

PESQUISA DESCRITIVA DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA SIMULAÇÃO
EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA SOB A PERSPECTIVA DA
INDÚSTRIA 4.0 E OS SISTEMAS VIRTUAIS DE PRODUÇÃO

Albino Ribeiro Neto

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de
Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, da
Universidade Federal do Rio de Janeiro, como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de Doutor em Engenharia Civil.

Orientadores: Luiz Landau

Gerson Gomes Cunha

Rio de Janeiro

Março de 2018

PESQUISA DESCRITIVA DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA SIMULAÇÃO
EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA SOB A PERSPECTIVA DA
INDÚSTRIA 4.0 E OS SISTEMAS VIRTUAIS DE PRODUÇÃO

Albino Ribeiro Neto

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO ALBERTO LUIZ
COIMBRA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA DE ENGENHARIA (COPPE) DA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS
REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR EM
CIÊNCIAS EM ENGENHARIA CIVIL.

Examinada por:

Prof. Luiz Landau, D.Sc.

Prof. Gerson Gomes Cunha, D.Sc.

Prof. Fernando Pellon de Miranda, D.Sc.

Prof. Aura Conci, D.Sc.

Prof. Antonio Carlos de Abreu Mól, D.Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ – BRASIL

MARÇO DE 2018

Ribeiro Neto, Albino

Pesquisa Descritiva da Inovação Tecnológica para Simulação em Realidade Virtual e Aumentada sob a Perspectiva da Indústria 4.0 e os Sistemas Virtuais de Produção / Albino Ribeiro Neto. - Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2018.

XV, 306 p.: il.; 29,7 cm.

Orientadores: Luiz Landau

Gerson Gomes Cunha

Tese (doutorado) – UFRJ/ COPPE/ Programa de Engenharia Civil, 2018.

Referências Bibliográficas: p. 121 – 141.

1. Realidade Virtual. 2. Realidade Aumentada. 3. Inovação. 4. Indústria 4.0. 5. Internet das Coisas. 6. Internet das Coisas Industrial. I. Landau, Luiz *et al.* II. Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE, Programa de Engenharia. Civil. III. Título.

“Todas as vitórias ocultam uma abdicação”

(Simone de Beauvoir)

DEDICATÓRIA

Ao Deus todo poderoso pela minha existência, saúde, discernimento e persistência.

*A minha amada esposa Maira Fernanda Gizotti Ribeiro por todo amor,
companheirismo e dedicação. Tantas qualidades que fica difícil enumerar.
Ao meu fiel cão Algodão (in memoriam), por ter sido o melhor companheiro que
alguém poderia ter e ficar ao meu lado ao longo de toda esta pesquisa.*

Agradecimentos

Aos meus orientadores Luiz Landau e Gerson Gomes Cunha, pelas orientações e conselhos no decorrer do projeto e por oferecer toda a infraestrutura necessária para o andamento do trabalho, essenciais para a conclusão desta fase de pesquisa.

Ao Programa de Engenharia - Civil PEC/COPPE/UFRJ por oferecer um curso de Pós Graduação de extrema qualidade.

Aos funcionários da secretária acadêmica, em especial ao Jairo, Beth e Marcia por toda a orientação com os procedimentos e documentação necessários para a conclusão do Doutorado.

A Marcilia Helena de Sousa Mascarenhas secretária executiva do Programa de Engenharia Civil da COPPE/UFRJ pelas informações e auxílio.

A Mônica Caruso Stoque, ao Sérgio Silvério Caruzo, funcionários do LAMCE - Laboratório de Métodos Computacionais em Engenharia - COPPE-UFRJ pelo apoio.

A dona Leonor, pelo seu excelente café e simpatia nos intervalos das aulas no LAMCE.

A Biblioteca do Centro de Tecnologia por disponibilizar os livros, Dissertações e Teses.

A todos os profissionais pelas entrevistas concedidas.

A Universidade Federal do Rio de Janeiro por disponibilizar ensino de excelência e professores de alto nível.

Ao CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior por ter financiado esta pesquisa através de bolsa.

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Doutor em Ciências (D.Sc.)

PESQUISA DESCRITIVA DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA PARA SIMULAÇÃO
EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA SOB A PERSPECTIVA DA
INDÚSTRIA 4.0 E OS SISTEMAS VIRTUAIS DE PRODUÇÃO

Albino Ribeiro Neto

Março/2018

Orientadores: Luiz Landau

Gerson Gomes Cunha

Programa: Engenharia Civil

Através deste trabalho vislumbra-se a possibilidade de utilização de ferramentas em Realidade Virtual e Realidade Aumentada em conjunto com a Manufatura Avançada (Indústria 4.0). As ferramentas virtuais serão utilizadas para a visualização e interação com os Gêmeos Digitais (em inglês, *Digital Twins*) dos equipamentos industriais e demais tecnologias dos Sistemas Virtuais de Produção. O objetivo é o de apresentar um panorama da inovação em tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada e a sua utilização no chão de fábrica.

Os métodos principais a serem utilizados serão o da Pesquisa Descritiva, estudos de caso e entrevista semiestruturada que embasarão a tese e descreverão de forma sucinta as expectativas de melhorias na gestão de atividades dentro de um chão de fábrica. Será apresentada uma série de abordagens sobre a Internet das Coisas, Internet das Coisas Industrial e Indústria 4.0 que também é conhecida como Manufatura Avançada no Brasil.

A contribuição deste trabalho está na definição das principais áreas de serviço das tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada e suas linhas de pesquisa/atuação para a Indústria 4.0. Como resultado espera-se proporcionar um aumento na produtividade e consequentemente na competitividade da indústria de modo geral.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as a partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor of Science (D.Sc.).

DESCRIPTIVE RESEARCH ON TECHNOLOGICAL INNOVATION FOR
SIMULATION IN VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY FROM INDUSTRY
4.0 AND VIRTUAL PRODUCTION SYSTEMS PERSPECTIVE

Albino Ribeiro Neto

March / 2018

Advisors: Luiz Landau

Gerson Gomes Cunha

Department: Civil Engineering

The present work attempts to the possibility of using Virtual Reality and Augmented Reality tools in conjunction with Advanced Manufacturing (Industry 4.0). In order to better understanding it is demonstrated through examples the use of virtual tools to visualize and interact with Digital Twins of industrial equipment and other technologies of Virtual Production Systems. The goal is to present an overview of the innovation in Virtual and Augmented Reality technologies and their use on the factory floor.

The chosen methodologies to base the thesis on were the descriptive research, case studies and semi-structured interviews, to better describe the current context and expectations of improvements in the management of activities inside a factory floor. Various approaches will be presented on the Internet of Things, Industrial Internet of Things and Industry 4.0, which is also known as advanced manufacturing in Brazil.

The contribution of this work is in establishing the main service fields where the Virtual and Augmented Reality technologies can be applied and their lines of research/operation for the Industry 4.0. As a result, it is expected to provide an increase in productivity and consequently in the competitiveness of the industry in general.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Motivação	1
1.2	Justificativa, importância do tema e foco do trabalho	2
1.3	Problema de pesquisa.....	2
1.4	Hipótese	2
1.5	Questões da pesquisa – visão geral.....	3
1.6	Organização da tese	3
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	6
3	METODOLOGIA	17
3.1	Procedimentos Metodológicos.....	19
3.2	Objetivo geral.....	19
3.3	Objetivos específicos	19
3.4	Relevância.....	20
3.5	Definição do problema.....	20
3.6	Resultados esperados	20
3.7	Entrevista	20
3.7.1	Análise de Conteúdo.....	22
3.7.2	Resultados da entrevista	24
4	CONCEITOS BÁSICOS SOBRE INOVAÇÃO	28
5	REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA	31
5.1	Exemplo de utilização de Realidade Aumentada na indústria em operação logística.....	34
5.2	Hardware de Realidade Mista	37
5.3	Realidade Aumentada na indústria de óleo e gás.....	42
5.4	A utilização da Realidade Virtual e Aumentada na Engenharia Civil.....	44
6	INTERNET DAS COISAS	48
6.1	Wearables.....	49
6.2	Previsões para IoT.....	52
6.3	Utilização do sistema de <i>Big Data</i> na Internet das Coisas (<i>IoT</i>)	54

6.4	Desafios no sistema de <i>Big Data</i>	55
7	INDÚSTRIA 4.0: INTERNET DAS COISAS INDUSTRIAL	57
7.1	Conceitos da Internet das coisas industrial (<i>IIoT</i>).....	60
7.2	Desafios da Internet das coisas industrial (<i>IIoT</i>).....	65
7.3	Internet das coisas industrial (<i>IIoT</i>) no Brasil.....	69
7.4	Indicadores da Indústria 4.0 no Brasil e no mundo	73
7.4.1	Desafios para a implantação da Indústria 4.0 no Brasil	84
7.5	Integração entre Realidade Virtual e Aumentada, Indústria 4.0 e os Sistemas Virtuais de Produção.....	84
7.6	Migração da Indústria 3.0 para a Indústria 4.0 utilizando a Realidade Aumentada	87
7.7	Principais Linhas de Serviço e Valor agregado para a Indústria 4.0	103
8	DISCUSSÃO	109
9	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO	113
10	TRABALHOS FUTUROS.....	120
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
	APÊNDICE I.....	142
	ANEXO I.....	165

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Veículo espacial “Curiosity” da NASA.....	8
Figura 2 - Projeto VIRISTAM.	9
Figura 3 - Projeto VIRISTAM.	10
Figura 4 - Manipulação do braço háptico do projeto VIRISTAM.	10
Figura 5 - Capa da Revista <i>HSM MANAGEMENT</i> Edição 115 (março/abril de 2016), título da matéria: 2016: o ano zero da REALIDADE VIRTUAL.....	13
Figura 6 - Capa da Revista <i>FINEP</i> de Setembro de 2016, em sua 20ª edição.....	14
Figura 7 - Etapas da Pesquisa.....	17
Figura 8 – Resultado das entrevistas	24
Figura 9 - Exemplo de marcador fiducial utilizado na Realidade Aumentada.....	34
Figura 10 - Óculos de Realidade Aumentada.....	35
Figura 11 - Localização dos materiais estocados utilizando a Realidade Aumentada.	36
Figura 12 - Localização de item estocado utilizando RA.....	36
Figura 13 - Localização de prateleira utilizando RA.	36
Figura 14 - Detecção de defeitos utilizando a RA.....	37
Figura 15 - Procedimento de manutenção utilizando a RA.....	37
Figura 16 - Microsoft HoloLens.....	38
Figura 17 - Demonstração de utilização do HoloLens.	38
Figura 18 - Aplicação na medicina.	38
Figura 19 - Aplicação no setor automobilístico.	39
Figura 20 - Usuário utilizando o Meta 2.	39
Figura 21 - Exemplo de aplicação no Meta 2.....	40
Figura 22 - Exemplo de aplicação no Meta 2.....	40
Figura 23 - Exemplo de aplicação no Meta 2.....	40
Figura 24 - Aplicativo de Realidade Aumentada desenvolvido pela FIRJAN para apostila didática de Automação Industrial, operação e manutenção.	41
Figura 25 - Três tipos de interação em sistemas de interação visual (VIS), pós-processados, rastreados e de controle (manobra). Fonte: Marshall <i>et al.</i> (1990).	43
Figura 26 – Através de sistemas imersivos, o engenheiro pode projetar com muito mais precisão.	44
Figura 27 - Visualização de projeto de Engenharia Civil utilizando Realidade Mista.....	45
Figura 28 - Internet of Things (IoT).....	49
Figura 29 - Exemplos de dispositivos <i>Wearables</i>	50
Figura 30 - SmartWatch 2 da Sony.	51
Figura 31- SmartWatch Galaxy Gear da Samsung.	51
Figura 32 - SmartWatch ligando o automóvel.	52
Figura 33 - <i>Life Band Touch</i> da LG.....	52
Figura 34 - <i>The Internet of things Was "Born" Between 2008 and 2009</i>	53
Figura 35 - Esquema básico da utilização do RFID.....	59
Figura 36 - Internet das coisas Industrial.	63
Figura 37 - Interface do Waze.....	68
Figura 38 - O sistema <i>FleetBoard</i>	69
Figura 39 - Sobre a pesquisa realizada pela PWC no Brasil.	73

Figura 40 - Países participantes da pesquisa global realizada pela PWC.....	74
Figura 41 - Indústria 4.0 e suas ramificações.	75
Figura 42 - Conclusões da pesquisa realizada pela PWC de 2015 até 2016.	75
Figura 43 - Como a indústria 4.0 gera ganhos de receita, custo e eficiência (pesquisa PWC). ..	76
Figura 44 - Ganhos esperados por empresas de todas as regiões (porcentagem de respondentes em cada região que esperam ganhos de receita acima de 20% em 5 anos.	76
Figura 45 - Níveis de digitização e integração esperados pelas empresas entrevistadas pela PWC nos próximos 5 anos.	77
Figura 46 - Investimentos mundiais na Indústria 4.0 (Entrevista PWC).....	77
Figura 47 - Retorno sobre os investimentos na Indústria 4.0 esperado no Brasil.	79
Figura 48 - Pesquisa da Confederação Nacional da Indústria sobre a Indústria 4.0 no Brasil....	80
Figura 49 - Investimento da indústria durante a crise no Brasil segundo pesquisa da CNI.	81
Figura 50 - Indicadores de Competitividade da Indústria brasileira.	82
Figura 51 - Utilização por pouco menos da metade das empresas entrevistadas de pelo menos uma das 10 tecnologias digitais listadas.....	83
Figura 52 - Descrição da fabricação de latas de alumínio.....	88
Figura 53 - Remoção das guias inferiores.	91
Figura 54 - Remoção das guias inferiores.	91
Figura 55 - Remoção das guias inferiores.	92
Figura 56 - Remoção das guias superiores.....	93
Figura 57 - Remoção das guias superiores.....	93

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tópicos ou contribuições das principais fontes/referências	15
Tabela 2 – Resultado das entrevistas.....	25
Tabela 3 - Tipologia das mudanças tecnológicas conforme Freeman (1997).	29
Tabela 4 - Conceitos de Digitalização, Digitização e Transformação Digital.	85
Tabela 5 - Softwares específicos para aplicações em Realidade Virtual na indústria.....	86
Tabela 6 - Equipamentos para a fabricação de latas sugeridos para utilização das tecnologias de realidade virtual e aumentada.....	89
Tabela 7 - Tecnologias em Realidade Virtual e Aumentada e dispositivos que podem aperfeiçoar a utilização de equipamentos.....	95
Tabela 8 - Prototipação virtual utilizando a Realidade Virtual na área automobilística.	102
Tabela 9 - Principais áreas de serviço – Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para a Indústria 4.0.....	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

6DOF - *Six degrees of freedom*
AIDC- *Automatic Identification and Data Capture*
AMIC - *Aerospace Malaysia Innovation Center*
API – *Application Programming Interface*
AR – *Augmented Reality*
ASEM - *The American Society for Engineering Management*
CAD - *Computer Aided Design*
CNI - *Confederação Nacional da Indústria*
CPU - *Central Processing Unit*
DCPE - *Departamento de Comunicação, Patrocínio e Eventos*
DHL - *Dalsey, Hillblom and Lynn*
ERP - *Enterprise Resource Planning*
FIRJAN - *Federação das Indústrias do Rio de Janeiro*
FOV - *Field of View*
FPS - *Frames Per Second*
GEAR - *Relógio Inteligente Samsung Galaxy Gear*
GPU - *Graphics Processing Unit*
HMD - *Head Mounted Display*
HPU - *Holographic Processing Unit*
HUD - *Head Up Display*
IHC - *Interação Humano-Computador*
IIoT - *The Industrial Internet of Things*
IoT - *Internet of Things*
LPP - *Lição Ponto a Ponto*
MIT - *Massachusetts Institute of Technology*
PC – *Personal Computer*
PDAs - *Personal Digital Assistants*
PIB - *Produto Interno Bruto*
RA – *Realidade Aumentada*
RAM - *Random Access Memory*
RFID - *Radio-Frequency Identification*

ROS - *Robot Operating System*
ROV - *Remotely operated underwater vehicle*
RV – *Realidade Virtual*
SDK - *Software Development Kit Technology*
SMEs - *Small and Medium-sized Enterprises*
UFRJ - *Universidade Federal do Rio de Janeiro*
USP - *Universidade de São Paulo*
VANT - *Veículo aéreo não tripulado*
VCAPP - *Voice Control App*
VIRISTAM - *Virtual Reality Immersive System Training for Aerospace Manufacturing*
VIS - *Visual Interactive Simulation*
VR – *Virtual Reality*
VRML - *Virtual Reality Modeling Language*

1 INTRODUÇÃO

A utilização de tecnologias virtuais na indústria não é algo novo, mas vem sendo ampliada de forma significativa ao longo dos últimos anos. Mesmo existindo inúmeras ferramentas em Realidade Virtual e Aumentada disponíveis no mercado grande parte delas está sendo limitada a sua utilização em jogos e *marketing*. Grandes empresas como Embraer, Petrobrás, Whirlpool, Coca Cola, Ford, Braskem, etc., empregam, ou empregaram estas ferramentas para a melhoria de seus processos industriais no chão de fábrica. No entanto, se formos mensurar o universo industrial e a quantidade destas que utilizam tais tecnologias virtuais, pode-se notar facilmente que ainda é ínfima. A proposta da pesquisa desta tese é a de proporcionar uma visão privilegiada no uso de tais tecnologias virtuais e permitir que a indústria, de maneira geral, possa usufruir de alguns benefícios que ela possibilita especificamente no que concerne à sua utilização junto aos conceitos da Indústria 4.0.

A contribuição deste trabalho está na definição das principais áreas de serviço das tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada e suas linhas de pesquisa/atuação no ramo industrial e suas vertentes junto aos conceitos da Manufatura Avançada.

1.1 Motivação

A quarta revolução industrial (Indústria 4.0 ou Manufatura Avançada) teve seu início em 2010, a partir da utilização da informação (em tempo real) em conjunto com a automação. A motivação para o surgimento da Indústria 4.0 foram as novas estratégias de informação, imensa quantidade de informação digitalizada e o aumento exponencial da capacidade computacional. Através desses novos conceitos, foi possível notar que a Realidade Virtual e Aumentada seria de fundamental importância para a visualização, interação e controle desse grande número de informações geradas a partir da Manufatura Avançada. A eficácia com que o usuário poderá se “integrar” a todo o processo industrial será ampliada de maneira exponencial com a utilização das ferramentas virtuais, tornando possível um aumento da capacidade cognitiva humana através de seus cinco sentidos.

A partir de tal contexto, a motivação desta pesquisa se deve ao fato de não existir um mapeamento e direcionamento das tecnologias virtuais (Realidades Virtual/Aumentada) especificamente para às necessidades industriais com foco nos conceitos da Indústria 4.0. Um dos exemplos que pode ser citado é o da sua utilização no chão de fábrica durante a manutenção de equipamentos. Com efeito, através dessa tecnologia virtual é possível identificar a substituição de peças com apenas alguns cliques nos óculos de Realidade Aumentada para visualizar a peça da operação que é realizada no momento. Este sistema virtual de visualização é capaz de mostrar as peças que estão disponíveis para a troca em estoque, assim como o passo a passo sobre como realizá-la.

1.2 Justificativa, importância do tema e foco do trabalho

Este trabalho pretende analisar, através de Pesquisa Descritiva, Estudos de Caso e Entrevistas, a inovação das ferramentas de Realidade Virtual e Aumentada com foco em aplicações dentro do contexto da Indústria 4.0.

1.3 Problema de pesquisa

Um problema recorrente é o grande número de ferramentas em Realidade Virtual e Aumentada existentes no mercado sem aplicações específicas. Muitas foram lançadas entre 2015 e 2017 sem mapeamento, direcionamento e aplicabilidade específica destas para a resolução de problemas da indústria.

1.4 Hipótese

É possível apresentar um panorama da inovação em tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada e a sua aplicabilidade na intenção de aprimorar a sua utilização no chão de fábrica. Desta forma, será viável um ganho de produtividade e consequentemente, de competitividade da indústria de maneira geral.

1.5 Questões da pesquisa – visão geral

Quais as tecnologias prioritárias em Realidade Virtual e Aumentada e seus instrumentos para a visualização podem ser caracterizados a partir da Pesquisa Descritiva?

Que tipo de problema estas tecnologias irão resolver e com qual eficácia, do ponto de vista de sua aplicação na indústria 4.0?

As tecnologias estudadas apresentam soluções viáveis para atender as demandas em treinamento, inspeção, manutenção e operação de equipamentos na indústria? Caso positivo, que tipo de soluções?

Com esse resultado será possível a adequação mais eficiente das tecnologias estudadas para aumento da eficiência operacional dentro da indústria de maneira geral com consequente aumento de competitividade?

1.6 Organização da tese

A tese está organizada em 10 capítulos da seguinte forma: no Capítulo 1 temos a **Introdução**, que apresenta algumas das características da pesquisa que é tema da tese, a sua Motivação, a Justificativa, o Problema de Pesquisa, a Hipótese e Questões de Pesquisa.

No Capítulo 2 é apresentado o **Referencial Teórico**, que mostra um pouco das iniciativas da utilização da Realidade Virtual e Aumentada dentro do contexto da Indústria 4.0, de forma resumida, no Brasil e em outros países, assim como os tópicos ou contribuições das principais fontes/referências apresentadas neste trabalho.

No Capítulo 3 é apresentada a **Metodologia** de Pesquisa: Pesquisa Bibliográfica, Pesquisa Descritiva (Estudo Descritivo e Estudo de Caso), Pesquisa Documental, Pesquisa Exploratória e, por fim, a entrevista semiestruturada e a Análise de Conteúdo. Temos também apresentação dos procedimentos metodológicos, Objetivos Gerais, Objetivos Específicos, Trabalhos anteriores, Relevância, Definição do Problema e Resultados Esperados.

No Capítulo 4, são apresentados alguns **Conceitos Básicos sobre Inovação** de acordo com a visão de alguns autores renomados na área. Desta forma, fica mais fácil o entendimento das novas tecnologias em Realidade Virtual e Aumentada como fonte de solução inovadora em aplicações dentro do contexto da Indústria 4.0.

No Capítulo 5, são apresentadas as tecnologias de **Realidade Virtual e Aumentada**, seus conceitos e algumas de suas aplicações na indústria em operações logísticas, hardwares de Realidade Mista para o seu desenvolvimento, assim como a aplicação da Realidade Aumentada na indústria de óleo e gás. Foram abordadas algumas das utilizações da **Realidade Virtual na Engenharia Civil**, através de navegação em primeira ou terceira pessoa pelo mundo virtual, empregando a ferramenta CAD integrada a algum dispositivo de visualização em RV, ou pelo BIM (*Building Information Modelling*), tornando possível ao engenheiro trocar informações com o arquiteto e/ou cliente em locais diferentes da obra e em tempo real à sua execução.

No Capítulo 6, são relatados os principais conceitos utilizados na **Internet das Coisas**, alguns exemplos de tecnologias que empregam esse conceito, previsões para IoT, utilização do conceito de sistemas de *Big Data* e seus principais desafios.

No Capítulo 7, são apresentados os conceitos da **Indústria 4.0: Internet das Coisas Industrial** no contexto da indústria brasileira e alguns exemplos das principais aplicações e seus desafios. Aborda também a Integração entre a **Realidade Virtual e Aumentada, Indústria 4.0 e os Sistemas Virtuais de Produção**, como também sobre o modo em as fábricas estão se beneficiando desta integração, a aplicabilidade destas tecnologias tomando como o exemplo o processo de fabricação de latas de alumínio e principais linhas de serviço e do valor agregado para a Indústria nos moldes da quarta revolução industrial.

O capítulo 8 aborda a **discussão** sobre a pesquisa apresentada na tese, os métodos apresentados e as tecnologias abordadas.

Nas **Considerações Finais e Conclusão**, são feitas as considerações sobre o trabalho e nos **Trabalhos Futuros**, é colocada a expectativa de continuidade da pesquisa por meio do desenvolvimento de um Mapa de Rotas Tecnológicas (MRT) das tecnologias apresentadas.

O Apêndice 1 são apresentadas as entrevistas semiestruturadas com profissionais da área.

No Anexo I, são descritos os **dispositivos de Realidade Virtual e Aumentada que podem ser utilizados na Indústria 4.0**, mostrando seus diversos modelos e aplicabilidades.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo, será apresentado o referencial teórico no que tange especificamente a algumas iniciativas na utilização da Realidade Virtual e Aumentada na Indústria 4.0. A utilização de ferramentas virtuais em aplicações industriais não é algo relativamente novo, mas as novas aplicações com foco na Manufatura Avançada estão provocando algumas disrupções em modelos pré-estabelecidos de utilização das tecnologias.

A utilização da Realidade Virtual e Aumentada ainda se restringe quase que completamente ao entretenimento e treinamentos virtuais. Ao explorar as inúmeras possibilidades da utilização de tecnologias virtuais no contexto da quarta revolução industrial, podemos vislumbrar diversas aplicações realizáveis. Os novos equipamentos lançados, listados em anexo no final deste trabalho, demonstram o avanço exponencial do poder computacional destes dispositivos e seu custo cada vez menor. Por esta razão, um dos maiores limitadores é a imaginação dos pesquisadores sobre como expandir a utilização destas tecnologias e sobre como melhor aplicá-las de forma a auxiliar o desenvolvimento da Indústria.

De acordo com a publicação da *Siemens*, com o título “O Conceito da Indústria 4.0” (2017) pode ser descrito como:

Com a Indústria 4.0 a simulação de objetos passa a ser cada vez mais comum. A Realidade Virtual já não é usada apenas para jogos de vídeo ou entretenimento. O conceito pode ser dirigido a muitas outras áreas, desde as aplicações militares, setor da saúde, educação, turismo, arquitetura, vendas e marketing e a indústria. Os ambientes virtuais podem ser usados em cada momento do processo industrial, seja para planejar, projetar, fabricar, prestar serviços e manutenção, testar produtos ou realizar o controle de qualidade.

Além disso, segundo a matéria disponível no Portal da Folha de São Paulo, com o título “Inteligência Artificial e Realidade Virtual estão entre as apostas do setor para tornar processo mais ágil e barato” (2016), tem-se:

Uma dessas iniciativas é o desenvolvimento de hardwares de baixo custo que, instalados nas máquinas industriais, coletam dados relativos ao nível de óleo e vibração do equipamento, por exemplo. Uma estação central processa essas informações e consegue antever a possibilidade de uma falha dali a 60 horas, por exemplo, e apontar a necessidade de manutenção. O conserto, por sua vez, é feito por meio do uso de Realidade Virtual. Diante da dificuldade de ter um técnico especializado sempre presente nas fábricas, a ideia é que esse sistema programado oriente um funcionário ‘leigo’, para que ele seja capaz de colocar a máquina em plenas condições novamente.

O texto descrito acima se refere à iniciativa do SENAI CIMATEC no que diz respeito a aplicações industriais para a Realidade Virtual na Manufatura Avançada. Um dos projetos é o desenvolvimento de *hardware* de baixo custo para monitoramento de equipamentos industriais para a detecção de falhas a níveis de vibração e óleo. Este projeto, quando estiver operacional, possibilitará a previsão de falhas de equipamento com aproximadamente 60 horas de antecedência, possibilitando com isso a manutenção preventiva sem a necessidade de parar o equipamento por longo período no caso de quebra. Tanto a manutenção quanto o conserto do equipamento podem ser realizados utilizando a Realidade Virtual/Aumentada.

Entre algumas das inúmeras possibilidades da tecnologia virtual pode ser citado um dos conceitos da indústria 4.0, o “*digital twin*”. Por meio dele, os equipamentos físicos teriam suas cópias idênticas no mundo virtual, gerando economia de recursos. Com este conceito, é possível o desenvolvimento de produtos e sua melhoria mesmo antes de serem criados fisicamente.

A NASA utilizou este conceito na sua missão a Marte para o desenvolvimento do seu veículo espacial *Curiosity* (Figura 1), simulando com antecedência todas as possíveis condições que afetariam o equipamento, diminuindo consideravelmente as possibilidades de erro. A construção de modelos digitais para cada máquina é um conceito que ganha cada vez mais força. A ideia central é de que sejam aplicadas a motores de aviões, trens e diversos outros equipamentos, permitindo o aparecimento de novos modelos de negócios baseados na utilização da internet industrial.



Figura 1 - Veículo espacial “Curiosity” da NASA.

De acordo com Colin Parris, vice-presidente de Pesquisa de Software da GE (2015):

Estamos coletando todos os dados que conseguimos sobre nossos motores – dados de cada voo, da física das hélices do motor e de como o motor está funcionando, dados sobre temperatura ambiente e níveis de poeira – e, então, consigo prever exatamente quando trazer a aeronave para inspeção.

As Realidades Virtual e Aumentada podem ser utilizadas em praticamente todos os processos industriais: projeto, planejamento, manutenção, testes, controle da qualidade e prestação de serviços. A partir deste panorama, é possível constatar que as fábricas podem ser desenvolvidas e operadas de maneira virtual, permitindo aumentar a eficiência destas até atingir os parâmetros considerados ideais. Somente após esta análise é que a versão final será desenvolvida de maneira física e de acordo com os parâmetros que já foram definidos e validados de forma virtual, diminuindo sobremaneira as margens de erro.

Embora a Realidade Aumentada seja uma das tecnologias menos desenvolvidas e exploradas da indústria 4.0 atualmente, ela possui grande número de aplicações em diversos campos, que vão desde a educação até a medicina. Ao se aplicar a Realidade Aumentada e a Realidade Virtual às necessidades industriais torna-se viável o envio de instruções de montagem através do *smartphone* para desenvolvimento de protótipos.

Com a utilização de óculos de Realidade Aumentada, é possível realizar também a gestão e operação de equipamentos, melhorando o processo de trabalho.

Outra iniciativa de utilização da Realidade Virtual na Quarta Revolução Industrial é a do *Aerospace Malaysia Innovation Center (AMIC)*, que já desenvolveu um sistema utilizando óculos de Realidade Virtual e seis câmeras com infravermelho para rastreamento. Um equipamento fundamental é o braço 6DOF com retorno háptico que é utilizado no projeto *VIRISTAM* (Figuras 2, 3 e 4), para imitar a reorientação de força aplicada. *VIRISTAM* é a abreviação de ‘*Virtual Reality Immersive System Training for Aerospace Manufacturing*’ ou “sistema de Realidade Virtual imersivo para treinamento na indústria aeroespacial”. É um projeto de formação de produção inovador, que é validado utilizando a Realidade Virtual e suas ferramentas para tarefas de produção, tais como a perfuração.

O braço “*end-effector haptic*” irá funcionar como uma ferramenta de perfuração que imitará seu ambiente de trabalho em uma fábrica. Os *End-effectors* são dispositivos hápticos que permitem interagir com o Ambiente virtual ou físico (Balasubramanian *et al.*, 2010; *SensAble Technologies*, 2012; & *GeoMagic Inc.*, 2013). O braço háptico vai dar a reorientação de força para o usuário que executa a tarefa de perfuração. Ele irá gerar um cálculo matemático complexo para ser incorporado na lógica do braço de retorno háptico. O sistema será capaz de gerar coordenadas no espaço 3D, que será utilizado para analisar o desempenho do perfurador. Este projeto está atravessando a fase de validação, em que os perfuradores peritos da indústria irão testar o sistema, e os dados serão recolhidos para sua medição qualitativa e quantitativa.



Figura 2 - Projeto VIRISTAM.



Figura 3 - Projeto VIRISTAM.



Figura 4 - Manipulação do braço háptico do projeto VIRISTAM.

O projeto “*Virtual Reality Online Robot*” foi lançado em Julho de 2016, sendo o primeiro que poderia realmente ser caracterizado como um projeto 100% do tipo Indústria 4.0 no *Aerospace Malaysia Innovation Center (AMIC)*. O objetivo é criar um robô virtual, de modo que um robô *KUKA* com física real seja capaz de imitar o movimento do robô virtual. Uma das aplicações é na tarefa de pintura, em que um especialista pode realizar pintura complexa no ambiente virtual, mas o trabalho real ocorre em outro local conectado pela internet.

O “*Robot Operating System*” (*ROS*) agiria como uma interface para criar a conexão perfeita entre todas as máquinas. O robô *KUKA* físico também seria capaz de detectar se há quaisquer objetos, ou trabalhadores humanos, que estejam obstruindo a via destinada ao processamento de dados de sensores, rastreadores e marcadores. Um algoritmo especial será construído para calcular o melhor caminho para chegar à sua próxima posição sem comprometer as regras de segurança e diretrizes.

Algumas das principais aplicações da Realidade Virtual na indústria de acordo com alguns artigos (*Intelligent Manufacturing*, 1995; Kreitler *et al.*, 1995; *Simulation Based Design*, 1997, *Apud Netto et al.*, 1998) trazem vantagens especialmente na área de manufatura, tais como (*Exhibitors*, 1997, *apud Netto et al.*, 1998):

Projetar máquinas que podem ter suas propriedades estruturais avaliadas e testadas; Desenvolver uma ergonomia funcional e confiável, sem ter que construir um modelo em escala real; Projetar produtos que possuam design de acordo com a preferência de cada cliente; Garantir que os equipamentos fabricados estejam dentro das normas estabelecidas pelos órgãos governamentais; Facilitar operações remotas e controle de equipamentos; Desenvolver e avaliar processos que assegurem a manufaturabilidade, antes de produzir o produto em escala comercial; Desenvolver planos de produção e *schedules* e simular sua correção; Educar funcionários em técnicas avançadas de manufatura, com ênfase em segurança no trabalho.

Sobre a Realidade Virtual: “a habilidade em criar e interagir no espaço cibernético, isto é, em um espaço que representa um ambiente muito similar ao ambiente em torno de nós” (Banerjee & Zetu, 2001).

“A simulação se tornará a forma de fazer negócios no futuro, na qual todas as decisões serão avaliadas usando essa tecnologia em todos os aspectos das operações” (Jain 1999, *apud* Porto *et al.* 2012).

Peng (2007) propôs um sistema de manufatura virtual baseado em redes para SMEs (*Small and Medium-sized Enterprises*) no qual usuários distribuídos compartilham modelos CAD em um ambiente de Realidade Virtual e contribuem para o desenvolvimento de planos de processos com a ajuda de um sistema denominado VCAPP (*Voice Control App*) - implementado em Java e usando VRML (*Virtual Reality Modeling Language*).

Segundo Brettel *et al.*, *apud* Silva (2015), empresas de manufatura da Alemanha reconheceram que os consumidores não estavam dispostos a pagar preços mais altos por melhorias incrementais de qualidade, e passaram a ajustar a produção focando em produtos customizados e respostas rápidas ao mercado.

De acordo com o Portal Automation.com (2016):

Talvez um dos maiores indicadores do potencial de RA e RV para a indústria venham de uma mudança no recrutamento em grandes empresas de engenharia. Recentemente, as empresas têm sido muito abertas sobre o recrutamento de graduados em design de jogos. Com conhecimentos em RV, *Android* e tecnologia móvel, esta próxima geração de recrutas de engenharia estão ajudando a Indústria 4.0 e Internet das Coisas (*IoT*) em aplicações para a realidade.

Embora RV e RA estejam longe da adoção do *mainstream* na manufatura, a tecnologia está sendo aproveitada por uma minoria de empresas progressistas, buscando uma vantagem competitiva. Parece que RV e RA têm um futuro próspero na indústria de manufatura. Aqueles dispostos a investir no mundo virtual serão recompensados no físico.

Segundo Kirner, *et al.* (2004 *apud* BILLINGHURST, 1999) tanto a Realidade Virtual quanto a Realidade Aumentada podem ser utilizadas em aplicações individuais e em aplicações coletivas locais ou remotas, propiciando experiências colaborativas.

Um aplicativo de Realidade Virtual necessita de estudos ligados a percepção sensorial (tato, temperatura entre outros), software, hardware, interface com o usuário e fatores humanos (Bishop, 1992).

De acordo com Duarte (1997) a incorporação de melhores práticas de funcionamento e novas estratégias de inovação aos ambientes industriais impulsionam o desenvolvimento industrial de uma nação e agregam vantagem competitiva perante às demais.

Segundo o professor do Laboratório de Interação Virtual Humana da Universidade de Stanford, em entrevista à Revista HSM março/abril de 2016 (Figura 5): "A Realidade Virtual já está sendo utilizada em projetos concretos, não é mais algo restrito ao laboratório... As aplicações e oportunidades de negócios que a Realidade Virtual está para trazer são quase infinitas... o Natal de 2016 será o da Realidade Virtual".



Figura 5 - Capa da Revista *HSM MANAGEMENT* Edição 115 (março/abril de 2016), título da matéria: 2016: o ano zero da REALIDADE VIRTUAL.

A Revista FINEP de Setembro de 2016, em sua 20ª edição (Figura 6), traz na capa uma matéria especial sobre o inadiável encontro entre o real e o virtual. Este mercado, com seus óculos sofisticados e telas sensíveis ao toque, prevê cifras que ultrapassam 60 bilhões de dólares até 2025. A FINEP também quer participar desta revolução: nos últimos dez anos, a empresa aplicou cerca de R\$ 15 milhões em projetos que misturam os dois mundos.



Figura 6 - Capa da Revista FINEP de Setembro de 2016, em sua 20ª edição.

Na Tabela 1, podemos visualizar os tópicos ou contribuições das principais fontes/referências para o presente trabalho.

Tabela 1 - Tópicos ou contribuições das principais fontes/referências

Temas	Tópicos ou Contribuições	Principais Fontes/Referências
<i>Realidade Virtual e Aumentada</i>	Conceito Características Análise histórica Tecnologia no Brasil e no mundo	Banerjee (1997) Kirner & Tori. (2007) Fernandes (2012) Ogliari (2013)
<i>Indústria 4.0</i>	Conceito Pontos de evolução Perspectivas Vantagem Competitiva Tecnologia no Brasil e no mundo	Schwab (2015) Siemens (2016) CNI (2016) Accenture (2015) PWC (2016)
<i>Inovação</i>	Conceito Pontos de evolução Perspectivas Competitividade Versus Fatores de sucesso Fatores críticos para o sucesso	Drucker (2004) Porter (1998) Bes <i>et al.</i> (2011) Gallo (2010)

<i>Indústria 4.0/Internet das coisas Industrial</i>	Conceito	Kranenburg(2008)
	Pontos de evolução	Ogliari (2013)
	Perspectivas	Accenture (2015)
	Competitividade Versus	Grossman (2015)
	Fatores de sucesso	
	Fatores críticos para o sucesso	

3 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada para o desenvolvimento do estudo, consta dos seguintes passos:

- Pesquisa Bibliográfica;
- Pesquisa Descritiva;
 - Estudo Descritivo;
 - Estudo de Caso;
- Pesquisa Documental;
- Pesquisa Exploratória.

O melhor detalhamento das etapas da pesquisa pode ser visualizado na Figura 7.

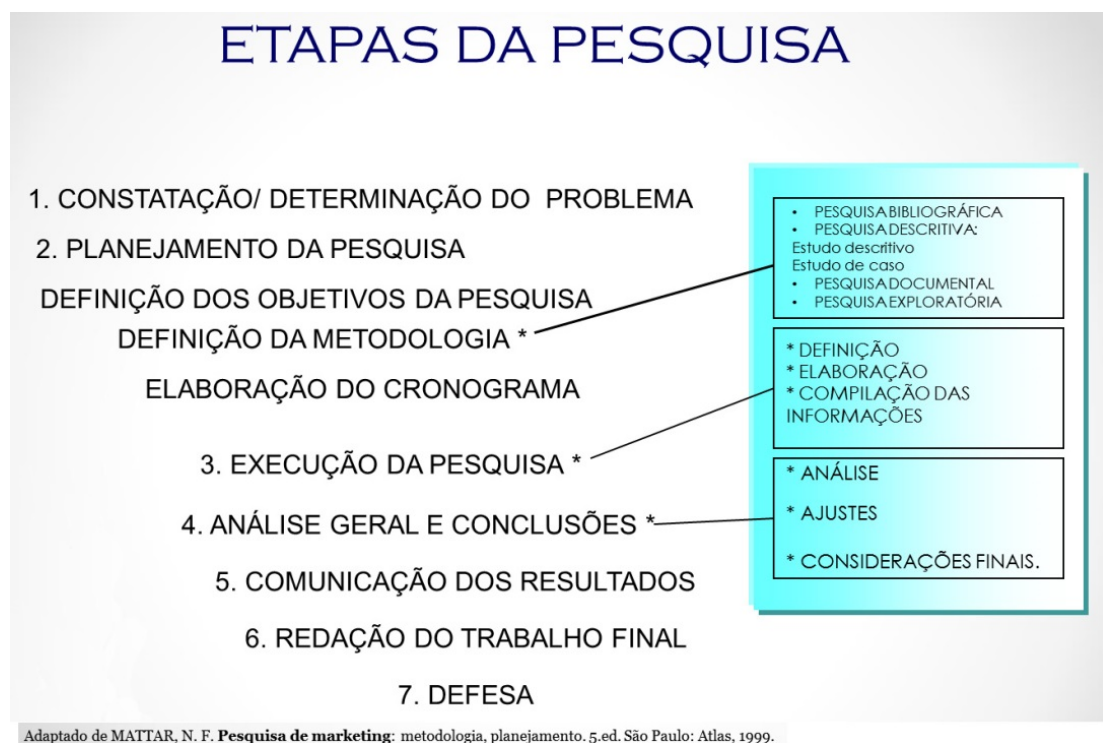


Figura 7 - Etapas da Pesquisa.

Vergara (2000, p. 47) afirma que a Pesquisa Descritiva "não têm o compromisso de explicar os fenômenos que descreve, embora sirva de base para tal explicação". Um exemplo citado pela autora é a pesquisa de opinião.

“Quando se diz que uma pesquisa é descritiva, se está querendo dizer que se limita a uma descrição pura e simples de cada uma das variáveis, isoladamente, sem que sua associação ou interação com as demais sejam examinadas” (CASTRO, 1976, p. 66).

De acordo com Triviños (1987, p. 110), “o estudo descritivo pretende descrever “com exatidão” os fatos e fenômenos de determinada realidade”.

Yin afirma que o estudo de caso se define como uma “investigação empírica que investiga um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto de vida real, especialmente quando os limites entre o fenômeno e o contexto não são claramente definidos...” (YIN, 2001, p. 32-33).

Segundo Pádua (1997, p.62):

Pesquisa documental é aquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente autênticos (não fraudados); tem sido largamente utilizada nas ciências sociais, na investigação histórica, a fim de descrever/comparar fatos sociais, estabelecendo suas características ou tendências [...]

Para Mattar (1996, p. 18-23 *apud* Junior *et al.*, 2007):

A pesquisa exploratória pode utilizar vários métodos, como levantamento de dados em fontes secundárias, estudos de casos selecionados e observação informal. Assim, uma pesquisa exploratória seria justificada pela necessidade de compreensão do tema da pesquisa, a partir dos fenômenos levantados pela literatura e refletidos no instrumento de pesquisa, para sustentar as discussões posteriores.

3.1 Procedimentos Metodológicos

O estudo foi realizado utilizando os procedimentos metodológicos descritos anteriormente. O levantamento foi realizado por análise de informações disponibilizadas pela Fundação Getúlio Vargas, *Elsevier*, UFRJ, USP, FIRJAN, Institutos SENAI de Inovação, CNI, PWC e pela Internet. A partir destas fontes foi possível realizar a Pesquisa Descritiva de deficiências e necessidades da indústria, alguns dos estudos de caso e uma discussão sobre a relevância da utilização dos recursos de Realidade Virtual e Aumentada sob a perspectiva da Indústria 4.0.

3.2 Objetivo geral

Explorar o tema em questão para o direcionamento de tecnologias de simulação em Realidade Virtual e Aumentada, gerando Pesquisa Descritiva para aplicações em treinamento, inspeção, manutenção e operação de equipamentos com foco na Indústria 4.0. Definição das principais áreas de serviço e linhas de pesquisa.

3.3 Objetivos específicos

Pesquisa Descritiva das inovações em Realidade Virtual e Aumentada no contexto da Indústria 4.0;

Mapeamento de tecnologias em Realidade Virtual e Aumentada e algumas das possíveis aplicações na indústria;

Direcionamento das tecnologias investigadas e Pesquisa Descritiva das tecnologias como incremento para o aumento de produtividade e diminuição de falhas na inspeção, manutenção e operação de equipamentos na indústria.

3.4 Relevância

Com esse resultado será possível a adequação mais eficiente das tecnologias estudadas para o aumento da eficiência operacional dentro da indústria de maneira geral com consequente aumento de competitividade.

3.5 Definição do problema

Como o tema Indústria 4.0 é muito abrangente, optou-se por utilizar como exemplo de problema a utilização das tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada dentro de uma empresa de fabricação de latas de alumínio. Nessa fábrica o treinamento de operações dos equipamentos é realizado utilizando lições ponto a ponto através de documentos em .pdf, método este que tem se mostrado ineficiente e pouco intuitivo. Optou-se também por demonstrar os principais desafios para a implantação destas tecnologias.

3.6 Resultados esperados

Como resultado desta tese e à luz dos exemplos citados, espera-se que a Pesquisa Descritiva e o mapeamento das tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada possam direcionar a Indústria a melhorar o desempenho das operações, inspeções e manutenções no chão de fábrica. O intuito é o de proporcionar melhoria contínua de seus processos e a redução de custos, promovendo o direcionamento para a utilização dos conceitos definidos na Indústria 4.0 e a definição das principais áreas de serviço e suas linhas de pesquisa.

3.7 Entrevista

Além da metodologia descrita anteriormente, foi utilizado o recurso da entrevista semiestruturada que se encontra no apêndice 1 deste trabalho. Sobre a definição de

entrevista: “Encontro entre duas pessoas, a fim de que uma delas obtenha informações a respeito de um determinado assunto” (Lakatos & Marconi, 1999, p. 94).

A entrevista é utilizada para a coleta de dados "em que o investigador se apresenta frente ao investigado e lhe formula perguntas com o objetivo de obtenção de dados que lhe interessam à investigação" (GIL, 1999, p. 117).

Optou-se pela entrevista semiestruturada porque esta realiza a caracterização genérica dos entrevistados e de forma paralela abre espaço para a manifestação de suas experiências, percepções e pontos de vista. Ao utilizar esta técnica, foi possível obter respostas livres e espontâneas dos entrevistados, em conjunto com a valorização do desempenho do entrevistador.

O mesmo roteiro de perguntas (Apêndice 1) foi aplicado para todos os entrevistados, permitindo, ao mesmo tempo, o levantamento de dados mais sistematizados. A exceção ocorreu para o entrevistado 13, onde as questões foram direcionadas à educação (por ser a sua área de atuação). Foram aplicadas treze entrevistas. Os entrevistados foram questionados em suas opiniões e experiências sobre questões relacionadas à utilização das tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada no contexto da Indústria 4.0.

Sobre a entrevista segundo Selltitz *et al.* (1997, p. 273) afirmam que “bastante adequada para a obtenção de informações sobre o que as pessoas sabem, creem, esperam, sentem ou desejam, pretendem fazer ou fizeram, bem como sobre suas explicações ou razões a respeito das coisas precedentes”.

São três as categorias de entrevistas: estruturada, semiestruturada e não estruturada. Optou-se por utilizar a entrevista semiestruturada, por ser mais apropriada para a coleta das informações para esta tese.

Segundo Triviños (1987, p.146):

(...) parte de questionamentos básicos, fundamentado nas teorias e nas hipóteses que interessam à pesquisa, oferecendo-lhe uma diversidade de interrogativas a partir das respostas dos entrevistados (informantes), ou seja, no momento que o informante, seguindo espontaneamente a sua linha de pensamento, responde os questionamentos feitos pelo investigador, esta resposta poderá gerar

uma série de novos questionamentos e a partir desse momento o informante passa a participar da elaboração do conteúdo questionado pela pesquisa.

Com a aplicação deste método, foi possível coletar os dados de forma mais sistemática. As entrevistas foram realizadas com profissionais que trabalham diretamente com a aplicação dos conceitos da Indústria 4.0 e em alguns projetos que contemplam tecnologias de Realidade Virtual e Realidade Aumentada (Diretores, Gerentes, Professores Universitários, etc).

3.7.1 Análise de Conteúdo

A Análise de Conteúdo é uma metodologia de pesquisa utilizada como meio para descrever e interpretar o conteúdo em diversas modalidades de documentos e textos. Com ela, é possível realizar descrições sistemáticas, qualitativas ou quantitativas, permitindo a compreensão de seu significado além da leitura comum.

A Análise de Conteúdo não é somente uma simples técnica de análise de dados, pois representa uma metodologia com características e possibilidades próprias. Constitui, assim, “uma técnica de investigação que tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação” (BARDIN, 2009, p. 16). A técnica de Análise de Conteúdo utilizada foi a análise do discurso que é responsável por analisar construções ideológicas presentes em um texto.

A Análise de Conteúdo é, de acordo com Bardin (2009):

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Na Análise de Conteúdo, o investigador, no caso desta tese, o entrevistador, constrói o conhecimento através da análise do “discurso”, de acordo com os termos utilizados pelo entrevistado. O entrevistador precisa dispor de métodos de Análise de

Conteúdo que impliquem na aplicação correta da metodologia, pois estas informações irão servir como indicadores da atividade cognitiva do entrevistado (locutor).

A Análise Temática de Conteúdo desdobra-se em três etapas:

- Pré-análise;
- Elaboração do material ou codificação e tratamento dos resultados obtidos;
- Interpretação.

Na **pré-análise**, é realizada a sistematização das ideias iniciais colocadas pelo quadro referencial teórico e estabelecidos os indicadores para a interpretação de todas as informações coletadas. Na fase da **exploração do material**, é efetivada a construção das operações de codificação, conceituando-se os recortes dos textos em unidades de registros, bem como são definidas as regras de contagem, de classificação e de agregação das informações em categorias simbólicas ou temáticas.

A **codificação** conforme proposto por Bardin (*apud* Silva, 2015), "é definida como uma transformação, por meio de recorte, agregação e enumeração, com base em regras precisas sobre as informações textuais, representativas das características do conteúdo." A **interpretação** consiste na captação dos conteúdos manifestos e latentes contidos no o material que foi coletado (entrevistas, documentos e observação).

Para a elaboração da Análise de Conteúdo da entrevista semiestruturada foi utilizada uma matriz com cinco itens adaptada do trabalho de Cardoso *et al.* (2012):

- Na coluna **Categorias**, foram agrupados os temas-eixo tratados na entrevista, agrupando-se tudo o que o entrevistado tratou a seu respeito;
- Na coluna **Subcategorias**, foram agrupadas as questões tratadas dentro de cada tema-eixo;
- Na coluna **Unidade de Registro**, foram organizados os segmentos de conteúdo a considerar como unidade de base; visando à categorização e a contagem frequencial, optou-se por fazer recortes com base nos temas tratados na entrevista;
- Na coluna **Unidades de Contexto**, podem-se encontrar as questões colocadas pelo entrevistador e as respectivas respostas obtidas;
- Na coluna **Enumeração** adotou-se como modo de contar os registros a direção da fala do entrevistado sobre o tema tratado. Foram empregados os seguintes sinais para a ponderação da frequência de opinião: + positivo; - negativo; 0 neutro.

3.7.2 Resultados da entrevista

Após a leitura e análise crítica das respostas dos entrevistados, foi possível constatar a postura favorável à utilização das tecnologias em Realidade Virtual e Aumentada no chão de fábrica como ferramenta auxiliar para a visualização, monitoramento e tomada de decisão sobre a produção. Ao se utilizar o método de Análise de Conteúdo concluiu-se que as respostas foram extremamente favoráveis à utilização dessas tecnologias virtuais junto aos conceitos da Indústria 4.0.



Figura 8 – Resultado das entrevistas

No total foram 89 questões com 74 questões com resposta positiva (+) que são 83,14%, 7 respostas negativas (-) que são 7,86 % e 8 respostas neutras (0) que são 8,98%. Das 7 questões aplicadas e 6 questões em alguns casos isolados, a grande maioria das respostas de 1 até 6 foram positivas (+) e a favor da utilização das Realidades Virtual e Aumentada junto à Indústria 4.0. A maior incidência de respostas negativas (-) foi na questão 7 que comenta o fato do impacto social que a princípio será negativo com a falta de mão de obra qualificada. As respostas negativas explicitam possível desemprego por pessoal que antes era qualificado para a função tradicional e

que para se manter no mercado de trabalho necessitará de especialização de nível mais elevado. Os entrevistados comentam que de acordo com as demandas que irão aparecer na aplicação dos conceitos da Indústria 4.0 e tecnologias dos Sistemas Virtuais de Produção será necessário profissional especializado em novas áreas. As respostas neutras (0) foram basicamente sobre a não utilização da tecnologia pelos entrevistados em suas Instituições e/ou sobre um impacto indiferente na utilização da tecnologia na questão abordada. O número de entrevistados foi limitado a somente treze a partir do momento que as respostas começaram a ficar repetitivas e como meio de manter a qualidade final das respostas.

Tabela 2 – Resultado das entrevistas

RESULTADO DAS ENTREVISTAS							
	Questão 1	Questão 2	Questão 3	Questão 4	Questão 5	Questão 6	Questão 7
Entrevistado 1	+	0	+	+	+	+	-
Entrevistado 2	+	-	0	0	+	+	-
Entrevistado 3	+	+	+	+	+	+	-
Entrevistado 4	+	+	+	0	+	-	
Entrevistado 5	+	+	+	+	+	+	-
Entrevistado 6	+	+	+	+	+	+	+
Entrevistado 7	+	+	+	+	+	+	-
Entrevistado 8	+	+	+	+	+	+	0
Entrevistado 9	0	+	+	+	0	+	0
Entrevistado 10	+	+	+	+	+	+	+
Entrevistado 11	+	+	+	+	+	+	+
Entrevistado 12	+	+	+	+	+	+	+
Entrevistado 13	+	+	+	+	+	0	

Legenda: + resultado positivo, - Resultado negativo, 0 resultado neutro, bloco vermelho = sem pergunta.

A partir das entrevistas foi possível constatar que diversas indústrias já estão utilizando a Realidade Virtual e Aumentada em diversas aplicações no chão de fábrica no intuito de remodelar o ambiente industrial. Foi possível perceber também de que a aplicação dessas tecnologias virtuais junto aos conceitos da Indústria 4.0 irá impulsionar a eficiência da fabricação através da coleta contínua de dados para gerar insights que influenciarão positivamente todas as decisões operacionais. A utilização de simuladores

de processos garantirá a qualidade destas decisões através da realização de inúmeros testes.

