visto que após um mapeamento dos processos é possível fazer sua representação virtual aproveitando os sistemas já presentes, a presente empresa é passível da aplicação da indústria 4.0, inicialmente por estes pontos, entretanto observando demais processos que não foram citados durante as entrevistas é possível aplicar os demais conceitos.