A utilização Realidade Virtual e Realidade Aumentada possibilita aos usuários o controle de todos os elementos de uma fábrica em 3D permitindo o suporte colaborativo remoto. O ponto mais crítico na implantação da Indústria 4.0 é a análise da enorme quantidade de dados gerados que serão coletados durante os processos de fabricação. Através da visualização e interação virtual das instalações industriais será possível a obtenção das informações e o fornecimento de soluções dos problemas sem interrupção da produção. Através da fusão das modernas tecnologias do real com o virtual combinadas aos processos industriais é possível uma melhoria contínua destes processos.

Segundo o que foi explicitado pelos entrevistados para que este conceito se torne realidade no Brasil serão necessárias a revisão e ajustes das regulações. Sem estes ajustes haverá o risco de inviabilização dos muitos conceitos presentes na Indústria 4.0 sendo um dos principais a customização em larga escala. Outro conceito da análise dos dados em tempo real das informações da planta industrial, aproximando o físico e o virtual através da simulação computacional. Toda a cadeia de produção do produto passará a ter o seu gêmeo idêntico, o “*digital twin*”. Através desse “gêmeo digital” será possível aos operadores efetuar os testes e aperfeiçoamento das configurações dos equipamentos para o próximo produto nessa linha de produção virtualizada antes de ser realizada a mudança real, o intuito é o de melhorar a performance e otimizar os recursos.

Como foi possível observar nas entrevistas a utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada não está limitada somente à indústria. Toda a cadeia de valor é beneficiada com a utilização destes conceitos e de maneira coletiva a quem se insere nesse processo de digitalização das informações. Os entrevistados também abordaram as questões relacionadas às demandas em pesquisa e desenvolvimento que irão oferecer oportunidades e desafios para profissionais tecnicamente capacitados ou não e que precisarão ter uma capacitação multidisciplinar para poder compreender e trabalhar com tecnologias variadas que compõem os conceitos da manufatura avançada. Essa transformação digital será importante tanto para a Indústria quanto para os profissionais engajados em todo o processo da transformação digital.

O presente trabalho de Pesquisa Descritiva evidencia que a utilização das ferramentas de Realidade Virtual e Aumentada é positiva para a indústria e fundamental para a melhoria dos processos internos no chão de fábrica. O método utilizado de Análise de Conteúdo qualitativo com estatísticas simples adotada nesta entrevista semiestruturada, funciona como fator de validação e de contribuição científica desta tese.

4 CONCEITOS BÁSICOS SOBRE INOVAÇÃO

Ao se conceituar o significado do termo inovação mesmo que de forma básica neste trabalho, tornou mais factível o entendimento das novas tecnologias em Realidade Virtual/Aumentada, suas aplicações dentro do contexto da Indústria 4.0 e no que essa tecnologia inova no padrão existente no chão de fábrica e plantas industriais. Segundo Wolfe (1994, p.419, *apud* LOPES & Barbosa., 2008), “os trabalhos científicos sobre inovação possuem quatro linhas principais: aqueles que tratam dos estágios do processo inovador, dos contextos organizacionais, das perspectivas teóricas subjacentes e dos atributos da inovação”.

O conceito de inovação segundo o Manual de Oslo (1997):

Uma inovação é a implementação de um produto (bem ou serviço) novo ou significativamente melhorado, ou um processo, ou um novo método de marketing, ou um novo método organizacional nas práticas de negócios, na organização do local de trabalho, ou nas relações externas (MANUAL DE OSLO, 1997, p.55).

Segundo Drucker (1987), "a inovação sistemática, portanto, consiste na busca deliberada e organizada de mudanças, e na análise sistemática das oportunidades que tais mudanças podem oferecer para a inovação econômica ou social".

De acordo com Christensen (1997), as inovações sustentadoras são obtidas por inovações incrementais, que melhoram os produtos e serviços e que procuram atender principalmente os consumidores mais exigentes do mercado. Christensen afirma também que “Inovações disruptivas são aquelas que provocam uma ruptura no antigo modelo de negócios. Elas normalmente favorecem o aparecimento de novos entrantes” (CHRISTENSEN, 1997).

Davila, Epstein e Shelton (2007) afirmam:

A inovação é o elemento-chave para a concretização do crescimento agressivo das receitas, e igualmente para aumentar os percentuais dos lucros. (...) muitas companhias recorrem à inovação a fim de produzir crescimento quando as abordagens mais convencionais vão se esgotando. (...) A inovação pode ter como resultado o crescimento das receitas, uma base mais sólida de rendimentos, melhores relações com os clientes, funcionários mais motivados, desempenho melhor das parcerias e vantagem competitiva incrementada (DAVILA; EPSTEIN; SHELTON, 2007, p.26, grifo da autora).

A Indústria 4.0, também chamada de quarta revolução industrial será formada por inovações em diversas áreas.

De acordo com o Portal ITCHANNEL:

A quarta revolução industrial será moldada por uma nova onda de inovação em áreas como os automóveis sem condutor, a robótica inteligente, materiais que são mais leves e mais resistentes, e processos de manufatura construídos em torno da impressão 3D.

Tabela 3 - Tipologia das mudanças tecnológicas conforme Freeman (1997).

Tipo de mudança	Características
Incremental	Melhoramentos e modificações cotidianas
Radical	Saltos descontínuos na tecnologia de produtos e processos:
Novo sistema tecnológico	Mudanças abrangentes que afetam mais de um setor e dão origem a novas atividades econômicas
Novo paradigma tecnoeconômico	Mudanças que afetam toda a economia envolvendo mudanças técnicas e organizacionais; alterando produtos e processos, criando novas indústrias e estabelecendo trajetórias de inovações por várias décadas.

São apresentadas quatro formas de inovação de acordo com o Manual de Oslo e Portal FINEP:

Inovação do produto (mais amplo: inovação tecnológica): introdução no mercado de novos, ou significativamente melhorados, produtos ou serviços. Incluem alterações significativas nas suas especificações técnicas, componentes, materiais, software incorporado, interface com o utilizador ou outras características funcionais;

Inovação do processo: implementação de novos, ou significativamente melhorados, processos de produção ou logística de bens ou serviços. Inclui alterações significativas de técnicas, equipamentos ou software;

Inovação organizacional: implementação de novos métodos organizacionais na prática do negócio, organização do trabalho e/ou relações externas;

Inovação de marketing: implementação de novos métodos de marketing, envolvendo melhorias significativas no design do produto ou embalagem, preço, distribuição e promoção dos mesmos.

Além das inovações disruptivas, o foco da utilização da Realidade Virtual/Aumentada na indústria será também o desenvolvimento de inovações sustentadoras em produtos e serviços. Estes atenderão às necessidades da indústria em mercados já estabelecidos, permitindo que aumentem a sua margem de lucro com a diminuição de perdas, sem precisar assumir maiores riscos.

5 REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA

A utilização de simuladores em Realidade Virtual e a visualização e interação por intermédio da Realidade Aumentada demonstrou ser, através de sua utilização em diversos setores (museus, medicina, escolas, logística, etc.), uma excelente ferramenta como recurso didático para treinamento e operações de equipamentos. Está se tornando indispensável para melhorar a dinâmica e qualidade do processo de ensino, principalmente nos equipamentos que tem alto custo de compra, operação e manutenção, e que oferecem riscos de acidentes aos iniciantes. A Realidade Virtual/Aumentada, por suas características, permite desenvolver soluções mais interativas, com maior capacidade de simulação e maior sensação de imersão do usuário, resultando em ambientes de grande potencial cognitivo.

Nos ambientes tridimensionais criados com recursos de Realidade Virtual/Aumentada, o usuário amplia suas possibilidades de manipulação e visualização de objetos. O desenvolvimento da virtualização dos ambientes deve sempre considerar cautelosamente as perspectivas dos usuários, as interações e diferentes níveis de percepção e expectativas entre as equipes. Nos ambientes virtuais de aprendizagem, é fundamental que se construam os dispositivos e interfaces específicas para as atividades a serem realizadas, fazendo com que os especialistas aceitem esta tecnologia de maneira positiva.

A demanda é cada vez maior por pesquisas de novos dispositivos e soluções para apoiar o desenvolvimento da simulação em ambientes virtuais. Pode ser citado como exemplo de utilização da Realidade Virtual na Indústria o fato de que há tempos a indústria de petróleo e gás vem se beneficiando com a utilização da Simulação (Costa e Ribeiro, 2009.p.59):

É na sede da Petrobrás, empresa brasileira que possui 13 centros de Realidade Virtual espalhados por suas unidades, que está o mais moderno na área de exploração e produção de petróleo. É por meio dessa tecnologia que os geólogos e geofísicos analisam as

propriedades do fundo do oceano, reconhecendo com precisão os pontos onde se deverá perfurar para chegar ao petróleo. Identificados os reservatórios, a Realidade Virtual também ajuda a aproveitar ao máximo a extração de cada um deles, o que ajuda a economizar tempo e dinheiro.

Atualmente, a indústria de petróleo e gás necessita de uma diversidade de ambientes virtuais para apoiar várias de suas atividades.

Por definição, a Realidade Aumentada é um sistema de integração e interação que captura informações virtuais através de marcadores (que podem ser partes do equipamento inspecionado) e visualização do mundo real. Geralmente através de câmeras, por intermédio da visão computacional e algoritmos específicos, além disso, o sistema que emprega a Realidade Aumentada pode ser utilizado para controlar sensores e atuadores para ambientes controlados e operação de equipamentos industriais.

A utilização da Realidade Aumentada (RA) como ferramenta de auxílio em diversos setores da indústria tem se mostrado uma solução eficiente e flexível para o treinamento de operadores na solução de problemas e configuração de equipamentos. Possibilita excelente custo benefício e segurança em uma operação simulada ou real em função dos riscos que se apresentam em diversos ambientes industriais.

A tecnologia da Realidade Aumentada pode se resumir a uma combinação do mundo físico com o mundo digital. Está sendo utilizada em diversas modalidades da indústria, principalmente a automobilística, mas isso nem sempre ocorre somente através da Realidade Aumentada, pois geralmente é utilizado em conjunto com diversas outras tecnologias, tais como: projeções holográficas interativas, óculos de realidade virtual, impressoras 3D, drones, câmeras de alta velocidade, etc.

Segundo a diretora executiva da *AR for Enterprise Alliance*, Christine Perey (2015):

A Realidade Aumentada é a combinação do mundo físico e do mundo digital. O que eu mais gosto na logística, além de ser transversal, é que tem tudo a ver com o mundo físico, real. A logística são os objetos, os produtos... movimentá-los, manipulá-los no mundo físico, o que constitui um enorme desafio para a Realidade Aumentada.

Pelo que há de imenso para se fazer em termos de picking, armazenagem, gestão de localizações, com uma enorme vantagem da logística em relação a outros setores, já que a Realidade Aumentada não existe sem TI e, no caso da logística, a tecnologia já existe ao longo dos processos, o que facilita bastante o trabalho que ainda há a fazer.

De acordo com o Diretor-geral da DHL Express da África Subsariana *Charles Brewer*, (2014):

As recentes inovações como *heads-up displays* (exibição de avisos projetada) nos para-brisas ou a utilização da Realidade Aumentada na reparação de veículos no sector automóvel demonstram a rapidez com que esta tecnologia se está a desenvolver e a encontrar o seu lugar em indústrias fora da área da TI. Acreditamos que a tecnologia também oferece um potencial significativo para o setor da logística e, por isso, estamos atualmente a selecionar casos para aprofundarmos a investigação.

Segundo Azuma (2001), um sistema de Realidade Aumentada suplementa o mundo real com objetos virtuais gerados computacionalmente que coexistem no mesmo espaço que o mundo real. Azuma (2001), ainda adiciona as seguintes propriedades a Realidade Aumentada: combina objetos reais e virtuais em um ambiente real, roda interativamente e em tempo real e há um alinhamento entre ambos.

A Realidade Aumentada necessita ao menos de três componentes: Um objeto real com algum tipo de marca de referência (marcador), que possibilite a interpretação e criação do objeto virtual, uma câmera ou dispositivo capaz de transmitir a imagem do objeto real e um programa (*software*) capaz de interpretar o sinal transmitido pela câmera ou dispositivo.

A formação do objeto virtual acontece da seguinte maneira: Posiciona-se o objeto real em frente à câmera, para que ela capture a imagem e transmita ao equipamento que fará a leitura. A câmera “enxerga” o objeto e manda as imagens, em tempo real, para o software que vai gerar o objeto virtual. O software já estará programado para retornar determinado objeto virtual, dependendo do objeto real que for

mostrado à câmera; O dispositivo de saída (que pode ser uma televisão, monitor de computador ou *Headset*) exibe o objeto virtual em sobreposição ao real, como se ambos fossem uma coisa só.

Na figura 12, podemos observar um marcador fiducial, este serve como um código de reconhecimento para a câmera na Realidade Aumentada.

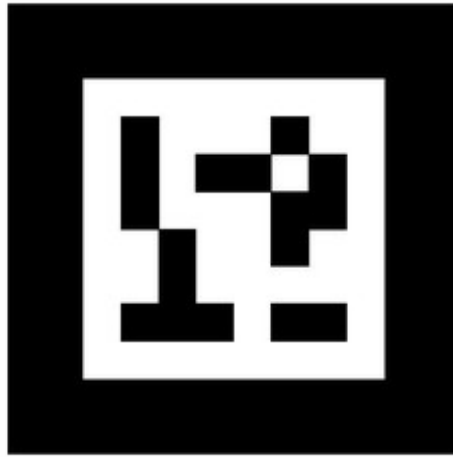


Figura 9 - Exemplo de marcador fiducial utilizado na Realidade Aumentada.

Os métodos que podem ser utilizados para a visualização da Realidade Aumentada incluem câmeras de *tablets*, *smartphones*, óculos de Realidade Aumentada ou qualquer outro tipo de monitor e câmera que possuam boa resolução. Estes métodos devem permitir ao seu usuário a possibilidade de utilização no mesmo ambiente em que se apresente o problema a ser solucionado ou a grandes distâncias através de colaboração remota. A ideia é auxiliar todos os membros da equipe na instrução e acompanhamento visual de procedimentos.

5.1 Exemplo de utilização de Realidade Aumentada na indústria em operação logística

A logística é uma das áreas que vem demonstrando grande potencial para a utilização da Realidade Aumentada, seja na comunicação, sistemas de informação e de outras inúmeras formas, principalmente dentro dos armazéns, realizando a leitura de códigos de barra de carrinho-prateleira e apontando as informações de cada tarefa durante a movimentação dos materiais estocados no corredor do armazém.

Tal tecnologia pode indicar também a localização física do produto e a quantidade desejada a ser retirada ou recolocada. Através de óculos de Realidade Aumentada, é possível visualizar as informações de localização, facilitando o processo de direcionamento durante as operações. "Segundo a ISAGA, os jogos de simulação combinam as características dos jogos (competição, cooperação, regras, jogadores) com a dos simuladores (construtos, modelo e implementação) incorporando-se à realidade." (JONES, 1995, *apud* TITTON, 2011).

Alguns dos principais problemas ocorridos durante os treinamentos para operação, manutenção e inspeção na indústria de óleo e gás, principalmente na cadeia logística desta área, são: o custo alto de treinamento em situações e equipamentos reais, o perigo que os operadores correm por estar em situação de risco sem ter a experiência necessária em determinado tipo de procedimento, a curva de aprendizado que se torna mais alta e dispendiosa. Ao utilizarmos os recursos da Realidade Aumentada em conjunto com os métodos tradicionais existentes, possibilitamos uma melhoria em todos os sentidos na realização destes processos.

Abaixo podemos ver uma série de imagens que demonstram a utilização da Realidade Aumentada em operações logísticas utilizando o código de barras e marcadores naturais, nas figuras 13 a 18.



Figura 10 - Óculos de Realidade Aumentada.

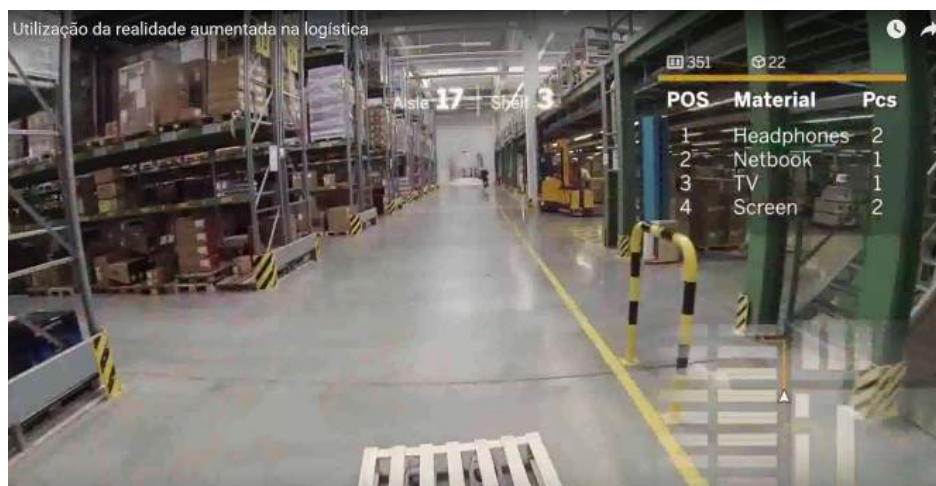


Figura 11 - Localização dos materiais estocados utilizando a Realidade Aumentada.



Figura 12 - Localização de item estocado utilizando RA.



Figura 13 - Localização de prateleira utilizando RA.



Figura 14 - Detecção de defeitos utilizando a RA.



Figura 15 - Procedimento de manutenção utilizando a RA.

5.2 Hardwares de Realidade Mista

Pela sua importância evidente, serão mostrados neste trabalho somente dois hardwares de visualização que foram lançados em 2016, o *Microsoft HoloLens* (Figura 19) e o *Meta 2* (Figura 23), ambos os dispositivos tornam possível a implementação de Realidade Mista (Realidade Virtual e Aumentada) com alto grau de realismo e utilizam software de desenvolvimento próprio (no Anexo I serão descritos maior variedade de hardwares).

O *Microsoft HoloLens* é descrito como um “computador holográfico”. Funciona sem os fios usando sensores avançados, um sistema de última geração em um chip e a adição de uma unidade de processamento holográfico (*Holographic Processing Unit*,

HPU). Possui também um sistema de áudio que reproduz os sons holograficamente no ambiente de forma altamente imersiva, podendo simular o som que vem até mesmo das costas do usuário.

Os hologramas reproduzidos pelo sistema possuem alta definição podendo ser utilizados para a gestão de projetos arquitetônicos, design de produtos, medicina, etc. Podemos ver, nas figuras 20 a 22, algumas das aplicações do dispositivo.



Figura 16 - Microsoft HoloLens.



Figura 17 - Demonstração de utilização do HoloLens.

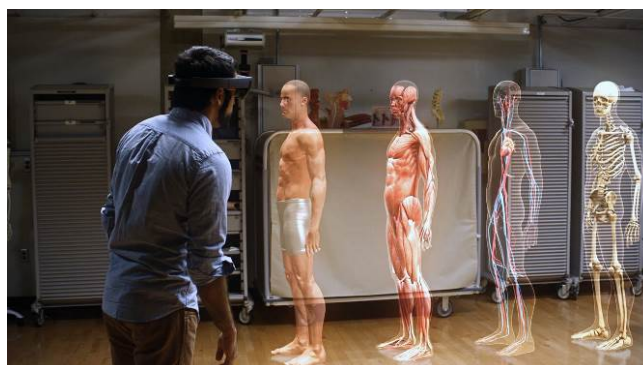


Figura 18 - Aplicação na medicina.



Figura 19 - Aplicação no setor automobilístico.

O óculos *Meta 2* possui ângulo de 90° de campo de visão (FOV, em inglês: *field of view*), propiciando uma sensação imersiva muito maior do que o *Microsoft HoloLens*, que possui campo de visão abaixo da metade do *Meta 2*. Este possui um display de 2560 x 1440, o que permite visualizar com muito mais clareza os detalhes dos objetos virtuais. A estereoscopia utilizada no desenvolvimento do *Meta 2* utiliza um método que espelha uma tela posicionada acima das sobrancelhas em um vidro situado na frente dos olhos, produzindo assim uma imagem 3D, renderizando uma cena para cada olho.

O *Meta 2* utiliza um conjunto de câmeras e sensores para rastrear os movimentos das mãos e dos dedos e a posição do usuário. O fato dele ser cabeado limita o potencial uso de Realidade Aumentada, no entanto, ele está pronto para ser utilizado pelos desenvolvedores. Uma outra vantagem do *Meta 2* (Figura 23), é o preço inferior ao do *Microsoft HoloLens*. Podemos ver algumas das aplicações desenvolvidas nas figuras 24 a 26.



Figura 20 - Usuário utilizando o Meta 2.

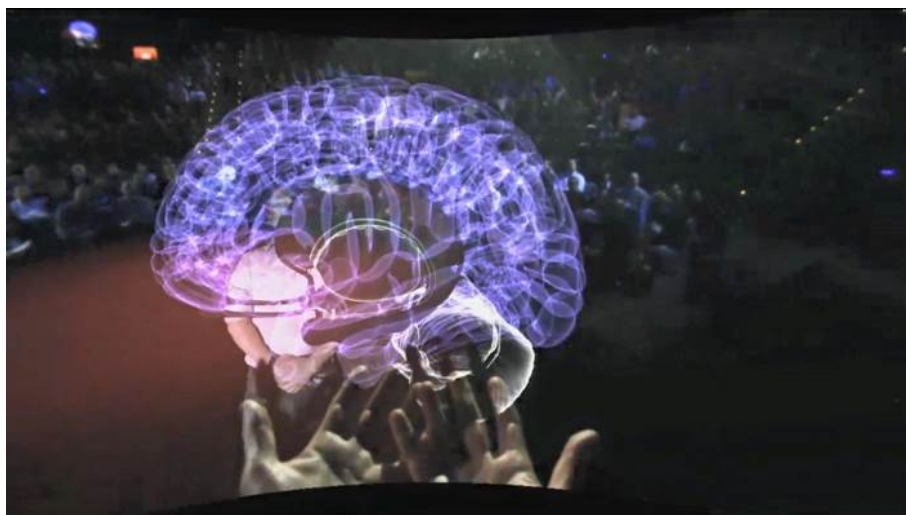


Figura 21 - Exemplo de aplicação no Meta 2.



Figura 22 - Exemplo de aplicação no Meta 2.



Figura 23 - Exemplo de aplicação no Meta 2.

Poderão ser integradas ao sistema de *hardware* várias interações e integrações: reconhecimento facial ou de voz para comandos, clique com o piscar de olhos para operação sem precisar utilizar as mãos (com grande aplicação para utilização de deficientes físicos), integração com *smartphones*, lista de tarefas a serem realizadas com reconhecimento de marcadores e comparações do real com o virtual em tempo real.

A FIRJAN desenvolveu um Aplicativo de Realidade Aumentada para os alunos do Curso Técnico de Automação Industrial que utiliza a câmera do celular ou *tablet* para reconhecer as figuras impressas nos livros didáticos. Desta maneira, é possível ter acesso a objetos multimídia que irão facilitar o aprendizado.

O aplicativo foi criado no intuito de permitir que o aluno possa acessar muitos objetos de aprendizagem relevantes para a construção das competências profissionais que a indústria necessita, principalmente no curso Técnico em Automação Industrial para o qual o mesmo foi desenvolvido. Após abrir o aplicativo, é possível visualizar inúmeros recursos ao apontar a câmera do seu dispositivo para os marcadores disponíveis nos livros didáticos.

O objeto tridimensional ficará “atrelado” ao marcador, permitindo que sejam efetuadas interações e visualização de animação destes objetos. O intuito é gerar melhor entendimento do funcionamento de máquinas, equipamentos e procedimentos, auxiliando sobremaneira o ensino profissionalizante. Podemos observar o aplicativo desenvolvido pela FIRJAN na figura 27.



Figura 24 - Aplicativo de Realidade Aumentada desenvolvido pela FIRJAN para apostila didática de Automação Industrial, operação e manutenção.

5.3 Realidade Aumentada na indústria de óleo e gás

A FIRJAN desenvolveu um aplicativo para a Planta de Processos utilizando a Realidade Aumentada, o qual simula procedimentos de inspeção de equipamentos e manutenção industrial em escala reduzida. A visualização da simulação é possível por meio de um *tablet*, que, ao ser apontado para o equipamento, reconhece sua atividade. O *tablet* pode interpretar, por exemplo, informações de banco de dados do equipamento, última manutenção efetuada, manual de alguma peça, além de permitir infinitas interações, como dar baixa em estoque.

De acordo com Campos (2010):

A indústria do petróleo e gás também vem sendo beneficiada com o auxílio da RV e RA, uma vez que, nesses setores há diversos profissionais como geólogos, engenheiros, físicos, profissionais da computação, entre outros, que necessitam de algum tipo de simulação e a RV e RA se encaixaram perfeitamente para resolução de algum tipo de problema relacionado, como comunicação, redução de erros e tomada de decisões, aumentando a eficiência.

A Petrobras desenvolveu algumas iniciativas para utilização de Computação Aplicada no desenvolvimento de pesquisas na área de visualização e computação científica para a indústria de petróleo, gás e energia. Abrangem as áreas de processamento de imagens e visão computacional, visualização e interação com dados complexos e sistemas de informações geográficas.

Neste tipo de iniciativa, são desenvolvidas pesquisas na área de Realidade Virtual para visualização de dados de prospecção de petróleo e Realidade Aumentada sem marcadores para operação remota e inspeção de instalações industriais.

Geralmente, a utilização da simulação em Realidade Virtual e Aumentada é efetuada de maneira puramente visual. Como definição básica de simulação visual SABBADINI & de OLIVEIRA (2006), afirmam:

A simulação visual consiste na utilização de recursos de computação gráfica, que permitem a apresentação de dados e informações em

forma gráfica, de modo que o usuário ou o modelador possa utilizar sua percepção visual para melhor analisar e compreender os dados, as informações e os resultados da simulação.

MARSHALL *et al.* (1990) definem três tipos de interações em sistemas de interação visual (VIS), pós-processados, rastreados e de controle (manobra). (Figura 28).

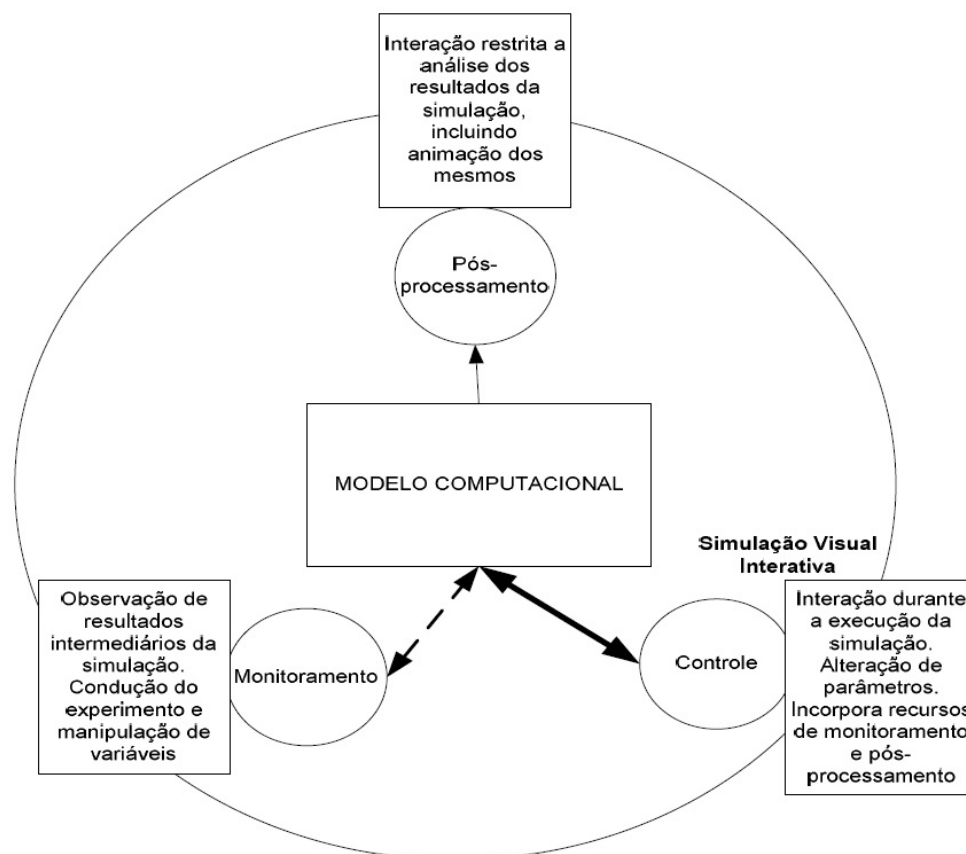


Figura 25 - Três tipos de interação em sistemas de interação visual (VIS), pós-processados, rastreados e de controle (manobra). Fonte: Marshall *et al.* (1990).

Segundo Hurrion (1976) e Bell e O'Keefe (1997) a simulação visual interativa (VIS) possui os elementos de interatividade que permitem a realização de muitas etapas da simulação, utilizando a representação gráfica e animação, interativamente.

Wagner *et al.* (1996) demonstram que é necessário que se faça a inclusão de interação com os usuários em sistemas de simulação visual, para que haja um aumento da participação destes nos experimentos de simulados, gerando assim um enriquecimento do que é produzida pela simulação visual interativa.

5.4 A utilização da Realidade Virtual e Aumentada na Engenharia Civil

A Engenharia Civil é uma área com inúmeras possibilidades para a utilização da Realidade Virtual. Esta ferramenta faz o auxílio na prevenção e identificação de problemas através da análise de falhas permitindo que se realizem correções antes mesmo do início do projeto.

Através das ferramentas de Realidade Virtual e Realidade Aumentada é possível navegar pelo projeto de forma virtual em primeira ou terceira pessoa, ademais, elas se ajustam com perfeição com ferramentas de *CAD* para desenvolver projetos complexos de edificações e a geração de modelos 3D. “Esta tecnologia é baseada em computadores e fornece a ilusão de se estar imerso em um espaço tridimensional com habilidade para interagir com este espaço 3D” (Byrne, 1996, *apud* Castro, 2004).

Ao utilizar os recursos da Realidade Virtual o engenheiro pode visualizar os projetos da construção civil, como no exemplo da Figura 29, onde é utilizada a *CAVE* como forma de visualização do projeto. Neste sistema além de ser possível projetar, torna-se viável também ao próprio cliente navegar e interagir em tempo real, ao longo de toda a construção.

Segundo Matthias *et al.*, *apud* Castro (2004), "No intuito de auxiliar o engenheiro que tem que lidar com modelos 3D complexos, os sistemas de *CAD* comerciais podem ser melhorados com uma interface adicional, alternativa baseada na tecnologia de RV".



Figura 26 – Através de sistemas imersivos, o engenheiro pode projetar com muito mais precisão.

A Realidade Virtual é a utilização de artifícios para a reprodução da realidade, sendo que atualmente o meio mais utilizado é o digital, através do uso dos computadores. Para se criar a Realidade Virtual, é necessário aguçar o maior número de sentidos do usuário, sejam eles visual, auditivo e tátil, dentre outros. Assim, o usuário sente-se inserido, ou seja, imerso em um ambiente no qual pode interagir com objetos e outras pessoas (Luz, 1997, *apud* Castro, 2004).

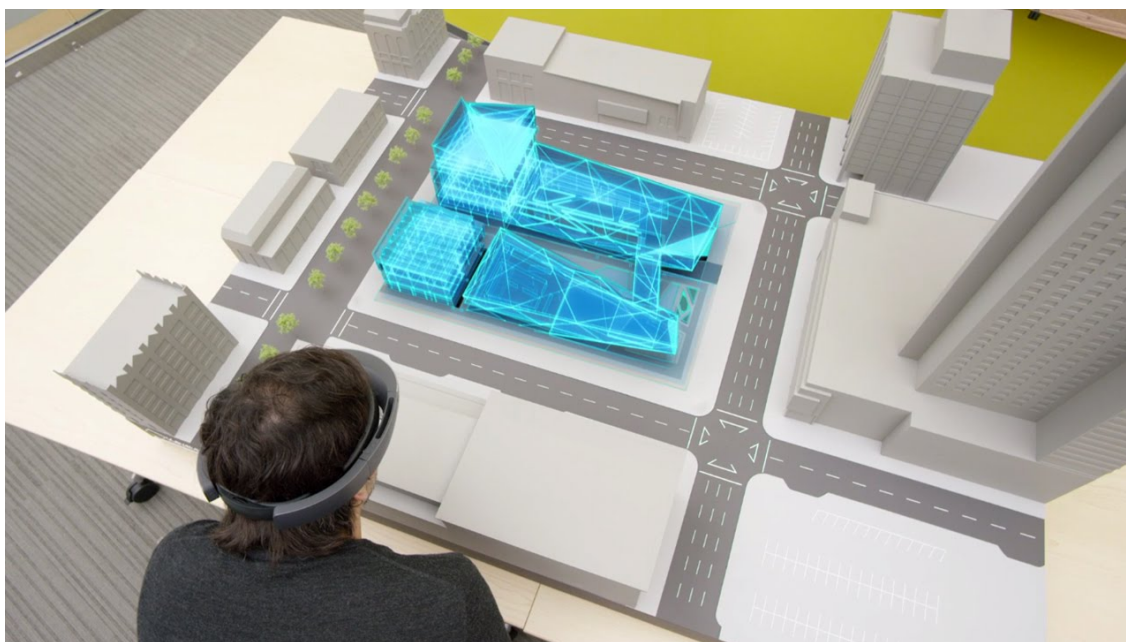


Figura 27 - Visualização de projeto de Engenharia Civil utilizando Realidade Mista.

Algumas empresas de engenharia de grande porte já utilizam a Realidade Virtual na execução de seus projetos. Isso aumentou consideravelmente após o lançamento de dispositivos de Realidade Mista (Realidade Virtual e Aumentada), como no caso do *Microsoft HoloLens*, que gera hologramas em alta definição integrados no ambiente real através do seu conjunto avançado de sensores, câmeras e processador holográfico integrado (Figura 30).

A Realidade Mista combina de forma completamente interativa a realidade com o mundo virtual em tempo real, permitindo que os modelos visualizados possam ser facilmente analisados e integrados ao projeto “bidimensional” com informações espaciais 3D interativas.

Os processos utilizando o *BIM (Building Information Modelling)* já estão começando a se tornar realidade nas maiores empresas do setor como a *AECOM*, *Trimble*, *Tekla* e *Procore*, que já desenvolveram seu *software* proprietário nesta área. Estas empresas utilizam as novas possibilidades proporcionadas pelos novos

dispositivos de Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Mista para incrementar a produtividade nos projetos de construção civil. É permitida, inclusive a colaboração remota, em tempo real, entre os diferentes profissionais na obra, que podem se localizar em locais distintos, até mesmo em países diferentes. Neste caso, o Engenheiro Civil pode trocar informações com o Arquiteto ou com o cliente, tornando possível que todos visualizem o mesmo modelo virtual sobreposto ao real.

Uma das grandes questões é se a indústria 4.0 pode chegar à construção civil utilizando os recursos disponíveis no mercado. No decorrer da pesquisa, foi possível observar que os primeiros elementos que viabilizam esta iniciativa já existem e já estão sendo utilizados de maneira individualizada: impressoras 3D e *softwares* como o *BIM*. Algumas outras tecnologias já se fazem presentes no Brasil, como as máquinas pré-programadas que assentam *pavers* sem a interferência de ninguém.

Para que a indústria 4.0 possa ser instalada no Brasil de maneira apropriada é necessário que sejam superados alguns problemas, de acordo com o Vice-Presidente Executivo da *ASEM - the American Society for Engineering Management Brazil Chapter* - Maximiliano Vargas (2016):

Para isso acontecer, temos alguns entraves, como ambiente macroeconômico, qualidade de educação dos trabalhadores, eficiência do mercado e desenvolvimento do mercado financeiro para viabilizar negócios. No Brasil, numa escala de zero a sete dos relatórios de competitividade global, beiramos algo por volta de 3,5 a 4. O tamanho do mercado é enorme, mas em todos os outros quesitos o Brasil precisa caminhar para ir ao encontro da indústria 4.0.

Podemos perceber que a implementação da Realidade Virtual na Engenharia Civil, nos moldes da Indústria 4.0, não é o grande obstáculo. O maior problema a ser resolvido será a interconexão de todas as máquinas no chão de fábrica. Após essa etapa, a integração com a Realidade Virtual se mostra claramente mais tranquila e com um custo/benefício extremamente atraente. Outro gargalo aparente na implantação e utilização dos sistemas é o da formação dos engenheiros no Brasil. Ainda de acordo com Maximiliano Vargas (2016):

Definitivamente, o Brasil não vai entrar nessa era tendo apenas 5% dos egressos no ensino superior formados em engenharia. Engenheiro, no caso da indústria 4.0, é um indivíduo com alta capacidade de

conhecimento sobre um determinado assunto e alta capacidade de congregar conhecimentos com outros parceiros de trabalho. Mas, o jeito que nós estamos formando para o mercado não é compatível para esse tipo de avanço tecnológico.

6 INTERNET DAS COISAS

A Internet das coisas está no início, mas a expectativa é de que, em um futuro próximo, transformará o mundo, criando uma rede gigante de dispositivos e máquinas conectadas globalmente, aumentando de maneira agressiva a comunicação e troca de dados. A *IoT* é vista ainda como ficção, mas na realidade este mundo já existe através de inúmeros dispositivos presentes em nosso cotidiano: Os “*wearables*” (termo que significa tecnologias para vestir), *tablets*, *smartphones*, relógios e pulseiras conectadas que rastreiam os hábitos dos usuários, *RFID* (*Radio-Frequency Identification*), pedômetros, câmeras, casas conectadas, diversos dispositivos que interagem entre si e são comandados por voz.

“O termo *IoT* foi inventado por *Kevin Asthon* em 1999 no contexto de *Supply Chain* da indústria. Porém, a definição se expandiu para outras aplicações, como na área de saúde, transporte, comunicação” (SUNDMAEKER *et al.*, 2010, *apud* FERREIRA *et al.* 2017).

Com a utilização da Internet das coisas surge a solução de diversos problemas, entretanto, através dessa intensa comunicação cria-se outro problema, o grande volume de dados coletados. Tal desafio está sendo solucionado pela tecnologia intitulada *Big Data*, que manipula dados estruturados e não estruturados. É um conjunto extenso de dados que requer ferramentas para lidar com grandes volumes, de maneira que qualquer tipo de informação nestes meios possa ser encontrada, analisada e aproveitada de maneira e tempo hábeis através da virtualização das informações e *Cloud Computing*. A tecnologia intitulada *Big Data* será aprofundada em capítulo posterior.

A internet das coisas abrange diversas tecnologias que têm sido desenvolvidas nos últimos anos. Segundo Ayres e Sales (2010), trata-se de uma expressão utilizada a partir dos anos 90 relacionando as redes de conexões entre objetos à Internet (Figura 50). As tecnologias que garantem boa parte do seu desenvolvimento são os sensores *RFID* (identificação por radiofrequência), as redes sem fio ubíquas e a mudança do protocolo de internet para a versão *IPv6*.

Na atualidade, nós possuímos o protocolo *IPv4*, que é capaz de gerar até 4 bilhões de endereços *IP* (*Internet Protocol*). Nesse caso, só podemos dar endereços diferentes para um número limitado de computadores, telefones celulares e equipamentos conectados à rede. No caso da internet das coisas, cada objeto precisa ter seu próprio endereço. A solução para este

“gargalo” está no IPv6. Por seu intermédio, poderemos gerar códigos diferentes de maneira quase que ilimitada para uma grande quantidade de objetos, mais precisamente 340 undecilhões de objetos.

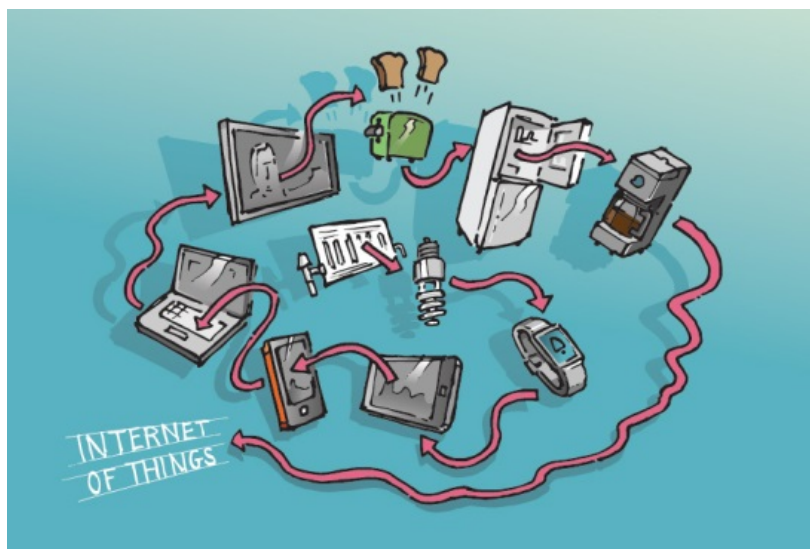


Figura 28 - Internet of Things (IoT).

De maneira geral, a Internet das Coisas (*IoT*) é uma extensão da internet ao mundo real (físico), onde se torna possível uma grande interação com objetos e a sua comunicação independente entre eles. Contudo, segundo *Singer* (2012), definir o que de fato é a Internet das Coisas (*IoT*) é complicado diante dos vários estudos e publicações em torno do assunto. Na Internet, utilizamos diversas informações que estão armazenadas em computadores em todo o planeta. É um mundo totalmente virtual, onde navegamos ou interagimos por meio de páginas que são acessadas por meio de *hyperlinks*. Na Internet das Coisas, os objetos tem sua própria identificação e tal identificação pode ser lida de maneira automatizada. Os objetos físicos passam a ser representados no meio virtual.

6.1 Wearables

Outros dispositivos chamados de “*Wearables*” (termo que se refere a tecnologias para vestir) estão sendo utilizadas principalmente em relógios conectados ou dispositivos para a prática de esportes, mas há muito mais nessa tecnologia. Fabricantes como a *Samsung*, *Intel*, *LG*, *Sony*, *Qualcomm*, entre outros, desenvolveram diversos equipamentos *Wearables* (Figura 51). A lista de grandes empresas que desenvolveram novidades nesse

segmento é bastante representativa. Além disso, temos a participação de grande parcela de pequenas indústrias, preocupadas em encontrar finalidades ainda mais específicas para os microchips desenvolvidos.

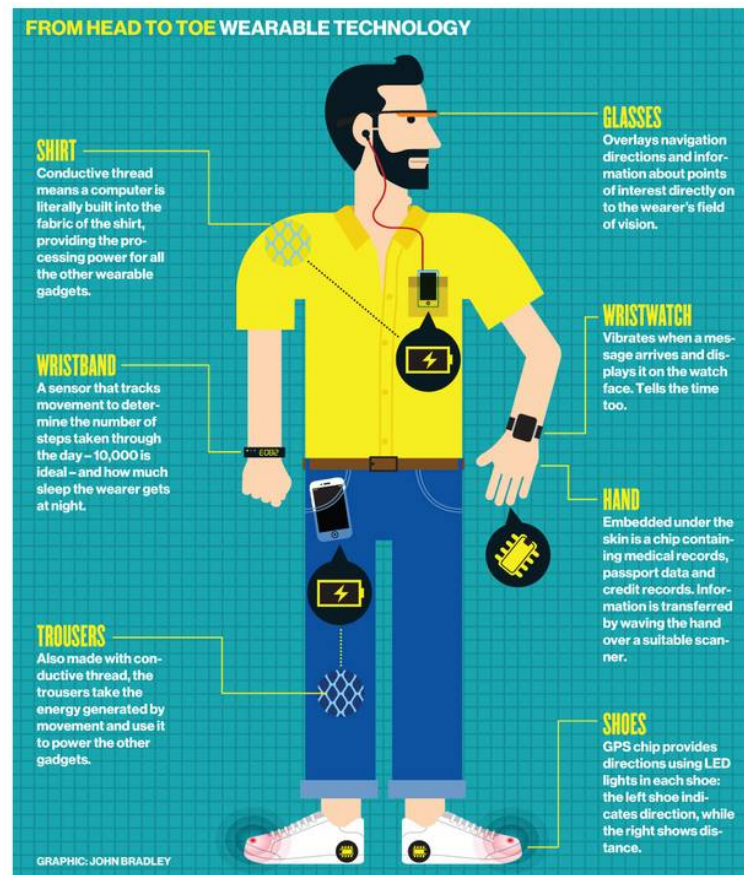


Figura 29 - Exemplos de dispositivos *Wearables*.

Sony e *Samsung* saíram na frente, colocando no mercado os relógios “conectados” *SmartWatch 2* (Figura 52) e o *Galaxy Gear* (Figura 53). Mesmo com uma parcela ainda reduzida de utilizadores, os dispositivos aumentam cada vez mais as possibilidades de uso da tecnologia, pois cada vez mais aplicativos são desenvolvidos para serem empregados nesses equipamentos. Receber notificações de *e-mail*, acessar o *Twitter* ou até mesmo posts do *Facebook*, controlar remotamente o *smartphone* e ligar o carro à distância (Figura 54), são apenas algumas das possibilidades.

Segundo Donati (2004, p. 94):

O que é um computador “vestível”? Ele deve estar incorporado ao espaço pessoal do *wearer* – usuário, potencializando um uso mais integrado, sem limitar os movimentos corporais ou

impedir a mobilidade. Está sempre ligado e acessível com uma performance computacional que permite auxiliar o usuário em atividades motoras e/ou cognitivas, sem, no entanto, ser considerado como uma simples ferramenta.

As pulseiras “inteligentes”, que já foram lançadas anteriormente aos relógios, encontraram outra maneira de auxiliar os consumidores com o monitoramento da sua saúde. Pode ser citado o *Life Band Touch* da LG (Figura 55), que, além de controlar seu smartphone, ainda pode acompanhar a sua frequência cardíaca. Todos os dados coletados são transferidos para o celular via Bluetooth e, por meio de um aplicativo específico, é possível mensurar as distâncias percorridas e até mesmo contar passos, a velocidade média e as calorias gastas durante a sua utilização. Este tipo de tecnologia está cada vez mais diversificada e presente em nosso dia a dia.



Figura 30 - SmartWatch 2 da Sony.



Figura 31- SmartWatch Galaxy Gear da Samsung.



Figura 32 - SmartWatch ligando o automóvel.

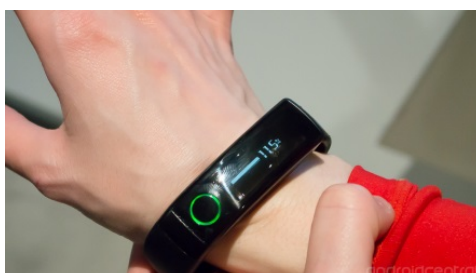


Figura 33 - *Life Band Touch* da LG.

6.2 Previsões para IoT

O Cisco fez uma previsão crescente da quantidade de dispositivos por pessoa, baseados em estudo realizado na China, chegando à conclusão que em 5,36 anos (2001 – 2006) o número de dispositivos duplicou. Com isso estima-se que em 2020 teremos a população mundial em torno de 7,6 bilhões e 50 bilhões de aparelhos conectados a Internet (Figura 56), o que gera em média 6,58 dispositivos por pessoa. (Evans, 2011).

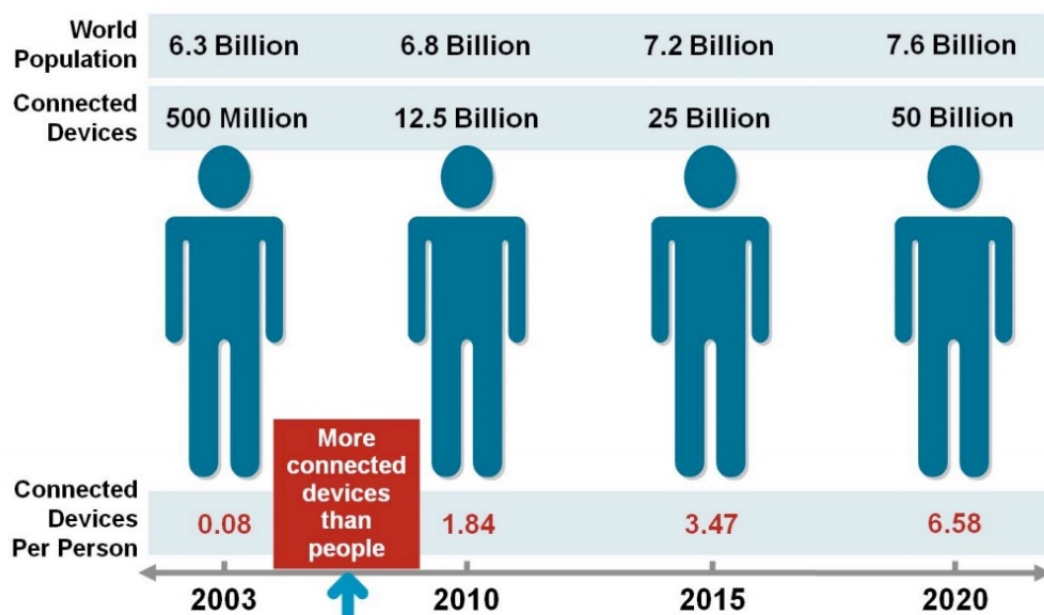


Figura 34 - *The Internet of things Was "Born" Between 2008 and 2009.*

O maior efeito disso tudo é um grande aumento na variedade de dispositivos, inúmeras possibilidades que nem mesmo a indústria sabe ao certo. Os itens mais óbvios, não coincidentemente, são os que primeiro chegam ao público: pulseiras, relógios e óculos “conectados” agora contam com seus próprios processadores e têm a capacidade de se integrar e interagir com facilidade a *tablets* e *smartphones*.

Segundo a análise de Lemos (2004, p. 249):

A questão importante para pensar os objetos na cultura digital de uma forma mais ampla é identificar essas tensões a partir do momento em que eles passam a ganhar uma capacidade inédita: a potência infocomunicacional em rede que se traduz em formas de comunicação e de agência à distância. Como compreender que a xícara que agora está na minha mesa muda (como objeto sensível e suas qualidades) ao ganhar poderes infocomunicativos? Imagine que agora, ao ser esvaziada do seu líquido, ela pode solicitar a uma cafeteira em outro lugar a produção de mais café. Esta máquina de café pode me avisar por Twitter ou SMS assim que o novo café estiver pronto, ou pedir ao mercado ao lado para trazer mais grãos de café para trituração. Aqui a xícara é uma xícara, mas é também mais que uma xícara, é uma mídia.

A projeção de vendas estimadas pela indústria foi de 171 milhões de unidades até Junho de 2016. O dispositivo possivelmente se infiltrará de forma extremamente variada, atingindo de diversas maneiras a nossa vida pessoal, dos serviços de saúde ao *fitness*, dos cuidados com o bem estar até a medicina, incluindo os setores de entretenimento e informação.

A dimensão tecnológica é altamente insuficiente para a compreensão do mundo da *IoT* e para que se construam *roadmaps* que representem de maneira realista e que encaminhem adequadamente esforços e investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento para que todos possam utilizar o mais rápido possível os benefícios que pode nos proporcionar a *IoT*.

Na indústria do Brasil, a utilização deste sistema se dá em diversos projetos, principalmente por intermédio da aplicação com a tecnologia RFID. Os segmentos mais utilizados no mercado, com seus respectivos focos para a solução de problemas são:

- Bens de consumo apresentam as soluções mais tradicionais com a utilização da tecnologia na cadeia de suprimentos;
- Logística com o foco em soluções de rastreabilidade e mobilidade urbana;
- Indústria focada em soluções de produtividade;
- Serviços focados em soluções de qualidade na prestação de serviços aos clientes;
- Entretenimento focado em soluções de inovação e experiências integradas para os consumidores;
- Existem diversas iniciativas que se destacam nas áreas de educação, saúde e segurança, sendo que nesta última a combinação com outras tecnologias constitui projetos especiais de alto valor agregado.

6.3 Utilização do sistema de *Big Data* na Internet das Coisas (*IoT*)

O termo *Big Data* é bastante novo, surgindo por volta de 2005 com o *Google* e aumentando sobremaneira em 2008 pelo *Yahoo*, que alterou a plataforma *Hadoop* e a transformou em *Open Source*.

Ao ouvir o termo *Big Data*, imediatamente vem à mente uma tradução literal como “Grandes Dados”, relacionada à quantidade enorme de dados a serem analisados. Todavia, o

termo é muito mais abrangente. *Carlos Barbieri* (2013) afirma que *Big Data* é comumente classificado por 5V's, que identificam suas 5 premissas:

- **Volume**, que se relaciona à grande quantidade de dados que possuímos dentro e fora da empresa;
- **Velocidade**, pois a cada segundo muitos dados novos são criados na internet, e alguns destes dados podem ser interessantes para sua empresa;
- **Variedade**, visto que o dado pode ser o compartilhamento de um post no blog, um texto em uma rede social, um *review* em um *e-commerce*, etc.
- **Veracidade**, posto que os dados coletados e minerados devem conter autenticidade.
- **Valor**, pois é importante que haja retorno no investimento.

Com a evolução das aplicações para *IoT* e a necessidade cada vez maior de obter informações, mais aplicações vêm sendo desenvolvidas, aumentando ainda mais a quantidade de informações. O crescimento de dados nos aplicativos empresariais tem incremento anual de aproximadamente 60%. É estimado que uma empresa com mil funcionários pode gerar por ano cerca de 1000 *terabytes*, e essa quantidade tende a aumentar cinquenta vezes até 2020. Com o aumento significativo de aplicativos, as informações são geradas de maneira exponencial; com isso, a capacidade de seu gerenciamento se torna fundamental para estas aplicações.

6.4 Desafios no sistema de *Big Data*

O maior desafio do sistema de *Big Data* é o de administrar um grande volume de dados e minerar suas informações em um tempo menor de requisição. Uma ótima estratégia é fazer a aplicação crescer na medida do necessário, utilizando assim uma escalabilidade vertical (nela aumenta-se o poder do *hardware*, com o aumento de memória e de processamento de uma única máquina) ou de maneira horizontal (onde se aumentam a

quantidade de máquinas). Apesar de ser mais complexa, a escalabilidade horizontal acaba sendo muito barata, e se torna mais fácil aumentar ou diminuir os recursos por demanda.

Segundo Aggarwal, Ashish e Sheth (2013, *apud* Souza 2015):

O grande poder do paradigma da *IoT* está na habilidade de prover, em tempo real, dados sobre muitos e diferentes recursos para outras máquinas, entidades inteligentes ou pessoas para uma variedade de serviços. Um dos maiores desafios reside em como tratar os dados oriundos de diferentes recursos, extremamente heterogêneos, que podem conter muitos ruídos, em grande escala e de forma distribuída.

Um aspecto pouco discutido no sistema de Big Data está relacionado à velocidade no desenvolvimento de *software*, além da velocidade da modelagem. Exemplo disso é o *Twitter*, onde muitos usuários utilizaram a *hashtag* (o '#' adicionado em conjunto com uma palavra) e pouco tempo depois necessitam pesquisar através dela.

Pode-se chegar à conclusão de que o conceito do sistema de *Big Data* é extremamente fácil, mesmo divergindo em várias fontes, que é realizar o gerenciamento de um enorme volume de memória em altíssima velocidade.

7 INDÚSTRIA 4.0: INTERNET DAS COISAS INDUSTRIAL

Neste capítulo, será apresentado um estudo sobre a Indústria 4.0 através da "Internet das Coisas Industrial" (*IIoT*) e a utilização desta no contexto atual da indústria brasileira. Serão apresentadas as diferenças básicas com a Internet das coisas (*IoT*) e suas possibilidades de expansão, apontando alguns desafios relacionados a esta nova abordagem dentro da Indústria.

A Indústria 4.0, também conhecida como quarta revolução industrial, irá evoluir com novos padrões de inovação no que tange a diversas áreas industriais, mas podem ser citadas: a robótica inteligente, automóveis com condução autônoma, materiais mais leves e resistentes e manufatura utilizando a impressão 3D (manufatura aditiva). A utilização e organização de dados são primordiais para o controle da automação, empregando principalmente computação em nuvem "*Cloud Computing*". Exemplo disso acontece em aplicações populares como o *Airbnb* e *Uber*, que utilizam a tecnologia na nuvem para controle de dados de forma inovadora, alterando de maneira disruptiva com os padrões anteriores já estabelecidos.

A descrição das quatro revoluções industriais segundo a Folha (2015):

1ª Revolução Industrial (Indústria 1.0) – Em 1784, máquinas movidas a vapor começaram a substituir o ser humano em atividades que exigiam muito esforço ou grande frequência de repetições.

2ª Revolução Industrial (Indústria 2.0) – O primeiro relato de esteiras transportadoras é de 1870, época em que as máquinas elétricas começaram a ser utilizadas juntamente com a separação de operações, o que resultou nas fabricações em massa.

3ª Revolução Industrial (Indústria 3.0) – Essa fase foi conhecida como a era da eletrônica na qual as máquinas passaram a utilizar controladores lógicos programáveis (*CLPs*) para comandar máquinas que poderiam ser reprogramadas para novas funções de acordo com uma nova demanda. Essa fase teve início no final da década de 1960 e durante esse período também foi introduzida a tecnologia da informação nos processos de fabricação.

4ª Revolução Industrial (Indústria 4.0) – Época atual chamada “era do conhecimento”. Na Indústria 4.0, a integração dos equipamentos é muito mais “natural”. Linhas de produção cibernéticas se adaptam aos produtos que foram pedidos por clientes diretamente via internet sem interferência humana. Todos os equipamentos têm autonomia para tomar “decisões” e pedir ajuda por meio de redes sem fio, gerando um organismo autossuficiente e se planejando detalhadamente, o que permite maior flexibilidade e adaptabilidade às demandas dos mercados.

A interconexão complexa que se torna possível por intermédio da chamada "Internet das Coisas Industrial" é capaz de aperfeiçoar recursos e reduzir de maneira exponencial os custos dos processos produtivos na grande maioria das suas etapas, mudando gradualmente o rumo da sociedade nas relações de trabalho. Isso se torna viável pelo fato de que a internet das coisas não é simplesmente a inserção de inteligência nos equipamentos, mas sim a interligação destes, podendo reconfigurar as suas funções e antecipar a perda de produtividade ou as mínimas falhas que estão ocorrendo em tempo real.

Segundo pesquisa realizada pela empresa *Accenture* (NYSE: ACN), a Internet das Coisas aplicadas para a indústria tem possibilidade de atrair provavelmente entre US\$ 10,6 trilhões e US\$ 14,2 trilhões em crescimento adicional do PIB até 2030 em 20 países. Toda esta automação é chamada de “*Smart Manufacturing*”, que possibilita a melhoria contínua nos processos, aumento de produtividade através da eliminação das falhas.

Dentro deste contexto podemos entender a *IIoT* como um conceito amplo e complexo que abrange áreas de gestão de ativos e desempenho, disponibilidade de dados aumentada e controle empresarial inteligente. Para serem implementados é necessário que se integre os mais diversificados dispositivos, padrões, tecnologias e sistemas de maneira inteligente. A utilização de modelagem e simulação torna possível aos operadores testarem e aperfeiçoarem processos e produtos ainda na fase de concepção, diminuindo os custos e o tempo de criação.

A "Internet das Coisas Industrial" possibilita a realização de novos serviços digitais e modelos de negócios que se fundamentam em dispositivos conectados e máquinas. Este tipo de aplicação impulsionará principalmente a expansão de mercados

maduros. Isso é possível através de atuadores e sensores que rastreiam os hábitos dos usuários e equipamentos: *RFID* (*Radio-Frequency Identification*), câmeras, casas conectadas, diversos dispositivos que interagem entre si ou comandados por voz (Figura 74). Estes dispositivos geram um conjunto de dados extensos que necessita de ferramentas para lidar com grandes volumes, de forma a permitir que qualquer tipo de informação nestes meios possa ser encontrada, analisada e aproveitada de maneira hábil, através da virtualização das informações e *Cloud Computing* (Figura 75). Novas tendências tecnológicas possibilitam a rápida expansão de sua utilização como a conexão 5G e o Movimento *Maker*.



Figura 35 - Esquema básico da utilização do RFID.

A "Internet das Coisas Industrial" pode ser resumida como um grande número de sistemas industriais que se comunicam por diversas conexões e coordenam e analisam dados e ações.

Com a simulação é possível fazer todas as análises virtuais para otimização, podendo se verificar com antecedência todos os problemas que possam vir a acontecer durante a utilização da *IIoT* em diversos setores industriais. Outro exemplo é na construção de motores elétricos, pois estes possuem diversos sensores e atuadores presentes em equipamentos reduzidos. Na aplicação multifísica, é utilizada uma análise eletromagnética para verificar campos elétricos. É possível verificar torque e rendimento desse motor de maneira simulada, permitindo, desta maneira a validação para posterior utilização na *IIoT* com margem de erros extremamente reduzida.

A simulação se torna fundamental, pois os dispositivos estão cada vez mais conectados e com frequências de memória e velocidades de transmissão cada vez mais rápidas. Desta forma, é imprescindível que as margens de erro mínimas sejam eliminadas e previamente validadas pela simulação. Através de análises de dados avançadas, é possível também simular uma nova categoria de aplicações para aumentar a produtividade sem sacrificar a segurança.

7.1 Conceitos da Internet das coisas industrial (IIoT)

Os sistemas de (*IoT*) e de (*IIOT*) se referem a um mundo mais inteligente e conectado através de sensores para o compartilhamento de um número imenso de informações. A diferença principal entre estes dois sistemas é de que a (*IoT*) conecta casas, aparelhos eletrônicos, meios de transporte, eletrodomésticos, etc. à internet, enquanto a (*IIOT*) abrange a Indústria de forma mais complexa e complementar, como na agricultura “inteligente”, cidades (*Smart Cities*), fábricas (*Smart Factories*) e rede “inteligente”.

Forma um grande número de sistemas industriais conectados que se comunicam em tempo real, coordenando a sua análise de dados e ações de maneira sincronizada, realizando a interface entre o mundo digital e o físico através de sensores e atuadores. Produz um sistema ciberfísico que é capaz de controles complexos que se adaptam a seus ambientes e corrigem os seus defeitos, em vez de continuarem a funcionar até falharem. Este tipo de sistema programa a sua própria manutenção ajustando os seus algoritmos dinamicamente.

Segundo Freitas *et al.*, (2016):

O conceito de Indústria 4.0 consiste em rápidas alterações no design, produção, operação e serviços das indústrias. Resumindo, tudo o que estiver ao redor de uma indústria de manufatura (fornecedores, plantas, distribuidores, produtos) estará conectado digitalmente, provendo uma cadeia de valor altamente integrada.

A *Industrial Internet of Things (IIoT)* é a Internet das Coisas aplicada a tecnologias de fabricação, incorporando o aprendizado das máquinas e tecnologias de

sistema de *Big Data*. Utiliza sensores de dados *machine-to-machine* (M2M), incorporando tecnologias de comunicação e de automação. São capazes de fornecer uma visão operacional para os gestores de plantas a um nível de dispositivo, possibilitando a elaboração de cálculos para a gestão de energia, diagnósticos, extração de curvas, entre outras informações de maneira muito mais fácil e ágil.

Sendo assim, torna-se possível realizar várias análises localmente sem sobrecarregar sistemas de alto nível. Possibilita que se integrem códigos *QR* dinâmicos em equipamentos, permitindo aos responsáveis a solução rápida de uma unidade que apresente falhas, no menor tempo possível, melhorando, portanto, os índices de desempenho dos ativos. Com esta finalidade, pode-se utilizar a nuvem juntamente com a tecnologia de código *QR* para armazenar informações críticas, no intuito de que esses dados possam ser recuperados rapidamente em situações graves, como por exemplo, registros de calibração.

Esta inovação traz a simplicidade para reduzir os tempos de reparo. Enquanto o valor do código *QR* dinâmico é alterado dependendo do estado da unidade, torna possível que qualquer usuário com um *smartphone* ou *tablet* possa ler o código *QR* e baixe informações da Internet para resolver o problema. A utilização de código *QR* ainda é uma boa solução quando a intenção é coletar informações em processos já estruturados e projetados, onde se tem acesso direto ao produto, como armazéns, por exemplo. Já as etiquetas *RFID* são mais eficientes na aquisição de informações de recursos móveis e de processos de negócios não estruturados, permitindo um controle mais sistemático e eficiente.

Outra tecnologia que vem se destacando é a Realidade Aumentada, que executa uma variedade de serviços, como selecionar peças em um armazém e enviar instruções de reparação por meio de dispositivos móveis. A tecnologia *RFID* pode ser utilizada na identificação e rastreamento de produtos em situações onde o código de barras ou outra tecnologia de identificação não atenda a todas as necessidades, podendo ser usada isoladamente ou em conjunto com esses outros métodos de identificação.

A percepção é de que a “Internet das Coisas Industrial” (Figura 77), será uma rede criadora de empregos. Essas tecnologias terão um grande impacto positivo sobre a mão de obra no futuro, aumentando as suas competências e permitindo que esses trabalhadores realizem tarefas bem mais sofisticadas, transformando-os em profissionais do conhecimento.

De acordo com (DAUGHERTY, 2015):

Não se trata apenas de produtividade, mas de conseguir oferecer mais aos trabalhadores, de novas formas. A Internet das Coisas Industrial não só aumentará o trabalho, mas criará ambientes mais colaborativos, bem como categorias de emprego totalmente novas.

Segundo a *Accenture* Consultoria, foi possível identificar três áreas que as empresas precisam direcionar para expandir a utilização da Internet das Coisas Industrial:

1 - **Recriar modelos.** As empresas terão de redesenhar suas organizações, parcerias e operações. Por exemplo, as empresas agroquímicas terão que colaborar com fornecedores de *software*, provedores de dados climáticos e operadores de satélite para melhorar o rendimento das colheitas em locais e condições específicas. Os fabricantes também podem descentralizar operações, já que tecnologias como a impressão 3D permitem que os produtos sejam manufaturados mais perto dos clientes;

2 - **Capitalizar sobre o valor dos dados.** Isso inclui o estabelecimento de padrões de interoperabilidade e de segurança para garantir que os dados sejam compartilhados com confiança entre as empresas. Novos modelos financeiros também serão necessários para apoiar o *pay-per-use* e outras ofertas baseadas em serviços;

3 - **Prepare-se para o futuro do trabalho.** Com mais acesso aos dados, serão necessários ambientes de trabalho descentralizados para apoiar a tomada de decisões dos colaboradores na linha de frente. Novas estruturas organizacionais serão necessárias para permitir que os trabalhadores colaborem de forma mais criativa com os seus pares em empresas parceiras.

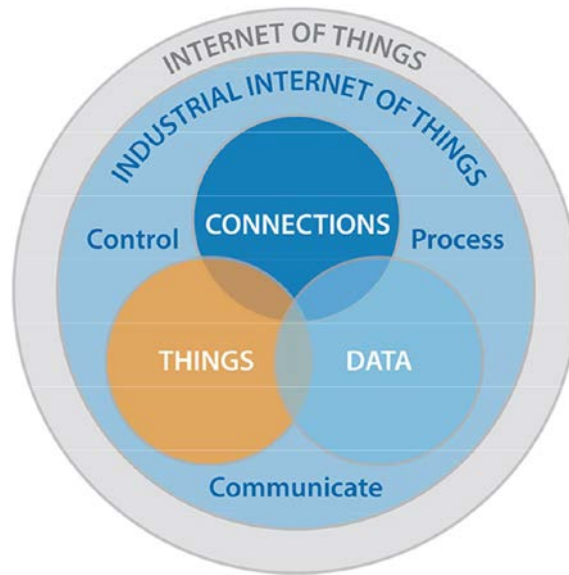


Figura 36 - Internet das coisas Industrial.

Abaixo alguns dos conceitos que abrangem tanto a Internet das coisas (*IoT*) quanto a Internet das Coisas Industrial (*IIoT*):

- Acesso à Internet;
- AIDC (Identificação Automática e Captura de Dados);
- Percepção de contexto.

Estes três conceitos permitem desenvolver um modelo bastante completo das tecnologias necessárias para a criação e implantação de serviços de *IoT* (Internet das coisas). O interesse nesta área é muito grande devido ao potencial que este conceito possui para ser aplicado na idealização de novos modelos de negócios. É uma revolução tecnológica bastante representativa no que diz respeito ao futuro da computação e comunicação. Tal desenvolvimento depende principalmente da inovação tecnológica, da nanotecnologia e de novos sensores *wireless*. Os avanços dos processos de miniaturização e da nanotecnologia permitem que pequenos objetos possam ter a capacidade de conexão e interação.

A grande quantidade de informações integradas entre os diversos produtos industriais e os objetos de uso diário só se torna possível por intermédio de sensores que são capazes de identificar mudanças físicas à sua volta. Estas modificações permitem que objetos estáticos se transformem em dinâmicos, adaptando inteligência ao meio e estimulando o

desenvolvimento de diversos produtos inovadores e novas aplicações. O *RFID* (*Radio Frequency Identification*) é a tecnologia mais promissora a este respeito.

A análise de Kranenburg, 2008, p.62, expõe que:

Cidades em todo o mundo estão prestes a entrar na próxima fase do seu desenvolvimento. Uma rede quase invisível de etiquetas de identificação por radiofrequência (*RFID*) está sendo implantada em quase todos os tipos de itens de consumo. Esses pequenos chips rastreáveis, que podem ser digitalizados sem fio, estão sendo produzidos em seus bilhões e podem ser conectados à internet em um instante.

Grande parte destes dispositivos já é utilizada em diversos países, incluindo o Brasil.

Alguns dos benefícios da Internet das Coisas:

- Identificar e rastrear ativos e pessoas;
- Verificar e melhorar a eficiência de processos;
- Melhorar a eficiência em controle de inventário;
- Melhorar o controle de produtos perecíveis;
- Reduzir perdas;
- Viabilizar a sincronização da cadeia de suprimentos;
- Ampliar a visibilidade na cadeia de suprimentos;
- Diminuir os riscos operacionais;
- Aumentar a satisfação e fidelidade do cliente;
- Reduzir roubos e falsificações;
- Obter maior confiabilidade na gestão de dados;
- Obter informações acuradas para tomada de decisões;

- Atender aos requerimentos de Varejistas e Distribuidores;
- Controlar pós-venda e garantia.

Através do desenvolvimento avançado da nanotecnologia e penetração da internet, o caminho natural é a conectividade dessas etiquetas de *RFID* na rede de computadores e a comutação de informações entre si. A *IoT* está se tornando uma realidade cada vez mais presente.

Algumas das aplicações que podem ser desenvolvidas na Internet das Coisas: monitor de saúde subcutâneo avisando o seu médico ou o hospital mais próximo de um risco de infarto; um produto conversando com seu monitor de saúde e avisando que possui *glúten*, ou *lactose* ou *fenilalanina*; geladeira “inteligente”, capaz de reportar a falta de alimentos, localizar receitas em sites especializados e adicionar produtos à lista de compras do supermercado, aprovada e confirmada através da internet com um clique pelo usuário. Os próprios objetos seriam responsáveis por essa interação: um chip na caixa de leite, por exemplo, avisa o aparelho da proximidade da data de vencimento. Ao sair da geladeira, a última cerveja informa, de maneira eletrônica, que é necessário comprar mais.

7.2 Desafios da Internet das coisas industrial (*IIoT*)

É necessária uma evolução no que diz respeito às tecnologias de rede para que satisfaçam às necessidades e requisitos da próxima geração de sistemas industriais que avançam radicalmente a maneira de operação das máquinas na Indústria 4.0. À medida que a inovação aumenta, aumentam também a complexidade e necessidade de dispositivos mais rápidos e com integração dinâmica, que tornam a *IIoT* um grande desafio que não poderá ser enfrentado por uma única empresa.

Para que seja possível este mundo mais inteligente através de dispositivos com alta velocidade de conexão e toda a infraestrutura, sistemas de transporte, máquinas de produção, rede elétrica, cidades (*Smart Cities*), recursos de análise, processamento e todo este sistema embarcado de detecção. Será necessário que se evolua o sistema para que suporte todos estes novos recursos e tenha um acesso seguro, remoto e confiável a estes dispositivos conectados.

O grande desafio, portanto, é promover a integração entre essas tecnologias, visando à obtenção de uma nova realidade produtiva, onde tudo estará conectado para que as melhores decisões de produção, custo e segurança sejam tomadas, tudo sob demanda e em tempo real.

Toda a tecnologia de rede atual precisa evoluir e se adaptar para satisfazer os requisitos dessa nova tecnologia que avança rapidamente. Os sistemas de rede atuais não estão equipados para tratar esses dados, muitos sistemas industriais e rede se baseiam em projetos seguindo o modelo de *Purdue* para a hierarquia de controle, onde várias camadas rígidas de barramento foram criadas e melhoradas para que atendam aos requisitos de algumas tarefas específicas. Cada uma dessas camadas específicas possui diversos níveis variáveis de latência, qualidade de serviço e largura de banda fazendo com que se torne a capacidade que um sistema tem de se comunicar de forma transparente com outro sistema (semelhante ou não) um desafio e a rápida transferência desses dados críticos quase impossível. Outros produtos que derivam do padrão Ethernet possuem a largura de banda muito limitada necessitando de hardwares específicos para a sua melhoria.

Segundo o artigo "É chegada a hora: a evolução dos padrões de rede para a *IoT* industrial" (Walter *et al.*, 2016):

As atuais redes de TI são definidas pelos padrões IEEE 802, que especificam os requisitos para diferentes funções e camadas Ethernet para garantir interoperabilidade entre dispositivos. Hoje, os fornecedores de chips, TI e de produtos industriais estão colaborando dentro do padrão IEEE 802 e com a comunidade *AVnu Alliance*, recentemente criada para atualizar protocolos Ethernet e oferecer transferência de dados de baixa latência e delimitada para dados de tempo crítico nas aplicações da *IIoT*.

Outro grande desafio para que se torne viável a utilização da "Internet das Coisas Industrial" é resolver a questão da segurança. Desenvolvedores de todo o mundo estão conectando diversos equipamentos por meio dos mais variados aplicativos, sensores e dispositivos em rede. O que torna relevante a questão da segurança da informação, quanto maior o número de equipamentos conectados, maior se torna a vulnerabilidade desses *Gadgets*.

De acordo com Ganesh Ramamoorthy, vice-presidente de pesquisas do *Gartner* consultoria. “A Internet das Coisas agora invade o mundo físico e traz um novo elemento importante: a preocupações com a segurança. Em especial, quando bilhões de coisas começarem a transportar dados”. Outro grande desafio será o da privacidade dos usuários, pois com o grande volume de dados isso se tornará cada vez mais complexo assim como a gestão do armazenamento. Enquanto que os maiores gastos estarão no mundo industrial e corporativo, o maior número de dispositivos conectados estará dentro das casas dos usuários.

Segundo o artigo “Internet das Coisas: 6,4 bilhões de objetos conectados em 2016” (*DOT DIGITAL GROUP*, 2016):

Com os carros conectados sendo os maiores focos de atenção pelo usuário final, a expectativa é de que, do total de 6,4 bilhões de aparelhos ligados, 4 bilhões estejam nas mãos dos consumidores, que gastarão mais de US\$ 546 bilhões na compra de dispositivos e também para manter toda essa estrutura funcionando. Até 2020, os números são ainda maiores, a *Gartner* prevê que os usuários finais estarão gastando mais de US\$ 1,5 trilhão com dispositivos conectados, um valor que é três vezes maior que a expectativa para o fim do ano que vem.

O que vem tornando o crescimento cada vez maior da Internet das Coisas, seja industrial ou não são as crescentes demandas por melhoria na segurança, saúde e infraestrutura. Podemos citar a América Latina que é considerada uma das regiões mais perigosas do planeta, podendo ser utilizadas várias soluções através da “Internet das Coisas Industrial” como rastreamento e alarmes residenciais e industriais que reduzem sobremaneira o risco.

Podemos citar também as crises hídricas e energéticas como fatores determinantes para investimento na tecnologia de interconexão com a utilização da tecnologia chamada *Smart Grid*. Pode-se conectar a tecnologia da “Internet das coisas Industrial” a veículos industriais ou não, máquinas, equipamentos, linhas de produção, roupas, casas conectadas e empresas dos mais variados setores e tamanhos.

Pode-se citar como exemplo também a utilização dos *smartphones* com seus múltiplos sensores e inúmeros aplicativos. Um aplicativo cada vez mais em uso é o *Waze*, figura 78. Que através dos sensores do *smartphone* pode verificar a velocidade do carro e sua localização via GPS e através destas informações, orientar os usuários se o trânsito do trajeto escolhido está congestionado ou não. Mostra também possíveis acidentes e radares espalhados pelo caminho geralmente através do compartilhamento das informações dos seus múltiplos usuários.



Figura 37 - Interface do Waze.

A partir do exemplo do *Waze* temos o *Daimler Trucks*, apresentado na IAA (Feira Internacional de Veículos Comerciais) de 2016. Cerca de 365.000 caminhões *Daimler* estão conectados no mundo, através dos sistemas *FleetBoard* e do *Detroit Connect*, figura 79. Com esta iniciativa está impulsionando a conectividade para todas as partes envolvidas no processo de logística industrial de transporte. Estes caminhões estão totalmente conectados, o que proporciona uma mudança radical, tornando este mercado de transporte mais eficaz e eficiente.

A *Daimler Trucks* apresentou também o sistema *Highway Pilot* para condução autônoma de caminhões pesados. Neste primeiro momento, utilizaram três caminhões interligados, formando um comboio com aerodinâmica otimizada e totalmente automatizados. Uma combinação como esta pode reduzir o consumo de combustível em até 7% além de melhorar a segurança no trânsito. Através desses exemplos a *Daimler*

Trucks apresentou as possibilidades abertas pela conexão digital de veículos comerciais que irá proporcionar uma nova rede de logística altamente eficiente e aberta.



Figura 38 - O sistema *FleetBoard*.

De maneira mais resumida, alguns dos principais desafios enfrentados pela *IIoT* é o aumento da fragmentação, da interoperabilidade e segurança. Isto poderá ser resolvido com pesquisa voltada para as soluções integradas, de hardware e software, com capacidade de expansão projetada especificamente para atender às diversas necessidades do mercado de dispositivos para Cloud Computing. Uma estratégia de ponta a ponta requer a produção de dispositivos mais “inteligentes” e seguros para filtrar dados de forma confiável e geri-los localmente. Outros problemas a serem sanados são a dos custos com energia para processamento e armazenamento de dados, mudanças em modelos de negócios da grande maioria da indústria, mão de obra altamente especializada e o tempo necessário para a mudança.

7.3 Internet das coisas industrial (*IIoT*) no Brasil

A utilização da (*IIoT*) no Brasil tem se expandido progressivamente segundo estudos da *Qualcomm* em 2013, sobre a atuação dos mercados globais de tecnologias *Machine-to-Machine* (*M2M*). Demonstrou que o Brasil possui a terceira maior

utilização destes equipamentos no mundo, possuindo mais conexões até mesmo que Japão e Reino Unido. No entanto, esta pesquisa demonstrou que grande maioria das conexões era no rastreamento de automóveis 35% e máquinas de pagamento de caixa eletrônico com 50% das conexões, neste mesmo ano, 2013. O uso de dispositivos *M2M* para utilização industrial representaram somente 3% do total de conexões no país com 250 mil unidades.

A principal utilização das tecnologias *Machine-to-Machine (M2M)* no Brasil se relacionam à automação utilizada e telemetria para o controle de máquinas, monitoramento contínuo de energia, assim como a geração de informação de entrada e estoque. Alguns dados mais avançados na utilização das tecnologias (*M2M*) se limitam às conexões que são oferecidas pelos serviços de operadoras móveis do Brasil. Esse andamento lento na utilização da Internet das Coisas na Indústria está fortemente relacionado ao alto custo para a manutenção das conexões que são necessárias para a sua utilização. Até pouco tempo atrás, as cobranças se assemelhavam as que eram cobradas nas assinaturas de aparelhos móveis. Para resolver parte desses problemas e tentar promover a expansão da utilização da tecnologia das interconexões no Brasil, o Governo Federal promoveu em 2014 uma política que reduziu impostos para alguns tipos de conexões *M2M*, que se refere a dispositivos que não possuem interação humana para o seu funcionamento.

De acordo com o artigo “Internet das Coisas nas indústrias do Brasil” (*TECHIN BRAZIL*, 2015):

Hoje em dia, a maioria das operadoras brasileiras oferecem planos de conexão *M2M* que utilizam as conexões *GPRS* e *EDGE*. Este é o caso das líderes de mercado Claro e Vivo, que representam aproximadamente 75% das conexões desse tipo no Brasil. A operadora TIM foi a primeira a oferecer conexões *LTE M2M* em Agosto de 2014, e opera mais de 144 mil terminais *IoT* industriais e automotivos no país.

Algumas das barreiras para a expansão da *IoT* Industrial no Brasil é a pequena quantidade de profissionais que tem conhecimento na operação e programação desse tipo de equipamento, o que limita bastante o desenvolvimento da tecnologia no país. Os

profissionais que tem especialização nessa área trabalham na grande maioria em outros setores industriais.

Soma-se a isso o fato da grande maioria das indústrias utilizar equipamentos que não possuem a capacidade de se conectarem a redes *IP*, o que limita ainda mais a expansão da tecnologia *IIoT*. Um fator que agrava ainda mais a situação é o fato das redes no Brasil não fornecerem uma baixa latência que é fundamental para conectar de maneira eficiente os dispositivos.

Podemos citar algumas empresas em destaque no setor de *IIoT* no Brasil de acordo com o artigo “Internet das Coisas nas indústrias do Brasil” (*TECHIN BRAZIL*, 2015):

WylessTM Data: o provedor brasileiro de soluções *M2M TM Data* foi adquirido pela multinacional *Wyless* em 2013, e atualmente oferece serviços para pequenas a grandes empresas que incluem telemetria, rastreamento, finanças, logísticas e também um *ERP* proprietário integrado com equipamento *M2M* desenvolvido para soluções de gerenciamento;

Gemalto: o fornecedor alemão de tecnologia *Gemalto*, que adquiriu o desenvolvedor de equipamentos *M2M Cinterion* em 2010, está focado na expansão no mercado industrial de *M2M* na América Latina e atualmente oferece soluções de medição inteligente, rastreamento, pagamento, computação industrial e gerenciamento remoto;

Sensorweb: *startup* brasileira, do estado de Santa Catarina, especializada em telemetria de temperatura, fornecendo soluções para vários tipos de empreendimentos baseados em comunicações *IoT* e gerenciamento remoto;

T-Systems: a subsidiária multinacional da *Deutsche Telekom* estabeleceu uma unidade de pesquisa no Brasil em 2013 para desenvolver soluções industriais para *M2M*, que incluem gerenciamento e plataforma de logísticas que também utilizam a tecnologia *RFID*.

De acordo com o *Chief Technology Officer* (CTO) da Accenture, Paul Daugherty "A Internet das Coisas Industrial está ajudando a melhorar a produtividade e reduzir os custos", ainda afirma que:

Mas o seu pleno potencial econômico só será alcançado se as empresas se beneficiarem da tecnologia digital para ir além dos

ganhos de eficiência e utilizarem o valor das informações para criar novos mercados e fontes de receita. Isso significa mudar radicalmente a forma como fazem negócios: trabalhando com os concorrentes, formando parcerias com outras indústrias, redesenhando estruturas organizacionais e investindo em novas habilidades e talentos.

A utilização de ecossistemas digitais para oferecer novos serviços está se tornando uma tendência como fator de expansão da *IIoT* para reinventar experiências e acessar novos mercados. Com a utilização de ecossistemas digitais as empresas tem a possibilidade de crescimento favorecida e conseguem viabilizar novas fontes de receitas que não seriam viáveis de se obter de forma isolada. No futuro a indústria estará em fusão com os ecossistemas conectados, através da atitude colaborativa entre homens e máquinas. Poderemos impulsionar um novo patamar na era digital o que possibilitará a ampliação da *IIoT*.

Devido a forte desaceleração econômica do Brasil nos últimos anos e pela grande possibilidade de contração em 2016, a Internet das Coisas Industrial poderá auxiliar a superá-la de forma efetiva. Desde que o governo se posicione e aproveite as oportunidades que esta tecnologia pode oferecer, ajudando a aumentar a produtividade e incentivar a inovação através da criação dos novos mercados e aumento da cadeia de valor. A *IIoT* possibilita aumento de produtividade dos funcionários na indústria, corte de custos e experiência mais positiva dos consumidores.

De acordo com o artigo da *Harvard Business Review* “Como a Internet das Coisas pode levar à próxima onda de crescimento no Brasil” (Purdy *et al.*, 2015):

Tomando por base as tendências atuais, a implementação das tecnologias de *IoT* no Brasil deve ter um impacto modesto sobre o PIB, crescendo US\$ 39 bilhões até 2030. No entanto, se tomar medidas para trazer as condições nacionais para a média dos 20 países estudados, o Brasil poderá melhorar sua absorção de tecnologias da *IoT* e adicionar US\$ 210 bilhões à sua economia no período – muito acima do cenário atual... O governo e líderes empresariais precisam responder a uma pergunta: o que podemos fazer para apoiar e promover este resultado superior? A resposta, em certa medida, fundamenta-se na teoria da difusão econômica.

7.4 Indicadores da Indústria 4.0 no Brasil e no mundo

A partir da pesquisa realizada pela PricewaterhouseCoopers (PWC) ficou demonstrado que somente 9% das empresas brasileiras estão em um patamar avançado para aplicarem as tecnologias da chamada Indústria 4.0. Em comparação aos 30% que foi analisado pela média global, figura 81. O Brasil apresenta uma média extremamente baixa, se formos comparar ao México que, segundo a entrevista, acredita estar em seus 40% de índice de utilização em nível avançado.

Este cenário se mostra muito semelhante quando olhamos para alguns países membros fundadores do grupo BRICS: Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul. A China com 40%, Índia e África do sul com 27% demonstraram ser mais confiantes na utilização das tecnologias do que o Brasil. A amostragem realizada nessa pesquisa foi relativamente pequena, pois foram somente 32 empresas brasileiras entrevistadas contra duas mil em outros 26 países.

Segundo a pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria (CNI), poucas indústrias brasileiras utilizam as tecnologias que contemplam a Indústria 4.0: Internet das Coisas, sensores, prototipagem, impressão 3D, etc. Segundo a CNI poucas empresas brasileiras estão preparadas para utilização destas tecnologias.

De acordo com pesquisa realizada pela PWC, figuras 80 e 81:

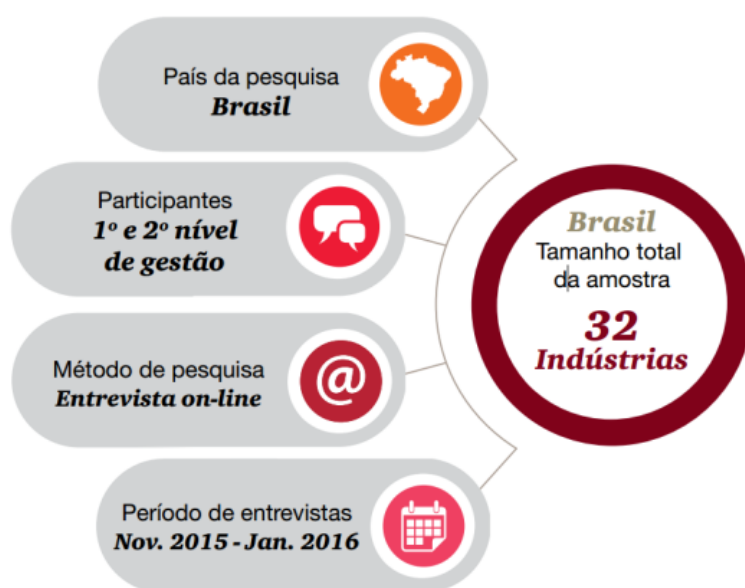


Figura 39 - Sobre a pesquisa realizada pela PWC no Brasil.

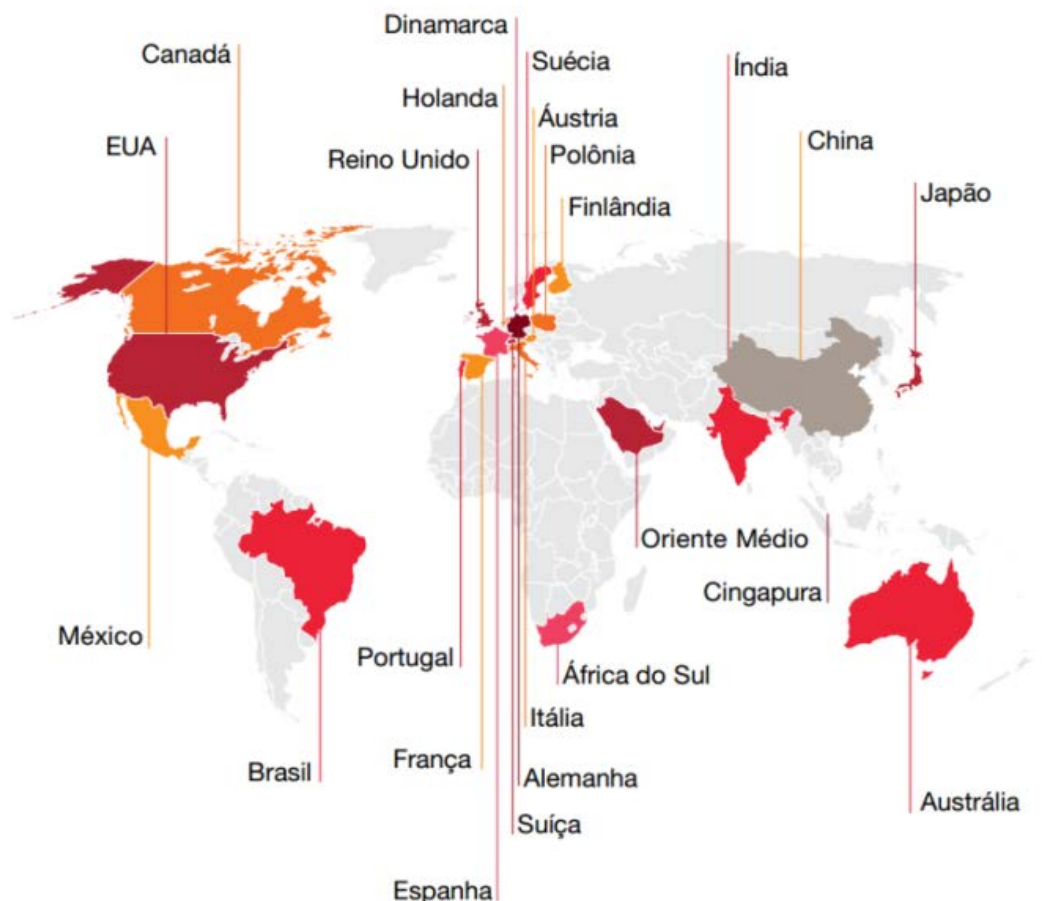


Figura 40 - Países participantes da pesquisa global realizada pela PWC.

Segundo a PWC:

As empresas, tanto no Brasil como globalmente, preveem um aumento drástico dos seus níveis de digitização. Atualmente, apenas 9% das empresas brasileiras se classificam como avançadas em níveis de digitização, mas em 2020 esse percentual deve saltar para 72%.

Segundo José Ricardo Roriz Coelho, vice-presidente da FIESP sobre as tecnologias da Indústria 4.0 “Alguns exemplos são big data, digitalização, inteligência artificial, internet das coisas, manufatura aditiva, realidade aumentada, robótica, sensores e simulações virtuais”. Afirmo também que as tecnologias de integração presentes na Indústria 4.0 permitem soluções para a organização da empresa desde a cadeia de fornecimento, chão de fábrica e setor administrativo. Na figura 82, podemos visualizar a Indústria 4.0 e suas ramificações e na figura 83, as conclusões da pesquisa realizada pela PWC de 2015 até 2016.

A PWC afirma que:

Enquanto a indústria 3.0 focava na automação individual de máquinas e processos, a indústria 4.0 foca na *digitização end-to-end* de todos os ativos físicos e na integração de ecossistemas digitais com parceiros da cadeia de valor. As atividades de gerar, analisar e comunicar dados sustentam os ganhos prometidos pela indústria 4.0, que engloba diversas novas tecnologias para criar valor.



Figura 41 - Indústria 4.0 e suas ramificações.

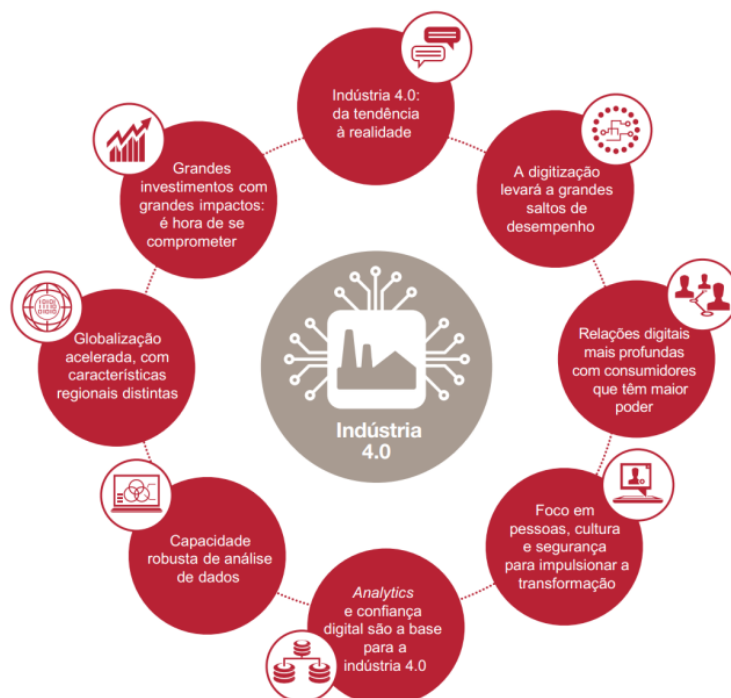


Figura 42 - Conclusões da pesquisa realizada pela PWC de 2015 até 2016.

Segundo conclusões da pesquisa realizada pela PWC:

Podemos dizer que a indústria 4.0, antes vista apenas como tendência, virou realidade, com resultados concretos. As empresas brasileiras têm hoje um baixo nível de digitização e integração, mas até 2020 pretendem aumentar significativamente – em até 8 vezes - o seu portfólio de produtos e serviços digitais. Esse crescimento é maior que a média global, e está focado principalmente nas áreas de marketing, de acesso a clientes e canais de venda. Os respondentes também afirmaram que aumentarão seus investimentos com o objetivo de obter ganhos em receitas digitais e economia operacional.

Nas figuras 84 a 87 é possível visualizar mais alguns resultados da pesquisa realizada pela PWC.

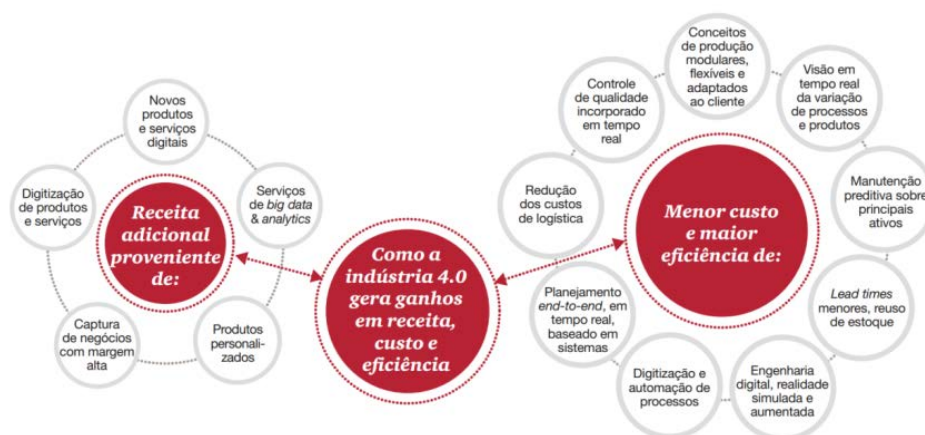


Figura 43 - Como a indústria 4.0 gera ganhos de receita, custo e eficiência (pesquisa PWC).



Figura 44 - Ganhos esperados por empresas de todas as regiões (porcentagem de respondentes em cada região que esperam ganhos de receita acima de 20% em 5 anos).

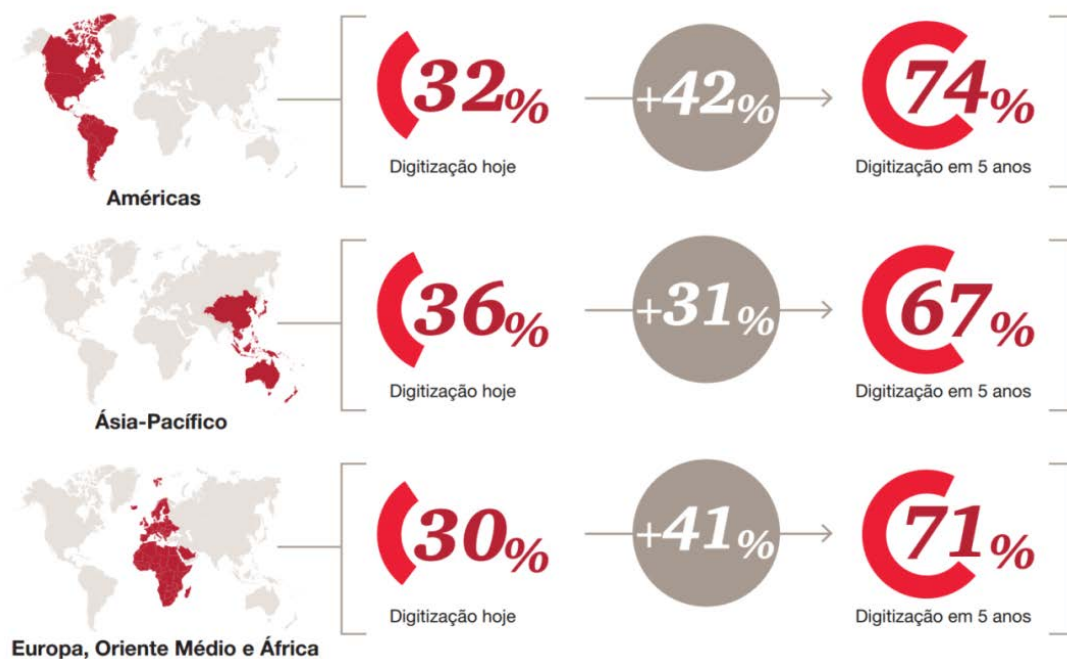


Figura 45 - Níveis de digitização e integração esperados pelas empresas entrevistadas pela PWC nos próximos 5 anos.

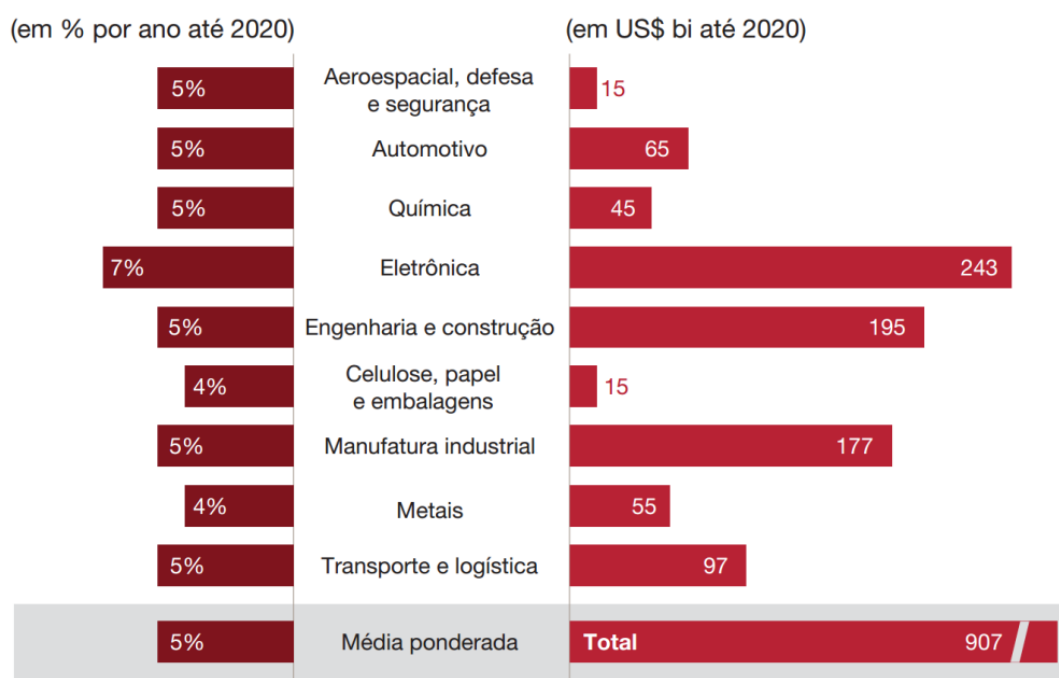


Figura 46 - Investimentos mundiais na Indústria 4.0 (Entrevista PWC).

Segundo a diretora da área digital da consultoria *Innovative*, Rosane Prado “A indústria 4.0 cria uma produção em rede mais precisa, de baixo custo, e permite

personalizações em massa com velocidade”. Neste caso, os equipamentos industriais serão capazes de reproduzir modelos variados de produtos de forma sequencial, sem que seja necessário o seu desligamento para realizar a sua reconfiguração. Ainda de acordo com Rosane Prado “As empresas precisam fazer uma transformação digital tanto em hardware quanto em software para ter uma integração completa de todos os processos”.

Ainda segundo entrevista realizada pela PWC:

As empresas brasileiras investiram pouco em digitização nos últimos 2 anos, e pretendem aumentar sua taxa de investimentos nos próximos cinco anos, com expectativa de retorno no curto prazo. Somente 10% das empresas brasileiras investem hoje mais de 8% de sua receita em digitização e, em cinco anos, a perspectiva é que esse percentual suba para 21%. É um nível pouco expressivo quando comparado aos resultados do México e China, por exemplo. Empresas desses países investiram em média quatro vezes mais que as brasileiras nos últimos anos. Empresas que investirem de forma maciça terão grandes ganhos em eficiência e redução de custos. O maior foco dos investimentos estará em tecnologias digitais, como dispositivos de conectividade ou sensores, além de softwares e aplicações, como sistemas de execução de manufatura (MES). As empresas também estão investindo forte na formação dos seus funcionários, na contratação de novos especialistas e na condução da mudança organizacional.

O professor Eduardo de Senzi Zancul da Universidade de São Paulo (Poli-USP), afirma que “A indústria 4.0 é composta por duas vertentes: processos integrados que garantem a produção customizada e produtos inovadores. O Brasil precisa ainda andar muito nesses dois sentidos. Temos poucos setores competitivos em escala global”.

De acordo com a PWC:

A maioria das empresas brasileiras (63%) considera que o retorno sobre o seu investimento, apesar de não ser significativo, ocorrerá no curto prazo, dentro de 2 anos (figura 88). Elas estão mais otimistas que as globais – em média, no mundo, 55% acreditam que o retorno virá em até 2 anos. O mesmo ocorre com empresas dos Estados Unidos, onde a maioria espera o retorno em dois a cinco anos. Essa

diferença ocorre porque, como no Brasil o investimento não é alto, o retorno pode ser obtido em menos tempo.

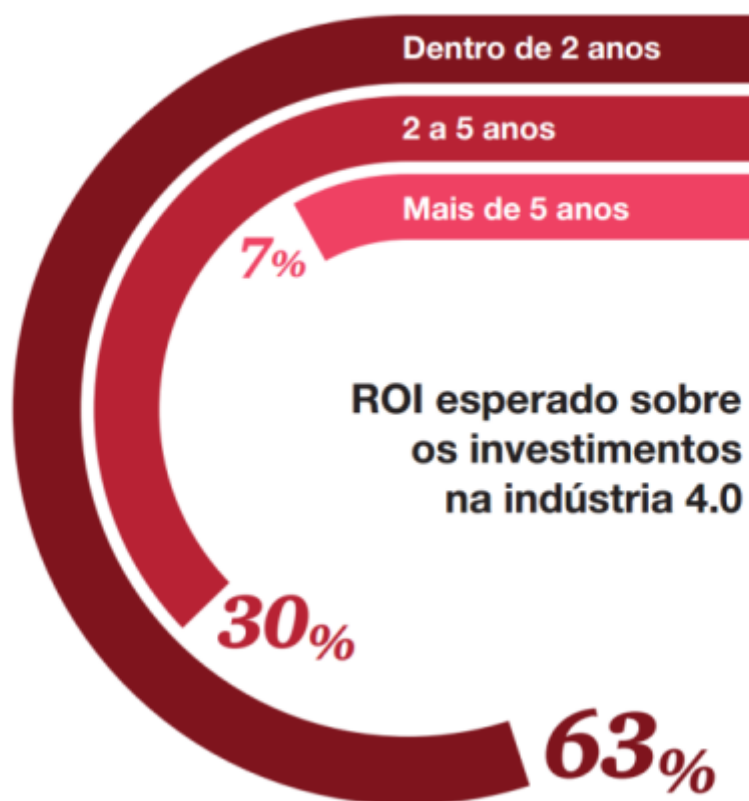


Figura 47 - Retorno sobre os investimentos na Indústria 4.0 esperado no Brasil.

O presidente da ABDI, Guto Ferreira, afirma que a indústria de maneira geral precisa estar preparada para a quarta revolução industrial:

Aplicar o conceito da indústria 4.0 é condição inegociável para a competitividade do setor produtivo brasileiro. Por isso, é urgente a disseminação desses novos conceitos e a capacitação das indústrias que representam setores transversais e estratégicos, indutores de produtividade e de inovação.

Diversas empresas do mundo e até mesmo no Brasil têm a previsão de que haverá um aumento exponencial nos seus níveis de digitização. A previsão é de que em 2020 o percentual seja de 72% contra os 9% existentes atualmente, mesmo vendo a atual situação de investimento das empresas brasileiras nas figuras 89 e 90. As tecnologias que irão permitir esse avanço são as que controlam e rastreiam dispositivos

e realizam o planejamento e execução de forma integrada e em tempo real. Ao realizar a integração com novos métodos para a coleta e análise dos dados é possível gerar informações sobre a utilização do produto viabilizando o seu refinamento para que atenda às necessidades dos clientes.

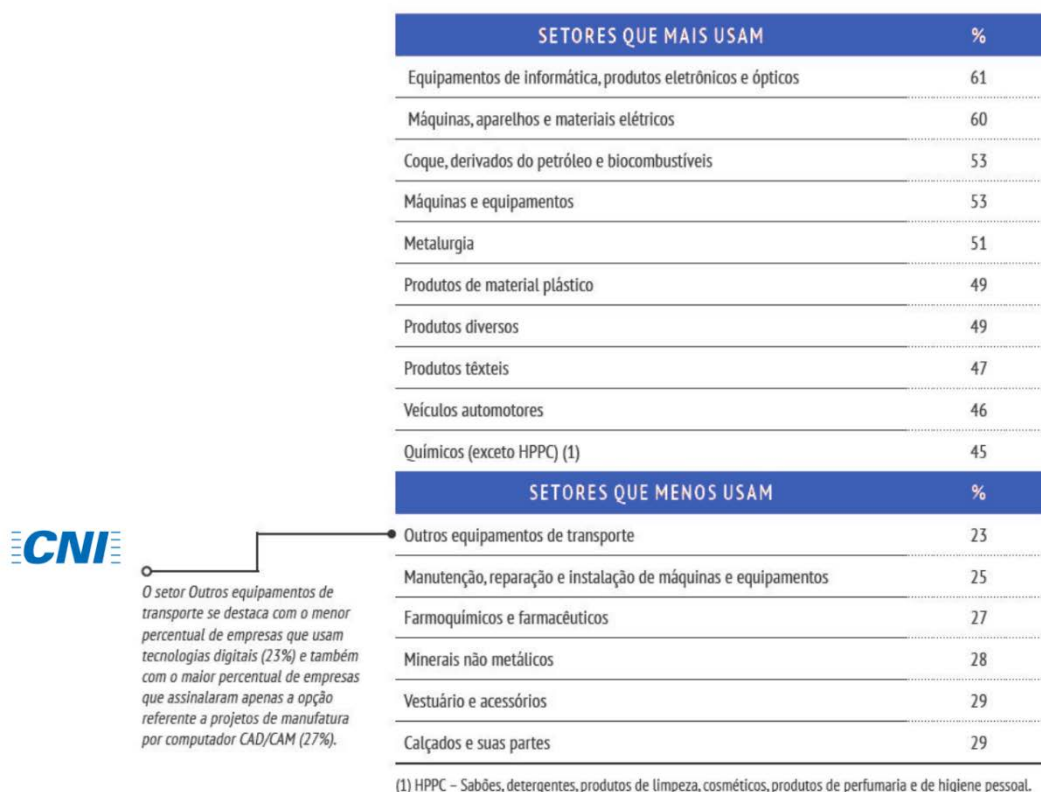


Figura 48 - Pesquisa da Confederação Nacional da Indústria sobre a Indústria 4.0 no Brasil.

De acordo com pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria:

DESCONHECIMENTO – A pesquisa mostra que a indústria brasileira ainda está se familiarizando com a digitalização e com os impactos que ela pode ter sobre a competitividade. Entre as empresas consultadas, 42% não identificaram quais tecnologias digitais, em uma lista com 10 opções, têm o maior potencial para impulsionar a competitividade da indústria.

O desconhecimento é significativamente maior entre as pequenas empresas (57%). Entre as grandes, o percentual de empresas que não

identificaram alguma das 10 tecnologias digitais apresentadas como importante para a competitividade cai para 32%.

DESAFIOS – Na visão de Renato da Fonseca, a pesquisa mostra o desafio que está colocado para o Brasil neste momento. “É preciso aproximar especialistas e indústria para ampliar o conhecimento sobre os ganhos que o país pode ter com a mudança de patamar da indústria”, avalia. É necessário identificar as aplicações industriais nacionais que podem se beneficiar mais com o avanço tecnológico.

O governo, por sua vez, pode contribuir para o aumento da digitalização no Brasil se promover a infraestrutura digital, investindo e estimulando a capacitação profissional e também a criação de linhas de financiamentos específicas. O documento também considera que a criação de plataformas de demonstração poderia ser uma iniciativa eficaz para estimular a disseminação do conceito de digitalização e o estabelecimento de parcerias entre clientes e fornecedores das novas tecnologias.

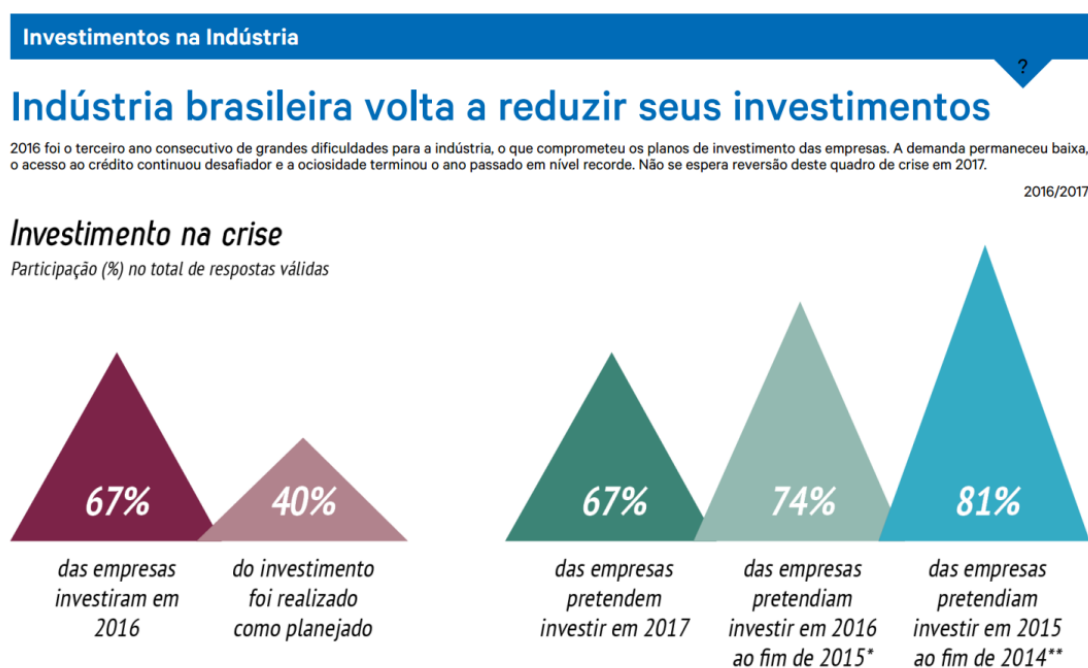


Figura 49 - Investimento da indústria durante a crise no Brasil segundo pesquisa da CNI.

Segundo a pesquisa realizada pela CNI, a Indústria Brasileira continua a apresentar desempenho negativo no mercado mundial com queda expressiva nas

exportações e produção mundial. Esse resultado acaba refletindo na perda de competitividade da indústria nacional. Através dos indicadores, figura 91, é possível visualizar que nos últimos 10 anos, quatro dos cinco indicadores de competitividade tiveram perda. Somente a taxa de câmbio real efetiva apresentou melhora. E a utilização das tecnologias digitais pelas empresas na figura 92.

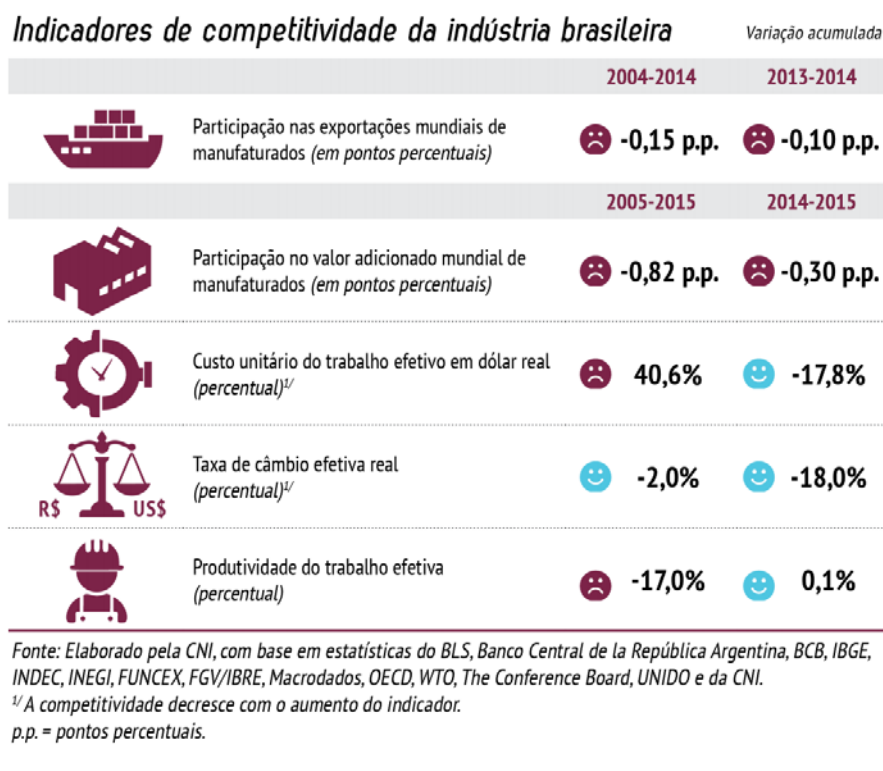


Figura 50 - Indicadores de Competitividade da Indústria brasileira.

Percentual de respostas (%)

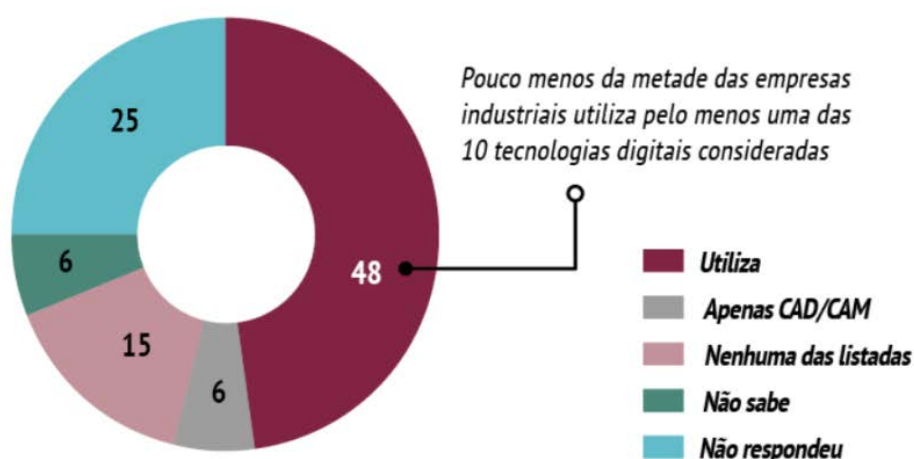


Figura 51 - Utilização por pouco menos da metade das empresas entrevistadas de pelo menos uma das 10 tecnologias digitais listadas.

Ainda de acordo com pesquisa realizada pela Confederação Nacional da Indústria sobre a utilização das tecnologias digitais:

O uso de tecnologias digitais na indústria brasileira é pouco difundido. Do total das indústrias, 58% conhecem a importância dessas tecnologias para a competitividade da indústria e menos da metade as utiliza. O foco tem sido melhorar o processo de produção, aumentar a produtividade. Trata-se de um foco positivo, porém limitado, pois deixa em aberto oportunidades na etapa de desenvolvimento da cadeia produtiva e na exploração de novos modelos de negócios.

O que ocorre na Alemanha e Estados Unidos é diferente do que ocorre no Brasil. Nestes países de primeiro mundo foram criados grandes projetos com iniciativas tanto do governo quanto de empresas privadas. Um exemplo disso é a organização sem fins lucrativos *Smart Manufacturing Leadership Coalition* (coalização para a liderança em indústria inteligente) no intuito de demonstrar os benefícios da utilização da Indústria 4.0 com a ajuda de pesquisas na área.

Segundo o professor Eduardo de Senzi Zancul da Universidade de São Paulo (Poli-USP) “Já existem instituições, empresas e universidades trabalhando em torno da

Indústria 4.0, mas o movimento ainda está disperso. Não temos um grande projeto para agregar esforços e gerar massa crítica de mão de obra, de qualificação e de mercado”.

7.4.1 Desafios para a implantação da Indústria 4.0 no Brasil

A transformação que a Manufatura Avançada viabiliza traz grandes desafios para as empresas. Além do desenvolvimento em novas competências como a especialização de mão de obra será necessário empenho de capital elevado que terá que ser investido em novas tecnologias para a integração. A revolução da produção industrial será viável através da utilização das tecnologias digitais que ampliam as oportunidades de receita aumentando os lucros e reduzindo os custos de forma eficiente.

As empresas que estão na liderança aumentaram seu portfólio de produtos digitais com serviços de bases de dados e estão digitizando as suas áreas consideradas essenciais: processos operacionais (cadeia vertical) e de parceiros (cadeia horizontal). A integração horizontal vai desde as operações internas (fornecedores até clientes) e todos os parceiros que fazem parte da cadeia de valor.

É necessário que se façam investimentos em inovação e educação para que seja possível reverter o atual cenário brasileiro tornando o acesso ao maior número de informações relacionadas a digitalização e utilização de tecnologias digitais (Digital Twins). A indústria brasileira terá que aumentar sua produtividade e participação na economia nacional.

7.5 Integração entre Realidade Virtual e Aumentada, Indústria 4.0 e os Sistemas Virtuais de Produção

Como foi dito em capítulos anteriores, a Indústria 4.0 é a expressão utilizada para definir a quarta revolução industrial, ou seja, a digitalização das fábricas se beneficiando das tecnologias de virtualização, computação em nuvem (*Cloud Computing*), Realidade Virtual e Aumentada e até mesmo a impressão 3D.

Os Sistemas Virtuais de Produção e tecnologias de simulação abrangem a criação de modelos computacionais para simular uma produção real ou processos de logística e, até mesmo, a visualização/interação simplificada para atividades

educacionais, atividades de marketing e entretenimento. É possível reduzir os custos e o tempo de produção, bem como assegurar a qualidade.

A substituição crescente de protótipos físicos e modelos digitais (*DMU - Digital Mock-Up*) é reforçada pelo desenvolvimento de *DMUs* funcionais, suportando a colaboração multidisciplinar dos domínios científicos. Ele permite uma experiência interativa do comportamento do produto com uma representação digital destes (*Digital Twins*) e equipamentos de laboratório sob as restrições da exatidão, comparativo funcional e custo-eficiência. Além disso, ele permite uma avaliação interativa das funcionalidades e o comportamento do produto para designers, bem como para clientes em tempo real.

Na tabela 3, podemos observar a diferença entre os termos utilizados na transformação digital: Digitalização e Digitização. Estão sendo utilizados pelas empresas envolvidas nas inovações de seus negócios e revisão de seus processos.

Tabela 4 - Conceitos de Digitalização, Digitização e Transformação Digital.

Termo em Inglês	Como tem sido chamado em Português	O que significa?
Digitization	Digitalização	De modo simplificado, é o processo de criar uma versão digital (bits e bytes) de um objeto analógico ou físico, como um papel, um documento ou uma foto. Geralmente, envolve algum tipo de mecanismo de captura, como um scanner. Nesse processo, o objeto físico não é necessariamente substituído, podendo continuar a existir junto ao digital. Quando dizemos que um processo de negócio foi digitalizado, por exemplo, queremos dizer que ele passou de um estado 100% dependente de papel para um estado onde informações digitais são tramitadas.
Digitalization	Digitização	É um processo que pode envolver o digitalização mas é uma mudança mais profunda, no caminho de transformar o negócio para digital, mudando seu modelo de negócio e fluxo de valor. Nesse caso, a organização se aproveita de novos processos, sistemas, ferramentas e meios de colaboração para mudar sua forma de atuar frente ao mercado.
Digital transformation	Transformação digital	A transformação digital envolve a digitização e a digitalização, sendo caracterizada por uma mudança muito mais profunda e radical no modelo de negócio da empresa. Na transformação digital, todas as áreas e operações da empresa são impactadas pela emergência de novas tecnologias e modelos de operação, dando origem a uma organização totalmente digital.

Segundo publicação da CNI "Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil":

No Brasil, a Embraer começou a treinar de forma virtual, em 3D, o que os trabalhadores fariam no chão de fábrica um ano antes do início da produção. O projeto teve 12 mil horas de testes antes das aeronaves decolarem. Defeitos que, normalmente, seriam detectados somente com o avião no ar, foram resolvidos ainda na fase de preparação. Na linha de montagem, os operários usam computadores e *tablets* com tecnologia de Realidade Aumentada e, em caso de dúvida, há sempre um vídeo para explicar como realizar a operação. Com todos os ganhos da digitalização, o tempo de montagem já caiu 25%.

Ao se utilizar o conceito de digitalização à atividade industrial foi criado o que se denomina de Indústria 4.0 que se caracteriza pela integração e controle da produção através da fusão do real com o virtual utilizando sensores e conexão dos equipamentos em rede. Através dessa tecnologia temos os sistemas Ciberfísicos que tornam possíveis a utilização da inteligência artificial.

De acordo com Marco Túlio Pellegrini, presidente do segmento de aviação executiva da Embraer “Assim como os *smartphones* facilitaram a vida das pessoas, o uso de computadores e *tablets* estão revolucionando o chão de fábrica”. A *Siemens* criou um laboratório para desenvolvimento de plataformas de criação para serem comercializadas. Uma dessas plataformas (*softwares*) foi vendida para a *Volkswagen*, esta cria um ambiente virtual fabril. Ao modernizar e digitalizar a sua linha de produção aumentou em 30% a sua produtividade e diminuiu em 40% o consumo de energia.

Abaixo na tabela 4, podemos observar alguns softwares responsáveis pela integração da Realidade Virtual coma Indústria citado por (Netto *et al.*,1998):

Tabela 5 - Softwares específicos para aplicações em Realidade Virtual na indústria.

Software	Aplicação
CATIA/CADAM da IBM	Simular, validar e integrar células de manufatura robotizadas de soldagem e montagem, utilizadas em empresas automotivas.
ROBOCAD/Man	É especializado na projeção, otimização e programação de células de trabalho virtuais, nas quais operadores humanos trabalham junto com robôs.
Flexman Simulation	É utilizado para otimizar sistemas flexíveis de manufatura (Flexible Manufacturing System – FMS). Ele permite mapear operações paralelas, especificar quais interações existirão periodicamente e posteriormente armazena informações do sistema numa base de dados temporal.
ADAMS/Car	Permite que engenheiros criem modelos computacionais de veículos com

	exata representação de partes envolvidas na montagem como: suspensão, motor, mecanismos de direção, tração, freios e outros sistemas de controle. Os engenheiros são capazes de testar e validar o modelo virtual em diversas condições de estradas, para poderem avaliar precisamente algumas características como: qualidade da viagem, segurança do veículo e parâmetros de performance do design (TERESKO, 1995).
VisMockUp	Permite a equipe de projetistas montar várias peças de um conjunto e realizar testes e estudos de possíveis interferências, facilitando o processo de reprojeção do conjunto (DVORAK, 1997).
VEDAM O VEDAM	Utiliza parâmetros vindo de sistemas CAD/CAM, como os fornecidos pelo software Pro/Engineer. O software consiste em quatro ambientes virtuais: de modelamento de máquina, de projeto, de montagem e de manufatura.

Podemos observar que na tabela 4, mesmo sendo citada em 1998, a maioria dos softwares listados continua sendo utilizado na indústria até os dias atuais com as devidas atualizações rotineiras.

7.6 Migração da Indústria 3.0 para a Indústria 4.0 utilizando a Realidade Aumentada

Abaixo temos o mapeamento e direcionamento das tecnologias sob a ótica de sua utilização na virtualização e conectividade em rede com o conceito empregado na Indústria 4.0, como exemplo foi utilizado parte do processo na fabricação de latas de alumínio de grande porte que ainda utiliza os conceitos da Indústria 3.0.

Uma fábrica de latas é capaz de produzir aproximadamente três milhões de latas em um período de 24 horas. Todo o processo de fabricação se inicia com a chegada da bobina de alumínio até a fábrica, um único rolo que pesa entre 11 e 13 toneladas, é capaz de gerar 1,5 milhão de latas. A partir daí a empilhadeira realiza a movimentação dentro da fábrica, a seguir os técnicos em *Body Maker* introduzem a chapa de alumínio na primeira máquina de corte do processo, a *Minster*.

Através desse equipamento é realizado o formato de copo das latas. Em média, o equipamento *Minster*, produz 232 cortes circulares por minuto nas chapas. Na etapa seguinte é realizado o estiramento da lata, onde ela será alongada, afinada e receberá o formato do fundo da lata, tudo por meio de pressão. Ao sair da prensa as bordas são

aparadas e as latas seguem para a esteira de lavagem, depois irão para o forno de secagem a uma temperatura que varia entre 400 a 800 graus Célsius.

Após serem lavadas e estarem secas, as latas vão para o equipamento *Printer* para que seja realizado o processo de pintura para que recebam várias cores ao mesmo tempo através de um sistema de *Dry Offset*. As *Printers* atualmente são capazes de imprimir aproximadamente duas mil latas por minuto. A próxima etapa é a aplicação da camada de verniz através de máquinas de *Spray*, onde serão envernizadas por dentro e por fora e a seguir voltam ao forno para secagem. Após todo esse processo o corpo da latinha já estará pronto para a sua última etapa que consiste na moldagem do perfil de sua boca, para que a tampa possa ser encaixada e recravada após o seu envase.

Finalmente passam pelo controle de qualidade e seguem para os pallets para serem estocados nos galpões até serem transportados para as fábricas de bebidas, onde serão esterilizadas antes de colocar a bebida. A etapa final é a colocação da tampa e selante.

Para melhor entendimento do processo de fabricação de latas de alumínio, abaixo na figura 93, temos a descrição básica sobre como estas são fabricadas com o material de referência retirado do documento “Desenho de Latas, um Manual Rápido de Referência”, fornecido pela REXAM:



Figura 52 - Descrição da fabricação de latas de alumínio.

Como exemplo para ilustrar, utilizou-se como referência quatro equipamentos para a fabricação de latas de alumínio que estão descritos na tabela 5, tecnologias em Realidade Virtual e Aumentada que são mais indicadas para realizar o Treinamento, Operação e Manutenção Assistida/Remota desses equipamentos.

Tabela 6 - Equipamentos para a fabricação de latas sugeridos para utilização das tecnologias de realidade virtual e aumentada

EQUIPAMENTOS PARA A FABRICAÇÃO DE LATAS SUGERIDOS PARA UTILIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS DE REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA



MINSTER - FORMADOR DE COPOS:
Copos são confeccionados de folha de alumínio.



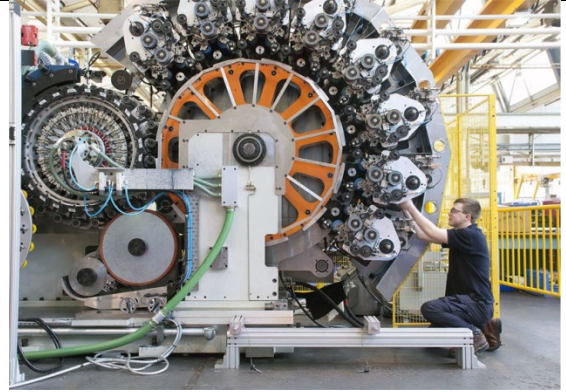
NECKER - FORMADOR DE PESCOÇO E FLANGE:

O diâmetro do gargalo é progressivamente reduzido e uma borda é formada para receber a tampa no envase do produto no cliente.



BODY MAKER – FORMADOR DO CORPO:

Os copos são alimentados em frente a um punção de movimento contínuo. O material é “estirado” passando por anéis de estiramento progressivos pequenos até alcançar seu tamanho real.



PRINTER – DECORADOR:

A arte dos clientes é aplicada usando até seis cores. Um verniz transparente também é aplicado por cima da estampa.

Geralmente os ajustes nos equipamentos nas empresas de fabricação de latas de alumínio são realizados em um formato denominado de “LPP” (Lição Ponto a Ponto). É necessário um “LPP” para cada ajuste necessário no equipamento e, a contribuição da Realidade Aumentada neste projeto em questão, seria a criação de um ambiente virtual assim como a colocação de cada um dos ajustes. Seria inserido tudo o que é necessário para ajustar cada defeito da máquina nesse ambiente virtual de maneira a substituir a utilização de arquivos em .pdf, figuras 94 a 98, que são pouco intuitivos e não permitem interatividade e nem uma visualização tridimensional dos equipamentos.

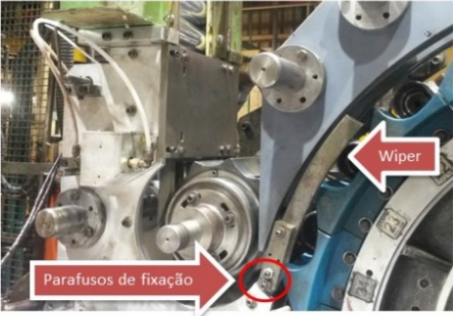
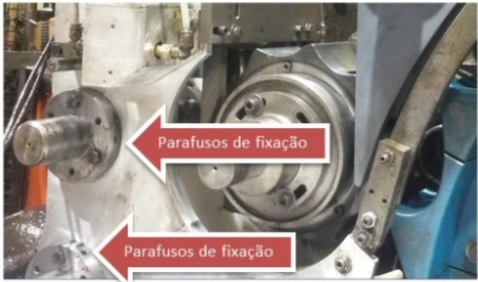
		LIÇÃO PONTO A PONTO		N°
Tema: Remoção das Guias Inferiores				
Área: Back End Linha: Todas Equipamento: Printer		Realizado por: Aprovado por:		Data: 20/02/2015 Pilar Envolvido:
CLASSIFICAÇÃO: ☒ Conhecimento Básico ☐ Caso de Melhoria ☐ Caso de Problema ☐ _____				
SITUAÇÃO				
Descrição do Problema:				
☐ Operação ☐ Manutenção ☐ Segurança ☐ Qualidade ☐ Outros:				
FOTOS / DESENHO / ESBOÇO				
01) Retirar os parafusos de fixação da wiper e remover a mesma; 		02) Soltar os parafusos de trava, da "bolacha" de fixação da placa de alumínio; Obs. São três parafusos por "bolacha". 		

Figura 53 - Remoção das guias inferiores.

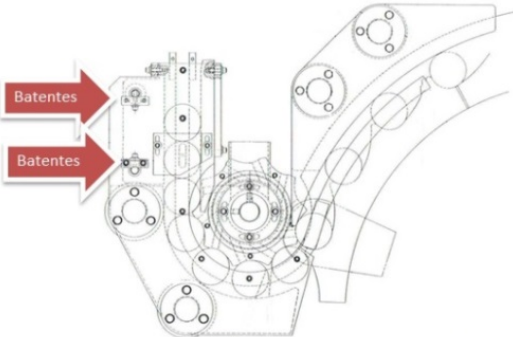
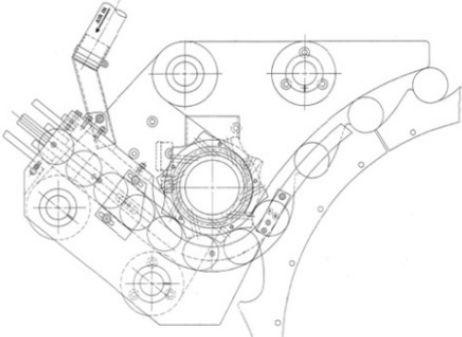
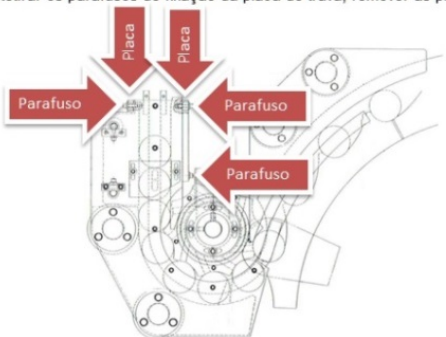
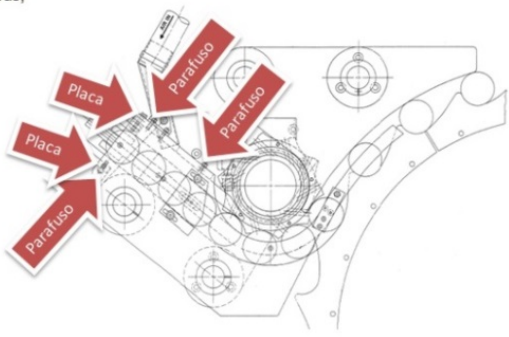
03) Remover os batentes de fixação do ajuste das guias de entrada da lata; Nota. Este item só se aplica à alimentações de 90°, as alimentações de 45° não tem esta guia de entrada.			
Alimentação 90°		Alimentação 45°	
			
04) Retirar os parafusos de fixação da placa de trava, remover as placas;			
			
Número	Revisão	Data	Página
O&M PA 041	03	10/07/2013	01 de 02

Figura 54 - Remoção das guias inferiores.

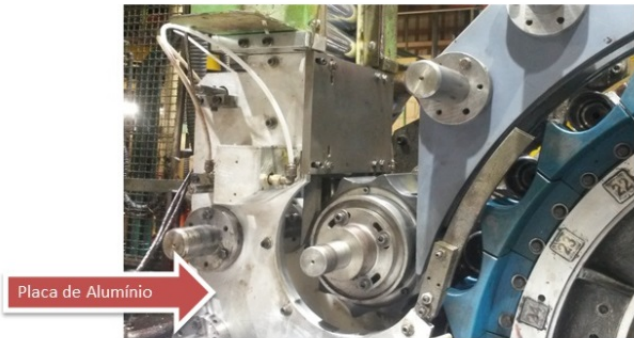
05) Remover a placa de alumínio; Nota. Na mesma está fixada a guia J que toca o fundo da lata.			
			
06) Soltar os parafusos de trava, da "bolacha" de fixação da placa de alumínio; Obs. São três parafusos por "bolacha".		07) Remover os parafusos que fazem a fixação das "bolachas" nas guias inferiores;	
08) Remover as "bolachas" e as duas guias inferiores.			
Número	Revisão	Data	Página
O&M PA 041	03	10/07/2013	01 de 02

Figura 55 - Remoção das guias inferiores.

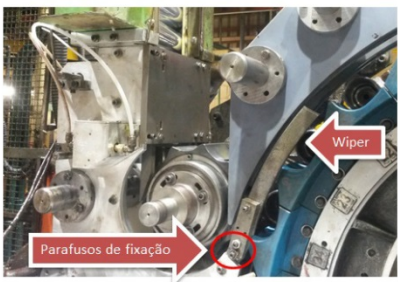
		LIÇÃO PONTO A PONTO		Nº
Tema: Remoção das Guias Superiores				
Área: Back End		Realizado por:	Data: 03/03/2015	
Linha: Todas	Equipamento: Printer	Aprovado por:	Pilar Envolvido:	
CLASSIFICAÇÃO:	☒ Conhecimento Básico ☐ Caso de Melhoria ☐ Caso de Problema			
SITUAÇÃO				
Descrição do Problema:				
☐ Operação ☐ Manutenção ☐ Segurança ☐ Qualidade ☐ Outros:				
FOTOS / DESENHO / ESBOÇO				
01) Retirar os parafusos de fixação da wiper e remover a mesma; 		02) Soltar os parafusos de trava, da "bolacha" de fixação das guias superiores; Obs. São três parafusos por "bolacha".		

Figura 56 - Remoção das guias superiores

03) Soltar os parafusos de fixação das guias superiores Nota. São seis parafusos para cada guia sendo três por bolacha.			
04) Remover as bolachas e as guias; <u>Obs. Para remover a guia traseira é necessário remover a starwheel 90°(verificar Lpp de remoção da Starwell).</u> <u>Obs. Para remover a guia traseira é necessário remover a starwheel 45°(verificar Lpp de remoção da Starwell).</u>			
Número	Revisão	Data	Página
O&M PA 041	03	10/07/2013	01 de 02

Controle de Revisão		
Rev.	Data	Descrição da alteração
0	28/08/2012	Emissão
1	30/04/2013	Inclusão dos itens áreas envolvidas e o campo de aprovação do responsável da área.
2	14/05/2013	Alteração de todo o Layout conforme modelo da Unidade de Extrema
3	10/07/2013	Retirado campo de tipo de melhoria do cabeçalho

Figura 57 - Remoção das guias superiores.

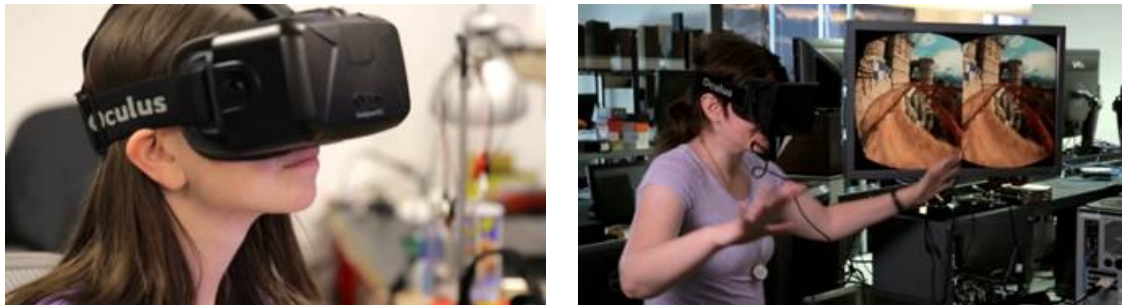
A expectativa, segundo a gerência de Inovação de uma das fábricas de latas de alumínio, é a de investir em novas tecnologias para substituir os meios tradicionais, como o arquivo .pdf explicativo, pela utilização de tecnologias digitais (Caverna, Realidade Aumenta, Manutenção Assistida, etc.), objetivando atender a princípio, as seguintes necessidades:

- **Treinamento remoto:** criação de um ambiente virtual, onde qualquer pessoa pode visualizar a linha de produção, ou equipamento específico;
- **Manutenção Assistida:** desenvolver um sistema de apoio, onde fosse possível, pelo menos para equipamentos chave, conferir virtualmente, todas as rotinas realizadas, bem como conferir alguns aspectos, como por exemplo, se os apertos das ferramentas estão com torque adequado;
- **Conversões de formatos:** fabricação de latas de diferentes tamanhos, o que demanda conversões de linhas para cada um desses tamanhos de latas. Cada conversão leva em média três dias de atividades e normalmente ocorrem falhas por esquecimento de alguns pontos que ficaram sem ajustes ou foram feitos de forma incorreta. Situação parecida com a do item dois;
- **Facilidade de interação com outras plantas sem necessidade de grandes deslocamentos:** hoje é utilizada a videoconferência em todas as plantas para reuniões. Interesse no desenvolvimento / aplicação de alguma ferramenta onde a Engenharia de Suporte pudesse ver e auxiliar algumas manutenções e ajustes de forma remota. A empresa possui 11 plantas de latas e duas de tampas, espalhadas em três países da América do Sul. E com certeza muitos dos diagnósticos poderiam ser feitos à distancia, se pudessem ver e interagir com a planta em tempo real, ou próximo disso.

A ideia é a de criação de um ambiente virtual que serviria de plataforma para treinar a equipe atual e futuros colaboradores, partindo para uma esfera mais avançada de interação, que seria a Realidade Aumentada, principalmente nas áreas de manutenção mecânica e troca de formatos de latas na linha de fabricação, pois o objetivo é que as práticas de manutenção sejam facilmente mapeadas e se reduzam assim os retrabalhos e perdas de produtividade e a seguir a conectividade em rede nos moldes da Indústria 4.0.

Abaixo na tabela 6, podemos ver algumas das tecnologias que se encaixam nas expectativas de migração do que é utilizada atualmente para a tecnologia digital, utilizando Realidade Virtual e Aumentada principalmente.

Tabela 7 - Tecnologias em Realidade Virtual e Aumentada e dispositivos que podem aperfeiçoar a utilização de equipamentos.

TECNOLOGIAS EM REALIDADE VIRTUAL E AUMENTADA E DISPOSITIVOS QUE PODEM APERFEIÇOAR A UTILIZAÇÃO DE EQUIPAMENTOS	
CAVE - <i>Cave Automatic Virtual Environment</i>	
	
Sala onde são projetados gráficos tridimensionais, em suas paredes, onde usuários podem explorar e interagir com objetos, equipamentos e pessoas virtuais dentro de um ambiente virtual.	
HMD (<i>Head-mounted display</i>)	
	
Sistema visual de Realidade Virtual que apresenta imagens em 3D que se movimentam conforme o usuário movimenta a sua cabeça para os lados gerando grande grau de imersão.	

Realidade Aumentada



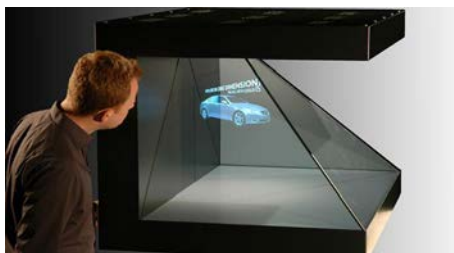
Desenvolvimento de aplicativos para *tablets* e *smartphones* utilizando recursos de Realidade Aumentada no treinamento de operação e manutenção de equipamentos industriais.

Manutenção Remota utilizando Realidade Aumentada



Sistema de Realidade Aumentada que permite que especialistas transmitam suas instruções pela internet, projetando-as diretamente no equipamento que está sendo usado ou consertado por operadores em outro local.

Holografia



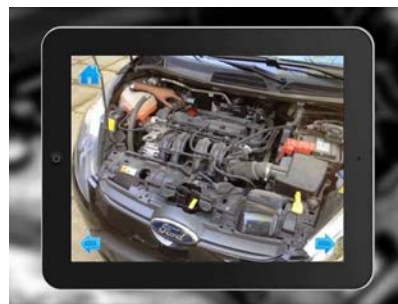
Equipamento especial capaz de simular treinamentos holográficos em 3D.

Holografia - manutenção de equipamentos



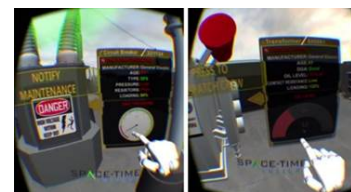
Equipamento especial capaz de simular treinamentos holográficos em 3D.

Análise de Procedimento utilizando Realidade Virtual/Aumentada



Análise de procedimento utilizando Realidade Aumentada/Virtual para treinamento e manutenção de equipamentos.

Captura de Movimento



Tecnologia utilizada para descrever o processo de gravação de movimento e transposição do movimento em um modelo digital.

Análise ergonômica utilizando Realidade Virtual/Aumentada



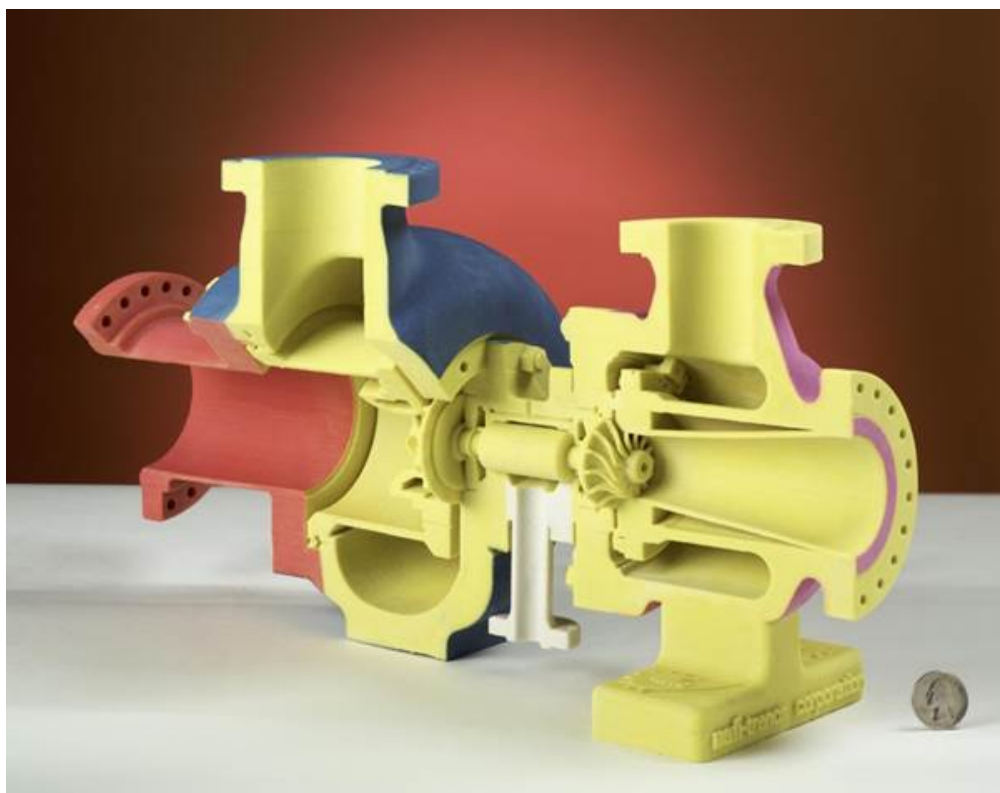
Otimização das condições de trabalho humano e das relações entre homem e máquina, por meio de métodos da tecnologia virtual, visando a segurança e eficiência ideais no modo como um e outra interagem.

Projeção Mapeada



Projeção de uma animação gráfica em uma superfície que servirá de tela para a projeção que será mapeada em 3D onde o computador calculará todas as suas curvas e saliências.

Prototipagem 3D



Prototipagem rápida utilizada na construção automática de objetos físicos que usam fabricação de forma livre sólida.

Wearables



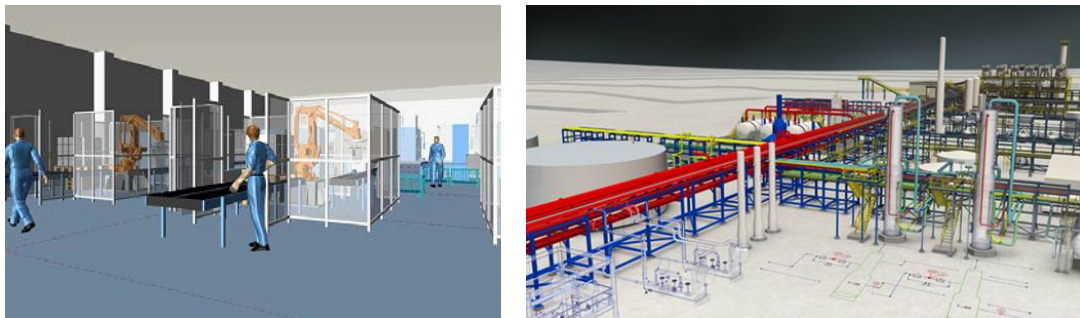
Desenvolvimento de interação humano-máquina por meio de tecnologia "vestível", onde os *Gadgets* estão diretamente conectados com usuário.

Interfaces Inovadoras e Adaptativas



As Interfaces Adaptativas são capazes de se adaptar a diferentes tipos de usuários fazendo com que os mesmos possam reorganizar os módulos apresentados na interface da forma que achar mais útil.

Factory Design Utilizando Realidade Virtual/Aumentada



Otimização do *layout* de fábrica para maior colaboração, flexibilidade e inovação no processo de concepção de fábrica.

Factory Planning

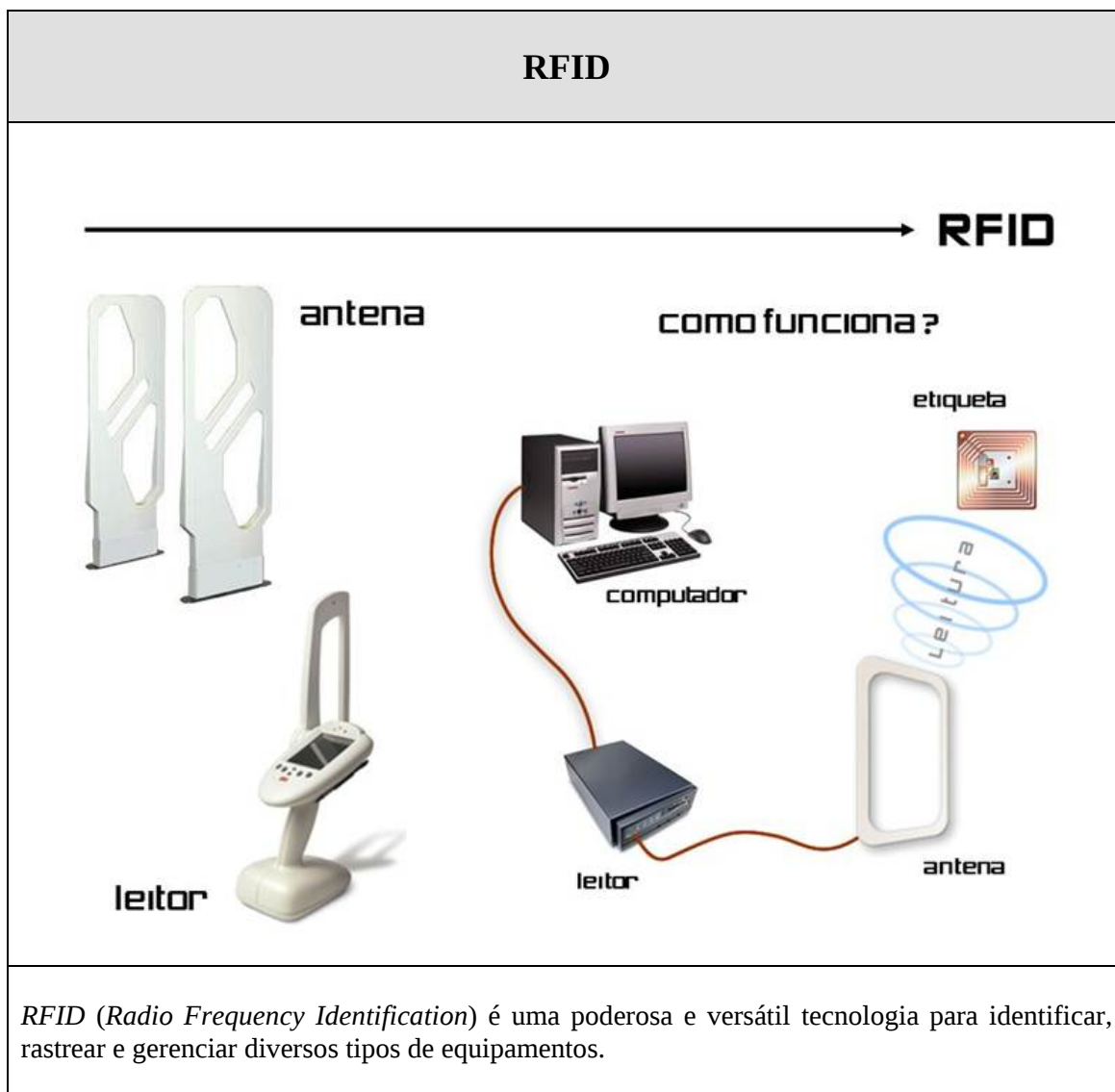


Eficiência operacional e planejamento flexível, otimização dos processos e instalações de fabricação.

Big Data



Desenvolvimento de sistema de *Big Data* para aplicações industriais na análise, captura, curadoria de dados, pesquisa, compartilhamento, armazenamento, transferência, visualização e informações sobre privacidade



Abaixo, na tabela 7, podemos observar algumas aplicações da Realidade Virtual na prototipação virtual na Indústria automobilística citado por (Netto *et al.*,1998):

Tabela 8 - Prototipação virtual utilizando a Realidade Virtual na área automobilística.

Empresa	Aplicação
Renault Design	Testar o produto antes de ser fabricado. Foi feita uma simulação da performance do protótipo de um de seus carros, o Racoon, utilizando uma técnica de filmagem que mistura ambientes reais com objetos virtuais (THALMANN & THALMANN, 1993; AUGUSTO, 1995).
Chrysler-Jeep	Desenvolveram modelos dinâmicos de seus veículos. Esses modelos passam por uma rigorosa análise dos possíveis problemas que podem ocorrer e que só poderiam ser gerados e duplicados em grandes terrenos ao ar livre com vários protótipos dos veículos a serem testados (DVORAK, 1997).
Ford Motors	Sofisticados ambientes tecnológicos virtuais para projeto e engenharia de automóveis, trata-se da divisão CAVSE (Core & Advanced Vehicle System Engineering) que utiliza a RV para simulação e prototipação virtual, tomando

	como principais pontos de pesquisa, a aerodinâmica, a ergonomia e a modelagem de superfície do protótipo do veículo a ser construído (BLANCHARD, 1995).
General Motors	Projeto que utiliza um sistema CAVE, denominado VirtualEye, para facilitar o desenvolvimento de novos modelos de veículos (MAHONEY, 1995; EXHIBITORS, 1997) e sua unidade de montagem de caminhões (Detroit, Michigan) utiliza softwares da empresa Deneb Robotics (Deneb Robotics, 1997) para prototipação e avaliação da montagem de seus veículos.
Land Rover	Utiliza a realidade virtual para projetar e validar rápidas prototipagens dos seus novos modelos de veículos e para auxiliar na ampliação de sua fábrica.
Caterpillar	Ambiente virtual para testes de novos projetos e melhoria dos processos de montagem de equipamentos pesados (MAHONEY, 1995; Folks, 1997). Esses testes são para avaliar o design do veículo e determinar a visibilidade proveniente da cabine de comando do trator (BLANCHARD, 1995). Neste projeto, o operador senta-se numa plataforma equipada com os mesmos controles de uma cabine real de um trator. Esta plataforma está localizada num CAVE (BANERJEE & BANERJEE, 1995; CRUZ-NEIRA et al., 1992), que é um sistema baseado em RV que possui o formato de um cubo e tem suas paredes forradas com telas, onde são exibidas as animações gráficas.

Podemos observar que mesmo a tabela sendo de 1998 ela ainda se mantém atual e com aplicações coerentes aos modernos conceitos da Indústria 4.0, a grande diferença é que estes conceitos estão sendo utilizados de forma a atender a Manufatura Avançada e com maior poder de processamento computacional.

7.7 Principais Linhas de Serviço e Valor agregado para a Indústria 4.0

A partir das tecnologias em Realidade Virtual e Aumentada citadas anteriormente e da análise da entrevista semiestruturada, presente no apêndice 1 deste trabalho, foi possível formular as principais linhas de serviço, tabela 8, às quais estas tecnologias podem agregar valor à indústria, principalmente no que diz respeito a Indústria 4.0.

Tabela 9 - Principais áreas de serviço – Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para a Indústria 4.0.

Principais áreas de serviço – Tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para a Indústria 4.0		
Sistemas Interativos Inteligentes para Realidade Virtual		
Tecnologias	Descrição técnica	Valor agregado para a

aplicadas	detalhada	Indústria
Simulação de processos, planejamento de fábrica, fluxo de material.	Simulação de eventos discretos para a análise de rendimento de produção e melhoria de desempenho do sistema para extrair o máximo de eficiência de produção nas operações de manufatura.	Com a simulação de logística e fluxo de material utilizando a Realidade Virtual, podem ser simulados eventos discretos e os recursos de análise estatística para otimizar o gerenciamento do material, logística, utilização das máquinas e requisitos de mão de obra, podendo melhorar a eficiência e precisão da manufatura enquanto melhora o rendimento e o desempenho geral do sistema.
Simulação de componentes, montagem e desmontagem.	Simulação dos componentes de diversos equipamentos mecânicos e eletrônicos ensinando a forma correta de desmontar e montar utilizando Realidade Virtual/Aumentada.	A principal vantagem percebida é a obtenção de uma melhoria na produção através de simulação prévia possibilitando o menor custo possível e o aumento de produtividade.
Programas de treinamento de pessoal baseados em simulação.	Desenvolvimento de ferramentas normalmente utilizadas para treinamento de procedimentos simples/complexos e de baixo/médio/alto risco.	Ambiente virtual realista para treinamento de pessoal com a oportunidade de sessões práticas estendidas, capturando procedimentos de melhores práticas e processos locais específicos, diminuindo erros de operador e custos iniciais de treinamento de novos funcionários com consequente redução de custos de manutenção.
Soluções inovadoras em Realidade Virtual/Aumentada, captura de movimentos, interação homem-máquina e interfaces adaptativas	Desenvolvimento de novas tecnologias para a digitalização de movimento que é o processo de gravação de movimentos reais e posterior passagem dessa informação para um objeto virtual que se oriente de acordo com a informação obtida a partir dos movimentos reais. A interação entre humanos e máquinas acontece através da interface do utilizador, formada	Estes sistemas já são utilizados em aplicações com finalidade militar, como apoio a atividades desportivas, apoio e acompanhamento médico, entretenimento e áreas educacionais.

	por software e hardware possibilitando a interação entre pessoas e computadores.	
Ergonomia.	O desenvolvimento desta tecnologia busca antecipar a melhor solução para os postos de trabalho tornando as atividades menos desgastantes e penosas como também tornando os produtos mais eficientes.	Dentre os valores percebidos pode-se citar a preservação da saúde de seus colaboradores como também no aumento de eficiência da produtividade.
Simulação de veículos/equipamentos, impactos, perdas, compensação física virtual.	A simulação permite que o usuário navegue e veja, em tempo real, um mundo de três dimensões, com seis graus de liberdade podendo manipular e explorar dados em tempo real.	Pode ser aplicada desde o planejamento de fábricas, simulação da produção, auxílio na divulgação de produtos, treinamento de funcionários, validação de protótipos.
Manipulação virtual, operação remota	Sistema de Realidade Virtual/Aumentada que permite que especialistas transmitam suas instruções pela internet, projetando-as diretamente no equipamento que está sendo utilizado ou reparado por operadores em outro local.	Interação remota e virtual que permite o acompanhamento, manutenção, inspeção e controle remoto de equipamentos e operações sem a necessidade de deslocamento físico de equipes.
Mapeamento tridimensional, simulação 5D imersiva, alta fidelidade 4K, certificação, simulação de movimento e física polivalente	Criação de cenários tridimensionais a partir da extração de informações do mundo real o desenvolvimento de técnicas de alinhamento inovadoras, que sejam precisas e eficientes para seu uso na reconstrução 3D para tratar do problema da aplicação de técnicas de visão computacional e computação gráfica no mapeamento tridimensional de ambientes dados tridimensionais em aplicações como robótica, arquitetura, engenharia civil, etc. A tecnologia 3D, ou estereoscópica passa a sensação de profundidade e proximidade por meio da visão, o 4D soma a isso o movimento motorizado de movimentação com seis graus de liberdade e o 5D inclui	O mapeamento tridimensional além de ser utilizado para objetos e máquinas pode ser utilizado no desenho e planejamento urbano, nos quais os modelos facilitam a revisão de projetos urbanos, permitindo uma avaliação visual e estética no contexto urbano de novos projetos arquitetônicos e urbanos, sistemas de transporte e infraestrutura em geral, simulação, entretenimento, turismo virtual e visualização de dados urbanos ambientais (poluição, energia, clima, etc.). A utilização de tecnologia 5D proporciona sensação de imersão muito maior que as tecnologias, 3D e 4D e em conjunto com a simulação de movimento, tecnologia 4K e física polivalente tornam o

	mais alguns efeitos como aromas, vento, fumaça, entre outros. A tecnologia 4K possui resolução de captação e de exibição de 4096x2160 pixels de resolução, tornando a experiência visual surpreendente, a simulação polivalente física apresenta alto grau de realismo.	sistema de realidade virtual extremamente realista.
--	---	---

Modelagem Matemática de Sistemas para Realidade Virtual

Tecnologias Aplicadas	Descrição Técnica Detalhada	Valor Agregado para a Indústria
Modelagem de sistemas para a Realidade Virtual.	A Modelagem de sistemas para a Realidade Virtual estuda a simulação de sistemas reais a fim de prever o comportamento dos mesmos, sendo empregada em diversos campos de estudo, tais como física, química, biologia, economia e engenharias. Modelagem Matemática consiste na arte (ou tentativa) de se descrever matematicamente um fenômeno.	A precisão de um sistema de Realidade Virtual/Aumentada depende da Modelagem Matemática, que consiste na elaboração de cálculos exatos em simulação e em uma abordagem sistêmica de processos em visão computacional avançada, com ênfase em processos cognitivos e interfaces hápticas em Realidade Virtual e Aumentada.
Ensaaios visuais e matemáticos.	Tipo de ensaio não destrutivo utilizando sistemas virtuais que podem ser realizados em produtos acabados, sem qualquer risco de inutilizá-los em consequência do ensaio visual ou matemático.	A sua principal vantagem é fornecer dados quantitativos (além das informações qualitativas) mais facilmente que os outros ensaios não destrutivos, contribuindo para garantir a qualidade, reduzir os custos e aumentar a confiabilidade da inspeção.
Otimização virtual.	Simulação para experimentação e otimização virtual em todas as aplicações de testes virtuais e	Possibilita a otimização, redução do tempo de ciclo e custos na manufatura virtual.

	otimização que contribui para a redução de custos ao longo de toda a cadeia de produção.	
Prototipagem e Engenharia de Sistemas Hápticos		
Tecnologias Aplicadas	Descrição Técnica Detalhada	Valor Agregado para a Indústria
Interfaces hápticas e áudio visuais para simulações, sistemas interativos e operações remotas.	Sistema que tenta reproduzir ou ampliar a sensação de toque ao manipular objetos em ambientes simulados ou teleoperados. Composto geralmente por sensores e atuadores com os quais o operador interage, e um sistema computacional envolvendo hardware e software que faz a ligação entre o dispositivo háptico e o mecanismo real ou virtual com o qual se deseja interagir.	À medida que se movimenta ou rotaciona o dispositivo háptico, a ferramenta pode sentir o movimento, a forma, a resistência e a textura da superfície dos objetos simulados permitindo a Interação com ambientes virtuais. Essa é uma das grandes vantagens da tecnologia baseada nestes dispositivos: ela reduz a fricção e outras interferências, por isso o usuário experimenta menos distração e permanece imerso no ambiente virtual, permitindo também o movimento forçado em seis graus de liberdade.
Simulação para robôs autônomos em áreas de risco	Simulação em Realidade Virtual para robôs cooperativos em ambientes não controlados, com o objetivo de desenvolvimento de técnicas para programação, controle e aprendizado que poderão ser utilizadas na criação de sistemas robotizados que necessitem controlar robôs autônomos permitindo com isso a colaboração mútua.	A simulação para robôs facilitam os testes possibilitando uma redução de custos, menor possibilidade de danos aos robôs, além de diversas outras vantagens.
Novas tecnologias de rastreamento para aplicações logísticas	Simulação de rastreamento para aplicações logísticas customizada, totalmente	Aumento da capacidade de planejamento e melhoria do controle, eliminando o

	adaptadas às necessidades de cada operação e otimização dos processos, desde o recebimento da mercadoria até a entrega.	desperdício e aumento da qualidade em todas as etapas nas aplicações logísticas.
--	---	--

No Anexo I, que está disponível no final desta tese, é possível ver a extensa lista de dispositivos existentes atualmente e que tornam possíveis as diferentes formas de interações utilizando a Realidade Virtual e Aumentada. Alguns destes dispositivos estão com um nível de maturidade elevado e já estão sendo utilizados como produtos, sendo que parte expressiva destas tecnologias ainda está em sua versão de testes e demonstram que em algum dado momento serão tecnologias que poderão ser utilizadas de forma efetiva pela Indústria.

8 DISCUSSÃO

A partir da pesquisa realizada foi possível descrever os conceitos da Indústria 4.0 e suas aplicações em conjunto com as tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada, Internet das coisas, Internet das coisas Industrial e conceitos básicos sobre inovação. A Realidade Virtual e Realidade Aumentada já possuem o seu conceito amplamente estudado e suas ferramentas validadas em diversas áreas industriais e demonstrou ser ferramenta prática e confiável.

Por intermédio da Pesquisa Descritiva foram criadas as principais linhas de serviços para os Sistemas Virtuais de Produção. Foi possível identificar que as tecnologias apresentadas neste trabalho proporcionam ganho substancial de qualidade e produtividade quando utilizadas no chão de fábrica possibilitando também suporte para a gestão interna.

Através da demonstração de exemplo de desenvolvimento de simuladores visuais em Realidade Virtual foi possível corroborar a importância da utilização de um sistema virtual para treinamento. A análise de possibilidades na implementação de tecnologias virtuais em uma fábrica de latas de alumínio e a apresentação de estudos de casos na sua utilização no chão de fábrica, em logística, engenharia civil e na indústria de Óleo e Gás serviram como forma de validação deste estudo. Foi possível observar que este é um processo lento e que, a princípio, exigirá processos de testes e validação longos.

Através da análise dos indicadores, em pesquisa realizada pela PWC, foi possível demonstrar que somente 9% das empresas no Brasil estão em um padrão avançado que as possibilita ingressar na Indústria 4.0 sem maiores problemas. A partir disto podemos observar a discrepância que existe entre o Brasil e o restante do mundo que possui aproximadamente 30%. Desta forma fica bastante claro que o Brasil precisa avançar urgentemente nos investimentos e principalmente na maneira de pensar na forma sobre como implantar as inovações que a Indústria 4.0 possibilita. Através de estudos realizados pela Confederação Nacional da Indústria esse percentual de 9% irá atingir aproximadamente 72% até 2020 mesmo com o Brasil apresentando perda de competitividade nos últimos 10 anos (2004-2014).

Os métodos apresentados além de proporcionar ganho, não ameaçam os processos e métodos tradicionais que já estão em uso e que vem demonstrando

resultados aceitáveis. É notório o fato de que no Brasil a mão de obra disponível atualmente não tem formação adequada para utilizar as tecnologias utilizadas na Indústria 4.0. Um dos grandes desafios será o alto custo de implantação de um sistema que se adeque as tecnologias atuais presentes nas indústrias brasileiras, além do trabalho de “alfabetização” nos campos de estudos de tecnologias como *Big Data*, *Machine Learning*, Análise de dados, Inteligência Artificial, etc. Dependendo da área que o profissional irá atuar será necessário maior ou menor aprofundamento e conhecimento técnico, além dos tradicionais a que estão habituados. A princípio isso pode gerar certo desconforto, mas em um segundo momento será de fundamental importância para que estes profissionais continuem a trabalhar com maior qualidade e eficiência.

Apesar de muitas das tecnologias que são descritas na Indústria 4.0 ainda não terem sido padronizadas, existem várias iniciativas ao redor do mundo, principalmente na Alemanha e Estados Unidos que já implantaram estes sistemas de forma confiável e segura em suas atividades industriais. Para que todo este novo método de trabalho seja realmente utilizado é necessário que se apresentem soluções e ferramentas prontas para serem utilizadas e não somente o conceito destas.

É necessário avaliar quais recursos virtuais trazem resultados satisfatórios em cada área no chão de fábrica e que atendam alguns parâmetros mínimos. Através de entrevistas com diversos profissionais (disponível no Apêndice 1) e da pesquisa de equipamentos realizada em conjunto com diversos colaboradores do mundo foi possível identificar várias ferramentas de Realidade Virtual e Aumentada disponíveis no mercado, esta pesquisa está disponível no Anexo I. Algumas destas ferramentas estão em sua versão Beta e outras já oferecem solução precisa e confiável. Existe a necessidade de avaliar qual a melhor maneira de integração entre o real e virtual utilizando tais tecnologias e como essa integração deve ser apresentada ao usuário.

Um dos conceitos fundamentais da Indústria 4.0 é o de que bilhões de equipamentos e sistemas se comunicarão através de sensores compartilhando informações em tempo real. Através dessa análise pode-se constatar que a grande quantidade de dados que as indústrias irão coletar nos seus processos de fabricação é extremamente crítica. Ao utilizar a Realidade Virtual e Realidade Aumentada em conjunto e integradas ao chão de fábrica podemos controlar os elementos destas em 3D utilizando suporte colaborativo remoto.

Através da visualização interativa destas instalações industriais é possível obter informações e fornecer soluções para os mais diversos problemas sem, no entanto,

interromper a produção. Outro fator que irá contribuir bastante é a evolução das redes de telecomunicação para a quinta geração tecnológica (5G) como forma de tornar viável a comunicação e interoperabilidade entre as máquinas e seus sistemas de maneira mais veloz e confiável.

Alguns outros exemplos de utilização de tecnologias virtuais na indústria que não foram mostradas no decorrer desta tese é a do fabricante de automóveis Ford que utiliza a Realidade Virtual para projetar seus novos veículos, inclusive os autônomos, dentro de seus laboratórios de imersão desde 2015. A partir de 2017 a Ford começou a realizar testes com a utilização de Realidade Mista através dos óculos Microsoft Hololens para a realização de prototipagem rápida. Diversas outras iniciativas de testes com tecnologias virtuais vem ocorrendo como, por exemplo, com a General Motors e a BAE Systems.

Para finalizar a discussão veremos a seguir se a tese respondeu as questões apresentadas no início deste trabalho:

- 1- Quais as tecnologias prioritárias em Realidade Virtual e Aumentada e seus instrumentos para a visualização serão caracterizados a partir da Pesquisa Descritiva?

R: No anexo desta tese foi apresentada a pesquisa com extensa lista de equipamentos inclusive os que servem exclusivamente para a visualização em Realidade Virtual, Realidade Aumentada e Realidade Mista. No decorrer dos capítulos foram apresentados exemplos pontuais destas tecnologias.

- 2- Que tipo de problema estas tecnologias irão resolver e com qual eficácia, do ponto de vista de sua aplicação na indústria 4.0?

R: A solução observada durante a pesquisa foi a de permitir o acompanhamento em tempo real do funcionamento do equipamento real e sua versão virtual por meio de visualização em Realidade Virtual/Aumentada/Mista. Permitindo com isso uma manutenção preditiva, interação, acompanhamento, reciclagem e treinamento de novos operadores. No decorrer da tese foram apresentados estudos de caso que demonstram algumas utilizações de tecnologias virtuais.

- 3- As tecnologias estudadas apresentam soluções viáveis para atender as demandas em treinamento, inspeção, manutenção e operação de equipamentos na indústria? Caso positivo, que tipo de soluções?

R: As tecnologias estudadas apresentam soluções viáveis como é possível observar a partir das soluções apresentadas nos estudos de caso e exemplos apresentados durante a Pesquisa Descritiva. Estas demonstram a eficiência para a resolução de alguns problemas recorrentes no chão de fábrica: solução preditiva de falhas, manutenção, análise remota, orientação de operadores, etc.

- 4- Com esse resultado será possível a adequação mais eficiente das tecnologias estudadas para aumento da eficiência operacional dentro da indústria de maneira geral? Haverá consequente aumento de competitividade?

R: Através dos diversos capítulos do presente trabalho ficou comprovado que as tecnologias virtuais apresentadas geram ganho substancial em competitividade melhorando significativamente o aumento de eficiência com excelente custo benefício.

A contribuição científica deste trabalho se fez presente também através da elaboração da tabela 8, com as principais áreas de serviço e linhas de pesquisa que tomaram como base entrevistas e Pesquisa Descritiva de equipamentos existentes.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÃO

Foram apresentados os conceitos básicos sobre inovação para termos o entendimento sobre como as tecnologias virtuais (Realidade Virtual e Realidade Aumentada) podem contribuir de maneira efetiva e inovadora no setor industrial, especificamente no que diz respeito aos conceitos da Indústria 4.0. A princípio, temos os seguintes tipos de inovações: sustentadoras, incrementais, disruptivas e radicais. Foram abordados também os conceitos de novos sistemas tecnológicos e de novos paradigmas tecnoeconômicos. Segundo o Manual de Oslo temos quatro formas de inovar: Inovação do produto, Inovação do processo, Inovação organizacional e Inovação de marketing.

Foi constatado que a utilização do sistema de Realidade Aumentada pode ter diversas funcionalidades: reconhecimento facial ou de voz para realizar comandos, clique com o piscar de olhos para operação sem precisar utilizar as mãos, integração com *smartphones*, lista de tarefas a serem realizadas com reconhecimento de marcadores e comparações do real com o virtual em tempo real, etc. Possibilita a interação e integração de equipamentos e usuários podendo também ser utilizados arquivos *CAD* por meio de importação e conversão dos modelos 3D dos equipamentos.

Baseado em pesquisas chegou-se à conclusão de que o *ARtoolkit*, ferramenta *open source*, seria uma solução viável neste primeiro momento de desenvolvimento e de que o *SDK* para *Android* seria a melhor opção para o desenvolvimento em aplicativos móveis assim como o *Vuforia*.

Foi abordada uma breve descrição do que é a tecnologia de Realidade Aumentada e suas possibilidades dentro da logística e da indústria de óleo e gás, foi mencionada a importância do *software* e *hardware* para viabilizar a conclusão do aplicativo. Foram citados alguns exemplos de *hardware* recentemente lançados no mercado para desenvolvedores: *Microsoft HoloLens* e o *Meta 2* que são dispositivos de Realidade Mista (Realidade Aumentada e Virtual combinadas).

Foram abordadas algumas iniciativas da FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro) no desenvolvimento de aplicações em Realidade Aumentada para procedimentos de inspeção de equipamentos e manutenção industrial. A aplicação foi desenvolvida em escala reduzida utilizando *tablets* e computadores, assim como a sua utilização em apostilas didáticas. Comprovou-se a sua eficiência e validou-se o

sistema como possível solução de ferramenta para treinamento de operadores, manutenção e inspeção em operações logísticas na indústria de óleo e gás e possível integração com a Indústria 4.0.

Como pode ser constatado, a Realidade Virtual, Realidade Aumentada e a Realidade Mista se mostraram ferramentas eficientes para a visualização, interatividade e integração em projetos de Engenharia Civil. Principalmente por possuir várias soluções comerciais disponíveis no mercado além da possibilidade de desenvolvimento próprio pela empresa utilizando recursos de motores de jogos. Com a utilização do *BIM* (*Building Information Modeling* ou *Building Information Model*) é possível realizar a ligação bidimensional e preservar os dados geométricos e não geométricos. Um assunto menos abordado no capítulo mas não menos importante é o da utilização da Realidade Aumentada pois esta requer um desenvolvimento de soluções proprietárias para a representação rigorosa das imagens virtuais do projeto respeitando a escala entre o real e o virtual e isto requer a criação de *hardware* e *software* apropriados.

Como exemplo de simulador em Realidade Virtual foi utilizado o desenvolvimento do simulador visual do veículo remotamente operado (ROV). Realizou-se uma pesquisa sobre a utilização de simuladores em ambientes virtuais de outras empresas, com isso ficou evidente o alto custo de desenvolvimento destes sistemas. O problema foi solucionado com a utilização de um software de programação em blocos que reduz bastante o tempo de desenvolvimento e gera aplicações que demandam menos recursos de processamento podendo ser utilizados computadores mais baratos. Foi visto também que a operação de equipamento real por operadores sem treinamento pode ocasionar sérios acidentes e quebra de equipamento de alto custo, a simulação surge como alternativa segura e eficiente para início de treinamento.

Foi abordada a utilização da simulação pela indústria de óleo e gás para visualização e interações de plataformas e poços de petróleo e uma breve descrição do funcionamento do equipamento de ROV e a sua utilização em diversas operações submarinas. As informações sobre o equipamento real foram obtidas através do acesso ao equipamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro em parceria com o Instituto de Pesquisas Jardim Botânico.

Foi apresentada a importância e definições da simulação visual interativa e do software de modelagem tridimensional e imagens do simulador visual de ROV em fase

de conclusão e operação. Foi mostrada a opção de desenvolvimento dos painéis utilizando a plataforma de prototipagem eletrônica rápida multiuso como opção barata e flexível.

A tecnologia de sistema de *Big Data* é uma ferramenta moderna de Gestão e Análise Preditiva, ela traz grandes ganhos e benefícios para diversas áreas, sejam elas privadas ou públicas. O futuro será muito mais desafiador e produtivo com a sua utilização conjunta com a Internet das Coisas (*IoT*), esta tecnologia que torna possível a conexão da Internet aos objetos cotidianos: eletrodomésticos, televisões, automóveis, etc. Para proporcionar ambientes “inteligentes”, revolucionará a nossa vida como consumidores.

O sistema de *Big Data*, permite integrar elevado volume de dados na *IoT* (Internet das Coisas) com os dados dos seus proprietários. Isto permitirá um conhecimento profundo sobre o comportamento do cliente, principalmente no que diz respeito a relação ao consumo do seu produto. No setor automobilístico, as montadoras poderão inteirar-se da verdadeira quilometragem dos veículos, o estilo de direção do motorista, se anda mais na estrada ou no trânsito intenso de áreas urbanas. Dessa maneira, os retornos serão muito maiores possibilitando um relacionamento que atrairá o cliente a realizar manutenções e revisões de maneira mais efetiva.

As possibilidades de criação de ações conjuntas serão quase que ilimitadas entre os fabricantes de autopeças e concessionárias disponibilizando no momento certo a reposição do produto com a solução correta para o problema. Auxiliando o cliente quando estiver próximo a substituir o seu veículo, podendo através das informações obtidas oferecerem um modelo novo, mais adequado as suas necessidades e o valor deste com um plano de financiamento bancário de acordo com as condições do cliente podendo assim fidelizar de maneira mais eficiente.

Chegou-se a conclusão de que sem o sistema de *Big Data* não será viável a existência da Internet das Coisas, pois um depende intrinsecamente do outro. Para Ayres e Sales (2010) o conceito da Internet das Coisas (*IoT*) teve seu início no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em 1999 no programa *AutoID Center*. Atualmente os maiores centros mundiais de pesquisa e desenvolvimento de Internet das Coisas são o *Massachusetts Institute of Technology (MIT)*, seu precursor, nos Estados Unidos, e a Universidade de *Manchester*, na Inglaterra, sendo esta última a sede da conferência anual "*The Future of Things*".

Para o desenvolvimento desta tese foi necessária a realização de ampla pesquisa sobre o cenário mundial e principalmente o brasileiro sobre a utilização das tecnologias utilizadas na Indústria 4.0 e Sistemas Virtuais de Produção, especificamente as que contemplam a Realidade Virtual e Realidade Aumentada. Foi descrita a diferença entre os conceitos de digitalização, digitização e transformação digital para o melhor entendimento sobre como estas são aplicadas na implementação da manufatura digital no chão de fábrica.

Foram abordadas pesquisas realizadas pela Confederação Nacional da Indústria sobre os principais desafios para colocar em prática os conceitos da indústria 4.0 no Brasil demonstrando algumas iniciativas na integração e controle da produção através da fusão do real com o virtual por intermédio de sensores.

A aplicabilidade das tecnologias virtuais foi demonstrada através de exemplo de possível utilização no chão de fábrica de uma empresa fabricante de latas e sobre como esta tecnologia virtual pode otimizar o processo de produção através do: treinamento remoto, manutenção assistida, conversões de formatos e facilidade de integração com outras plantas sem necessidades de grandes deslocamentos.

Foram desenvolvidas durante esta pesquisa, na tabela 8, as principais áreas de serviços de tecnologias de Realidade Virtual e Aumentada para a Indústria 4.0 através das seguintes áreas: Sistemas Interativos Inteligentes para Realidade Virtual, Modelagem Matemática de Sistemas para Realidade Virtual e Engenharia e Prototipagem de Sistemas Hápticos.

Como início da pesquisa foi abordada a questão sobre como a “Internet das Coisas Industrial” possibilita a realização de novos serviços digitais e modelos de negócios. Sobre como ela se fundamenta na utilização de sensores e atuadores para coleta de informações de equipamentos e usuários para otimização de processos e procedimentos. Gerando com isso um grande volume de informações para ser tratada e utilizada em tempo real através de sistemas de *Big Data* e *Cloud Computing*, permitindo com isso a interface entre o mundo digital e o mundo físico. Foi observado também que toda essa tecnologia servirá para ser convergida para os sistemas industriais para corrigir seus defeitos antes que esses quebrem e provoquem transtornos e prejuízos nas linhas de produção através de redes. Foi apresentada também a importância da simulação computacional como validador dos produtos antes do desenvolvimento do protótipo físico. Foram apresentados alguns exemplos sobre como é possível a simulação fazer as análises virtuais para a otimização dos processos com margens de

erro extremamente reduzidas, tornando a simulação computacional imprescindível na *IIoT*.

Foram apresentados os conceitos básicos da “Internet das Coisas Industrial” (*IIoT*) e uma breve comparação com a Internet das Coisas (*IoT*) e sua descrição. Através da consultoria da *Accenture* foi possível identificar três áreas principais: a de recriar modelos, capitalizar sobre o valor dos dados e preparar-se para o futuro do trabalho. Direcionamento para a expansão da tecnologia e alguns outros conceitos primordiais para o êxito da tecnologia foram apresentados: Acesso a internet, *AIDC* (Identificação Automática da Captura de Dado) e Percepção de Contexto, com esses três últimos conceitos conseguimos desenvolver um modelo bastante completo para a criação e implantação dos serviços de *IIoT*.

Observamos que a vantagem do uso da grande quantidade de informações integradas entre os produtos industriais é a de permitir que objetos estáticos se transformem em dinâmicos. Adaptação da inteligência ao meio estimulando o desenvolvimento de vários produtos inovadores que agregam grande valor aos produtos e novas aplicações. Identificou-se também o *RFID* (*Radio Frequency Identification*) como uma das tecnologias mais promissoras para a “Internet das Coisas Industrial” (*IIoT*). Pode-se observar que os principais benefícios da tecnologia em questão são os que aperfeiçoam os processos e conduzem a redução de perdas durante o processo produtivo. A utilização das etiquetas *RFID* na *IIoT* está se tornando uma realidade cada vez mais presente.

Apresentaram-se alguns dos principais desafios, como por exemplo, a utilização das tecnologias de rede que ainda não possibilitam conexões com as velocidades necessárias ao desempenho esperado pela *IIoT* que necessitam desta integração dinâmica. Este problema precisa ser enfrentado não por uma empresa, mas por diversas. Para que toda a tecnologia de rede atual evolua, se adapte e satisfaça estes novos requisitos de altíssima velocidade de dados críticos será necessário altos investimentos.

Outro fator estudado foi a questão da segurança, por causa do grande número de equipamentos conectados e interligados a segurança fica cada vez menos eficiente tornando-os mais vulneráveis a ataques. O que incluiu a dificuldade cada vez maior de se manter a privacidade dos usuários dentro deste sistema tão complexo, um dos exemplos abordados foi o da criação e utilização do *Waze*, aplicativo de *smartphone* que é utilizado para indicar os melhores caminhos no trânsito para os motoristas dentro de seus automóveis, o que requer o compartilhamento de informações simultâneo entre diversos usuários.

Foi abordada a “Internet das Coisas Industrial” (*IIoT*) no Brasil que se expande progressivamente de maneira expressiva na utilização de caixas eletrônicos e em automóveis perfazendo juntos 85% da utilização no país, na indústria essa porcentagem cai para somente 3% das conexões no país. O andamento lento foi explicado pelo alto custo para a manutenção das conexões que são necessárias para as tecnologias de interconexão sendo que, parte deste problema foi solucionado com a redução de impostos a partir de 2014.

Como conclusão foi possível observar que uma das barreiras observadas durante o estudo foi a falta de profissionais especializados nesta área e a do fato da maioria das indústrias no Brasil não possuir equipamentos que possibilitem a conexão *IP*, outro grande problema identificado foi a preocupação com a segurança. A utilização dos ecossistemas digitais também está se tornando uma tendência que favorece a expansão da *IIoT* possibilitando viabilizar novas fontes de receitas e aumento da Cadeia de Valor Industrial, corte de custos e possibilidade de experiência positiva dos consumidores.

o grande diferencial na utilização da “Internet das Coisas Industrial” (*IIoT*) não é o simples fato de inserir inteligência em equipamentos, mas possibilitar que se interliguem todas as máquinas que fazem parte de um parque industrial e reconfigurar suas inúmeras funções, permitindo que sejam visíveis de forma antecipada o mínimo sinal de falhas ou de perda de produtividade no decorrer dos processos operacionais. Podemos imaginar em um futuro não muito distante que essas múltiplas conexões sejam possíveis também em ferramentas mais simples, meios de transporte e matérias primas interligados através de sensores em conexão permanente durante todas as etapas do processo produtivo.

Estas múltiplas conexões estão em um futuro que estará ao alcance das mãos e que será viabilizado pela tecnologia da “Internet das Coisas Industrial” (*IIoT*). A importância do estudo apresentado pode ser destacada como uma base inicial de entendimento sobre o *IIoT* e o desenvolvimento futuro de novas metodologias e arquiteturas para o uso desta tecnologia no contexto de sua aplicação na Indústria 4.0 e também a simulação computacional como fator facilitador para sua expansão.

Segundo *John Breton*, vice-presidente da *HTC* em entrevista a revista *FINEP* em Setembro de 2016, os valores para o mercado de Realidade Virtual/Aumentada em 2025 oferecerão oportunidades globais na área de defesa que chegam a quase 16 bilhões de dólares. Na saúde e games até 2020, há uma projeção de 3,8 e 11,6 bilhões, respectivamente. No varejo haverá oportunidade de crescimento de 500 milhões de dólares, em 2020, para 1,6 bilhões em 2025. Já em engenharia e design a revolução da

Realidade Virtual e Aumentada tem uma ampliação de uma receita de 1,5 bilhões, em 2020, para 4,7 bilhões em 2025.

Uma das principais limitações para o mapeamento de tecnologias relevantes é o fato de que algumas delas ainda não estão suficientemente maduras, estando ainda em fase de desenvolvimento.

A partir destes números e de toda a pesquisa citada nesta apresentação pode-se chegar a conclusão da real necessidade de estudo cada vez mais aprofundado sobre o tema em questão.

10 TRABALHOS FUTUROS

O desenvolvimento de um Mapa de Rotas Tecnológicas (MRT) é a sugestão de trabalho para dar continuidade a esta pesquisa das ferramentas em Realidade Virtual e Aumentada com análise de possíveis aplicações existentes dentro do contexto da Indústria 4.0.

A proposta é que através do estudo aprofundado do tema em questão será possível o direcionamento de tecnologias de simulação em Realidade Virtual e Aumentada gerando um mapa de rotas preliminar em um espaço temporal (2019-2024) para aplicações em treinamento, inspeção e manutenção como incremento para o aumento de produtividade e diminuição de falhas na inspeção, manutenção e operação de equipamentos na indústria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACCENTURE. The Growth Game-Changer: How the Industrial Internet of Things can drive progress and prosperity. 2015.
- ACCENTURE. Winning with the Industrial Internet of Things (Talk). 2015.
- AGGARWAL, C.;ASHISH, N.; SHETH, A. The internet of things: a survey from the data-centric perspective. In: Managing and Mining Sensor Data. [S.l.]: Springer US, 2013. p. 383-428.
- AYRES, Marcel; SALES, Héber. Internet das Coisas e Mobile Marketing: limites e possibilidades. 2010.
- AYRES, M.; SALES, H. Internet das Coisas e Mobile Marketing: limites e possibilidades. Publicidade Digital: formatos e tendências da nova fronteira publicitária, Bahia, n.1, 2010..
- BALASUBRAMANIAN, S., Klein, J., & Burdet, E. (2010). Robot-assisted rehabilitation of hand function. Current Opinion in Neurology, 23(6), 661–670. doi:10.1097/WCO.0b013e32833e99a4
- BANERJEE, A. et al.: Factory Models using virtual reality: Immersive Display Models of factory floor., pp. 1-2., 1997.
- BANERJEE, A. & MEHROTRA, S.: “A prototype architecture for manufacturing system layout design decision using virtual reality”, Proc. NFS Des. & Manuf. Gratees Conference, pp. 235-236, San Diego, CA, 1995.
- BANERJEE, P.; ZETU, D. Virtual manufacturing. New York: John Wiley & Sons, 2001. 320p.
- BARBIERI, C. Posts sobre Governança de Dados, Big Data, entre outros. Disponível em <http://blogdobarbi.blogspot.com>
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- BARILLI, E. C. V. C., 2007, Aplicação de Métodos e Técnicas de Realidade Virtual para Apoiar Processos Educativos a Distância que Exijam o Desenvolvimento de Habilidades Motoras. Tese de D.Sc., Universidade Federal Do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

- BASTOS, A. D. R., 2011, Sistema de Painel Virtual com Resposta Tátil. Dissertação de Msc., COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BELL, P.C.; O'KEEFE, R.M. Visual Interactive Simulation – history, recent developments and major issues. *Simulation*, 49, 3, set. 1997.
- BILLINGHURST, M., Kato, H. (1999) Collaborative Mixed Reality, Proc. of the International Symposium on Mixed Reality, ISMR'99, Springer -Verlag, p. 261-284.
- BISHOP, G. *et al.* Research directions in VR environments. *Computer Graphics - ACM*, 26 (3):153-177. Aug, 1992.
- BLANCHARD, D.: “The reality of virtual manufacturing”, *Intelligent Manufacturing*, pp. 1-3, June, 1995. (<http://lionhrtpub.com/IM6-Reality.html>).
- BES, FERNANDO TRÍAS DE; KOTLER, Philip. *A Bíblia da Inovação: Princípios fundamentais para levar a cultura da inovação contínua às organizações*. 1. Ed. São Paulo: Leya, 2011
- BORSCHIVER, S. ; Rangel, Andrezza . Technology Roadmap: Planejamento Estratégico para Alinhar Mercado-Produto -Tecnologia. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Interciência, 2016. v. 1000. 120p.
- BRAGA, I. F., 2007, Realidade Aumentada em Museus; um Estudo de Caso: as Batalhas do Museu Nacional de Belas Artes. Tese de D.Sc., COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BRAGA, L. A. F., 2006, Simulação de Rota de Fuga e Sinalização utilizando Multi-agentes e Realidade Virtual, Tese de D.Sc., COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- BRETTEL, M. *et al.* How Virtualization , Decentralization and Network Building Change the Manufacturing Landscape: An Industry 4.0 Perspective. *International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial and Mechatronics Engineering*, v. 8, n. 1, p. 37–44, 2014.

- BRUZZONE, A.G. MOSCA, R. et al., 2000 Risk Analysis in harbor environments using simulation, *Safety Science*, 35, pp. 75-86, FRENCH, P. W., 1997, *Coastal and Estuarine Management*, London, Routledge.
- BRUZZONE, A.G., FADDA, P. et al, 2005. Logistics node simulator as an enabler for supply chain. Development: innovative portainer simulator as the assessment tool for human factors in port cranes, *Journal Simulation archive*, v. 87 Issue 10, October 2011 pp. 857-874 Society for Computer Simulation International San Diego, CA, USA.
- BYRNE, C. WATER ON TAP: The Use of Virtual Reality as an Educational Tool; Tese de DSc, University of Washington in Seattle. March 1996. disponível em: <http://www.hitl.washington.edu/publications/dissertations/Byrne>.
- CADOZ, C. Realidade Virtual. São Paulo: Ática, 1997.
- CAMPOS, ITAMAR ALBERTINO de. (2010). Realidade virtual e aumentada – conceitos, tecnologias e aplicações. Instituto Cuiabano de Educação. Faculdades Integradas Mato-grossenses de Ciências Sociais e Humanas. 2010.
- CARDOSO, CARLA. CUNHA, DÉBORA. ALBUQUERQUE, RITA DE CÁSSIA. Análise dos Dados. Universidade Alberta. (2012).
- CARDOSO, J. B., 2002, "O cenário virtual televisivo: uma forma específica de representação gráfica". *Revista Imes*. Julho/dezembro p. 39. São Paulo Brasil.
- CASTRO, C. M. Estrutura e apresentação de publicações científicas. São Paulo: McGraw-Hill, 1976.
- CHRISTENSEN, CLAYTON M. The innovator's dilemma: when new technologies cause great firms to fail. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA - CNI. Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil. Brasília 2016.
- COSTA, MELINA; STEFANO, Fabiane. A era das fábricas inteligentes está começando. *Revista Exame*. jul. 2014. Disponível em: <<http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1068/noticias/a-fabrica-do-futuro>>. Acesso em: 18 Setembro de 2016.

- COSTA, ROSA MARIA E RIBEIRO, MARCOS WAGNER S. Aplicações de Realidade Virtual e Aumentada. XI Simpósio de RV e RA. Porto Alegre: SBC, 2009.
- CUNHA, G.G., 2004. Ambiente de Visualização Via Realidade Virtual para Simulação de Sistemas Flutuantes de Produção de Petróleo. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro: COPPE/ UFRJ. Rio de Janeiro.
- DAVILA, TONY; EPSTEIN, Marc J.; SHELTON, Robert. As Regras da Inovação. São Paulo: Ed. Artmed, 2007.
- DENEB ROBOTICS: The simulation and analysis tool for machine tools and machining operations, Auburn Hill, Mi, 1997. (<http://www.deneb.com/>)
- DONATI, LUISA PARAGUAI. Computadores Vestíveis: convivência de diferentes espacialidades. Conexão – Comunicação e Cultura. Caxias do Sul, v. 3, n. 6, p. 93-102, 2004.
- DRUKER, Peter Ferdinand. Inovação e espírito empreendedor. Editora Pioneira, 1987.
- DUARTE, ANTÔNIO PAULA SILVA. 1997. A Economia, Arma da Estratégia. s.l. : Instituto da Defesa Nacional, 1997. Ano XXII; Nº 82.
- DVORAK, P: “Engineering puts virtual reality to work”, Machine Design, pp. 69-73, February, 1997.
- EVANS, DAVE. The Internet of Things - How the Next Evolution of the Internet Is Changing Everything. 2011
- FERNANDES, G. A., 2012, Realidade Aumentada Aplicada a Atividades de Inspeção e Manutenção em Engenharia Civil. Tese de Dsc., COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.
- FERNANDES, M. G., 2001, Modelo Econômico-Operacional para Análise e Dimensionamento de Terminais de Contêineres e Veículos. Dissertação de Msc. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Naval e Oceânica. São Paulo. SP. Brasil.

- FERNANDEZ, I. G., GUERRERO, J. D. M. , CASTELLS, M. P. et al. 2004 ,Crane collision modelling using a neural network. *Approach Expert Systems with Applications*. v27 i3. 341-348.
- FOLHA, JOSÉ. A evolução das revoluções industriais: A indústria 4.0. 2015.
- FREEMAN, C. et al. Success and failure in industrial innovation. In: .The economics of industrial innovation. MIT Press, 1997.
- FREITAS, M.R., RUSCHEL, R. C.,2010. Aplicação de Realidade Virtual e Aumentada em Arquitetura. *Arquitetura Revista*. Vol. 6 – nº 2 - Julho/Dezembro de 2010.
- FREITAS. M. M. B. C.de. FRAGA . M. A. de F. SOUZA Gilson P. L. de. Logística 4.0: conceitos e aplicabilidade: uma pesquisa-ação em uma empresa de tecnologia para o mercado automobilístico. Programa de Apoio à Iniciação Científica - PAIC 2015-2016.
- GALLO, CARMINE. Inovação: a arte de Steve Jobs. São Paulo: Lua de Papel, 2010.
- GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social, 5ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- GROSSMAN, L. O. Convergência Digital UOL. Google terá plataforma própria para Internet das Coisas. 28 de maio de 2015.
- HOUNSELL, M. S., PREISLER JUNIOR, S., 2007, Conceitos de Realidade Virtual.
- HURRION, R.D. The design, use and requered facilities of an interactive visual computer simulation language to explore production planning problem. Londres. University of London, 1976 (PhD Thesis).
- ISRAEL V. FERREIRA,. JEFERSON A. BIGHETI,. RAUL K. MANSANO., EDUARDO P. GODOY. XIII PROPOSTA DE UM MODELO PARA A APLICAÇÃO DA INTERNET DAS COISAS INDUSTRIAL. XIII Simpósio Brasileiro de Automação Inteligente. Porto Alegre – RS 2017.
- JAIN, S. Simulation in the next millennium. In: Winter Simulation Conference. Proceedings. 1999.
- JONES, K. Simulations - a handbook for teachers and trainers. London: Kogan Page Ltd, New Jersey: Nichols Publishing Company, 3 Ed., 1995.

- JU, H. C., et al. 2010. Dynamic response simulation of a heavy cargo suspended by a floating crane based on multibody system dynamics, *Department of Naval Architecture and Ocean Engineering*, Seoul National University, Daehak-dong, Gwanak-gu, Seoul, pp.151-744, Republic of Korea.
- JUNIOR. F.H., CORRÊA. H. L.A Influência do Fator Humano na Mensuração e Avaliação do Desempenho Organizacional: Estudo de Casos de Empresas do Setor Químico. XXXI Encontro da ANPAD. 2007.
- KIRNER, CLAUDIO; TORI, R. . Introdução À Realidade Virtual, Realidade Misturada e Hiper-realidade. In: Claudio Kirner; Romero Tori. (Org.). *Realidade Virtual: Conceitos e Tendências*. Sao Paulo: Editora Mania de Livro, 2004, v. , p. 3-20.
- KREITLER, M. et al.: Virtual environments for design and analysis of production facilities, IFIP WG 5.7 Working Conference on Managing Concurrent Manufacturing to Improve Industrial Performance, Washington – USA, September, 1995. (<http://weber.u.washington.edu/~jheim/VirtualManufacturing/vrPaperIFIPS.html>)
- KRANENBURG, Rob Van. The Internet of Things. The critique of ambient technology and the all-seeing network of RFID. 2008.
- LAGE, et al. 2012, Simulador de Passadiço. XI SBGames, Brasília, DF, Brazil.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. Fundamentos de metodologia científica. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LATTA, J. N. & OBERG, D. J. 1994. A conceptual virtual reality model, *IEEE Computer Graphics & Applications*, pp. 23-29.
- LEMOES, ANDRÉ. Cibercultura e mobilidade: a era da conexão. In: LEÃO, Lucia (Org.). Derivas: cartografias do ciberespaço. São Paulo: Annablume/Senac, 2004.
- LIMA, A .J. R., NETO, A. R., LIMA, L. G. R., HAGUENAUER, C. J., 2009, Objetos de Aprendizagem e Animações em Flash no Ensino de Geometria Descritiva, *Boletim Técnico da Faculdade de Tecnologia de São Paulo*, v. BT/27, p. 27-27.

- LOPES, D. P. T. ; BARBOSA, A. C. Q. . Inovação: conceitos, metodologias e aplicabilidade. Articulando um construto à formulação de políticas públicas ? Uma reflexão sobre a lei de inovação de Minas Gerais. In: XIII Seminário sobre a Economia Mineira, 2008, Diamantina. Anais do XIII Seminário sobre a Economia Mineira, 2008.
- LOPES, E. S., CRUZIANINI, E.,ANTONIO, J.E., SILVA, P.C. 2008, Avaliação do treinamento de operadores de Harvester com uso de simulador de realidade virtual, *Revista Árvore*, Vol.32(2), p.291.
- LOPES, E. S., CRUZIANINI, E.,ANTONIO, J.E., SILVA, P.C. 2008, Avaliação do treinamento de operadores de Harvester com uso de simulador de realidade virtual, *Revista Árvore*, Vol.32(2), p.291.
- LUZ, RODOLFO PINTO DA. Proposta de Especificação de uma Plataforma de Desenvolvimento de Ambientes Virtuais de Baixo Custo. Dissertação de Mestrado, Florianópolis, SC., 1997, p.12.
- MAHONEY, D.P.: “Driving VR”, Computer Graphics World, pp.22-33, May, 1995.
- MARSHALL, R. *et al.* Visualization methods and simulation steering for a 3D turbulence model of Lake Erie. Computer Graphics, vol. 24, n. 2, 89-97, mar 1990.
- MARTINS, V. F., OLIVEIRA, A. J. G., GUIMARÃES, M. P., 2014, Implementação de um laboratório de realidade virtual de baixo custo: estudo de caso de montagem de um laboratório para o ensino de Matemática. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, Passo Fundo, v. 5, n. 1, p. 98-112, abr. 2014.
- MATTAR, F.N. Pesquisa de Marketing – Edição Compacta. São Paulo: Atlas, 1996, 271 p.
- MONTERO, E. F. S., ZANCHET, D. J., 2003, Realidade virtual e a medicina. *Acta Cirúrgica Brasileira* - Vol 18 (5) 2003.
- NETO, A. R. , 2010 Desenvolvimento de Ambientes Virtuais com uso de Realidade Virtual utilizando a Ferramenta Quest 3D, In: *Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica 2010*, Rio de Janeiro.

- NETO, A. R. , 2010. Desenvolvimento de Ambientes Virtuais com uso de Realidade Virtual utilizando a Ferramenta Quest3D, In: Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica 2010, Rio de Janeiro.
- NETO, A. R., CUNHA, G. G., LANDAU, L., 2013. Development of Port Equipment Simulators using Virtual Reality. Virtual Reality Journal, v. 6, p. 18-33.
- NETO, A. R.; MENEZES, N. O. , ESTEVES, P. R., NAEGELI, M., 2011 , Projeto Museu Virtual: Utilização de Recursos de Tecnologias da Informação e da Comunicação, Sistemas Multimídia e Realidade Virtual. In: Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica 2011. Rio de Janeiro.
- NETO, A. R.; MENEZES, N. O. , ESTEVES, P. R., NAEGELI, M., 2011 , Projeto Museu Virtual: Utilização de Recursos de Tecnologias da Informação e da Comunicação, Sistemas Multimídia e Realidade Virtual. In: Jornada Giulio Massarani de Iniciação Científica 2011. Rio de Janeiro.
- NETTO, ANTONIO VALERIO; TAHARA, CREUSA SAYURI; PORTO, ARTHUR J. VIEIRA AND GONCALVES FILHO, EDUARDO VILA. Realidade virtual e suas aplicações na área de manufatura, treinamento, simulação e desenvolvimento de produto. Gest. Prod. [online]. 1998, vol.5, n.2, pp.104-116. ISSN 0104-530X.
- NEVINS, M. R. , MACAL, C. M., JOINES, J.C., 1995, A discrete event simulation model for seaport operations, *Proceedings of the 1995 Summer Computer Simulation Conference*, Ottawa, Ontario, Canada.
- OGLIARI, RICARDO. 2013. Internet das Coisas: estamos apenas no começo? iMasters. [Online].
- OLIVEIRA, M. G., FREITAS, J.S., FLEURY, A. L., ROZENFELD, H., PHAAL, R., PROBERT, D., CHENG, L. C. (2012). Roadmapping: uma abordagem estratégica para o gerenciamento da inovação em produtos, serviços e tecnologias, Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.
- OSLO MANUAL. Diretrizes para a coleta e interpretação de dados sobre inovação. 3. ed.OECD: Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. FINEP, 1997.

- PÁDUA, ELISABETE MATALLO MARCHEZINE DE. Metodologia da pesquisa: abordagem teórico prática. 2. ed. Campinas: Papiros, 1997.
- PENG M. W.; WANG, D.Y.L.; JIANG, Y. An Institution-Based View of International Business Strategy: A focus on emerging economies. Journal of International Business Studies, July, 2007.
- PIMENTEL, K., TEIXEIRA, K. 1993, Virtual Reality. Through the New Looking Glass. New York: Windcrest/McGraw-Hill.
- PORTER, M. E. (1989). Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior. Rio de Janeiro: Elsevier.
- PORTO, A. J. V. GONÇALVES FILHO, Eduardo Vila; POLITANO, Paulo R; COSTA, M. A. B.; CABRAL, A. C. D.. PLM2M - Modelo colaborativo para planejamento e gerenciamento de processos de manufatura & gerenciamento de portfólio. 2012. Exame de qualificação (Doutorando em Engenharia Mecânica) - Escola de Engenharia de São Carlos.
- RANE, A. B., SUNNAPWAR, V. K., KHOT, S.M., VULAVALA, Ramesh. Mathematical modelling of vehicle assembly line for throughput enhancement. International Journal of Simulation and Process Modelling. 2016 - 11(3-4), pp. 305–325.
- RICHARDSON, R. Pesquisa social: métodos e técnicas, 3ª ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- RODRIGUES, F. L. D., 2010, Sistema de Realidade Virtual Para Simulador Visual de Passadiço. Dissertação de Msc., Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos. São Paulo, SP, Brasil.
- RONALD AZUMA, Y. BILLOT, R. BEHRINGER, S. FEINER, S. JULIER, AND B. MACINTYRE. 2001. Recent Advances in Augmented Reality. Computer Graphics and Applications, v.21, n.6, pp. 34-47. 2001
- SABBADINI, F. S.; De OLIVEIRA, MÁRIO JORGE FERREIRA. Simulação Interativa visual: uma ferramenta para tomada de decisão. In: SeGeT - Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia, 2006, Resende.

- SANG, J. L., JONG, H. K., 2008. Wind load on a container crane located in atmospheric boundary layers, *Department of Mechanical Engineering, Pohang University of Science and Technology*, Hyoja-dong, Pohang 790-784, South Korea.
- SANTOS, O. B. Orientação e desenvolvimento do potencial humano, São Paulo: Pioneira, 1978.
- SCHWAB, K. WORLD ECONOMIC FORUM. The Global Competitiveness Report 2014-2015. 2014.
- SEABRA, C. 2001, Uma nova educação para uma nova era. In: DOWBOR, L. et al. (org.) Desafios da globalização. Petrópolis: Vozes.
- SHERMAN, W. R. CRAIG. A. B. , Understanding Virtual Reality: interface, application and design. San Francisco(CA): Elsevier. 2006.
- SILVA, ANDRESSA HENNIG. FOSSÁ, MARIA IVETE TREVISAN. Análise de Conteúdo: Exemplo de Aplicação da Técnica para Análise de Dados Qualitativos. Qualit@s Revista Eletrônica ISSN 1677 4280 Vol.17. No 1 (2015).
- SINGER, TALYTA. All Connected: concepts and representations of the Internet of Things. 2012.
- SOUZA. ALBERTO MESSIAS DA COSTA. Uma nova arquitetura para internet das coisas com análise e reconhecimento de padrões e processamento com big data. 2015. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) - Universidade de São Paulo. Orientador: José Roberto de Almeida Amazonas.
- SUNDMAEKER, H.; GUILLEMIN, P.; FRIESS, P.; WOELFFLÉ, S. Vision and challenges for realizing the Internet of Things, Cluster of European Research Projects on the IoT. 2010.
- TERESKO, J.: “Customers transform virtual prototyping”, *IW Eletronics & Technology*, pp. 35-37, May, 1995.
- THALMANN, N.M & THALMANN, D.: Mundos virtuais e multimídia, Ed. LTC, pp. 141-148, Rio de Janeiro, 1993.

- TITTON, LUIZ ANTONIO. Arquitetura para orientar a seleção de JSE por IES: contribuição para o ensino de logística. 2011. Tese (Doutorado em Administração) - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade - USP.
- TORI, R, KIRNER C, SISCOUTTO R. (2006). Fundamentos e tecnologia de realidade virtual e aumentada. Porto Alegre: SBC; 2006.
- TORI, R. 2006, Jogos Eletrônicos e Realidade Virtual, Fundamentos de Realidade Virtual, livro *pré-simpósio*, 7º symposium on virtual reality, pp.2-20, Belém, maio.
- TRIVIÑOS, A. N. S. - Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação, São Paulo, Atlas, 1987.
- VAHL, MATTHIAS, LUKAS, Uwe von. Integration Of Virtual Reality And Cad Based On Omg's Cad Services Interface, Ecec 2003, 10th European Concurrent Engineering Conference, Plymouth, United Kingdom, Abril, 2003.
- VERGARA, SYLVIA C. Projetos e relatórios de pesquisa em administração. 3.ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2000.
- VINCE, J. Essential Virtual Reality Fast. Berlin, Alemanha, Ed. Springer, 1998.
- WAGNER, P.; FREITAS, C.; WAGNER, F. A new paradigm for visual interactive modelling and simulation. European Simulation Conference, 1996. Citeseer. p. 142-145.
- WAGNER, P.; FREITAS, C.; WAGNER, F. A new paradigm for visual interactive modelling and simulation. European Simulation Conference, 1996. Citeseer. p. 142-145.
- WOLFE, R.A. Organizational innovation: review, critique and suggested research directions. Journal of Management Studies, volume 31, 3, 405-432, 1994.
- YIN, ROBERT K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Tradução de Daniel Grassi. Porto Alegre: Bookman, 2001, 205 p.-145.
- ZANCUL, E. S.; FLEURY, A.L.; MASCIA, F. L.. Fábrica POLI: concepção de uma fábrica de ensino no contexto da Indústria 4.0. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo.

ZIV, A., BEM-DAVID, S., Ziv, M. 2005. Simulation based medical education: An opportunity to learn from errors, *Medical Teacher*, 27, 193-199.

Websites acessados:

Portal Abrace. Notícias do setor interno. http://abrace.org.br/noticias-do-setor-interna/noticia-do-setor-3_14-2/ >. Acesso em 18 de Novembro de 2016.

Portal Accenture. Company potential internet of things government business support. Disponível em: <: <https://www.accenture.com/br-pt/company-potential-internet-of-things-government-business-support.aspx> >. Acesso em: 20 de Janeiro de 2016.

Portal Administradores. Potencial da “Internet das Coisas Industrial” só será atingido com apoio de governos. Disponível em: < [http://www. Administradores.com.br/noticias/negocios/potencial-da-internet-das-coisas-industrial-so-sera-atingido-com-apoio-de-governos/97433/](http://www.Administradores.com.br/noticias/negocios/potencial-da-internet-das-coisas-industrial-so-sera-atingido-com-apoio-de-governos/97433/) >. Acesso em: 16 de Fevereiro de 2016.

Portal AEB. Equipamento aéreo coleta dados ambientais na Amazonia. Disponível em: < <http://www.aeb.gov.br/equipamento-aereo-coleta-dados-ambientais-na-amazonia/> > Acesso em: 18 de Fevereiro de 2015.

Portal Appablog. Logística 2.0: a realidade aumentada transforma os processos de logística. Disponível em: < <https://appablog.wordpress.com/2014/06/26/logistica-2-0-a-realidade-aumentada-transforma-osprocessos-de-logistica/> >. Acesso em: 23 de Março de 2016.

Portal As Boas Novas. Helicoptero verde ajudará a monitorar meio ambiente no rio. Disponível em: < http://asboasnovas.com/brasil/helicoptero_verde_ajudara_a_monitorar_meio_ambiente_no_rio > Acesso em: 27 de Março de 2015.

- Portal Automation. The augmented reality and virtual reality revolution in manufacturing. Disponível em: < <http://www.automation.com/automation-news/article/the-augmented-reality-and-virtual-reality-revolution-in-manufacturing> >. Acesso em: 22 de Março de 2017.
- Portal AVG. The Internet of Things Made Simple. Disponível em: <<http://now.avg.com/the-internet-of-things-made-simple/>> Acesso em 03 de Maio de 2015.
- Portal Baguete. IoT movimentará 17 trilhões até 2010. Disponível em:<<http://www.baguete.com.br/noticias/03/06/2015/iot-movimentara-us-17-trilhao-ate-2020>>. Acesso em 5 de Junho de 2015.
- Portal Brasil. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2017/09/programa-industria-4-0-recebera-mais-incentivos-no-brasil> >. Acesso em: 12 de Agosto de 2017.
- Portal CIO. É chegada a hora da evolução dos padrões de rede para a IoT industrial. Disponível em: < <http://cio.com.br/tecnologia/2016/02/24/e-chegada-a-hora-a-evolucao-dos-padroes-de-rede-para-a-iot-industrial/> >. Acesso em: 15 de Janeiro de 2016
- Portal das Estradas. Dona da Mercedes-Benz, Daimler aposta na conectividade de caminhões via internet. < Disponível em: < <http://www.portaldasestradas.com.br/veiculos/caminhoes/dona-da-mercedes-benz-daimler-aposta-na-conectividade-de-caminhoes-via-internet/> >. Acesso em: 21 de Julho de 2016
- Portal Defensea. Demonstração de simulador de ROV no Vital de Oliveira. Disponível em: < <http://www.defensea.com.br/noticias/demonstracao-de-simulador-de-rov-no-vital-de-oliveira/> Acesso em Abril de 2015.
- Portal Defensea. GRI Simulations compartilhará o estande da defense consultoria na LAAD 2015. Disponível em: < <http://www.defensea.com.br/noticias/gri-simulations-compartilhara-o-estande-da-defensea-consultoria-na-laad-2015/> >. Acesso em 7 de Abril de 2015. Portal Abra Latas. O passo a passo na fabricação de latas de alumínio. Disponível em: < <http://www.abralatas.org.br/o-passo-a>

- passo-na-fabricacao-da-lata-de-aluminio/ >. Acesso em: 18 de Novembro de 2016.
- Portal Digital Education. O que é o Ecossistema Digital? Disponível em: <http://sitede.neweducation.com.br/ecossistema-digital/o-que-ecossistema> Acesso em: 22 de Janeiro de 2016.
- Portal Dot Group. Internet das Coisas: 6,4 bilhões de objetos conectados em 2016. Disponível em: <http://dotgroup.com.br/internet-das-coisas-64-bilhoes-de-objetos-conectados-em-2016/>. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2016.
- Portal Esko. Can printing. Disponível em: < <https://www.esko.com/pt/solutions/digital-flexo/can-printing> > . Acesso em: 23 de Março de 2017.
- Portal Exame. A Fábrica do Futuro. Disponível em: < <http://exame.abril.com.br/revista-exame/a-fabrica-do-futuro/> >. Acesso em: 14 de Dezembro de 2016.
- Portal Exame. O Brasil está pronto para a Indústria 4.0. Disponível em: < <https://exame.abril.com.br/tecnologia/o-brasil-esta-pronto-para-a-industria-4-0/> >. Acesso em: 15 de Abril de 2017.
- Portal Extranet. O que é a indústria? <https://extranet.siemens.pt/apps/digitalization/p/public/pdf/1-o-que-e-a-industria.pdf> >. Acesso em: 19 de Janeiro de 2017.
- Portal Fatos e Dados. Tecnologia Disponível em: < <http://fatosedados.blogspotrobras.com.br/category/tecnologia-2/page/5/> >. Acesso em: 21 de Maio de 2016.
- Portal FDC. SIEMENS. Fórum de Digitalização Brasil. 2015. Disponível em: < https://www.fdc.org.br/professorespesquisa/nucleos/Documents/inovacao/pesquisa_fdc_siemens_digitalizacao.pdf >. Acesso em: 2 de Março de 2016
- Portal FINEP. Manual de Oslo. Disponível em: < http://www.finep.gov.br/dcom/brasil_inovador/arquivos/manual_de_oslo/cap3_04_distincao.html >. Acesso em: 25 de Janeiro de 2017.
- Portal G1 Globo. Vazamento interrompe produção da plataforma P-37 na bacia de campos. Disponível em: < <http://g1.globo.com/rj/regiao-dos->

lagos/noticia/2015/11/vazamento-interrompe-producao-da-plataforma-p-37-na-bacia-de-campos.html > . Acesso em: 12 de Julho de 2015.

Portal 3D Systems. Geomatic. Disponível em: < <https://br.3dsystems.com/press-releases/geomagic/announces-studio-2013> >. Acesso em: 3 de Fevereiro de 2015.

Portal Google. Loon. Disponível em: < <http://www.google.com/intl/pt-BR/loon/how/> >. Acesso em: 3 de Fevereiro de 2015.

Portal GX Blogs. Bringing it Altogether – EIM, B2B and IoT. Objects and Flash Animations in Teaching. Disponível em: < <http://www.gxsblogs.com/morley/2014/01/bringing-it-altogether-eim-b2b-and-iot.html> >. Acesso em 10 de Maio de 2015.

Portal Hypescience. Internet das coisas, o conceito. Disponível em: <http://hypescience.com/internet-das-coisas-o-conceito/> > Acesso em 27 de Fevereiro de 2015.

Portal IDG NOW. Para Gartner, IoT mudará para sempre a cibersegurança. Disponível em: < <http://idgnow.com.br/blog/tech-insights-trends/2015/09/28/para-gartner-iot-mudara-para-sempre-a-ciberseguranca/#sthash.HXzG7Haa.dpuf> > Acesso em: 26 de Março de 2016.

Portal Indústria 4.0: será uma realidade da construção civil e na média e pequena indústria? <https://pt.linkedin.com/pulse/indústria-40-será-uma-realidade-da-construção-civil-e-maximiliano>. Disponível em: < <https://pt.linkedin.com/pulse/indústria-40-será-uma-realidade-da-construção-civil-e-maximiliano> >. Acesso em: 27 de Junho de 2017.

Portal Inovação Tecnológica. Disponível em: < <http://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=010180071031#.Vo-kKFLQi3o> >. Acesso em 12 de Abril de 2015.

Portal INPE. Disponível em: < <http://www.inpe.br/> >. Acesso em: 28 de Abril de 2015.

- Portal ITCHANNEL. A Quarta Revolução Industrial e a Internet das Coisas. Disponível em: < http://www.itchannel.pt/news/opiniao/a-quarta-revolucao-industrial-e-a-internet-das-coisas_>. Acesso em 22 de Fevereiro de 2017.
- Portal Logística Moderna. A Realidade Aumentada da Logística. Disponível em: < <http://www.logisticamoderna.com/noticias/1133-a-realidade-aumentada-da-logistica> >. Acesso em: 21 de Maio de 2016.
- Portal Make Up Autos. Hyundai quer que você dê partida e tranque o carro pelo relógio. Disponível em: Objects and Flash < <http://www.makeupautos.com.br/noticias/detalhe/id/381>>. Acesso em 5 de Março de 2015.
- Portal Metavision. Meta 2 Augmented Reality Development Kit. Disponível em: < <https://www.metavision.com/buy#proceed-to-checkout> >. Acesso em: 19 de Março de 2016.
- Portal MMA. O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/informma/item/8386-o-que-o-brasileiro-pensa-do-meio-ambiente-e-do-consumo-sustent%C3%A1vel> >. Acesso em: 2 de junho de 2015.
- Portal Mundo Geo. Vants serão usados para monitorar agressões ao meio ambiente em SP. < <http://mundogeo.com/blog/2011/02/08/vants-serao-usados-para-monitorar-agressoes-ao-meio-ambiente-em-sp/> >. Acesso em 28 de Agosto de 2015.
- Portal My Foresight. Virtual Reality application and industry 4.0. Disponível em: < <http://www.myforesight.my/2016/11/04/virtual-reality-application-and-industry-4-0/> >. Acesso em 21 de Março de 2017.
- Portal Naval. Firjan apresenta equipamentos com tecnologia de ponta. Disponível em: < <http://www.portalnaval.com.br/noticia/firjan-apresenta-equipamentos-com-tecnologia-de-ponta/> > . Acesso em: 19 de Março de 2016.
- Portal Núcleo de Simulação. Eu fui! – Conecta 2012 . Disponível em: < <https://nucleosimulacao.wordpress.com/> >. Acesso em: 13 de Março de 2016.

Portal Openservices. Aplicações da Internet das Coisas. Disponível em: < <http://www.Openservices.com.br/5-aplicacoes-da-internet-das-coisas/> > Acesso em: 23 de Janeiro de 2017.

Portal Parque da Ciência. Como funciona e para que serve o HTML. < <http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/07/como-funciona-e-para-que-serve-o.html> >. Acesso em 16 de Setembro de 2015.

Portal Petrotek. Simulador. Disponível em: < <http://www.petrotek.com.br/#!/simulador/c23r8> >. Acesso em 15 de Abril de 2015.

Portal Piloto ROV. O que é ROV, como surgiu, onde e por que. Disponível em < <http://piloto-rov.blogspot.com.br/2011/06/o-que-e-rov-como-surgiu-onde-e-porque-e.html>. Acesso em 8 de Abril de 2015.

Portal Revista BW. Dispositivos de entrada para Realidade Virtual. Disponível em < <http://www.revistabw.com.br/revistabw/dispositivos-de-entrada-de-dadospara-realidade-virtual/>>. Acesso em: 06/11/2017.

Portal Revista BW. Dispositivos de saída para Realidade Virtual. Disponível em < <http://www.revistabw.com.br/revistabw/dispositivos-de-saida-para-realidade-virtual/>>. Acesso em: 07/11/2017.

Portal Revista Planeta. Internet Alada. Disponível em: < <http://www.revistaplaneta.com.br/internet-alada/> >. Acesso em 11 de Janeiro de 2015.

Portal Rexam Can. História. Disponível em: < <http://www.rexamcan.com.br/empresa/historia.asp> >. Acesso em: 3 de Março de 2017.

Portal RFID Systems. Internet das coisas. Disponível em < <http://www.rfidsystems.com.br/internet.html> > Acesso em 15 de Abril de 2015.

Portal Rumo Sustentável. O que é dano ambiental e qual a sua abrangência nas esferas individual e coletiva. Disponível em: < <http://www.rumosustentavel.com.br/o-que-e-dano-ambiental-e-qual-a-sua-abrangencia-nas-esferas-individual-e-coletiva/> >. Acesso em: 15 de Janeiro de 2015.

Portal Solidworks. Disponível em: < <http://www.solidworks.com/> >. Acesso em: 4 de Fevereiro de 2015.

Portal Stefanini. Tenha informações confiáveis e consolidadas para apoiar nas tomadas de decisão de seus negócios com nossas Soluções (BI). Disponível em: <<http://stefanini.com/br/smart-solutions/inteligencia-de-negocios/>> Acesso em: 03 de Junho 2015.

Portal Super Abril. Tecnologias Vão Fundo. Disponível em: < <http://super.abril.com.br/tecnologia/eles-vaio-fundo> >. Acesso em: 18 de Fevereiro de 2015.

Portal Technibrazil. Internet das Coisas nas indústrias do Brasil. Disponível em: <https://technibrazil.com.br/internet-das-coisas-nas-industrias-do-brasil>. Acesso em: 2 de Dezembro de 2016.

Portal Tecmes. Digital Mockup – DMU. Disponível em: < <http://www.tecmes.com.br/solucoes-plm/revisao-e-simulacao/digital-mockup-dmu/> >. Acesso em: 22 de Fevereiro de 2017.

Portal Tecmundo. Microsoft HoloLens, o computador holográfico mais avançado do mundo. Disponível em: < <http://www.tecmundo.com.br/hololens/72965-microsoft-hololens-computador-holografico-avancado-mundo.htm> >. Acesso em: 12 de Março de 2016.

Portal TED. Eron Gribetz a glimpse of the future through an augmented reality headset? Disponível em: < [http://www.ted.com/talks /meron_gribetz_a_glimpse_of_the_future_through_an_augmented_reality_headset?language=pt-br](http://www.ted.com/talks/meron_gribetz_a_glimpse_of_the_future_through_an_augmented_reality_headset?language=pt-br) >. Acesso em: 26 de Março de 2016.

Portal Trello. Virtual Reality Industry 2016. Disponível em: < <https://trello.com/b/srhdQF14/virtual-reality-industry-2016>. Acesso em: 14 de Fevereiro de 2016.

Portal Vert. Por que a segurança é um empecilho para a internet das coisas. Disponível em: < <http://www.vert.com.br/blog-vert/por-que-a-seguranca-e-um-empecilho-para-a-internet-das-coisas/> >. Acesso em: 26 de Fevereiro de 2016.

Portal VRMonkey: Realidade Aumentada: Meta 2 está disponível para os desenvolvedores! Disponível em < <http://portal.vrmonkey.com.br/2016/03/03/realidade-aumentada-meta-2-esta-disponivel-para-os-desenvolvedores/> > . Acesso em: 12 de Fevereiro de 2016.

Portal WAN. Tecnologias que devem revolucionar o mercado até 2020. Disponível em: < <http://www.wan.com.br/tecnologias-que-devem-revolucionar-o-mercado-ate-2020/> >. Acesso em 21 de Janeiro de 2016.

Portal Websinder. Internet das Coisas: a revolução industrial das máquinas. Disponível em: < <https://webinsider.com.br/2016/03/16/internet-das-coisas-e-uma-nova-revolucao-industrial/> . Acesso em: 26 de Fevereiro de 2016.

Portal Wikipedia <https://pt.wikipedia.org/wiki/BRICS> Portal Abra Latas. O passo a passo na fabricação de latas de alumínio. Disponível em: < <http://www.abralatas.org.br/o-passo-a-passo-na-fabricacao-da-lata-de-aluminio/> >. Acesso em: 18 de Novembro de 2016.

Portal Wikipedia. Aeróstato. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Aer%C3%B3stato> > Acesso em 28 de Outubro de 2015.

Portal Wikipedia. Algoritmo. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Algoritmo> >. Acesso em: 03 de Setembro de 2017.

Portal Wikipedia. Android. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Android> . >. Acesso em: 19 de Março de 2016.

Portal Wikipedia. ARToolKit. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/ARToolKit> >. Acesso em: 11 de Fevereiro de 2016.

Portal Wikipedia. Cave Automatic Virtual Environment. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Cave_Automatic_Virtual_Environment >. Acesso em: 05 de Outubro de 2017.

Portal Wikipedia. Código de Barras. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Codigo_de_barras >. Acesso em: 24 de Março de 2016.

Portal Wikipedia. Gadget. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Gadget> >
Acesso em: 17 de Outubro de 2016.

Portal Wikipedia. Head Up Display. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Head_up_display_>. Acesso em: 19 de Março de 2016.

Portal Wikipedia. Inteligência Artificial. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Inteligencia_artificial >. Acesso em: 15 de Janeiro de 2017.

Portal Wikipedia. IPv6. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/IPv6> > Acesso em:

Portal Wikipedia. Kit de Desenvolvimento de Software. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Kit_de_desenvolvimento_de_software >. Acesso em: 5 de Março de 2016.

Portal Wikipedia. KUKA. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/KUKA_>. Acesso em: 17 de Janeiro de 2017.

Portal Wikipedia. Logística. Disponível em: < <https://pt.wikipedia.org/wiki/Logistica>. Acesso em: 18 de Março de 2016.

Portal Wikipedia. Portable Document Format. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Portable_Document_Format >. Acesso em: 12 de Janeiro de 2017.

Portal Wikipedia. Produto Interno Bruto. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Produto_interno_bruto > . Acesso em 20 de Março de 2017.

Portal Wikipedia. Rover Curiosity. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Rover_Curiosity >. Acesso em: 19 de Março de 2017.

Portal Wikipedia. Six Degrees of Freedom. Disponível em: < https://en.wikipedia.org/wiki/Six_degrees_of_freedom >. Acesso em: 11 de Novembro de 2017.

Portal Wikipedia. Veículo Aéreo não tripulado. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Ve%C3%ADculo_a%C3%A9reo_n%C3%A3o_tripulado >. Acesso em 21 de Novembro de 2015.

Portal Wikipedia. Veículo Aéreo Não Tripulado. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Veiculo_aereo_nao_tripulado >. Acesso em: 13 de Março de 2016.

Portal Wikipedia. Veículo submarino operado remotamente. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Ve%C3%ADculo_submarino_operado_remotamente >. Acesso em 24 de Abril de 2015.

Portal Wikipedia. Vuforia Augmented Reality SDK. Disponível em: < https://en.wikipedia.org/wiki/Vuforia_Augmented_Reality_SDK >. Acesso em: 15 de Abril de 2016.

Portal Wikipedia. Simiens AG. Disponível em: < https://pt.wikipedia.org/wiki/Siemens_AG >. Acesso em: 22 de Dezembro de 2017.

Portal You Tube. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=j5Nv4ZMKjkg> >. Acesso em 2 de Março de 2015.

Portal You Tube. Realidade aumentada interativa Senai RJ. Disponível em. < https://www.youtube.com/watch?v=-W-BRU_nbSI >. Acesso em: 21 de Março de 2016.

Portal You Tube. Utilização da realidade aumentada na logística. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=IXwvJ2Nn2DI> >. Acesso em: 21 de Março de 2016.

APÊNDICE I

Objetivo da entrevista:

Obter um panorama do estado atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada na Indústria 4.0 na visão de profissionais conceituados de empresas, universidades, Instituições de Pesquisa e responsáveis diretos pela propagação destas tecnologias na indústria brasileira.

Entrevistado 1				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 01/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: WhatsApp - Nome do entrevistado: Entrevistado 1 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Professor em Universidade Federal e diretor de Instituto de Inovação em Tecnologia da Informação - Formação: Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pernambuco				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração
Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? RV/RA será fundamental para a Indústria 4.0 quando pensamos no avanço dos <i>digital twins</i> , tanto para apoiar na simulação de (re)configuração de plantas, quanto no monitoramento e tomada de decisão sobre a produção. Além disso, o uso de RA para apoio a manutenção e de RV para a produção de novos produtos.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2 - Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Criação de soluções para o ambiente industrial, uma vez que várias delas atualmente são voltadas apenas para um ambiente de escritório.	0

Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Por razões de segredo industrial, posso citar apenas o segmento industrial, e não nomear indústrias específicas. Indústria do segmento de linha branca, indústria de petróleo. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Sim, desenvolvemos dois projetos com RV, um para treinamento em segurança do trabalho, outro para ajudar na reabilitação/treinamento de pessoas com deficiência motora. Além disso, participamos de um projeto de RV para criação de um ambiente de produção para uma grande empresa, este mais associado a Indústria 4.0.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5 - Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a Realidade Virtual/Aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? No cenário indicado na resposta da pergunta 1.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? O aumento da produtividade das indústrias permitirá a criação de produtos de melhor qualidade por um menor preço. Além disso, algumas soluções permitirão ao consumidor utilizar destas tecnologias para escolher um produto mais customizado em um ambiente de RV/RA.	+
Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Trabalhadores que hoje executam ações mais braçais deverão se atualizar para lidar com tecnologia e operar os equipamentos e ambientes de produção do futuro.	-

Entrevistado 2				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 03/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: LinkedIn - Nome do entrevistado: Entrevistado 2 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Gerente sênior de P&D em Instituto de Desenvolvimento para a Informática - Formação: Graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Estadual de Campinas				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração

Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? Acredito que os impactos serão: - Operação: remota e virtual, reduzindo drasticamente a necessidade de pessoas in-loco - Manutenção: robos controlados remotamente farão manutenções necessárias (programadas ou de emergência) - Treinamento: RV permitirá treinamento mais realista e ao mesmo tempo com custo mais baixo.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Conectividade = conexão internet estável e disponível sempre.	-
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Não. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Não sei.	0
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5 - Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Redução de custos e aumento na eficiência das plantas.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Produtos potencialmente mais baratos, com maior qualidade e customizados.	+
Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Aumento do desemprego em função da redução/substituição das pessoas.	-

Entrevistado 3				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 06/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: LinkedIn - Nome do entrevistado: Entrevistado 3 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Diretor de Instituto de Inovação em Tecnologias Minerais, Gestor de Núcleo Estadual de Inovação e Professor de Universidade Federal. - Formação: Doutor em Engenharia Metalúrgica e de Materiais pela USP				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração
Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? A 4ª revolução industrial é uma realidade, as empresas que desejarem se manter competitivas em um cenário mundial, e até mesmo nacional, terão que passar por adaptações.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? A pesquisa nacional está em um processo de adaptação às mudanças tecnológicas necessárias para alcançar o grau disruptivo exigido pela 4ª revolução industrial. Um forte movimento tem acontecido para investimento em soluções nacionais, e isto é fundamental para a estratégia de desenvolvimento da ciência e crescimento econômico da indústria brasileira.	+

Paradignas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? A indústria de óleo e gás é sem dúvida um expoente neste sentido. Os simuladores de plataformas continuam sendo os grandes exemplos de aplicação de tecnologias virtuais no circuito da indústria pesada. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? O Instituto SENAI de Inovação em Tecnologias Minerais (ISI-TM) possui a missão de desenvolver soluções inovadoras para contribuir com o aumento da competitividade da cadeia mineral brasileira. Desta forma, nossos objetivos são diretamente ligados aos desafios da Indústria 4.0, para tanto o Instituto dispõe de uma área de pesquisa em Infraestrutura e Logística Mineral.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? A 4ª revolução industrial é uma realidade, sendo fundamental que as indústrias brasileiras façam adesão a esta. Esta nova perspectiva, com foco principalmente em processos mais produtivos, traz a inovação para o centro de atenção em toda a cadeia. Desta forma, a pesquisa aplicada passa a ser, cada vez mais, uma ferramenta fundamental para a competitividade da indústria. O momento é oportuno para que o setor privado direcione as pesquisas nas instituições de ciência e tecnologia para os desafios e oportunidades que a indústria enfrentará nos próximos anos.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Qualquer avanço na cadeia produtiva pode beneficiar o consumidor final, seja por um produto com qualidade superior ou um custo reduzido. Além disto, as tecnologias virtuais já causaram um impacto na interatividade do produto com o usuário final. Esta conectividade tende a aumentar cada vez mais, expandindo a influência deste nos novos produtos.	+

Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Uma das peças chave nas tecnologias virtuais é uma visão voltada também ao colaborador, sobretudo em melhorias nas relações de saúde e segurança nas atividades de trabalho. Por sua vez, novas tecnologias demandam profissionais com "novas mentalidades" e isto implicará diretamente na qualificação do trabalhador, sendo necessário um processo de adaptação de cada indivíduo.	-
--------------------------	-----------	----------------	--	---

Entrevistado 4				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 06/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: LinkedIn - Nome do entrevistado: Entrevistado 4 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Foi diretor de inovação e professor da Fundação Getúlio Vargas. Atualmente é Diretor de Startup no Canadá. - Formação: Mestrado em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas – RJ, Gestão de Operações pelo INSEAD, Gestão da Inovação no Instituto Fraunhofer e Inovação na Cadeia de Valor no MIT.				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração
Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? A indústria 4.0 a meu ver tem fundamental importância no aumento de produtividade. No Brasil em especial onde os custos de produção são altíssimos o ganho é fenomenal. Não se trata mais de um diferencial no mundo aplicar as tecnologias 4.0 e sim uma questão de sobrevivência.	+

Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Disseminação das tecnologias, capacitação profissional e apoio ao surgimento de mais empresas de base tecnológicas da indústria 4.0. No Brasil praticamente todas as tecnologias são importadas o que nos faz um seguidor tecnológico e não um gerador de patentes.	+
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Sim, a indústria automobilística foi uma das primeiras a basear sua produção experimentando com grande êxito. Como se trata de uma produção em série e replicável em outras plantas, rapidamente se obteve ganho de escala.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	4 - Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Difícil prever a adoção nesse momento em especial no Brasil. A crise financeira e de confiança sugere um recuo de investimentos com um mercado consumidor em queda. No mundo nas principais potências a indústria 4.0 inicia um processo de maturidade já pensando em investimentos focados em inteligência artificial e cyber segurança.	0
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	5 - Qual impacto terá para os consumidores? Transparente para consumidores em termos de tecnologias de produção, mas com impacto na competitividade dos preços certamente.	+
Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	6 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Uma geração de desemprego em escala sugerindo uma rápida capacitação para redirecionamento dessa força de trabalho para o setor de serviços.	-

Entrevistado 5				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 06/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: E-mail - Nome do entrevistado: Entrevistado 5 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Professor Titular de Universidade Federal - Formação: Doutor em Engenharia Elétrica pela USP				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração

Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? A realidade virtual e a indústria 4.0 têm vários objetivos comuns, quando consideramos o paradigma da indústria 4.0 em virtualizar todos os processos industriais em simulações em tempo real, a realidade virtual torna-se uma ferramenta importante de análise visual destes resultados.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? A integração de dados, interoperabilidade de sistemas e o desenvolvimento de padrões abertos nesta área.	+
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Podemos citar a indústria automotiva e a industrial aeronáutica. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Já fizemos várias pesquisas e colaborações com parceiros industriais, principalmente no campo de energia.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? O avanço desta área depende da evolução dos atuais padrões tecnológicos e de interoperabilidade de dados, incluindo os dados 3D, através da internet e da web.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? O desenvolvimento da Web 3D permitirá o acesso a recursos de indústria 4.0 em praticamente qualquer dispositivo no mundo. A indústria 4.0 permitirá um incremento do "time-to-the-market" e cada vez mais produtos personalizados e exclusivos para cada cliente.	+

Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Especialmente em países emergentes, haverá grandes transformações sociais por causa da indústria 4.0, inclusive o desemprego em atividades convencionais de trabalhadores da indústria. Políticas públicas compensatórias deverão ser desenvolvidas para a preservação do emprego e da renda.	-
--------------------------	-----------	----------------	--	---

Entrevistado 6				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 06/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: E-mail - Nome do entrevistado: Entrevistado 6 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Foi professor no ITA, foi professor visitante no MIT (EUA) e na universidade francesa ISAE. Atualmente é diretor de Instituto de Inovação do em Sistemas Embarcados e Coronel Aviador da reserva. - Formação: Doutor em Ciências da Computação pela USP				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração
Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? A RV serve como ferramenta adicional para visualização dos processos de produção, logística e manutenção.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Integração com os sistemas em desenvolvimento de forma clara em seu valor agregado. ROI que justifique o uso de RV.	+

Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? RA em sistemas produtivos permite visualizar informações geradas por sensores inseridos em máquinas, sem os quais os sentidos humanos não conseguiriam acessar processos logísticos. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Usando RA e RV não.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Indústria 4.0, principalmente para produção e logística.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Indireto devido à maior eficiência dos processos e menores custos.	+
Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Maior eficiência e simplicidade na execução das tarefas.	+

Entrevistado 7				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 06/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: E-mail - Nome do entrevistado: Entrevistado 7 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Diretor em Centros de Formação Profissional e profissional das áreas de Engenharia, Administração e Gestão Tecnológica e da Inovação. - Formação: Engenharia, Administração e Gestão Tecnológica e da Inovação, possui Mestrado em Engenharia pela UFRGS e diversas especializações nas áreas de Educação Profissional, Gestão de Centro de Educação e Tecnologia e Gestão da Inovação.				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração

Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? De forma muito agressiva, penso eu... Acredito fortemente, que em pouco tempo, muitas ações serão realizadas com estas interações, de forma exclusiva... Haverá, certamente, redução de quadro de pessoas e aumento na qualidade dos funcionários, que serão muito mais bem treinados, por exemplo, utilizando estas técnicas / operações!	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Penso eu que estas tecnologias são muito boas e formarão muito profissionais de primeira linha, serão muito úteis para estes profissionais, porém a "cultura" das pessoas que farão tal utilização deverá ser repensada!!! Algumas pessoas que não tem pleno conhecimento destas tecnologias poderão ser entraves para que estas tecnologias se adaptem na indústria em geral!	+
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Já observei muitos "cases" de empresas multinacionais como Audi, BMW, Mercedes Benz, Fabricantes de Equipamentos para Usinagem, Fabricantes de Máquinas para Móveis, etc... Em nosso país, não tive contato com estas tecnologias nas indústrias, apenas o SENAI possui uma gama grande destas tecnologias para fins de Educação Profissional, material muito bom!!! 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Aqui não, apenas o Departamento Regional, através do Colega Claiton Costa (GDE), junto com DN SENAI, desenvolve materiais sobre o referido tema...	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Espetaculares, acredito que o futuro se resuma a isso... Show... Uma área industrial com integração total, com apresentações e gestão a vista realizada por meio das RVs e RAs, espetacular!!! Apenas no cinema percebemos bem claramente como seria, hoje, se a indústria tivesse estes conceitos bem claros...	+

Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Em todos os níveis e setores, produtos mais práticos, personalizados, baratos de alta qualidade e de fácil aquisição... Inclusive na hora da escolha, poder "experimentar" sem ter que comprar ou sair de casa, um exemplo, seria um SHOW!!!	+
Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Mais uma vez, vamos ter redução grande da mão de obra básica, sem especificidade técnica... Teremos trabalhadores focados em determinadas áreas e com controles específicos, muito mais qualidade de vida, facilidades de ações em áreas fabris, trabalho muito mais limpo e seguro... Mas a "cultura" de absorção destas tecnologias deverá ser repensada... Isso é muito sério e não se percebe nenhum movimento para que estas ações possam vir a alinhar este impacto!!!	-

Entrevistado 8				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 27/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: LinkedIn - Nome do entrevistado: Entrevistado 8 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Diretor de Instituto de Inovação em Sistemas de Manufatura. - Formação: Doutor em Engenharia Aeronáutica e Mecânica pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica - ITA em cooperação com a Technische Universität Berlin.				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração
Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? Entendo que a RV e RA são ferramentas para a operacionalização da Indústria 4.0, atuando desde o desenvolvimento de um produto até a manutenção do mesmo, passando pelo treinamento e suporte a estudantes em formação.	+

Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Desafio acredito que será o custo inicial da implementação, porém as tecnologias estão cada vez mais acessíveis. Ou no caso da necessidade de uma cave, a possibilidade do uso compartilhado para o desenvolvimento de determinado produto pagando um aluguel do equipamento.	+
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Estamos envolvidos no desenvolvimento de RA aplicado a ferramentaria e a área de educação aplicada para o ensino. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Não trabalhamos diretamente na área, somente com ISIs parceiros.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Acredito que será muito vantajosa a aplicação de RV e RA. Praticamente todos nós utilizamos smartphones, então já temos ferramentas para desde o supermercado como consumidores, utilizarmos RA como também aprendizagem. Na indústria um aumento de produtividade, acredito que será possível com tais tecnologias.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Impacto direto de informação mais acessível e assertiva.	+
Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Necessidade de capacitação para interagir com a máquina e possibilidade de aprender mais rápido. Pode ser encarado como oportunidade ou ameaça.	0

Entrevistado 9				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 28/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: LinkedIn - Nome do entrevistado: Entrevistado 9 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Foi diretor de Instituto de Inovação em Sistemas Embarcados. Atualmente é Diretor Executivo na Confederação Nacional de Transportes na Alemanha. - Formação: Doutor em Ciências da Computação e Matemática Aplicada pela Universidade de Heidelberg, na Alemanha.				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração

Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? Você menciona "essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0", mas não está claro para mim de que forma de integração você está falando. Porém, de maneira geral, eu diria o seguinte, nos períodos iniciais da indústria 4.0, a realidade virtual/aumentada terá grande impacto na forma em que os seres humanos interpretam o grande volume de informações sensoriais geradas no processo de manufatura, auxiliando a tomada de decisões e permitindo uma cooperação eficiente entre homem e máquina. Porém, com o aumento da automação e da inteligência artificial, o papel do humano tende a diminuir, e imagino que as tecnologias voltadas aos seres humanos vão perder relevância. Neste cenário, com a retirada dos humanos da manufatura, realidade virtual ou aumentada não fazem mais sentido, enquanto visão computacional ganharia um papel muito relevante.	0
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Acho que o principal desafio é realmente conseguir integrar informações sensoriais da manufatura de forma útil dentro da rotina do trabalhador na fábrica, possibilitando que ele interaja e tome decisões da forma mais eficiente possível.	+
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Infelizmente não conheço muitos exemplos: já vi alguns casos focados em planejamento e design, e alguns voltados em treinamento e apoio durante a atividade, mas ainda de forma bem trivial. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? A CNT, junto do SENAT, utiliza simuladores para treinamento de motoristas.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Como mencionei no ponto 1, imagino que, com o papel do ser humano cada vez menos relevante dentro da manufatura, realidade virtual e aumentada também perderiam importância nesse setor.	0
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Pelo lado do consumidor, como o papel do humano continuará sempre presente, realidade virtual ou aumentada poderiam ter um impacto relevante, principalmente na parte de customização e personalização, e para possibilitar que o cliente tome decisões.	+

Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Para os trabalhadores acredito que o principal impacto continue sendo o treinamento e a possibilidade de integração de mais informações do que a própria realidade.	0
--------------------------	-----------	----------------	--	---

Entrevistado 10				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 24/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: LinkedIn - Nome do entrevistado: Entrevistado 9 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Professor dos Programas de pós-graduação em Mecatrônica e Engenharia Industrial em Universidade Federal. Atualmente é Diretor de Instituto de Inovação em Automação. - Formação: Doutor em Engenharia Mecânica pela UFSC.				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração
Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? Basicamente pelo aumento da produtividade, seja pela maior eficiência dos processos, seja pela redução de falhas e perdas.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Disseminar a tecnologia ao nível de serviços a partir do momento em que ela vá se tornando mais madura e estável.	+

Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Aeronáutica já tem usado com maior frequência e em aplicações mais diversas. Outras indústrias, como a automotiva e de bens de consumo já ensaiam aplicações. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Sim. Já entregamos 2 projetos, temos mais 3 em andamento.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Não será da RA-RV que se dará a interconexão de máquinas. Estas serão ótimos auxiliares para apoiar a virtualização-digitalização dos processos.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Aumento de produtividade citado acabará por beneficiar os consumidores pela diminuição de custos dos produtos e serviços.	+
Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Melhoria de desempenho, por um lado, e exigência de perfil profissional mais avançado, por outro.	+

Entrevistado 11				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 24/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: LinkedIn - Nome do entrevistado: Entrevistado 9 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Diretor em empresa global de consultoria de gestão, Tecnologia da Informação e outsourcing. Foi Professor Assistente na UFMG e Diretor de P&D em empresa de Sistemas de Automação. - Formação: Mestre pela UFMG e graduação em Engenharia no Instituto Tecnológico da Aeronáutica – ITA.				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração

Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? As tecnologias VR/AR/ER têm um importante papel na Indústria 4.0. Primeiro para uso em treinamento. Associado à representação 3D de uma planta industrial essas tecnologias permitem a inserção do operador/engenheiro num ambiente virtual, próximo do real, onde ele pode interagir com a planta, mesmo antes dela ser construída. Podemos fazer uma simulação muito próxima do real de máquinas e equipamentos que podem ser operados virtualmente. A outra opção a isso, são os simuladores tipo “simulador de voo” onde temos botões, volantes e alavancas que simulam o painel que o operador irá encontrar numa máquina real. A segunda aplicação é para melhorar a atuação de operadores nas situações de campo (field services). As possibilidades aqui são muito grandes tanto na área de operação como na de manutenção. Por exemplo, um operador pode receber da torre de controle informações complementares que serão superpostas à sua visão da planta. Ele olha para um tanque e “ganha visão de Raios-X”, isto é a central transmite uma imagem superposta mostrando o nível do tanque da mesma forma que seria visualizada a partir da sala de controle. Exemplo de outra funcionalidade: o operador de manutenção olha para um equipamento e pede auxílio a um especialista da torre de controle que irá ensiná-lo a abrir o equipamento e executar um procedimento de manutenção, calibração, etc. Esse use case chamamos de “over the shoulder coaching” que estende a capacitação do homem de campo.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? O mais difícil é promover a transformação cultural. Muitas empresas ainda não iniciaram sua jornada Industry 4.0. Apenas 13% das indústrias em todo o mundo iniciaram esse trabalho. Nós consideramos que uma empresa está consciente e engajada na transformação digital depois que ela desenvolve o seu “digital roadmap” que é o seu plano de iniciativas digitais. Esse plano constrói os casos de uso, os business cases e prioriza as iniciativas e só finaliza quando houver um roadmap de implantação aprovado pelo C-level. Nas empresas que lideram a transformação digital esse processo é comandado pelo C-level. Algumas empresas já delegaram essa iniciativa a um “diretor de tecnologia” (CTO), “diretor de inovação” (CTI) ou “diretor de transformação digital” (CTD). Sem governança específica não se chega a lugar algum.	+

Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? Todas as indústrias já a estão utilizando. Existem aplicações para interação com uma mina subterrânea, por exemplo, Você pode visualizar os túneis, os equipamentos de ventilação de mina, a rede de energia, dutos de água, etc. No nosso centro de inovação de Singapura construímos vários ambientes interativos. Em um deles você olha para um conjunto de tanques interativos e recebe instruções para ligar uma bomba e passa a observar os valores de vazão e nível, e a condição de funcionamento de todos os equipamentos. 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Sim a Accenture está totalmente envolvida com a Indústria 4.0, que chamamos Industry X.O. Essa é a divisão em que eu trabalho e sou responsável pela atuação em LATAM. Nós sempre partimos da análise das dores do cliente e se a solução passar por XR, sim vamos recomendar essa tecnologia e ajudar o cliente a desenvolver sua aplicação no delivery center mais próximo. Se o use case for novo ou muito desafiador, utilizamos os nossos R&D centers para nos ajudar com os aplicativos ou uma nova metodologia. Nós não temos produtos, apenas prestamos serviços de design, escolha de produtos, aplicativos e soluções e fazemos todo o desenvolvimento de aplicação necessário. Temos, só em Belo Horizonte, cerca de 100 especialistas nos processos de produção dos clientes: mineração, siderurgia e metais, papel e celulose, cpg, utilidades, óleo & gas, manufatura discreta, etc. Alguns exemplos: nós desenvolvemos uma aplicação para colocação de cadeiras num avião onde o operador enxerga aonde tem que furar e reduz drasticamente o seu tempo de trabalho. Também criamos aplicativos para manutenção de veículos para a indústria automotiva.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? Todo equipamentos a partir de agora será acompanhado do seu análogo digital ou digital twin. Por exemplo, se você comprar um robot ou uma caldeira ela virá com seu irmão digital. Com robots isso já acontece hoje em 100% dos casos. Os SWS de PLM nos ajudam a integrar esses componentes para simular uma linha de produção antes de ser montada. O funcionamento da linha pode ser visto num monitor de vídeo em 2D ou num device XR em 3D. As empresas líderes de visualização 3D, que nasceram na área aeroespacial e migraram para automotiva agora fornecem aplicações para mineração e qualquer tipo de processo industrial. Para maiores detalhes vale a pena visitar a Dassault Systems (3DS), Siemens, PTC ou SAP, por exemplo.	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? Isso é revolucionário. Uma indústria de aviões levava 8 anos para conceber e projetar um novo modelo. Hoje todo o ciclo é completado em 3 anos. Se você for a um fabricante de aviões poderá ver a sua maquete digital antes do avião existir. Lá por exemplo, um engenheiro de controle vai visualizar por onde deve passar um cabo considerando todas as demais interferências, tubos desenhados por outros engenheiros do mesmo projeto. Isso acelera o processo de desenvolvimento, minimiza erros e retrabalhos.	+

Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Os trabalhadores serão empoderados com essa nova ferramenta de aprendizado e de extensão de suas capacidades. Eles devem sempre se perguntar onde eu posso usar essa tecnologia para me ajudar a fazer de forma mais eficiente a minha rotina diária e me deixar mais tempo livre para otimizar o processo produtivo e encontrar soluções que melhorem o meu produto e a experiência dos nossos clientes ao usar nossos produtos. Abrace a revolução digital e você sairá fortalecido.	+
---------------------------------	-----------	----------------	---	---

Entrevistado 12				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 24/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: E-mail - Nome do entrevistado: Entrevistado 9 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Diretor em Instituto de Inovação em Manufatura Avançada e Micro fabricação. - Formação: Doutor em Engenharia Mecânica (Dr.-Ing.) - Universidade Técnica de Berlim (TU Berlin).				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração
Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0	1 - Em que essa integração entre realidade virtual/aumentada e indústria 4.0 irá impactar no setor industrial no Brasil e/ou no mundo de maneira geral? As megatendências globais da 4ª revolução industrial são: - Fábricas Inteligentes; - Interoperabilidade (IoT); - Novas tecnologias de produção (por exemplo, impressão em 3D); - Produtos Individualizados; - Robótica Avançada. A indústria brasileira possui vários campos de aplicações como agricultura de precisão, petróleo e gás e biodiversidade, que podem se beneficiar do uso da realidade aumentada. No entanto, as inovações devem ser conduzidas para desenvolver proposições de venda únicas sem imitar modelos industriais de outros mercados/países. O Brasil deveria se concentrar em setores e produtos que podem ser fornecidos apenas aqui em tipo, quantidade e qualidade.	+

Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração	2- Quais os principais desafios para o sucesso e continuidade do uso de tecnologias virtuais (RV e RA) na indústria 4.0? Desenvolvimentos industriais e sociais (também realidade aumentada ou virtual) ocorrerão com as seguintes características: - Velocidade (tudo está acontecendo a um ritmo muito mais rápido do que nunca); - Amplitude e profundidade! Transformação completa de todo o sistema. Todas as mudanças globais significativas acontecerão em estreita colaboração entre os principais países em tecnologia e sociedade liberal, que serão os “marca-passos”. As fatias do mercado e as oportunidades devem ser descobertas rapidamente à medida que o ciclo de vida das empresas inovadoras está diminuindo constantemente. Um dos principais problemas do Brasil como país emergente é o protecionismo. O Brasil deve fechar a lacuna que existe para outros países em relação às práticas empresariais e legislativas. Se o país não conseguir encontrar uma maneira de participar ativamente do sistema global da cadeia de suprimentos, permanecerá um papel de mercado consumidor isolado somente com tendências crescentes de jovens qualificados que abandonam o país.	+
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria	3 - Você pode citar algum exemplo de indústria que utiliza estas tecnologias virtuais (RV e RA) no contexto da indústria 4.0? - Automotivo; Aeronáutica; - Reparo de manutenção e reforma; - Sistemas embutidos (Integração de sensores e IoT) 4 - O seu Instituto de Inovação já desenvolveu algo relacionado? Sim! Integração de sensores em novos produtos projetados.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial	5- Qual cenário você vislumbra hoje para o segmento industrial ao utilizar a realidade virtual/aumentada na interconexão de máquinas e quais são as perspectivas para o futuro? - Reparo de manutenção e reforma; - Tecnologias de produção em geral; - Aplicações para cidades inteligentes (por exemplo, resolução de problemas de tráfego e mobilidade em megacidades como São Paulo).	+
Impacto na consumação	Consumo	Impacto para os consumidores	6 - Qual impacto terá para os consumidores? - Produtos personalizados com baixo custo; - Produtos relacionados a bem estar e saúde.	+

Impacto para a sociedade	Sociedade	Impacto social	7 - Qual o impacto social para os trabalhadores? Novas tecnologias mudarão radicalmente a natureza do trabalho em todas as indústrias e profissões. A incerteza fundamental tem a ver com a medida em que a automação irá substituir o trabalho. Geralmente, as inovações na informação tendem a aumentar a produtividade, ocupações. A incerteza fundamental tem a ver com a automação substituir o trabalho manual. No geral, inovações em informação tendem a aumentar a produtividade substituindo os trabalhadores existentes, ao invés de criar novos produtos que necessitem de mais trabalhadores para produzi-los. Geralmente os empregos crescem em trabalhos cognitivos, criativos e de alta renda e ocupações manuais de baixa renda, mas diminui muito para a ocupações de renda média e repetitivos. No caso do Brasil isso significa: - O sistema educacional deve ser adaptado; - O mercado deve ser acessível para a cadeia de produção e produção global. As carreiras em todas as áreas industriais e sociais relevantes deveriam tornar-se desejáveis para atrair e manter potenciais elevados no país; - As inovações deveriam ser orientadas com foco em oportunidades globais respeitando o ecossistema e preservando a natureza.	+
--------------------------	-----------	----------------	--	---

Entrevistado 13				
Dados da entrevista: - Data da entrevista: 24/11/2017 - Entrevistador: Albino Ribeiro Neto - Tipo de Entrevista: online - Meio/Local da entrevista: E-mail - Nome do entrevistado: Entrevistado 9 (nome fictício)				
Dados do entrevistado: - Sexo: Masculino - Profissão: Professor Associado 3 em Universidade Federal. - Formação: Doutor em Engenharia e livre-docente em Universidade Federal.				
Categoria	Sub-categoria	Unidade de registro	Unidade de contexto	Enumeração

Conjunção	Integração	Incorporação da Realidade Virtual e Aumentada em elementos da Indústria 4.0 (Educação)	1- Como estimular a educação e ter uma política de Estado estratégica para a utilização de tecnologias virtuais (realidade virtual/aumentada) no conceito da indústria 4.0/Manufatura Avançada? Por meio de políticas públicas que estimulem financiem projetos de inovação de indústrias em colaboração com universidades e centros de pesquisa, que contemplem a formação e treinamento por meio de tecnologias virtuais.	+
Obstáculos	Desafios	Desafios para o sucesso na integração (educação)	2- Você concorda que a formação interdisciplinar é fundamental para a formação da mão de obra qualificada que será necessária para a utilização destas tecnologias na interconexão das máquinas no chão de fábrica? O uso adequado de tecnologias virtuais, em qualquer área, depende de equipes interdisciplinares, uma vez que envolvem questões de usabilidade, narrativas, percepções, emoção, entre outros aspectos, além, claro, dos tecnológicos e do domínio da aplicação.	+
Paradigmas	Exemplos	Utilização de tecnologias virtuais na indústria (educação)	3- Como o conceito da utilização da realidade virtual/aumentada na perspectiva da Indústria 4.0 não influencia somente as indústrias, mas a vida das pessoas também, qual o tipo de conhecimento e formações profissionais que você considera essenciais para o sucesso dessa implementação? Engenharia, psicologia, design e comunicação. 4- Qual o planejamento educacional necessário na indústria para o êxito nessa iniciativa? Integração formativa entre as diferentes áreas do conhecimento. Focadas no desenvolvimento colaborativo de conteúdos baseados em tecnologias virtuais imersivas.	+
Panorama	Cenário	Panorama atual da utilização da Realidade Virtual e Realidade Aumentada no segmento industrial (educação)	5- A sua Instituição já desenvolveu algo relacionado? A USP procura formar profissionais com competência para aquisição de novos conhecimentos e habilidades. A maioria de seus cursos preveem blocos de disciplinas eletivas que colocam seus alunos em contato com o estado da arte e tendências tecnológicas. Também há uma preocupação em formar alunos que tenham habilidades para pesquisa, inovação e empreendedorismo. Os laboratórios de pesquisa trabalham em cooperação com empresas e desenvolvem novas formas de uso de tecnologias virtuais, interativas e imersivas na indústria.	+

Impacto na educação	Educação	Impacto educacional	6- Você conhece alguma iniciativa educacional como em escolas, formação de professores ou currículos que vislumbrem ocupar a lacuna existente na aplicação destas novas tecnologias? Conheço mas prefiro não citar casos específicos, pois não fiz uma pesquisa ampla e acabaria sendo tendencioso.	0
---------------------	----------	---------------------	--	---

ANEXO I

Dispositivos de Realidade Virtual

Geralmente a segmentação do sistema de Realidade Virtual, figura 1, é feita em cinco componentes principais.

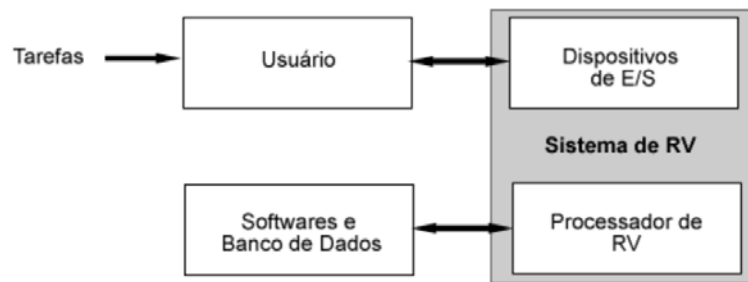


Figura 1 – Segmentação do Sistema de Realidade Virtual

Fonte: <http://www.revistabw.com.br/revistabw/dispositivos-de-entrada-de-dados-para-realidade-virtual/>

Como é possível observar, o usuário irá interagir com o sistema através do processador de Realidade Virtual que é realizado por meio de dispositivos de Entrada e de Saída (E/S). O processador lê a entrada do usuário e desta maneira acessa o banco de dados calculando e selecionando as solicitações do ambiente que correspondem ao sequenciamento de quadros que serão mostrados.

Na Percepção sensorial, todos os cinco sentidos do corpo, devem estar contemplados em dispositivos de Realidade Virtual diversos, figuras 2 e 3, (Visão, Audição, Paladar, Tato e Olfato). Dos cinco sentidos o paladar é o menos utilizado.

MOUSE, TECLADO E JOYSTICKS
Principalmente em sistemas não-imersivos, as principais formas de interação com o mundo virtual podem ser a utilização de equipamentos de entrada padrão: mouse, teclado e joysticks.
O mouse é eficiente para clicar em pontos localizados de uma determinada cena, e tem sido utilizado amplamente em jogos para computador e como elemento para minimizar o uso do teclado.
O teclado , em geral, é utilizado para quando há uma necessidade de “movimentação pela cena” gerada no computador (através das setas direcionais) ou quando há uma necessidade de interação escrita com o ambiente (como a maioria dos sistemas não possuem adequados sistemas de som, esta é a melhor forma de interação entre dois ou mais usuários).
Joysticks têm sido utilizados pela indústria do entretenimento e da simulação, sendo um dispositivo, em geral, com direção e botões de ação. Estes joysticks podem ser utilizados desde jogos de videogames, ambientes de simulação de veículos (como por exemplo, controles de aeronaves, direção de carros, etc.), controle remoto de robôs e veículos (como controle de drones, controle de robôs a distância – incluindo cirurgias robóticas) e integração do joystick em outros itens (como armas, objetos esportivos e afins para efeito de simulação).
Mouses, teclados e joysticks de computadores (em geral) são mapeados por sistemas operacionais comuns e podem ser programados a partir de uma linguagem de programação conveniente.
RASTREADORES
Dispositivos de rastreamento (tracking devices) têm como objetivo principal determinar a posição ou a orientação de uma parte do corpo do usuário do sistema de RV. Estes dispositivos são segmentados em seis tipos básicos, sendo que os 5 primeiros utilizam algum elemento de referência para efetuar o rastreamento.
Extração de Imagens: este tipo de rastreamento se baseia em utilizar pequenas luzes em partes do corpo que devem ser rastreadas. Estas luzes são filmadas por uma câmera e processadas, de forma a calcular a posição do usuário. Este tipo de sistema é confortável para o usuário, porém demanda alto custo de tempo de processamento da CPU.
Magnéticos: este tipo de rastreamento utiliza bobinas, que produzem campos magnéticos, e sensores que determinam a direção e tamanho destes campos. Este tipo de rastreamento, no entanto, pode sofrer interferências de fontes de campos magnéticos, e demanda muito tempo para calcular a posição do usuário.
Mecânicos: tipo de rastreamento que utiliza um dispositivo mecânico conectado ao corpo do usuário (p.ex. um braço mecânico preso em um capacete). Os rastreadores mecânicos são usados quando são necessárias alta velocidade e precisão no rastreamento, porém pode oferecer pouca mobilidade ao usuário.
Óticos: neste tipo de rastreamento, um sistema de mini-câmeras é colocado sobre a cabeça do usuário, que filmam o teto que é composto por uma matriz de luzes estáticas. Enquanto o usuário caminha, a câmera captura os leds e determina a posição do usuário.
Ultrassônicos: neste rastreamento, a posição é determinada pela emissão de um som que é captado por um conjunto de receptores. A latência da emissão até a recepção dos dados, permite o cálculo da posição. A vantagem deste tipo de rastreador é seu baixo custo e o fato de que no corpo do usuário é preciso apenas colocar pequenos emissores de ultrassom.
O último tipo de rastreamento (sem referencial) baseia-se no fato que os sistemas anteriormente vistos dependem de sistemas localizados (isto é, fixos). Assim o rastreamento não-referencial utiliza inclinações ou giros, a partir de uma posição inicial para determinar a posição atual do usuário. As principais divisões deste tipo de rastreamento são: Inclinômetros , Chaves de Inclinação e os Sensores Piezoelétricos .
Inclinômetros: pêndulos que medem a inclinação de um objeto ou de parte de um corpo.

Chaves de Inclinação: medem a inclinação de forma digital.
Sensores Piezoelétricos: materiais que geram uma corrente elétrica ou mudar sua resistência quando sofrem mudança em sua forma. Este tipo de equipamento pode medir flexões de membros do corpo, por exemplo.
LUVAS (E BOTAS) ELETRÔNICAS As luvas eletrônicas são desenvolvidas para capturar os movimentos dos dedos e das mãos e permitir a interação com o usuário. Diversos tipos de tecnologia podem ser utilizadas neste sentido.
Luvas com Esqueletos Externos: utiliza uma estrutura externa presa ao membro. Cada junção possui um sensor que permite uma leitura rápida e precisa dos movimentos.
Luvas com Mediadores de Luminosidade: sistema que utiliza o conceito de que uma fibra ótica altera suas propriedades de transmissão de luz quando flexionada. Neste tipo de luva, em cada dedo há um par de fibras óticas, onde uma mede a flexão dos dedos na junção com a palma da mão e a outra mede a flexão no meio dos dedos. Numa das extremidades de cada uma das fibras é colocado um emissor de luz com intensidade constante, no outro uma fotocélula. Posteriormente, é feita uma leitura das fotocélulas para então calcular o grau de flexão dos dedos.
Luvas com Tinta Condutiva: este tipo de luva utiliza um medidor de resistência elétrica nas extremidades de uma tira pintada com tinta condutiva sobre um substrato flexível. Este substrato é colocado sobre o dorso da mão (dentro de uma luva de lycra) podendo realizar a leitura dos movimentos dos dedos. Os mesmos princípios da luva eletrônica podem ser utilizados para capturar os movimentos das pernas e dos pés. Em geral, no entanto, a maioria dos sistemas de RV possuem apenas preocupação com os movimentos das mãos.
VIRTUSPHERE E CYBERWALK Em geral, nos sistemas imersivos, as pessoas ficam presas a um ambiente ou equipamentos mecânicos, não podendo se deslocar muito para não sair do alcance dos equipamentos de RV. Em muitos mundos virtuais (como simulação aérea) isto não é necessário, mas pode haver uma quebra de imersão em outros mundos que possibilitam o deslocamento do usuário.
Uma solução neste sentido é o Virtusphere , uma esfera (fixa) em que o usuário entra e permanece no seu interior utilizando equipamentos como HMD, luvas e etc. Todas as vezes que for necessário o deslocamento, a esfera gira, dando a ilusão para o usuário que ele está se movendo pelo ambiente virtual (mesmo que realmente não saia do lugar).
Outras soluções para atender a demanda de deslocamento de usuário podem ser a utilização de esteiras omnidirecionais como Cyberwalk , que possui um sistema semelhante aos das escadas rolantes mas muda de direção conforme a movimentação do usuário.
SENSORES Sensores são sistemas integrados que permitem capturar informações do ambiente externo. Atualmente estes tipos de sistemas estão se popularizando graças aos consoles de videogame mais modernos do mercado.
Um dos principais exemplos deste tipo de dispositivo é o sensor do console Kinect da Microsoft que possui integrados: uma câmera RGB para reconhecimento da face humana, sensor de profundidade, microfone embutido que permite o mapeamento dos sons externos e sensor de movimentos. É possível programar e integrar outros dispositivos ao sistema tornando o sistema mais imersivo (se deseja desenvolver aplicações para o Kinect, [http://www.microsoft.com/enus/kinectforwindows/ utilize o SDK da plataforma).
Outros consoles, como o Wii da Nintendo (além de modernos tablets e smartphones) utilizam controles(joysticks) com acelerômetros que medem o movimento feito com o equipamento. O tipo de movimento e sua velocidade permitem calcular a aceleração do joystick ou do objeto e mapear para o sistema a ação que deve ser executada. No caso do Nintendo Wii, esta informação é enviada de forma

Bluetooth ao sensor do console.

Fonte: <http://www.revistabw.com.br/revistabw/dispositivos-de-entrada-de-dados-para-realidade-virtual/>

Tabela 2 – Dispositivos de saída para Realidade Virtual

DISPOSITIVOS DE SAÍDA PARA RV
Um dispositivo de saída em RV é um dispositivo que deve simular uma determinada sensação em um sentido humano. Por conveniência, os principais meios de impressão dos sentidos ocorrem através da visão, audição e tato.
DISPOSITIVOS VISUAIS
Características da visão humana Seres humanos em geral possuem dois olhos que captam as imagens do mundo real de dois pontos de observação ligeiramente diferentes. Estas duas imagens são combinadas no cérebro e fornecem a sensação de profundidade, distância, posição e tamanho dos objetos. A isto se chama de visão estereoscópica. Assim, os elementos de RV devem saber lidar com esta capacidade humana, dando a noção de realidade.
Binocular Omni-Orientation Monitor (BOOM) Em dispositivos com necessidade de alto desempenho de imagem, utiliza-se CRTs (monitores de TV) como monitor de imagens. Nestes casos, o peso e a voltagem necessária pode ser trabalhoso para o usuário. Um BOOM é como um binóculo com pequenos monitores, suspenso por um braço mecânico, não sendo necessário acoplar o equipamento na cabeça do usuário. O usuário pode manipular o equipamento para diversas direções, o que pode ser captado por um rastreador que esteja integrado ao braço mecânico.
Head Mounted Display (HMD) HMDs são capacetes presos à cabeça sendo construídos, geralmente, usando dois tipos de monitores: os CRTs (monitores de TV) e LCDs. Estes capacetes podem possuir sistemas de rastreamentos acoplados para permitir a monitoração da direção em que o usuário está vendo para permitir a atualização dos dados do mundo virtual.
Stereo Glasses (Óculos Estéreos) Este tipo de dispositivo utiliza um par de óculos com lentes de cristal líquido que bloqueiam a visão quando necessário. Exibe-se a imagem em um olho (bloqueando-se a visão do outro olho) e depois vice-versa, o que demanda um alto grau de sincronismo no processo de exibição e bloqueio sem que o usuário o perceba.
DISPOSITIVOS SONOROS
A inserção de som em um ambiente de RV deve ser adequado para garantir ao usuário a sensação de imersão adequada. Além da necessidade de sincronismo com as imagens geradas, os sons devem possuir variação de acordo com a distância e o local de onde o som deve ser gerado. Existem algumas propostas para atender estes requisitos, mas as principais trabalham com um sistema de caixas de som posicionadas em círculo, onde o usuário permanece no centro. Este tipo de sistema é adequado para integrar-se com sistemas como VirtuSphere , já que o usuário não deve se deslocar para fora do círculo das caixas de som.
Dispositivos de força e tato (haptic interfaces) Estes tipos de dispositivo permitem fornecer ações táteis e de força que podem ser utilizadas em uma simulação virtual ou em equipamentos de controle remoto (telerobótica).
Dispositivos de tato Os primeiros dispositivos de tato eram bolsas de ar colocadas dentro de luvas. Estas bolsas eram

enchidas ou esvaziadas gerando a sensação de tato no usuário. Outros desenvolvimentos futuros criaram sistemas com atuadores que vibram dentro da luva e matriz de pinos que movem-se contra a pele do usuário dando a sensação de textura.

Dispositivos de força

Joysticks com force feedback são dispositivos que geram uma vibração quando ocorre uma situação no ambiente virtual. Eles são especialmente conhecidos do grande público por controles de videogame (como volantes). Outros dispositivos incluem os braços geradores de força os quais são braços mecânicos, em que o usuário move-o conforme a conveniência. Estes braços, então, podem apresentar força contrária conforme a conveniência.

Fonte: <http://www.revistabw.com.br/revistabw/dispositivos-de-saida-para-realidade-virtual/>

LISTA DE EQUIPAMENTOS DE REALIDADE VIRTUAL, REALIDADE AUMENTADA E REALIDADE MISTA (REALIDADE AUMENTADA E VIRTUAL INTEGRADAS)

A lista de equipamentos foi compilada a partir de pesquisa individual e de pesquisa com colaboradores de diversas partes do mundo no grupo “*Virtual Reality Industry 2017*” disponível no Trello <https://trello.com/b/srhdQF14/virtual-reality-industry-2017> realizada durante os anos de 2016 e 2017. É composta por um total de 190 ferramentas divididas em 26 categorias e subcategorias da seguinte maneira:

- *HEAD-MOUNTED DISPLAY (HMD)*;
- *CONSOLES*;
- *MOBILE*;
- *HMD (AUGMENTED REALITY)*;
- *USER INPUT*;
 - *Camera Based*;
 - *Controllers*;
 - *Wearables*;
 - *Omnidirection treadmills*;
- *REALITY CAPTURE*;
 - *360 vídeo cameras*;
 - *Stereo passthrough cameras (for AR)*;

- 3d scanners/photogrammetry/light field;
- 3d spatial audio mic;
- *ADDITIONAL OUTPUTS;*
 - Motion simulator;
 - Haptics;
- *SOFTWARE TOOLS FOR VR CONTENT DEVELOPMENT:*
 - 3d engines and middleware;
 - Vídeo stitching for 360 vídeo;
- *3D ESPACIAL (BINAURAL) AUDIO;*
- *AVATAR AND CHARACTER SYSTEMS;*
- *VR CONTENT DISTRIBUTION PLATFORM;*
 - App stores;
- *VR CONTENT – HEALTHCARE & WELLNESS;*
- *CAVE AUTOMATIC VIRTUAL ENVIRONMENT.*

DISPOSITIVOS DE REALIDADE VIRTUAL COM POSSÍVEL APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA 4.0

HEAD-MOUNTED DISPLAY (HMD)

Valor Agregado para a Indústria:

Interação remota e virtual que permite o acompanhamento, manutenção, inspeção e controle remoto de equipamentos e operações sem a necessidade de deslocamento físico de equipes. O uso desses dispositivos dá ao usuário a impressão de que a aplicação está funcionando no ambiente tridimensional real, permitindo a exploração do ambiente e a manipulação natural dos objetos.

Oculus Rift	
	Descrição: - A empresa Oculus criou um dispositivo de entrada nativa para RV chamada <i>Oculus Touch</i>, que foram enviadas separadamente e disponibilizadas em 2016.
	Especificação Técnicas: - DK2 Especificações: 1920x1080 (960x1080 por olho); - 75Hz OLED baixa persistência; - 100 graus FOV; - 9 graus de liberdade de rastreamento (rotação da cabeça e posição); - 1000Hz baixa latência giroscópio, acelerômetro, magnetômetro; - DK2 vendido por US \$ 350, não está mais disponível; - CV1 Especificações: 2160x1200 (1080x1200 por olho); - 90Hz OLED baixa persistência; - 100 graus FOV; - 9 graus de liberdade de rastreamento (rotação da cabeça e posição); - 1000 Hz baixa latência giroscópio, acelerômetro, magnetômetro; - CV1 pré-encomendas em 06 de janeiro de 2016.
	Informações Adicionais: - https://www.oculus.com/rift/

**HTC Vive
powered
by Valve**



Descrição:

- O *Headset Vive* da HTC, alimentado por SteamVR, leva os mundos virtuais para a tela do computador. Permitindo experimentar sons e imagens vivas e realistas o suficiente para transportá-lo para outro lugar, permiti novas realidades com possibilidades ilimitadas.

Especificação Técnica:

- Resolução 1200x1080 por olho;
- Atualização 90Hz;
- 15' x 15' volume de rastreamento posicional;
- Controladores gesto com rastreamento posicional;
- Lançado para os consumidores em 2015.

Informações Adicionais:

- <http://www.htcvr.com/>;
- Taiwan.

Hypereal	
	Descrição: - Anunciado na <i>ChinaJoy 2016</i>, O Hypereal é <i>HMD PC tethered</i> que usa um sistema de <i>Lighthouse-like system</i> para o rastreamento de posição e controladores de gesto rastreados. Distribuído por <i>Sensics</i>.
	Informações Adicionais: - Hypereal.com; - Xangai, China.
Razer OSVR	
	Descrição:

	- O Razer faz parte do ecossistema de <i>Open-Source Virtual Reality</i> (OSVR), um novo padrão em jogos RV para empurrar a experiência de jogo RV para a frente e apoiar o empreendimento com o OSVR <i>Hacker Kit Dev</i>, um software de dispositivo de realidade virtual e de código aberto que permite programação para toda a variedade de tecnologia RV. Especificação Técnica: - Resolução 1080x1920 FHD com 60fps e 401ppi - 100 graus FOV. Informação Adicional: - http://www.razerzone.com/osvr. - http://www.osvr.com/.
CONSOLES	
Valor agregado para a Indústria: Utiliza a dinâmica de jogos para engajar pessoas, resolver problemas e melhorar o aprendizado, motivando ações e comportamentos em ambientes industriais.	
Playstation VR (PS4)	 A PlayStation VR headset is shown, featuring a black and white design with blue light bars on the sides. It is connected to a PlayStation Move motion controller via a white cable. The headset has the PlayStation logo on the front.

	Descrição: - <i>HMD VR</i> da Sony para seu console Playstation 4 foi revelado em 2014 na GDC. Disponibilizado em 2015. Juntamente com seus controladores de gesto e movimento que proporcionam uma experiência RV completa com 360 graus de rastreamento posicional. Informações Adicionais: - O <i>HMD</i> é semelhante ao <i>Oculus Rift DK2</i> (embora seja apenas 60Hz), mas será inferior ao <i>Oculus Rift CV1</i>. - http://www.sony.com/SCA/company-news/press-releases/sony-computer-entertainment-america-inc/2014/sony-computer-entertainment-announces-project-morp.shtml; - Japão. - https://www.playstation.com/pt-pt/explore/playstation-vr/
Survios	Descrição: A equipe começou a desenvolver juntos o hardware e projetar novas mecânicas construídas em torno de rastreamento de movimento completo e <i>amplas field-of-view headsets</i>. O resultado foi o Projeto <i>Holodeck</i> na Universidade do Sul da Califórnia. A partir desse projeto que fundou a <i>Survios</i> para continuar a pesquisa de imersão e criar novas formas de jogos RV e entretenimento. Informações Adicionais: - Eles estão criando um console <i>all-in-one VR</i> (PC incluído) com <i>room scale</i> para rastreamento de posição, controles de gestos e um HMD sem fio. - http://survios.com/.

MOBILE	
Valor agregado para a Indústria: A principal vantagem percebida é a obtenção de uma melhoria na produção através de simulação prévia utilizando o próprio smartphone, possibilitando o menor custo possível e o aumento de produtividade.	
Samsung Gear VR por Oculus	 Descrição: - Para uso com o <i>Smartphone Samsung Note 4</i>, o <i>Gear VR</i> realmente usa sensores 6DOF distribuídos pela <i>Oculus</i> (assim como o SDK móvel <i>Oculus</i>) para dar a mais alta qualidade em experiência RV móvel possível. A tela do Note 4 é 2K (uma melhora notável sobre a tela 1080p da DK2), mas apenas 60 hz e os seus não possui atualmente nenhum rastreamento de posição. Mas RV sem fios ainda é bastante surpreendente e funciona bem para a visualização de 360 graus em filmes e panoramas. Informações Adicionais: - Ele também adiciona um <i>trackpad</i> e botões no lado <i>user input</i>; - http://www.samsung.com/global/microsite/gearvr/; - Coréia.

Mattel View- Master	
	Descrição: - Em fevereiro de 2015, a Mattel anunciou uma colaboração com o Google para produzir uma nova iteração do <i>View-Master</i> chamado <i>View-Master</i> Visualizador de DLX, baseado em realidade virtual usando smartphones. O novo <i>View-Master</i> é uma implementação da plataforma <i>Google Cardboard VR</i>, e é acompanhado por um aplicativo móvel que foi construído usando seu SDK. O conteúdo é exibido em uma tela do smartphone; o telefone em si é inserido na parte de trás da unidade. Informações Adicionais: - Em vez de ser inserido diretamente no <i>View-Master</i>, bobinas são digitalizadas utilizando uma interface de realidade aumentada que permite o acesso ao conteúdo da bobina, como panoramas em 360 graus, modelos 3D, e mini games. O <i>View-Master</i> Visualizador de DLX teve lançamento previsto para Outono de 2016.
Ion VR	

	Descrição: - Inovadora, com patente pendente da <i>IonVR</i>, <i>MotionSync</i>, esta tecnologia é a primeira de seu tipo na realidade virtual, criando a experiência mais suave e maior qualidade RV em dispositivos móveis disponíveis hoje; - Este sistema utiliza uma solução baseada em hardware para resolver um dos maiores desafios da RV: a <i>VR Sickness</i>. Sem um fone de ouvido de qualidade, alguns usuários podem experimentar a “<i>motion sickness</i>” (náuseas). Este sistema elimina praticamente esse problema. Informações Adicionais: - A solução de hardware <i>built-in</i> também simplifica o desenvolvimento para celular e reduz a carga no dispositivo móvel, tornando o conteúdo mais longo possível; - https://ionvr.com; - Ohio, EUA.
GameFace	Descrição: - Em vez de usar um telefone, ele usa seu próprio <i>ARM hardware Android</i> baseado em celular em um único dispositivo que tem baixa latência, sensores 9 eixos e um display 2.5k. Informações Adicionais: - http://gamefacelabs.com/; - San Francisco, EUA.

Mesclar VR	
	Descrição: O VR headset móvel mais confortável e durável, alimentado pelo seu smartphone. Os óculos de são esculpidos em espuma <i>marshmallow-soft</i> que se encaixa naturalmente aos contornos do rosto. Informações Adicionais: - Usa IMU interna do telefone para o rastreamento; - Compatível com iOS e Android; - Tem um wireless no dispositivo de entrada <i>handed</i>; - \$ 79,00; - Outono de 2015; - http://www.mergevr.com/.
VR One	 Descrição:

	- O <i>VR One</i> é um visor <i>head-mounted</i> para conteúdo de realidade virtual. O visualizador funciona com telefones entre 4.7 e 5.2 polegadas. Informações Adicionais: - http://zeissvrone.tumblr.com - Alemanha.
<i>Durovis Dive</i>	Descrição: - O Durovis Dive é feito a partir de nylon flexível de alta qualidade, que é leve e confortável. Ele se baseia em sensores do telefone e pode trabalhar com qualquer iPhone ou Android. Semelhante ao Google Cardboard, mas em embalagens mais extravagantes. Informações Adicionais: - http://www.durovis.com/index.html; - Alemanha.

Homido VR	
	Descrição: - Outro adaptador para smartphone que conta com os sensores do telefone; - Compatível com iOS e Android.
	Informações Adicionais: - http://homido.com; - França.
Huawei VR	 Descrição: - Simplesmente apelidado Huawei VR, este <i>headset</i> inicialmente virá em três modelos para deixá-lo compatível aos mais recentes dispositivos da empresa emblemática: <i>P9 phones</i> e o <i>larger Mate 8</i>; - Dada a sua mera resolução de tela 1080p, não espere qualquer vídeo nítido qualidade através desses óculos, mas Huawei afirma que sua solução RV é a primeira a oferecer 360 graus e campo de som em movimento, desde que você tenha o conteúdo carregado e os seus próprios auscultadores conectados.

	Informações Adicionais: - https://www.engadget.com/2016/04/15/huawei-vr-headsets/.
Stooksy	 Descrição: - Outro adaptador smartphone que depende dos sensores do telefone. É como o Google Cardboard, mas feito de espuma; Informações Adicionais: - http://www.stooksy.com/VR-Spektiv/; - Alemanha.
	Informações Adicionais: - http://www.vrase.com; - Reino Unido.

Yay3D VR	Descrição: - Um adaptador para o Nexus 7 ou mini-iPad, conta com sensores; Informações Adicionais: - http://yay3d.com.
Seebright	Descrição: - A Tecnologia óptica da <i>Seebright</i> transforma smartphones em monitores de realidade aumentada estereoscópicos. Este sistema inclui um <i>display head-mounted</i> que projeta imagens a partir de um smartphone e um controlador de movimento de nove eixos que permite

	o controle simples, mas preciso. Funciona com <i>Android</i> e <i>iOS</i>; Informações Adicionais: - http://seebright.com/; - EUA.
AlterGaze	
	Descrição: - <i>Headset VR</i> fabricado através de impressão 3D, personalizável e de código aberto. Com a capacidade de ajustar os dados CAD antes da fabricação de cada unidade, <i>Altergaze</i> oferece uma viseira precisa de <i>smartphones</i> estereoscópico na qual a base é adaptada para os seus olhos. Suporta 20 diferentes smartphones.
	Informações Adicionais: - http://www.altergaze.com; - Reino Unido.

Archos	A black VR headset with a smartphone slot in the front and a head strap. Descrição: - Feito para funcionar com a maioria dos smartphones de qualquer marca; basta deslizar o seu telefone na ranhura na parte frontal dos óculos, ajuste os dois suportes e iniciar uma das dezenas de aplicações de RV já disponíveis nas diferentes aplicações (<i>Android</i> e <i>iOS</i>); - Depende de <i>Imus</i> internos no telefone. Informações Adicionais: - http://www.archos.com/us/products/objects/cself/avr/index.html; - França. Informações Adicionais: - LA, CA, EUA.
FiresVR JiDome-1	A black VR headset with a head strap and the 'JI DOME' logo on the side.

	Descrição: - Este <i>Head-mounted display</i> é fabricado por um novo <i>player</i> no mercado, a <i>FiresVR</i>. A empresa diz que eles estão olhando para o “<i>Xaiomi VR</i>” (<i>Xiaomi</i> é uma das maiores fabricantes de smartphones da China). Ele possui seu próprio SDK baseado em Unity e semelhante ao do <i>Samsung Gear VR</i>.
	Informações adicionais: - https://www.prnewswire.com/news-releases/firesvr-launches-xiaomi-based-gearvr-like-products-300197198.html
Le TV LeVR Arrefecer 1	 Descrição: - <i>LeTV</i> iniciou seus primeiros passos no mercado de realidade virtual, liberando um case para <i>smartphones</i> pelo preço de 149 yuans (US \$ 23 USD). O <i>LeVR Arrefecer 1</i>; - A <i>LeTV</i>, fundada em 2004 como um serviço de streaming de vídeo, estão investindo para alavancar seus recursos de conteúdo para vender sua marca <i>VR</i>. A empresa planeja integrar seu serviço de vídeo-on-demand com futuros produtos <i>LeVR</i>. Informações Adicionais: - Atualmente, o <i>headset</i> é compatível apenas com aparelhos <i>LeTV</i>, o <i>LeTV One</i> e <i>One Pro</i>. O fone de ouvido também será exclusivo para a plataforma de <i>e-commerce</i> da <i>LeTV LeMall</i>; - China;

	- http://technode.com/2015/12/27/letv-edges-into-virtual-reality-with-le-vr/.
DeePoon Virglass	
	Descrição: - Eles fazem um <i>HMD</i> como suporte para telefone móvel;
	Informações Adicionais: - http://www.virglass.com; - China.
Pico VR	

	Descrição: - <i>Pico</i> é um <i>startup</i> de realidade virtual com base na China, combinam óptica de precisão, algoritmos de imagem avançados, vídeo envolvente e método de som e design industrial de ponta para dispositivos de realidade virtual.
	Informações Adicionais: - Headset móvel <i>All-in-One</i>, onde todo o processamento não está no <i>Headset</i>, mas no controlador; - http://www.picovr.com/; - Pequim, China; - http://www.theverge.com/2016/4/19/11462988/pico-neo-vr-virtual-reality-specs.
Immerex	The image shows the Immerex VR headset, which is a sleek, black, over-the-head device with a large, curved visor. It is connected by a cable to a small, black, rectangular base unit. The headset has a modern, minimalist design with a silver-colored accent on the side. Descrição: - É uma opção de maior qualidade para a realidade virtual "cinematográfica". É um visor com uma tela personalizada que se encaixa em seu rosto como óculos, amarrado a um pequeno computador. A comparação mais próxima é provavelmente o LG 360. Informações Adicionais: - http://www.theverge.com/2016/6/14/11916918/immerex-virtual-reality-headset-e3-2016.

**LG Vortex
VTRX One
VR**



Descrição:

- O *Vortex VR* é um *Headset* de realidade virtual que usa o *G3 LG*. Este dispositivo é o resultado dos esforços combinados da *3D Systems*, *LG Electronics MobileComm EUA*, e os pioneiros *VR GameFace Labs* para o hardware do *Headset*, o *smartphone G3 LG*, e o software para este sistema, respectivamente.

Informações Adicionais:

- Ao contrário do *Google Cardboard*, este dispositivo é feito para o *G3 LG*, especificamente;
- <http://www.slashgear.com/lg-vrtx-one-vs-samsung-vs-oncoming-virtual-reality-headset-market-02343864/>;
- \$ 99;
- <http://vrtx.io/>;
- EUA.

LG 360 VR



	Descrição: - Tem suas próprias telas em vez de usar o telefone, por isso é leve e mais "elegante", mas a experiência VR é abaixo da média. Informações Adicionais: - http://gizmodo.com/lg-360-vr-is-one-of-the-shittiest-virtual-reality-heads1760569996?utm_medium=sharefromsite&utm_source=Gizmodo_twitter.
Asus VR	Descrição: - Suporte de telefone Móvel para uso com o ZenFone. Informações Adicionais: - http://www.engadget.com/2016/05/30/asus-vr/.

**DSCVR VR
Headset**



Descrição:

- A empresa baseada em Hong Kong, afirma ter vendido aproximadamente mais 20.000 do modelo *DSCVR* na *Amazon* e em seu próprio site de acordo com CEO Joseph Li.

Informações Adicionais:

- <http://www.imcardboard.com/dscvr.html>;
- O *Headset DSCVR* foi financiado recentemente na CES (Consumer Electronics Show);
- <https://techcrunch.com/2016/01/08/i-am-cardboard-showing-newly-fun-ded-dscvr-headset-at-ces/adset-at-ces/>.

HMD (AUGMENTED REALITY)

Valor agregado para a Indústria:

Interação remota e virtual através da Realidade Aumentada. Permite o acompanhamento, manutenção, inspeção e controle remoto de equipamentos e operações sem a necessidade de deslocamento físico de equipes. O uso desses dispositivos dá ao usuário a impressão de que a aplicação está funcionando no ambiente tridimensional real, permitindo a exploração do ambiente e a manipulação natural dos objetos.

ODG HMD	
	Descrição: - A <i>Osterhout Design Group</i> (ODG) é uma empresa privada sediada em San Francisco. Iniciou suas atividades em 1999, revolucionando a indústria de brinquedos de alta tecnologia, integrando a eletrônica de alto desempenho para criar dispositivos amados pelo semelhante velho e novo. Hoje, a ODG está mudando o mundo da computação com a sua Realidade Aumentada <i>Smartglasses</i>. - A ODG tem uma história longa e bem sucedida com <i>HMDs</i> e computação vestível. Trabalhando em estreita colaboração com o Governo e parceiros corporativos, tem desenvolvido e entregue <i>multicore</i>, computadores biométricos, servidores altamente portáteis, UAV em miniatura e várias versões dos <i>Smartglasses</i>. Ao longo dos últimos seis anos, a empresa já investiu dezenas de milhões de dólares. Informações Adicionais: - http://www.osterhoutgroup.com/; - San Francisco, Califórnia – EUA.
<i>Microsoft Hololens</i>	

	Descrição: - O <i>Microsoft HoloLens</i> é o primeiro computador totalmente holográfico, permitindo hologramas de alta definição para se integrar com o mundo real.
	Informações Adicionais: - https://www.microsoft.com/microsoft-hololens/en-us; - Kits para desenvolvedor no Q1 2016 por US \$ 3.000.
Magic Leap (AR)	
	Descrição: - Magic Leap desenvolveu um <i>HMD wearable</i> leve que usa a tecnologia Near Luz Campo e guia de ondas que permite a sobreposição de imagens virtuais que são indistinguíveis do mundo real. Eles também devem ter <i>positional tracking</i> e tecnologia de reconstrução.
	Informações Adicionais: - http://www.magicleap.com/; - Flórida, EUA;

Meta (AR)	A black and white image of a Meta AR headset, which is a large, futuristic-looking device with a clear visor and a black frame. It has a strap around the back of the head and a small sensor on the side. Descrição: - A missão da meta é construir máquinas naturais que permitam a união perfeita entre o mundo real com o mundo virtual; Informações Adicionais: - https://www.metavision.com; - Redwood City, CA EUA;
Technical illusions CastAR (AR)	A black and white image of CastAR AR glasses and a handheld controller. The glasses are black with a clear visor and a small sensor on the side. The controller is black and has a small screen and buttons.

	Descrição: - O novo CASTAR fornece uma experiência mágica em 3D, através de holografias que interagem com sua mesa, parede ou outros objetos. Óculos em realidade aumentada colaborativos em torno de uma tela reflexiva. Originalmente desenvolvido na <i>Valve</i>. Informações Adicionais: - http://technicalillusions.com; - EUA.
Avegant glifos (PMP)	 Descrição: - Se posicionam mais como um dispositivo de exibição de mídia pessoal do que uma <i>VR HMD</i>. Mesmo possuindo nove graus de liberdade <i>head tracking</i>, ele só têm 45 graus <i>FOV</i> e não são realmente adequados para uma eficiente visualização em realidade virtual. Informações Adicionais: - http://avegant.com; - EUA.

USER INPUT	
CAMERA BASED	
Valor agregado para a Indústria: Permite a captura de movimento por intermédio de câmeras. A captura de movimentos para ser inserido no mundo virtual possibilita a interação com diversos equipamentos industriais de forma virtual. O eyetracking é uma técnica que procede ao rastreamento ocular, permitindo medir a posição e o comportamento do movimento ocular. Permite interação do usuário deixando as suas mãos livres para outras atividades através da utilização do movimento dos seus olhos.	
Leap Motion	
	Descrição: - Utiliza uma câmera estéreo ativa e cria um modelo de esqueleto da mão. Originalmente desenvolvido para a colocação em mesa, o <i>Leap Motion</i> pode ser montado de frente em um <i>HMD VR</i> e permite a visualização do <i>IR camera passthrough</i>. O dispositivo da próxima geração com codinome "<i>Dragonfly</i>" é projetado com a <i>VR</i> em mente e apresenta melhor desempenho e alta resolução <i>passthrough RGB</i> para experiências de <i>AR</i> com uma <i>VR HMD</i>.
	Informações Adicionais: - https://www.leapmotion.com - EUA.

Intel real Sense	
	Descrição: - Computação perceptiva com reconhecimento de gesto, bem como reconhecimento de face. Em versão beta a partir de novembro 2014.
	Informações Adicionais: - Área muito rasa da detecção e apenas 30 fps no beta não são realmente adequados para interação por gestos ou possível rastreamento posicional; - https://software.intel.com/pt-br/RealSense/.
Sony (acquired Soft Kinect ReachVR)	 Descrição: - A <i>Softkinetic</i> é a provedora líder de tecnologias de visão 3D <i>end-to-end</i> para PCs, eletrônicos portáteis, carros e máquinas. A visão 3D é utilizada em tudo, desde controle por gestos e aquisição de dados 3D do mundo real; - Sua plataforma <i>ReachVR</i> é fornece reconhecimento de gestos das mãos para VR. O <i>FOV</i> é pequeno e só pode reconhecer uma pequena quantidade de gestos e não fornece um modelo de esqueleto;

	Informações Adicionais: - http://www.softkinetic.com; - Bélgica; - http://recode.net/2015/10/08/sony-acquires-softkinetic-which-can-track-hands-for-virtual-reality/.
Oculus (acquired <i>Nimble VR</i>)	Descrição: - O <i>Nimble VR</i> alega ter um melhor acompanhamento de mãos do que o atual <i>Leap Motion</i>. Ele usa um “<i>Time of Flight depth sensing câmera</i>” e fornece um modelo de esqueleto de mão. Informações Adicionais: - http://nimblevr.com; - EUA.
Gestigon	

	Descrição: - <i>Gestigon</i> fornece apenas o software <i>middleware</i> para dispositivos controlados por gesto com base em sensores de profundidade. Seu software funciona com câmeras de profundidade <i>Softkinetic</i> e <i>Intel</i>. Informações Adicionais: - http://gestigon.com; - Alemanha.
FOVE (eye tracking)	Descrição: - Um <i>HMD VR</i> com <i>eye tracking</i>. Eles são apoiados pelo Programa <i>Accelerator Venture Microsoft</i> em Londres e pelo programa de <i>Ventures River VR Accelerator program</i>. Informações Adicionais: - http://www.fove-inc.com; - Japão.

Eyefluence (eye tracking)	
	Descrição: - Eyefluence promove a interação através de seus olhos. líderes na tecnologia eye-interaction para head-mounted display (HMDs). Integra hardware, software, óptica, e tecnologias UI / UX que permitem ao usuário controlar um HMD com os olhos de maneira mais rápida e mais fácil do que dedos em um smartphone. A eye-interaction será utilizada em telas portáteis, incluindo dispositivos de vidro, AR, e VR para aplicações empresariais, industriais e de consumo.
	Informações Adicionais: - http://eyefluence.com/; - Bay Area, CA, EUA;
SMI (eye tracking)	 SMI Eye Tracking Glasses Descrição: - A <i>SensoMotoric Instruments (SMI)</i> oferece o primeiro pacote de atualização eye tracking do mundo para o <i>Headset</i> de realidade virtual

	<i>Oculus Rift DK2;</i> - O SMI eye tracking integrado ao <i>Oculus Rift DK 2</i> permite calibração instantânea; - Calibragem personalizada e visualização 3D; - Análise de percepção visual totalmente imersiva. Informações Adicionais: - http://www.smivision.com/en/gaze-and-eye-tracking-systems/products/eye-tracking-hmd-upgrade.html.
<i>Tobii (eye tracking)</i>	Descrição: - Através do controlador <i>EyeX Tobii</i> é possível visualizar aplicativos e jogos inteligentes. Possui a funcionalidade de <i>out-of-the-box</i> em aplicativos e jogos já habilitados. O <i>eye tracking</i> é fácil de implementar com o motor <i>EyeX</i>. - "Os desenvolvedores de rastreamento ocular Tobii anunciaram que estão trabalhando com parceiros desenvolvedores de Realidade Virtual (RV) e de Realidade Aumentada (RA) para integrar com o <i>eye tracking</i> em suas vestimentas. A Tobii divulgou o seu interesse em trabalhar com o Projeto <i>Morpheus</i> da <i>Sony Computer Entertainment</i> , o próximo <i>PlayStation 4 HMD</i> exclusivo ". Informações Adicionais: - http://www.tobii.com/en/eye-experience/; - Suécia.

**Eye Tribe
(Eye
tracking)**



Descrição:

- O software Eye Tribe permite o rastreamento dos olhos em dispositivos móveis, permitindo a navegação com as mãos-livres em sites e aplicativos, incluindo o *login* ativado por olhos, experiências de jogos melhoradas e análise de engajamento do usuário *cloudbased*.

O Eye Tribe pretende tornar-se o principal fornecedor de tecnologia de rastreamento ocular para dispositivos de consumo em mercado de massa, licenciando a tecnologia para os fabricantes. Tudo começou há sete anos, onde os quatro fundadores se conheceram na IT *University of Copenhagen*. A ambição era fazer o *eye tracking* disponível para todos a um preço acessível. Dentro de alguns anos, eles ficaram conhecidos como o grupo de pesquisa líder mundial em rastreamento de olhos com baixo custo. Depois de terminar de seu doutorado um dos quatro fundadores comprou o IP da Universidade e formou A empresa *Eye Tribe*

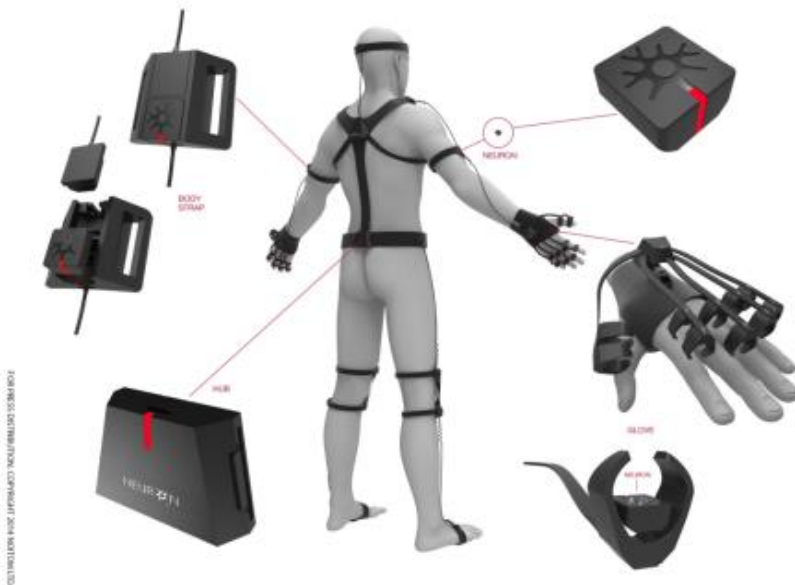
	durante a sua participação no <i>European Startup Bootcamp accelerator program</i> em 2011. Informações Adicionais: - https://theeyetribe.com/; - Dinamarca.
CONTROLLERS	
Valor agregado para a Indústria: Sistemas de rastreamento de posição que permitem a captura de movimento para inserção de parâmetros dentro do mundo virtual de atividades industriais.	
HTC Valve Lighthouse	A photograph showing the HTC Valve Lighthouse VR headset mounted on a clear glass mannequin head. In front of the headset, on a white surface, are two black VR controllers with yellow sensors and a small black box with a yellow sensor. The background is a plain white wall. Descrição: - O <i>HTC Valve Lighthouse</i> é um sistema de rastreamento de posição que permite o "room scale" VR (se movendo em um volume de 15'x15') e possui controladores que têm botões e almofadas de toque, mas também permite o movimento e entrada de gesto. Informações Adicionais:

	- http://www.engadget.com/2015/03/03/valve-lighthouse-vr/.
Oculus Touch	Descrição: - O <i>Oculus Touch</i> é um par de controles sem fio, rastreados que fornecem a “presença da mão” - a sensação de sentir como se suas mãos virtuais fossem realmente suas. Há dois controladores, um para cada lado. - Cada controlador tem um <i>thumbstick</i> analógico tradicional, dois botões, e um gatilho analógico. Há também um mecanismo de entrada que chamamos de “<i>hand trigger</i>”. Permite pegar uma arma virtual e utilizar o dedo indicador para atirar. Informações Adicionais: - https://www.oculus.com/en-us/blog/the-oculus-rift-oculus-touch-and-vr-games-at-e3/.
Sony Move	

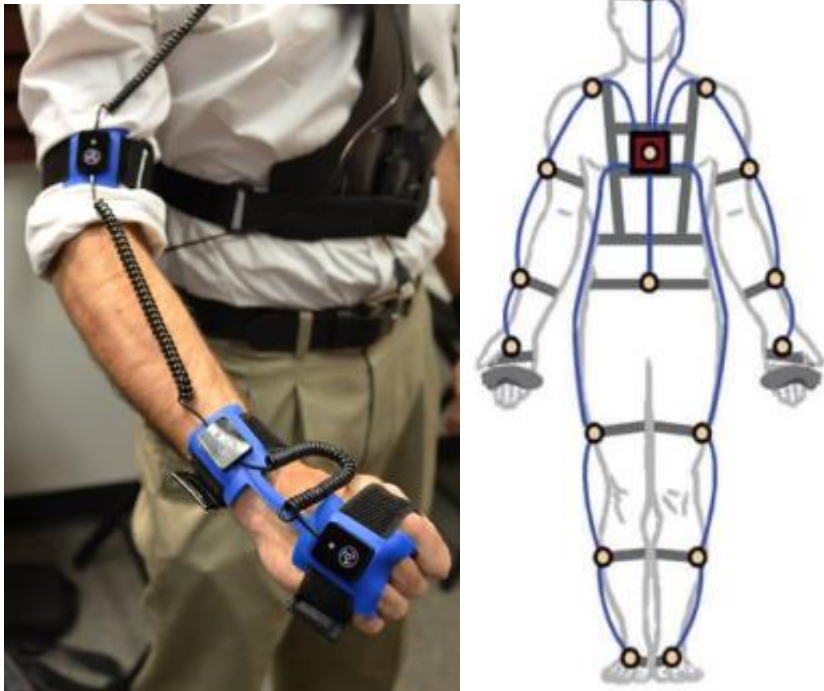
	Descrição: - O rastreador de movimentos <i>PlayStation Move</i> vem em conjunto com uma câmera <i>PlayStation Eye</i>, com esse rastreador de movimentos é possível levar cada movimento do usuário para dentro do Jogo com absoluta precisão. Informações Adicionais: - https://www.playstation.com/en-us/explore/accessories/playstation-move/.
Ximmerse	Descrição: - A <i>XIMMERSE</i> se comprometeu a realizar a pesquisa e desenvolvimento de computação visual móvel e aplicar ao mais recente resultados de pesquisas para a criação de dispositivos de entrada VR móvel; - Através deste dispositivo é possível explorar as possibilidades de interação humano-computador. - Possui alta precisão com algoritmos de rastreamento inercial e algoritmos de baixa latência para acompanhamento visual e experiências interativas táteis em realidade virtual.

	Informações Adicionais: - http://www.ximmerse.com/; - Guangzhou, China.
Stem Sixense	Descrição: - A <i>Sixense</i> criou a tecnologia por trás do <i>Razor Hydra</i> (o equivalente ao controlador de movimento <i>Nintendo Wii</i> para PC). É o próximo passo em controladores de movimento: sem fio, menor latência, mais preciso ele pode rastrear não apenas as mãos, mas qualquer coisa que você quiser como <i>head tracking</i> completo, ou mesmo <i>feet tracking</i>. A <i>Stem</i> vai apoiar o <i>Oculus Rift</i>, bem como o <i>Samsung Gear VR</i>. Informações Adicionais: - http://sixense.com; - EUA.
Trinity VR Magnum	

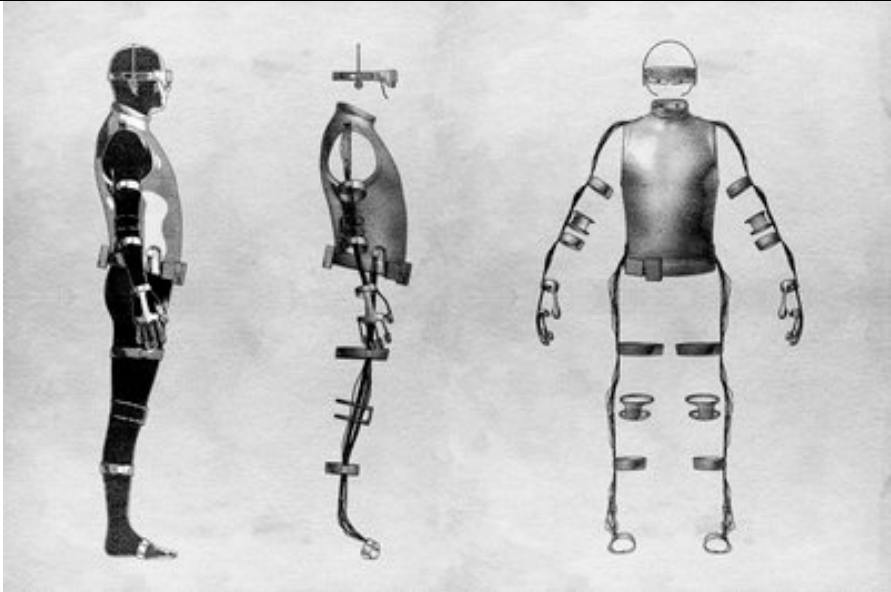
	Descrição: É controlador de movimento para simular armas, possui baixo custo para VR. Seu controlador está sendo usado para o sistema <i>Starbreeze</i> e <i>StarVR</i>. Informações Adicionais: - http://www.trinityvr.com.
WEARABLES	
Valor agregado para a Indústria: Os Wearables: luvas, anéis, braçadeiras, etc. são equipamentos vestíveis desenvolvidos para capturar os movimentos dos dedos e das mãos , permitem a interação do usuário com equipamentos industriais.	
Cyberglove Systems (glove)	Descrição: - Input através de luva profissional com diferentes modelos. Informações Adicionais:

	- http://www.cyberglovesystems.com; - EUA.
Gloveone <i>(haptic glove)</i>	 Descrição: - A <i>Gloveone</i> permite aos utilizadores sentir e tocar qualquer objeto virtual que eles possam ver na tela ou em seu <i>Headset VR</i>. Traduz as sensações de toque em vibrações. Há 10 atuadores distribuídos ao longo da palma da mão e dedos na <i>Gloveone</i>, que vibram de forma independente em diferentes frequências e intensidades, reproduzindo sensações de toques precisos. Informações Adicionais: - Utiliza <i>Leap Motion</i> para o rastreamento, nenhum <i>feedback haptic</i>; - http://www.gloveonevr.com/;
Perception Neuron <i>(glove & suit)</i>	

	Descrição: - <i>PERCEPTION™</i> é um sistema de captura de movimento líder mundial baseado em sensores inerciais. Ele é capaz de fornecer dados de captura de movimento precisos de personagens únicos ou múltiplos; e é adequado para aplicações nas áreas de filme, animação, tomada de jogo, realidade virtual, análise esportiva, reabilitação médica, etc. Informações Adicionais: - http://perceptionmocap.com; - China.
Thalmic Myo (arm band)	Descrição: - A braçadeira <i>Myo</i> permite que você use a atividade elétrica em seus músculos para controlar sem fio o seu computador, celular e outras tecnologias digitais. Informações Adicionais: - https://www.thalmic.com/en/myo/.

Nod (ring)	 Descrição: - <i>Nod</i> transforma os movimentos em comandos de maneira precisa. Ele traz o mundo a sua volta à vida, como você controlar quase tudo a partir de um aceno de sua mão. Informações Adicionais: - https://hellonod.com.
Yei PrioVR (bodysuit)	

	Descrição: - <i>PrioVR</i> utiliza sensores inerciais de alto desempenho para fornecer 360 graus de baixa latência, rastreamento de movimento em tempo real sem a necessidade de câmeras, <i>line-of-sight</i>, ou equipamentos de grande porte; - Os sensores de <i>PrioVR</i> são colocados em pontos-chave de seu corpo para capturar seus movimentos e traduzi-las na tela em tempo real. <i>PrioVR</i> é sem fio, permite que múltiplos usuários simultâneos, pode ser utilizado em qualquer lugar - dentro ou para fora, em espaços de captura de qualquer tamanho; - <i>PrioVR Pro Dev Kit</i>, é sem fio e inclui dois controladores de mão com botões de ação, gatilhos e joysticks. Os joysticks permitem que você navegue facilmente através de grandes mundos sem realmente estar andando. <i>PrioVR</i> vem com jogos de demonstração para que você possa experimentar a liberdade de jogos de corpo inteiro. Informações Adicionais: - http://www.priovr.com/.
<i>Tesla Suit (haptic bodysuit)</i>	

	
	Descrição: - O <i>Tesla Suit (haptic bodysuit)</i> é constituído por uma correia (com uma unidade central de controle) em conjunto com as unidades modulares - luvas hápticas com <i>feedback</i>, colete e calças.
	Informações Adicionais: - http://www.teslasuit.com; - Reino Unido;
Enflux (mo-cap bodysuit)	
	Descrição:

	- A <i>Enflux</i> é especializada em roupas de captura de movimento. É uma plataforma de tecnologia que serve de Realidade Virtual, Fitness e Saúde através de nossa <i>API</i> aberta. Atendem grandes companhias: <i>Hasbro</i>, <i>The Jim Henson Company</i>, etc. Informações Adicionais: - http://www.enfluxvr.com/.
OMNIDIRECTION TREADMILLS	
Valor agregado para a Indústria: Uma esteira (fixa) em que o usuário entra e permanece no seu interior utilizando equipamentos como HMD, luvas e etc. Todas as vezes que for necessário o deslocamento, o usuário desliza sobre a esteira, dando a ilusão para o usuário que ele está se movendo pelo ambiente virtual (mesmo que realmente não saia do lugar), de fundamental importância para percorrer todo o chão de fábrica de maneira virtual.	
Infinadeck	Descrição: - Uma <i>Omnidirectional Treadmill (ODT)</i> é semelhante a uma escada rolante típica, exceto que o usuário pode andar em qualquer direção. O <i>Infinadeck</i> reage aos movimentos do utilizador, incluindo a sua velocidade e direção, para mantê-los com segurança no centro da plataforma. Este, quando acoplado com um <i>Headset</i> de realidade virtual, permite a locomoção ilimitada em um mundo virtual. Informações Adicionais: - http://infinadeck.com; - EUA.

**Cyberith
Virtualizer**



Descrição:

- O Virtualizer é um dispositivo de realidade virtual que permite ao usuário percorrer qualquer tipo de ambientes virtuais em tempo real. Ele faz isso através da combinação de um princípio de baixo atrito revolucionário e sensores de elevada precisão, com uma construção mecânica especial, resultando numa nova forma de esteira *omni-directional*.

Informações Adicionais:

- <http://cyberith.com/>.

Virtuix Omni



	Descrição: - Desenvolvida para que o usuário mova-se naturalmente na realidade virtual. Requer sapatos especiais para operar. Informações Adicionais: - http://www.virtuix.com; - EUA.
KatVR Katwalk	The image block contains two side-by-side photographs. The left photograph shows a first-person perspective from a VR headset, looking down a dirt path in a lush, tropical environment with palm trees and a small building in the distance. The right photograph shows a person wearing a VR headset and a backpack-like rig, standing on a platform and holding a VR controller. They are positioned next to a tall, black, industrial-looking structure that is part of the Katwalk system. A small monitor on a stand next to the structure displays a VR view. Descrição: O KatVR Katwalk é uma nova esteira <i>omni-directional</i> para realidade virtual. Ele foi concebido para ser a mais não restritiva possível dando ao utilizador 360 graus de movimento contínuo dentro de um espaço pequeno. É compatível com <i>headset</i> de realidade virtual, como Oculus Rift. Informações Adicionais: - http://www.katvr.com.

Wizdish	Descrição: A esteira <i>omni-directional</i> patenteada original ce sem partes móveis com base em um <i>fac-símile</i> similar ao andar real (<i>sliding like cross country skiing</i>). Informações Adicionais: - http://www.wizdish.com; - Reino Unido;
Walkmouse	Descrição: - <i>WalkMouse</i> é uma esteira <i>omni-directional</i> motorizada, com uma superfície circular.

	Informações Adicionais: - http://www.walkmouse.com; - Noruega.
Omnifinity Omnideck	Descrição: - <i>Omnifinity Omnideck</i> é uma grande esteira omnidirecional. Não apropriada para o consumidor comum, devido ao seu preço elevado. Informações Adicionais:

	- https://www.youtube.com/watch?v=SXaxsIYSUFo; - https://www.facebook.com/omnifinity; - Suécia.
REALITY CAPTURE	
360 VÍDEO CAMERAS	
Valor agregado para a Indústria: A sua importância para a Indústria se deve ao fato de com elas ser possível ter uma visão 360 graus do chão de fábrica permitindo uma interação maior do que somente por visualização convencional.	
Facebook Surround 360 (Stereoscopic)	 Descrição: - O Facebook projetou e construiu um sistema de captura de vídeo em 3D 360º de alta qualidade; - O sistema inclui um projeto para hardware da câmera, disponibilizado no <i>GitHub</i> no verão de 2016. O código para o software da câmera é aberto para acelerar o crescimento do ecossistema 3D-360, os desenvolvedores podem alavancar os projetos e códigos, e os criadores de conteúdo podem usar a câmera em suas produções.

	Informações Adicionais: - https://facebook360.fb.com/; - Menlo Park, CA, EUA.
<i>Jaunt VR One (stereoscopic)</i>	Descrição: - Câmera de vídeo 360 panorâmica estereoscópica profissional com som surround e ferramentas de edição. A tecnologia exclusiva permitirá filmar, editar e processar conteúdo de ação ao vivo para os telespectadores de realidade virtual. Informações Adicionais: - http://www.jauntvr.com/; - EUA.

**Nokia Ozo
(stereoscopic)**



Descrição:

- A Nokia anunciou uma nova câmera 360° chamada *OZO* para criadores de conteúdo profissional;
- A *OZO* captura vídeos 3D estereoscópicos através de 8 sensores no obturador global sincronizados e áudio espacial através de 8 microfones integrados. O software construído para a *OZO* permite a visualização 3D em tempo real, com uma solução de reprodução inovadora que elimina a necessidade de pré-montar uma imagem panorâmica - um processo que consome tempo com soluções atualmente no mercado.

Informações Adicionais:

- <https://ozo.nokia.com>.

Imax



	Descrição: - Após o <i>Google I/O</i>, a empresa revelou seu plano para desenvolver a câmera <i>IMAX VR</i>, “a cinema-grade virtual reality (VR) camera”, que irá permitir que os produtores possam filmar em 360 graus em 3D. A gigante do cinema tecnológico está trabalhando com o Google sobre o projeto, que usará sua plataforma e deve levar 18 meses para ser desenvolvido. Informações Adicionais: - https://techcrunch.com/2016/05/20/imax-to-open-vr-experience-centers-worldwide-and-develop-its-own-vr-camera/.
Lenovo (livestream)	Descrição: - A <i>Lenovo UploadVR</i> está desenvolvendo uma câmera de 360 graus em tempo real orientadas para o mercado consumidor. Informações Adicionais: - http://uploadvr.com/lenovo-live-stream-360-vr-camera-exclusive/.

Samsung Gear 360	A white, spherical 360-degree camera mounted on a black, three-legged tripod. The camera has a prominent lens in the center of its front face. Descrição: - Grava e captura vídeos de 360 graus e imagens com Samsung Gear 360. Este dispositivo <i>travel-friendly</i> é equipado com duas lentes <i>fisheye</i> de 15MP que permitem aos usuários capuras em alta resolução (3840 x 1920), vídeos de 360 graus e 30MP de imagens estáticas. Informações Adicionais: - http://venturebeat.com/2016/06/22/samsung-launches-gear-360-vr-camera-in-the-us-costs-350/.
Gopro Omni	A black, cube-shaped 360-degree camera with a rugged, protective frame. It features multiple lenses on its faces, including a large one on the top and smaller ones on the sides. The GoPro logo is visible on the top face.

	Descrição: - Hardware + Software esféricos: - A solução profissional <i>end-to-end</i> para capturar, costurar e publicação de vídeos em alta resolução em realidade virtual e conteúdo envolvente. Informações Adicionais: - http://pt.shop.gopro.com/International/virtualreality/omni---all-inclusive/MHDX-006.html.
GoPro Odyssey	Descrição: - Otimizada para o <i>Jump</i>, a <i>Odyssey</i> Reúne 16 câmeras sincronizadas <i>HERO 4 black</i> em Uma plataforma multifuncional que é capaz de capturar conteúdo envolvente e vídeos impressionantes em 8K e 30 FPS. O Vídeo de Cada câmara é enviado para o compilador para fornecer uma experiência envolvente de cada Direção. Informações Adicionais: - http://pt.shop.gopro.com/International/odyssey.

<i>Panocam 3D</i> (stereoscopic)	Descrição: - O sistema <i>Panocam 3D</i> realiza a gravação de vídeo em 360 graus e em 3D estereoscópico. Informações Adicionais: - http://www.panocam3d.com.
<i>Freedom 360</i> (GoPro Mount)	Descrição: - A <i>Freedom 360</i> é projetada para câmeras <i>GoPro Hero3 / Hero3 + / Hero4</i> e possui seis delas acopladas produzindo um vídeo totalmente esférico sem ponto cego.

	Informações Adicionais: - http://freedom360.us; - EUA.
360 Heroes (GoPro & Black Magic Mount)	 Descrição: - Esta solução alavancam a qualidade profissional dos sistemas de câmaras de <i>Blackmagic Design</i> para criar conteúdo cinematográfico de vídeo 360. Informações Adicionais: - http://www.360rize.com/2016/04/360heros-debuts-blackmagic-design-vr-360-video-line/.
360 Designs Mini Eye (Black Magic Mount)	

	Descrição: - Câmera 360 Mini <i>EYE™ Professional</i>; - Mini <i>EYE™</i> é uma das menores plataformas RV construídos em torno das micro câmeras <i>Blackmagic</i>, variando de 3 a 10 câmeras por sonda, fornecida para cineastas RV, emissoras, empresas de internet e empresas de produção. Informações Adicionais: - A atual plataforma de nível de entrada é a câmera de 3 <i>Mini EYE™</i>, projetado especificamente para uso RV ao vivo; - https://360designs.io/product/mini-eye/.
<i>VideoStitch Orah 4i (live streaming)</i>	
	Descrição: - A <i>VideoStitch</i>, conhecida por sua suíte de software de produção de vídeo VR 360 graus líder, está lançando hoje <i>Orah 4i</i>, uma câmera <i>all-in-one 4K</i> projetada para alta qualidade de streaming ao vivo para plataformas de vídeo online e <i>Headset VR</i>;
	Informações Adicionais: - https://www.orah.co.

<i>Triggar VR</i>	A small, black, spherical camera with an orange top, mounted on a black tripod. The camera has a small lens visible on the front. Descrição: - A <i>Triggar</i> é uma das empresas que procuram fazer criação de conteúdo 360º acessível em grande escala, com um sistema de câmeras simplificado. Informações Adicionais: - http://triggar.com.au/.
<i>Sphericam v2</i>	A black, spherical camera with a faceted, geometric design. It has two large lenses on the front and a small USB port on the side. The camera is resting on a rough, textured surface. Descrição: - Resolução de 4k a 60fps com obturador global. Informações Adicionais: - http://www.sphericam.com/.

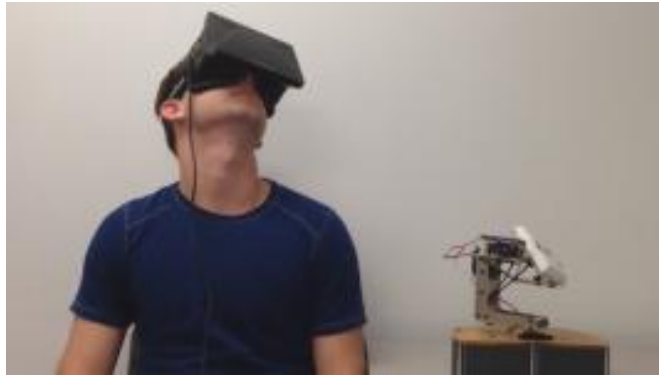
Nikon KeyMission 360	
	Descrição: - 360 x 180 (esférica) com resolução 4k. Informações Adicionais: - http://www.nikonusa.com/en/about-nikon/press-room/press-release/iihiz21t/Nikon-Charges-Into-the-Action-Camera-Market-with-the-360-Degree-KeyMission-360.html;
LG 360 Cam	
	Descrição: - A LG 360 CAM permite capturas de fotos de 13 MP em 360° e gravar

	vídeos 360° em 2K. É possível utilizar o smartphone como um controle remoto para ver o que está sendo gravado em tempo real.
	Informações Adicionais: - http://www.lg.com/us/lg-friends/lg-LGR105.AVRZTS-360-cam.
VSN Mobil V.360	Descrição: - 6480x1080 HD, vídeo a 30fps; - GPS, barômetro, altímetro, acelerômetro; - Pode ir 1 metro debaixo d'água; - Android e iOS. Informações Adicionais: - http://www.vsnmobil.com/cameras/v360.

Ricoh Theta M15	
	Descrição: - A <i>Ricoh Theta</i> captura vídeos 360º em <i>pano stills</i>. O mais recente modelo pode fazer vídeos. Informações Adicionais: - http://blog.eoncloud.com/2015/09/ricoh-theta-s-to-be-released-on.html?utm_source=twitterfeed&utm_medium=twitter&m=1.
360 Fly	 Descrição: - Câmera de vídeo panorâmica 360º; - A lente capta 360º na horizontal x 240º na vertical; - É mono e não faz streaming;

	- Cilíndrica (não esférica); - 1504x1504 resolução @ 29.97fps. Informações Adicionais: - http://www.360fly.com; - EUA.
Kogeto Joey 360	Descrição: - Uma câmera de vídeo versátil 4K com pleno movimento 360º de captura, transmissão ao vivo, e duas vias de teleconferência panorâmica. Informações Adicionais: - http://kogeto.com.

**Narvaro
Telepresence**



Descrição:

- Uma câmera 3D em um equipamento robótico que se move com base na entrada do *HMD*.

Informações Adicionais:

- <http://www.narvaro3d.com/>;
- EUA.

**Moovr (DSLR
Mounts)**



	Descrição: - O <i>Mooovrig</i> produz plataformas usando <i>Samyang</i> e câmeras <i>Canon</i> para profissionais de gravações de vídeo em 360°. Informações Adicionais: - http://mooovr.com - Coreia
IC Real Allie camera	Descrição: - A câmera IC Real Allie pode transformar duas câmeras de 360° alimentada por uma imagem “all-D” que permite que você olhe em qualquer direção. É possível controlar a perspectiva em vídeos gravados, ou até mesmo transmitir imagens ao vivo. Informações Adicionais: - http://techcrunch.com/2015/01/04/allie/.

**LucidCam (180
stereoscopic)**



Descrição:

- Câmera 180°.

Informações Adicionais:

- *LucidCam* é uma câmera 3D estereoscópica que capta o mundo como você vê e ouve. Possui 180 ° lentes de grande ângulo permitindo uma vista ativa;
- Possui áudio espacial que melhora bastante a experiência;
- <http://lucidcam.com>;
- CA, EUA.

Insta 360 4k



Descrição:

- Em tempo real captura de 360 ° de vídeo e tecnologia “colar” os vídeos;
- Duas lentes ultra olho de peixe grande angular;
- Até 4K de resolução (em 15 fps);
- *Downlink* remoto de vídeo digital com *Ethernet* / Wi-Fi / 3G / 4G;
- *Built-in* giroscópio de três eixos e acelerômetro para ajustar imagem até ficar na horizontal;

Informações Adicionais:

- <http://www.insta360.com>;
- Shenzhen, China.

STEREO PASSTHROUGH CAMERAS (FOR AR)

Valor agregado para a Indústria:

O valor percebido para a Indústria de maneira geral é a de possibilitar a sua adaptação a óculos de Realidade Virtual e a outros dispositivos móveis para captura de movimento.

Leap Motion



Descrição:

- O dispositivo de captura de movimento *2nd Gen Leap motion* foi projetado especificamente para RV/RA. Além do controle de mãos melhorado, o *RGB pass through* é de alta resolução e elevada taxa de quadros com baixa latência.

Informações Adicionais:

- <https://www.leapmotion.com>;
- EUA.

3D SCANNERS/PHOTOGRAMMETRY/LIGHT FIELD

Valor agregado para a Indústria:

O valor percebido para a Indústria é o de fornecer digitalização 3D rápida para espaços.

Lytro (light field)



Descrição:

- *Lytro* é uma plataforma de imagem *light field* que permite que artistas, cientistas e inovadores atinjam seus objetivos com um nível sem precedentes de liberdade e controle;
- Esta tecnologia desbloqueia novas oportunidades para a fotografia, cinematografia, realidade mista, científica e aplicações industriais.

Informações Adicionais:

- <https://lytro.com/>.

Matterport	
	Descrição: - Digitalização 3D rápida para espaços interiores. Principalmente visando o mercado imobiliário, eles usam uma combinação de captura de fotos 360º e reconstrução 3D;
	Informações Adicionais: - https://matterport.com/; - SF, CA EUA.
Occipital Structure	 Descrição: - O primeiro sensor 3D para dispositivos móveis (iPhones e iPads). alta taxa de quadros. Resolução média.

	Informações adicionais: - http://structure.io;
Google Tango	Descrição: - Dispositivos do projeto <i>Tango</i> contêm <i>hardware</i> e <i>software</i> projetados para acompanhar o movimento 3D completo do dispositivo personalizado e simultaneamente criar um mapa do ambiente. Estes sensores permitem que o dispositivo possa fazer mais de um quarto de milhão de medições em 3D a cada segundo, atualizando sua posição e orientação em tempo real, combinando esses dados em um único modelo 3D do espaço ao seu redor. Informações Adicionais: - https://get.google.com/tango/.

8i	Descrição: - A 8i é a pioneira por toda uma nova maneira de gravar e experimentar conteúdo usando fones de <i>Headsets VR</i>. - A tecnologia traz experiências virtuais para a vida com a maior fidelidade, a maioria das gravações realistas de seres humanos. - Uma experiência verdadeiramente envolvente, volumétrica em RV lhe dá uma sensação de presença e liberdade para se movimentar pelo espaço e tempo, abrindo mundos de possibilidades. Informações Adicionais: - 8i.com/; - Nova Zelândia.
Nurulize	Descrição:

	- A <i>Nurulize</i> é um desenvolvedor de software de realidade virtual fundada em novembro de 2013 pelos desenvolvedores de software e e veteranos da indústria VFX <i>Philip Lunn</i> e <i>Scott Metzger</i>; - A missão é criar aplicações disruptivas para a revolução realidade virtual emergente.
	Informações Adicionais: - http://www.nurulize.com; - LA, CA.
Uncorporeal	Descrição: - Captura vídeos em 360°; - Videogrametria; - O sistema de captura de luz do dia é escalável até 240 câmeras sincronizadas, capturando grandes volumes com 360 ° de cobertura circundando um ou mais artistas. Informações Adicionais: - http://www.uncorporeal.com; - New York, NY; - EUA.

ZED – 2K Stereo Camera (Stereolabs)	Descrição: - 2K Stereo Camera; - Câmera 3D para <i>Depth Sensing and Motion Tracking</i>; - <i>Stereolabs</i> é a fornecedora líder de tecnologia de sensores de profundidade 3D baseado em visão estéreo; - De robôs para <i>drones</i> e carros, a <i>Stereolabs</i> capacita máquinas com a capacidade de ver e entender. Informações Adicionais: - https://www.stereolabs.com/.
3D SPATIAL AUDIO MIC	
Valor agregado para a Indústria: Através do microfone para gravação de áudio em 360 graus é possível capturar os sons do chão de fábrica e demais setores industriais para inseri-los no mundo virtual.	
Core Sound TetraMic	

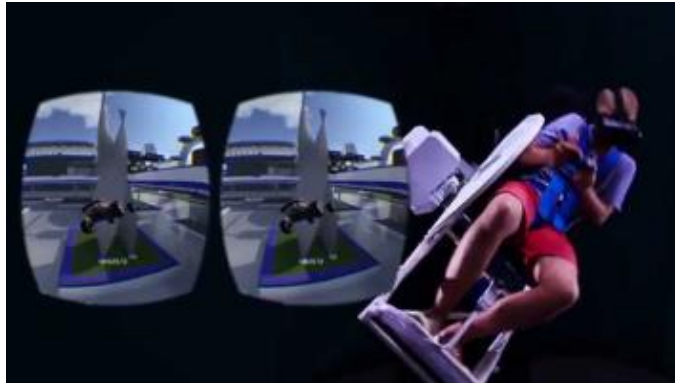
	Descrição: - A maioria dos provedores de conteúdo no mundo RV está usando para gravação de áudio 360VR. Estes incluem <i>Jaunt</i>, <i>Google</i>, <i>HTC</i>, <i>Samsung</i> e muitos outros. - Centenas de TetraMics estão sendo utilizados para desenvolver conteúdo RV de áudio em todo o mundo. Informações Adicionais: - http://www.core-sound.com/
Sennheiser Ambeo 3D	Descrição: - AMBEO 3D é um sistema completo que engloba "captação, mistura, processamento e escuta"; - Para os demos <i>CES</i>, <i>Sennheiser</i> escolheu usar seu formato de reprodução de 9.1 surrounds, no entanto, esta tecnologia não é estritamente um sistema 9.1. Eles continuaram a dar ênfase em som 3D. Informações Adicionais: - http://en-de.sennheiser.com/news-shape-the-future-of-audio.

3Dio Sounds Free Space Omni	Descrição: - A <i>3Dio</i> fabrica microfones <i>binaurais</i> profissionais que são dispositivos 3D de gravação de áudio <i>premier</i> para realidade virtual <i>ASMR</i>, <i>VR</i>, gravação de campo e estúdios de gravação; - A gravação <i>binaural</i> é o processo de captura de áudio usando dois microfones que são em forma de ouvidos humanos. - Os microfones <i>binaurais</i> capturam o áudio da mesma maneira que ouvidos reais ouvem os sons; - As orelhas (pavilhões auriculares) alterar drasticamente as ondas sonoras de entrada, mas os nossos cérebros compreendem estas alterações como sinais direcionais. Além disso, o tempo de atraso entre as orelhas nos dá pistas direcionais adequadas: esquerda / direita; - Quando você ouve as gravações <i>binaurais</i> usando fones de ouvido, o resultado é um som tridimensional natural que dá ao ouvinte a sensação de estar no espaço onde o áudio foi gravado. Informações Adicionais: - www.3DioSound.com.
Audeze Tetrahedral	

	Descrição: - A <i>Audeze</i> desenvolveu o primeiro microfone magnético planar do mundo; - Usando a tecnologia magnética planar revolucionária, os novos microfones têm uma resposta de frequência extremamente ampla e enorme gama dinâmica; - Usando a tecnologia patenteada <i>Fluxor magnetic technology</i> e <i>Fazor wave guide technology</i>. - Estes são os primeiros microfones que são capazes de capturar enorme gama dinâmica sem distorção. Informações Adicionais: - https://www.audeze.com/products/microphones/planar-magnetic-micro phones
<i>Brahma Ambisonics Miccophone</i>	Descrição: - A <i>Ambisonics</i> produziu um microfone de alta qualidade que capta a verdadeira representação tridimensional de um ambiente acústico. - O microfone possui <i>eletretos</i> de alta qualidade; - O design foi criado por Michael Gerzon e Peter Craven na década de 1970. Devido a limitações tecnológicas e de preço não tem visto uma ampla utilização até agora; - Todo o sistema de microfone foi projetado para ser acessível, fácil de configurar e simples de usar, sem sacrificar a qualidade da gravação. Informações Adicionais: - http://www.pro-tools-expert.com/home-page/2014/8/21/brhma-

	ambi sonics-microphone-review.html.
Dysonics RondoMic	
	Descrição: - A <i>Dysonics</i> e <i>TELEFUNKEN Elektroakustik</i> desenvolveram o conjunto de microfones <i>8-capsule</i> de 360º para áudio imersivo e captura de RV; - Utilizando a plataforma <i>Samsung Gear</i>, apresenta o primeiro demo RV que combinam 360 ° <i>motion-tracked audio</i> com 360° de vídeo.
	Informações Adicionais: - http://dysonics.com.
ADDITIONAL OUTPUTS	
MOTION SIMULATOR	
Valor agregado para a Indústria: Através das plataformas de movimento é possível simular a movimentação do usuário na utilização de diversos equipamentos industriais.	

MMOne



Descrição:

- O projeto *MM1* começou há dois anos. A inspiração foi o progresso no mundo dos jogos de computador e realidade virtual. Jogos tornaram-se mais realistas;
- O design do protótipo levou quase um ano. Os resultados inspirado para continuidade e não apenas criar um passeio em movimento;
- Responde com precisão e repete todos os movimentos no jogo;
- O *MM1* foi testado com sucesso e está pronto para a produção de linha de montagem.

Informações Adicionais:

- <http://www.mm-company.com>;
- Iugoslávia.

Feel Three



Descrição:

Modular e Forte:

- Os painéis encaixam em minutos podendo escolher quantos são necessários para a sua necessidade;
- Adicione um *ButtKicker* e alto-falantes, ou apenas o iPod. Fórmula 1 automóvel, helicóptero, caça, caminhão, *Spitfire* ou asa-delta: O *FeelThree* é flexível o suficiente para ser utilizado com todos esses simuladores.

Acessível e seguro:

- Utilizam peças padrão onde podem ser realizados reparos de maneira fácil e adição de torque extra é tão simples como a adição de um motor extra.

Elegante e Smart:

- Construído com giroscópio / acelerômetro *9DOF* , podendo olhar em todas as direções.

Informações Adicionais:

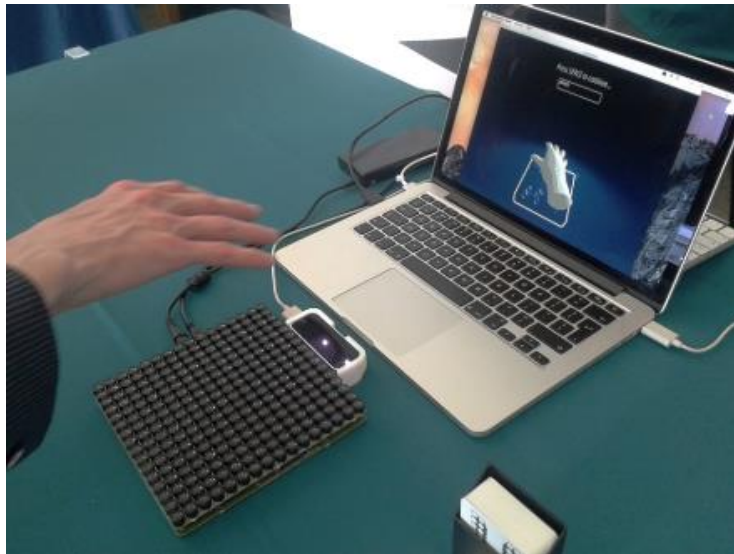
	- http://www.feelthree.com.
Atomic Motion Systems	
	Descrição: - Avançadas plataformas de movimento ultracompacto disponíveis no mercado hoje; - Simulador de movimento para dirigir ou voar utilizando simuladores. Informações Adicionais: - http://www.atomicmotionsystems.com.

HAPTICS

Valor agregado para a Indústria:

À medida que se movimenta ou rotaciona o dispositivo háptico, a ferramenta pode sentir o movimento, a forma, a resistência e a textura da superfície dos objetos simulados permitindo a Interação com ambientes virtuais. Essa é uma das grandes vantagens da tecnologia baseada nestes dispositivos: ela reduz a fricção e outras interferências, por isso o usuário experimenta menos distração e permanece imerso no ambiente virtual, permitindo também o movimento forçado em seis graus de liberdade.

UltraHaptics



Descrição:

- A *Ultrahaptics* desenvolveu uma tecnologia exclusiva que permite aos usuários receber *feedback* tátil sem a necessidade de usar ou tocar em nada;
- A tecnologia utiliza ultrassom para sensações do projeto através do ar e diretamente para o usuário;
- Os usuários podem 'sentir' botões de *touch-less* obter *feedback* para gestos no ar ou interagir com objetos virtuais;
- A *Ultrahaptics* foi fundada em 2013 com base na tecnologia desenvolvida originalmente na Universidade de Bristol no Reino Unido;
- A empresa teve financiamento inicial garantido em 2014 que permitiu o desenvolvimento da tecnologia e a expansão da equipe de engenharia.

Informações Adicionais:

- <http://ultrahaptics.com>;

	- Reino Unido.
KOR-FX (Haptic Vest)	Descrição: - A KOR-FX criou um colete de jogo que transforma áudio vindo de jogos em <i>feedback</i> háptico, o que permite que o usuário sintam a ação na tela e fatores ambientais. Informações Adicionais: - http://korfx.com/; - USA.
Subpac (Haptic Backpack)	

	Descrição: - O <i>Subpac</i> é uma tecnologia de áudio tátil com patente pendente que transfere as baixas frequências para o seu corpo e fornece-lhe uma nova dimensão física. Informações Adicionais: - http://thesubpac.com/; - EUA.
<i>Intellect Motion Hapto (haptic controller)</i>	Descrição: - O <i>Hapto</i> é um controlador de mão que lhe permite explorar a realidade virtual através de gestos naturais e intuitivos; - Possui quatro atuadores tácteis independentes que permitem sentir a superfície e forma; - Melhora a experiência virtual com tecnologia única de <i>feedback</i> tátil. Informações Adicionais: - http://hapto.me/virtualreality/.

Haptech (formerly Striker VR)	
	Descrição: - <i>HapTech</i> permite o treinamento de combate tático através de sistema Eletromagnético <i>Recoil</i>.
	Informações Adicionais: - http://www.haptech.co;
SOFTWARE TOOLS FOR VR CONTENT DEVELOPMENT	
3D ENGINES AND MIDDLEWARE	
Valor agregado para a Indústria: Ao se utilizar motores de jogos é possível simular de forma tridimensional todo o espaço do chão de fábrica colocando física realista e interações. Conecta o mundo físico com experiências digitais para impulsionar o engajamento e entregar valor através de uma plataforma de visão móvel.	

Unity 3D



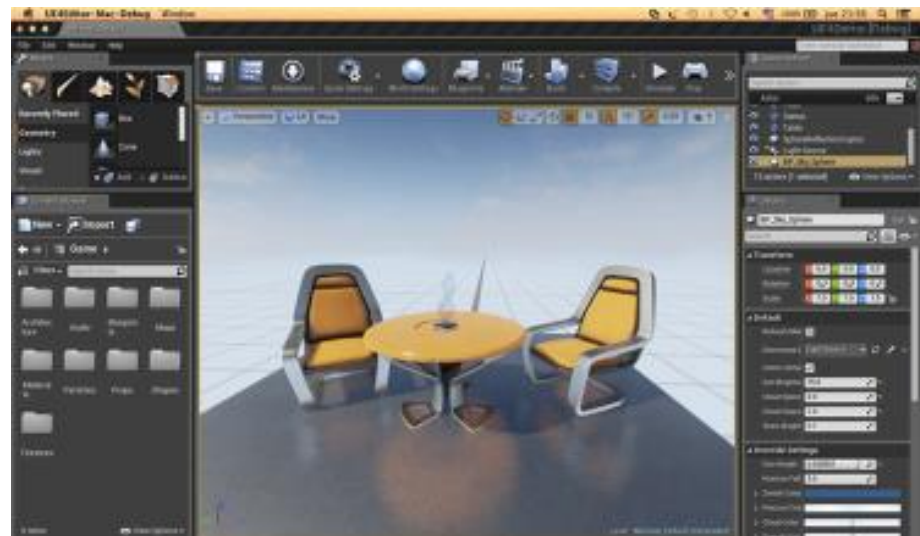
Descrição:

- A unidade é um ecossistema de desenvolvimento do jogo: um motor de renderização poderoso totalmente integrado com um conjunto completo de ferramentas intuitivas e fluxos de trabalho rápidos para criar 3D interativa e conteúdo 2D;
- Fácil publicação multiplataforma.

Informações Adicionais:

- <http://unity3d.com/>.

Epi Unreal Engine



Descrição:

- O *Unreal Engine 4* é um conjunto completo de ferramentas de

	desenvolvimento de jogos feitos por desenvolvedores de jogos, para desenvolvedores de jogos. - Permite desenvolver jogos móveis 2D para consoles <i>blockbusters</i>. - O <i>Unreal</i> vem a partir do console AAA e jogos de <i>PC</i> e é conhecido por <i>stellar visuals</i>, mas também por ser mais complexo. Informações Adicionais: - https://www.unrealengine.com/.
Crytek CryEngine	 Descrição: - Outro sistema de jogos <i>high-end</i> com um pedigree de console AAA; - Não é tão popular ou bem suportado como <i>Unreal</i>. Informações Adicionais: - http://www.crytek.com/cryengine.

Autodesk Stingray	Descrição: - Motor de jogo 3D e software de renderização em tempo real; - O motor de <i>Stingray</i> ajuda a produzir experiências em 3D visualmente impressionantes. - O <i>Stingray</i> é integrado com <i>3ds Max</i>, <i>Maya</i>, e software <i>Maya LT</i>. Informações Adicionais: - http://www.autodesk.com/products/stingray/overview.
MaxPlay	Descrição: - O <i>MaxPlay Game Development Suite (GDS)</i> é o primeira plataforma baseada em nuvem em tempo real que capacita os desenvolvedores de jogos de todas as disciplinas para criar e interagir juntos a partir de qualquer lugar do mundo sem problemas. - Permite a visualização coletiva do progresso em tempo real e implantação de dispositivos.

	Informações Adicionais: - http://www.maxplay.io; - SF, CA EUA.
WorldViz Vizard	Descrição: - O <i>Vizard VR Toolkit</i> fornece uma plataforma poderosa para ajudar a criar uma nova geração de simulações visuais; - Possibilita a construção de aplicativos que fornecem aos usuários as melhores experiências em todas as tecnologias imersivos de realidade virtual, tais como monitores e sensores; - Vindo do mundo de serviços profissionais e não o mundo do jogo, o Vizard é projetado especificamente para a criação de experiências RV / RA. Informações Adicionais: - http://www.worldviz.com/products/vizard.
Motor Unigine	

	Descrição: - O <i>Unigine™</i> é um motor 3D em tempo real para jogos, simulação, visualização, jogos sérios e sistemas de realidade virtual. - Possui duas versões: uma para simulação profissional e outro para jogos. Informações Adicionais: - http://unigine.com/products/unigine/.
<i>I'm in VR Middle VR (VR Middleware for Unity 3D)</i>	Descrição: - O <i>MiddleVR</i> é um <i>plugin</i> que possibilita recursos envolventes às suas aplicações Unity. Informações Adicionais: - http://www.imin-vr.com/middlevr-for-unity/; - França.

***Virtualis
Visionary
render***



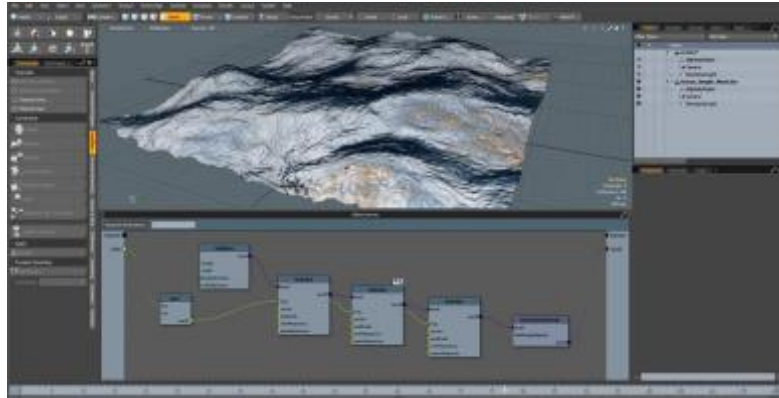
Descrição:

- O software de renderização *Visionary* permite aos usuários acessar e experimentar em tempo real de maneira interativa e imersiva o ambiente de realidade virtual (RV) criado a partir de grandes conjuntos de dados 3D.
- Os usuários podem trabalhar sozinhos, em pequenos grupos, ou colaborar com colegas distantes em um ambiente virtual comum para executar projetos detalhados, comentários, ensaiar tarefas de formação, validar procedimentos de manutenção ou verificar processos de montagem e fabricação;
- O *Visionary Render* oferece renderização avançada de modelos enormes em tempo real com a facilidade de importação de uma variedade de fontes de dados, manutenção de nomenclatura, hierarquias e os metadados mais importantes.
- O CAD é visualizado em um imersivo *human-scale* envolvente, através de sistemas de visualização RV colaborativas, tais como a carteira *Virtualis ActiveWorks*.

Informações Adicionais:

- <http://www.virtualis.com/visionary-render/>.

**Fabric
Engine**



Descrição:

- **Fabric Engine** é uma plataforma de criação de conteúdo digital que permite a qualquer um construir ferramentas e aplicativos poderosos para VFX, jogos, realidade virtual e visualização;
- **Fabric Engine** vem com um sistema de programação visual que permite aos artistas e desenvolvedores de todos os níveis tirar proveito de um mecanismo de execução que lida com tarefas complexas, como *multithreading* e computação GPU;
- Esta plataforma central fornece a base para os vários componentes necessários para a construção de ferramentas de criação de conteúdo 2D e 3D, os quais podem ser integrados no âmbito dos oleodutos de produção existentes.

Informações Adicionais:

- <http://fabricengine.com>.

**OTOY
Octane
Renderer**



	Descrição: - Realtime 3D Rendering; - Octane Renderer é a primeira GPU do mundo baseado, <i>un-biased</i> e com processador baseado fisicamente; - Ele usa a placa de vídeo do computador para tornar os resultados foto realistas mais velozes. Isso permite ao usuário criar trabalhos impressionantes em uma fração do tempo de representantes de base CPU tradicionais. Informações Adicionais: - http://render.otoy.com.
WebGL	Descrição: - Para experiências RV baseadas em padrões web abertos. Suportado pelo Mozilla e Google. Informações Adicionais: - http://vr.chromeexperiments.com/; - http://mozvr.com; - https://aframe.io;

Minko



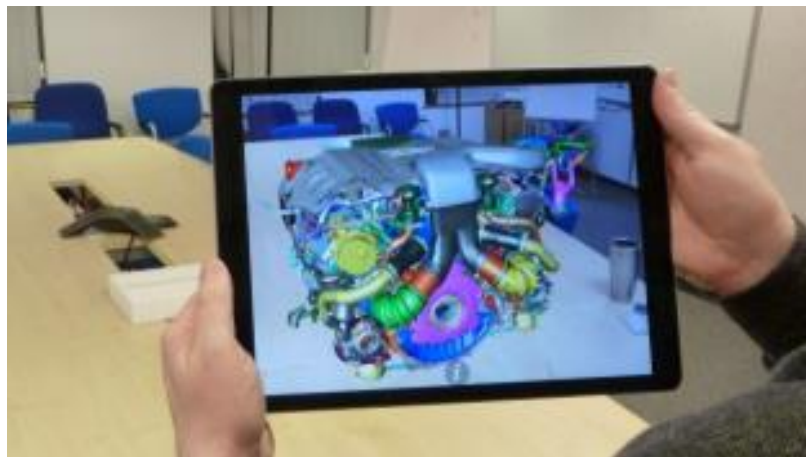
Descrição:

- Open source, motor 3D multiplataforma com suporte RV.
- Possibilita o desenvolvimento de aplicativos de desktop, web e 3D móvel com SDK livre e open source do *Minko* incluindo um motor totalmente caracterizado para 3D, além de plugins: *Lua*, *Oculus Rift*, *Leap Motion*.

Informações adicionais:

- <http://minko.io/#engine>;
- França.

PTC Vuforia (AR SDK)



	Descrição: - O <i>Qualcomm Vuforia</i> conecta o mundo físico com experiências digitais para impulsionar o engajamento e entregar valor através de uma plataforma de visão móvel que permite que aplicativos rodem em dispositivos móveis como no <i>Samsung Gear VR</i>.
	Informações Adicionais: - https://www.qualcomm.com/.
Apple (Acquired Faceshift)	 Descrição: - O <i>Faceshift</i> é uma solução de software de captura de movimento facial que revolucionou a animação facial. O software analisa os movimentos faciais e descreve-os como uma mistura de expressões de base, além de orientação cabeça e olhar do olho. Esta descrição é então usada para animar personagens virtuais para uso em qualquer situação onde a animação facial é necessária, tais como filmes e jogos de produção. Informações Adicionais: - Software para animação facial; - http://techcrunch.com/2015/11/24/apple-faceshift/.

**Pixvana (VR
Video
Streaming)**



Descrição:

- Tecnologia baseada em nuvem para vídeo RV;
- O *Pixvana* é um *startup* de *software* baseada em *Seattle* de desenvolvimento para Realidade Virtual (RV) e a *plataforma Reality (AR)* de processamento de vídeo e Realidade Aumentada para a mídia e aplicações de entretenimento;
- Os fundadores da *Pixvana* tiveram sucesso no startup em tecnologia de mídia a partir do produto sênior de engenharia da *Apple*, *Adobe*, *Microsoft*, *Lucasfilm*, e *RedGiant*.

Informações Adicionais:

- <http://www.pixvana.com>;
- Seattle, WA.

**AMD Liquid
VR**



	Descrição: - Tecnologia de realidade virtual da AMD <i>LiquidVR™</i> fornece conteúdo impressionante, conforto avançado e fácil compatibilidade para esta próxima geração de experiências em realidade virtual - a partir de simulações, jogos, entretenimento, educação, mídia social, viagens, medicina, setor imobiliário, comércio eletrônico, etc. Informações Adicionais: - http://www.amd.com/en-us/innovations/software-technologies/technologies-gaming/vr.
NVIDIA Gameworks VR	 The image is a promotional graphic for NVIDIA GameWorks VR. It features a dark background with the title 'GAMEWORKS VR' in large, bold, white letters. Below the title, the tagline 'Faster performance, lower latency, and better compatibility' is written in a smaller, light green font. The graphic is divided into five vertical columns, each representing a different technology. Each column has a green icon at the top, followed by the technology name in bold white letters, and a brief description in a smaller white font. The technologies are: 1. MULTIRENDERING SHADING (icon: two overlapping rectangles), 2. VR SLI (icon: two overlapping rectangles with a double-headed arrow), 3. CONTEXT PRIORITY (icon: a rectangle with a double-headed arrow), 4. DIRECT MODE (icon: a rectangle with a double-headed arrow), and 5. FRONT BUFFER RENDERING (icon: a rectangle with a double-headed arrow). At the bottom right, there is a small NVIDIA logo. Descrição: - O <i>GameWorks VR</i> é conjunto de <i>APIs</i>, bibliotecas e recursos que permitem ambos os auriculares e <i>Game Developers VR</i> proporcionar experiências RV surpreendentes da <i>NVIDIA</i>. Informações Adicionais: - https://developer.nvidia.com/virtual-reality-development.

**Archvirtual
immerse
Framework**



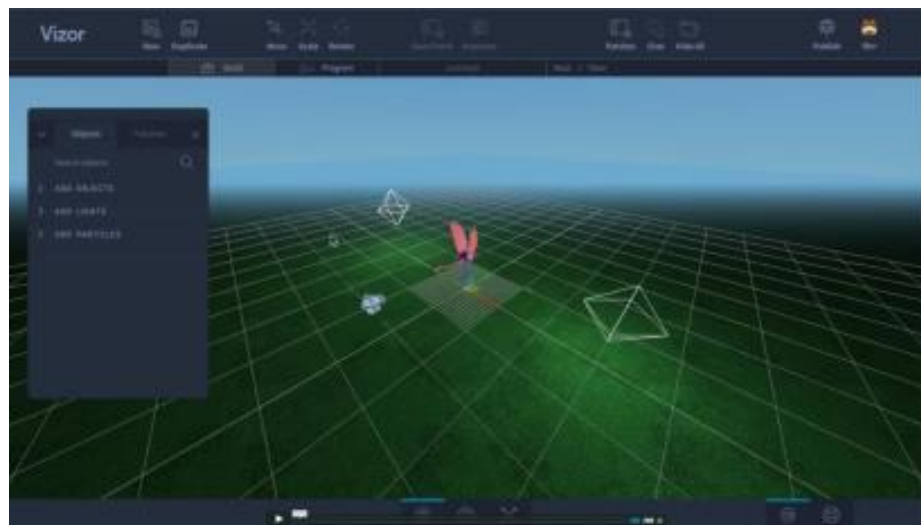
Descrição:

- *Immerse* torna o desenvolvimento com *Unity VR* mais rápido e inteligente, fornecendo-lhe um conjunto de ferramentas de blocos de construção que você pode usar para adicionar interatividade ao seu projeto;
- É possível combinar esses blocos de construção para criar uma ampla gama de funcionalidade para suportar praticamente qualquer coisa que você deseja criar em RV.

Informações Adicionais:

- <https://www.immerseinteractive.com/immerse-beta-5-quicker-smarter-unity-vr-development/>.

**Vizor (Web
VR)**



	Descrição: - Possibilita criar e compartilhar RV no seu browser; - Não é necessário ser um desenvolvedor de jogos para criar conteúdo RV na web; - Com o editor visual de <i>Vizor</i>, qualquer um pode criar e compartilhar suas próprias experiências RV em um navegador web gratuitamente. - Parte da <i>Boost.VC Tribe 6</i>. Informações Adicionais: - http://vizor.io; - Finlândia.
Janus (Web VR)	 Descrição: - Possibilita envolvente e colaborativa experiência multidimensional na internet; - <i>JanusVR</i> cria experiências em RV que transcendem as fronteiras geográficas para convocar e interagir em espaços conectados, multidimensionais; - Permite socializar, fazer compras, a realização de reuniões, filmes, eventos, jogos ou colaborativamente vagando espaços utópicos descentralizadas uns dos outros, explorando e inspirando a criatividade em si; - Parte da <i>Boost.VC Tribe 6</i>.

	Informações Adicionais: - http://www.janusvr.com/; - Toronto Canadá.
Beloola (Web VR)	Descrição: - Possibilita explorar o conteúdo em espaços imersivos 3D e interagir com outros usuários em tempo real; - Parte da <i>Boost.VC tribo 6</i>. Informações Adicionais: - http://www.beloola.com.
Waking App	

	Descrição: Realidade Virtual e Realidade Aumentada: - Plataforma fácil para a criação de conteúdo - A plataforma <i>ENTiTi Creator</i> é o primeiro de seu tipo que permite a criação de conteúdo de Realidade Virtual e Aumentada interativo (até mesmo jogos) sem a necessidade de nenhuma habilidade de programação; - Seus sistemas baseados em nuvem com interface <i>drag-and-drop</i> permitem que alguém possa publicar conteúdo facilmente para os principais smartphones e dispositivos RV / RA; - O conteúdo pode ser facilmente e rapidamente atualizado em qualquer altura, em qualquer lugar. Informações Adicionais: - http://www.wakingapp.com.
Limitless Ltd. (character toolkit)	Descrição: Dê vida aos personagens sem limites com <i>VR Creative Environment</i>: - A <i>Limitless VR Creative Environment</i> acelera o desenvolvimento de conteúdos <i>VR character-driven</i> de alta qualidade, permitindo que desenvolvedores possam se concentrar em construir conexões emocionais com seu público; - A <i>Limitless VR Creative Environment</i> resolve o problema complexo dos personagens que integram em conteúdo RV, e refletem a vida real,

	respondendo a reconhecimento de voz, gestos, olhar, distância, e outra entrada RV; Informações Adicionais: - http://vrlimitlessltd.com; - <i>Seattle, WA.</i>
Improbable	Descrição: - A empresa com sede em Londres fornece o <i>backend</i> para fazer mundos simulados (que inclui realidade virtual em grande escala). Informações Adicionais: - https://improbable.io.
VÍDEO STITCHING FOR 360 VÍDEO	
Valor agregado para a Indústria: Possibilita a criação de fotos panorâmicas e vídeos 360 graus para serem utilizados em conjunto com a Realidade Virtual. Nesse caso, possibilita a inserção das imagens e vídeos do chão de fábrica no mundo virtual em alta resolução.	
GoPro (acquired Kolor)	

	Descrição: - A Kolor desenvolve <i>image-stitching software</i>, <i>virtual tour software</i> e <i>software</i> de vídeo em 360°; - Oferece uma seleção dos melhores equipamentos para a fotografia panorâmica e vídeo. Informações Adicionais: - http://www.kolor.com/; - França.
VideoStitch	Descrição: - O <i>VideoStitch</i> combina múltiplas câmeras para vídeo panorâmico com alta resolução em tempo real, cobrindo até 360x180 graus e nenhum ponto cego; - Também tem uma versão streaming ao vivo em beta. Informações Adicionais: - http://www.video-stitch.com/ - França.

**Google Jump
Assembler**



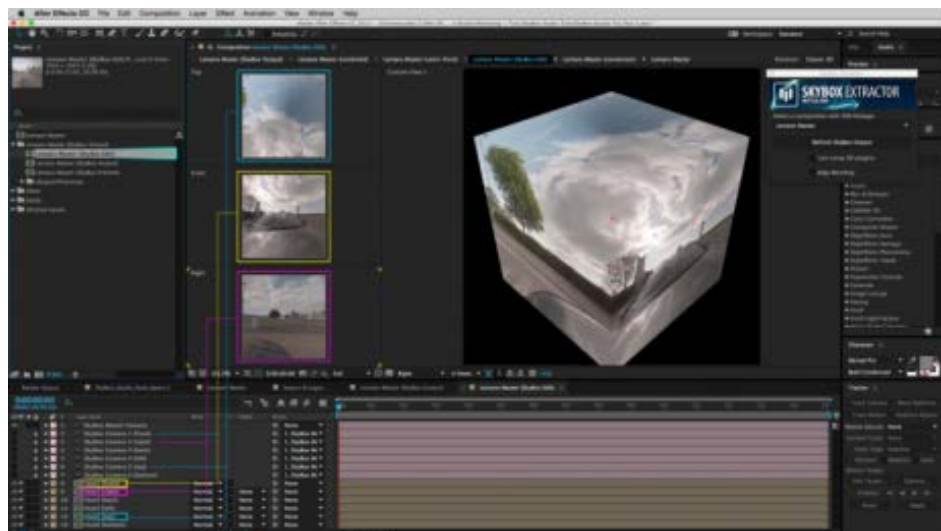
Descrição:

- O *Jump* é uma plataforma *open-source VR* que inclui planos para uma matriz de 16 câmeras capaz de filmar em 360º imagens tridimensionais e vídeo;
- Existem três componentes principais: a plataforma com 16 câmeras, um montador que leva material bruto e que faz a compilação em vídeo RV estereoscópicos.

Informações Adicionais:

- <https://www.google.com/get/cardboard/jump/>;
- EUA.

**Mettle
skybox**



	Descrição: - Um dos mais completos conjuntos de ferramentas disponíveis para produção 360 / RV em After Effects; - Configura automaticamente a 360, assim o desenvolvedor pode se concentrar na criação de conteúdo. - A solução de <i>workflow</i> de 2 <i>scripts</i> e 2 <i>plugins</i> que abordam diferentes aspectos da 360 / produção RV. - Criar conteúdo inteiramente dentro do After Effects, ou importação <i>stitched</i> 360° de imagens para adicionar texto, logotipo e FX, fazer a remoção objeto ou <i>motion-tracking</i>. - Funciona dentro do espaço 3D, com a maioria dos plugins Ae 3D, incluindo <i>mettle ShapeShifter Ae</i>, <i>FreeForm</i>, <i>FreeForm Pro</i>, <i>Trapcode Particular and Form</i>, <i>Element 3D</i>, <i>Plexus and others</i> e outros. Informações Adicionais: - http://www.mettle.com/product/skybox-studio/.
Argon 360	 

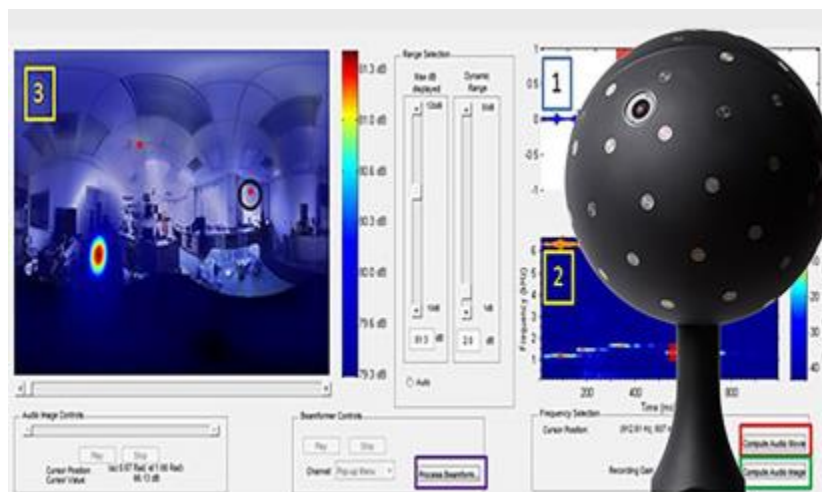
	Descrição: - O <i>Argon360</i> é um <i>IP Core</i> para <i>chip</i> ou <i>FPGA</i> oferecendo <i>video stitching</i> de alta qualidade de vídeo em tempo real; - A abordagem baseada em hardware escalável oferece um formato compacto combinado com baixo consumo de energia - uma solução perfeita para aplicações alimentadas móveis e bateria; - O <i>Argon360</i> pode simplificar o fluxo de trabalho para câmeras 360°, possibilitando desde novos projetos de câmeras de ação para plataformas multi-câmeras existentes, permitindo <i>streaming</i> ao vivo e visualização de 360 ° ao vivo e vídeos panorâmicos. Informações Adicionais: - http://www.argondesign.com/products/argon360/.
--	---

3D ESPACIAL (BINAURAL) AUDIO

Valor agregado para a Indústria:

Possibilita o posicionamento virtual de som em qualquer lugar do espaço 3D com extrema precisão, criando a percepção da direção da fonte real, distância, profundidade e movimento em relação ao ouvinte e ouvida através de auscultadores estéreo padrão.

Visisonics



Descrição:

- O *RealSpace™ áudio 3D* é o posicionamento virtual de som em qualquer lugar do espaço 3D com precisão *pin-point*, criando a

	percepção da direção da fonte real, distância, profundidade e movimento em relação ao ouvinte e ouvida através de auscultadores estéreo padrão; - Ele recria o ambiente auditivo do ambiente, criando uma experiência imersiva de áudio completo. Informações Adicionais: - http://visisonics.com/; - USA.
Dolby Atmos	Descrição: - Ao invés de ser restrito a canais, os sons existem como entidades individuais que são precisamente colocados e movidos no espaço tridimensional; - Um receptor A / V com um renderizador <i>Atmos</i> leva uma “<i>room calibration</i>” mapeia para melhor criar uma paisagem 3D e áudio e transporta-nos para o seu entretenimento, movendo som ao seu redor no espaço tridimensional. Informações Adicionais: - www.dolby.com/; - EUA.

Google
(acquired
Thrive Audio)



THRIVE AUDIO

Ultra-realistic Spatial Audio for Virtual Reality

Descrição:

- O *THRIVE* é um sistema de áudio Headset que recria um campo de som ultrarrealista nos ouvidos ouvintes incluindo altura e profundidade usando a reprodução do campo sonoro para informar de rastreamento de cabeça do Oculus Rift;
- Eles têm o *plugin* de Unity 3D para os desenvolvedores de jogos, juntamente com uma API independente para todos os outros.

Informações Adicionais:

- <http://www.mee.tcd.ie/thrive/>;
- Irlanda.

Mach1
Studios



	Descrição: - Desenvolvem ferramentas que permitem criar um som multidirecional, multidimensional, e que nos permite observar o som de dentro dessa perspectiva. Informações adicionais: - http://www.mach1studios.com.
Facebook (acquired Two Big Ears)	Descrição: - Possibilita projetar aplicações de áudio imersivos e interativos e ferramentas, com foco em tecnologias móveis e emergentes; Informações Adicionais: - https://twobigears.com; - Edimburgo, Escócia;
Dysonics	

	Descrição: - A tecnologia <i>Dysonics</i> utiliza algoritmos de software para introduzir qualidade, profundidade e realismo ao áudio, recriando as qualidades de som que teria sido presente se o ouvinte estivesse em uma sala de concertos ou estúdio de gravação. Informações Adicionais: - http://dysonics.com/; - USA.
Tool Kit Ambisonic	 Descrição: - Ferramentas para a composição <i>soundfield-kernel</i>; - O <i>Ambisonic Toolkit (ATK)</i> reúne uma série de ferramentas clássicas e inovadoras para o artista que trabalha com som <i>surround Ambisonic</i>; - O conjunto de ferramentas pretende ser tanto ergonômico e abrangente, enquadrado para que o usuário está habilitado ao “<i>think Ambisonic</i>”. Informações Adicionais: - http://www.ambisonictoolkit.net/wiki/tiki-index.php.

Ossic



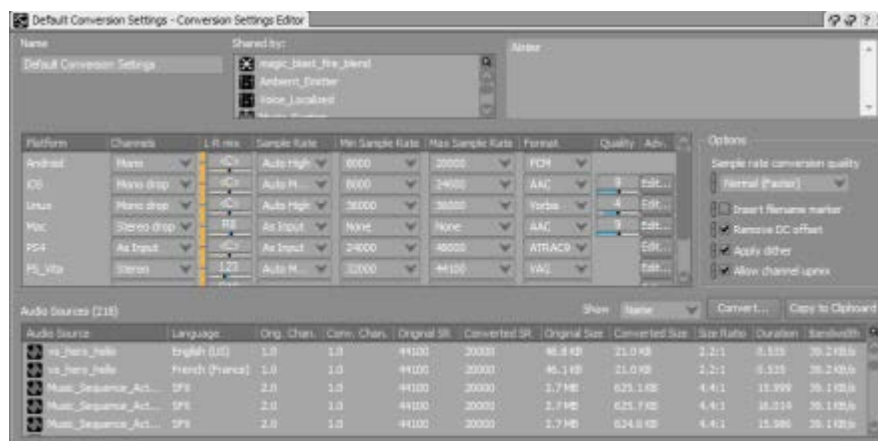
Descrição:

- Fones de ouvido com áudio holográfico;
- OSSIC está trazendo uma experiência de som totalmente imersiva aos seus jogos, filmes, música e muito mais;
- Requer seu *hardware* e *software headphone SDK* proprietário.

Informações Adicionais:

- <http://blog.ossic.com/wb-sc>;
- San Diego, CA.

Audiokinetic (Wwise)



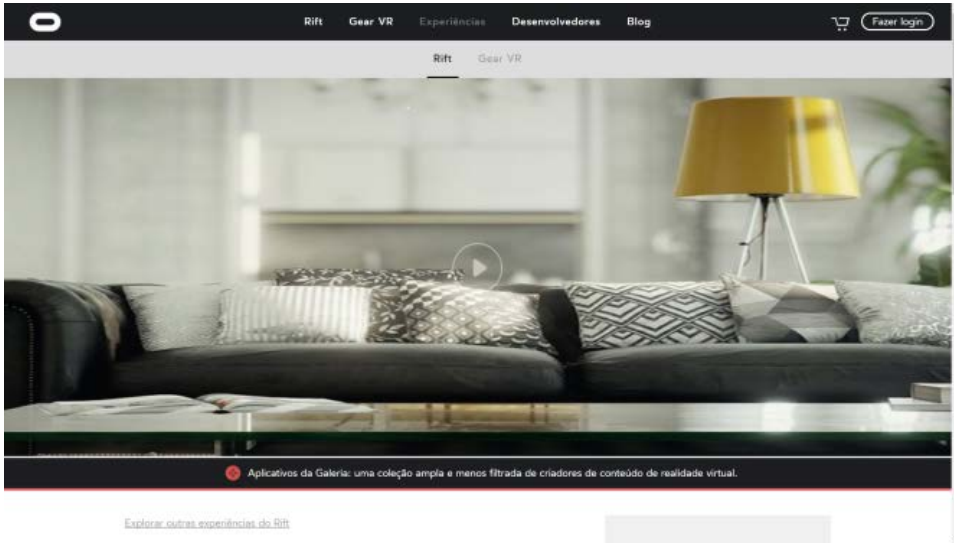
Descrição:

- O *Wwise* de *Audiokinetic* é um *Sound Engine* líder na indústria de jogos e de mídia que oferece uma abordagem integrada para produção de áudio interativo e 3D / RV;
- O *Wwise* para RV faz parte de todos os principais fluxos de trabalho de criação de conteúdo *VR Gear* tais como *Oculus*, o *Google Cardboard*,

	<i>HTC Vive</i> e <i>PS VR</i>; - Ele alimenta o áudio 3D de muitos conteúdos populares em RV como <i>Henry</i>, <i>The Climb</i> ou <i>EVE: Valkyrie</i>. Informações Adicionais: - https://www.audiokinetic.com/.
AVATAR AND CHARACTER SYSTEMS	
Valor agregado para a Indústria: Possibilita a criação de personagens individuais ou multidões em Realidade Virtual. Interessante como meio de treinamento dentro do chão de fábrica: simulação de rota de fuga, movimentação de funcionários, etc.	
Oculus Avatars	Descrição: Oculus Avatars: - Oculus Avatares SDK com <i>Touch</i>, para que os desenvolvedores possam começar a integrar avatares em suas experiências RV; - Títulos incluindo <i>Sports Bar VR</i> e <i>Kingspray</i>, contará com suporte completo para <i>Oculus Avatars</i> no lançamento do <i>Touch</i>. Informações Adicionais: - https://www.oculus.com/blog/a-closer-look/; - Menlo Park, CA, EUA.

Morph3D	Descrição: MORPHING: - Permite esculpir o seu próprio personagem personalizado a partir do zero; - Possui recurso de <i>morphing</i> do <i>Morph 3D</i>, podendo obter esse personagem exatamente como se deseja, assim como esculpir a partir do zero; - Possibilita preencher toda uma multidão de pessoas sem usar o mesmo personagem duas vezes - tudo a partir do mesmo modelo base; - Permite controlar e combinar estes <i>morfos</i> através da <i>API</i> e alterar o seu personagem durante o tempo de execução para mostrar o envelhecimento, progressões de infecções alienígenas, e mudanças na saúde e físico. Informações Adicionais: - www.Morph3d.com; - Salt Lake City, Utah.
Surreal VR	Descrição:

	- O <i>SurrealVR</i> é uma plataforma RV social onde os jogadores com avatares realistas desfrutam de interação social com seus amigos; - Desenvolvedores de terceiros pode estender a plataforma usando o <i>SurrealVR SDK</i>, que torna mais fácil para adicionar uma camada social e distribuir qualquer conteúdo RV, com uma robusta plataforma cruzada o <i>avatar toolkit</i>, <i>room scale VR</i>, física em rede, chat de voz, etc; - O <i>SDK</i> também pode ser usado para desenvolver títulos para múltiplos jogadores independentes para RV, aproveitando ao máximo a plataforma <i>SurrealVR</i>. Informações Adicionais: - http://www.surrealvr.com/.
Oben	
	Descrição: - O <i>Oben</i> pode recriar seu rosto em RV; - O <i>Oben</i> pode capturar uma imagem 2D e criar uma cabeça virtual em 3D, oferecendo mais uma forma de tornar a realidade virtual mais real e envolvente; - Cria uma renderização virtual de seu hardware; - O <i>Oben</i> pode combinar rapidamente a imagem de uma pessoa e uma voz simples gravada para fornecer um serviço personalizado e uma identidade virtual realista.

VR CONTENT DISTRIBUTION PLATFORM	
APP STORES	
Valor agregado para a Indústria: Os portais de vendas de aplicativos e produtos possibilitam à Indústria adquirir os equipamentos em Realidade Virtual de maneira simplificada.	
Oculus Home	
	Descrição: - O <i>Oculus Home</i> permitirá aos usuários visualizar jogos e comprá-los para download; - Ele funciona com o <i>Headset</i> para que se possa visualizar, comprar, fazer download e jogar um jogo sem ter que tirar o <i>Rift</i>.
	Informações Adicionais: - https://share.oculus.com/; - EUA.

**Valve
Steam
VR**



Descrição:

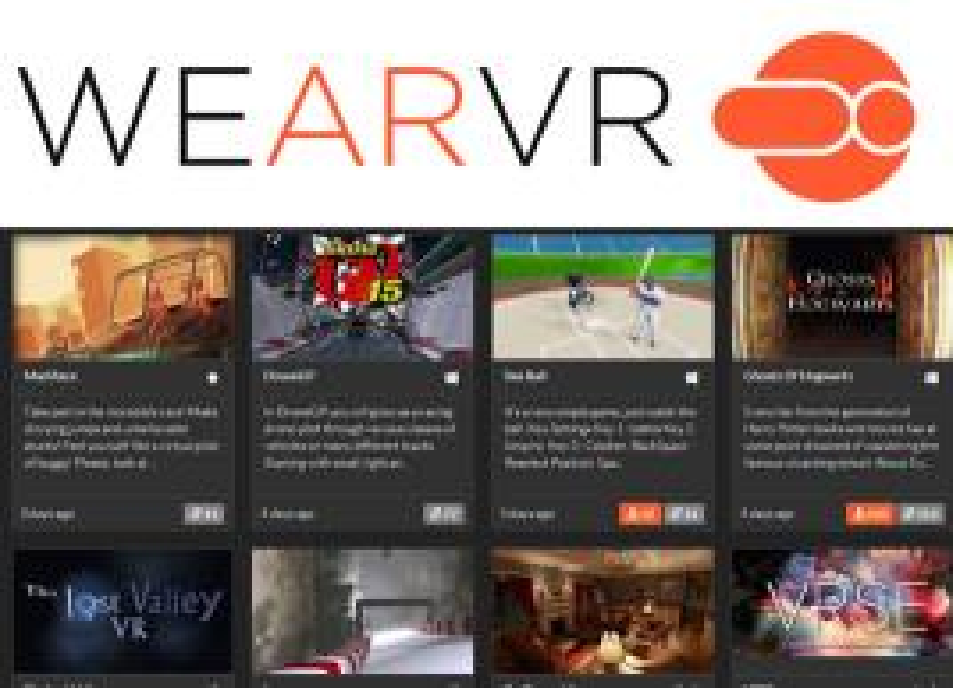
- O Sistema de detecção trabalha como um *GPS* pessoal com precisão milimétrica.

Informações Adicionais:

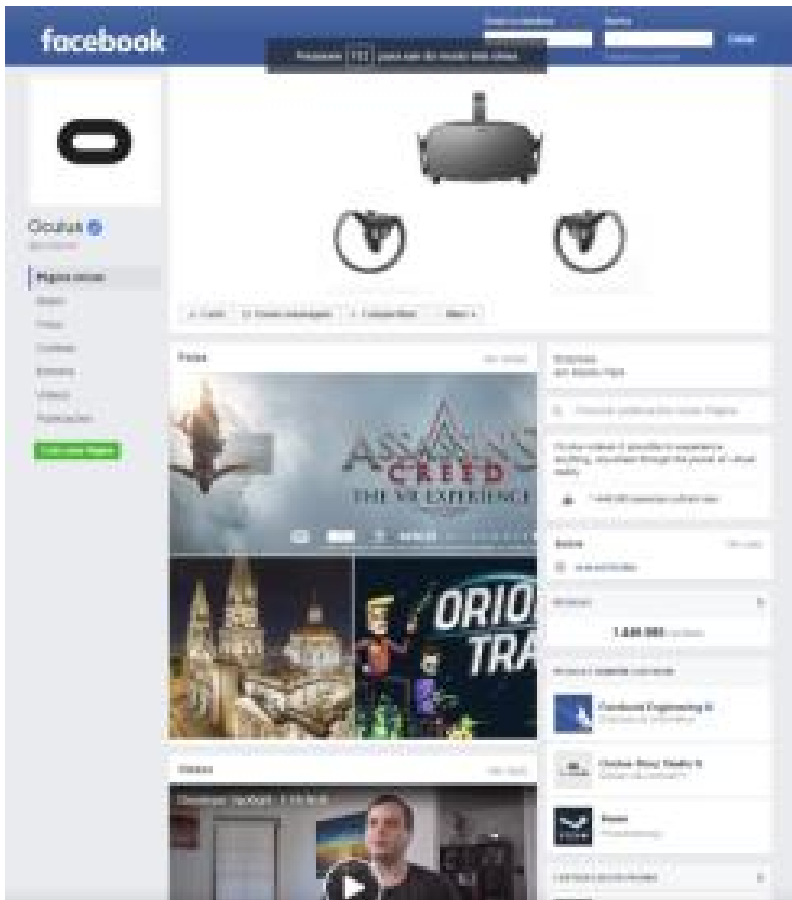
- <http://store.steampowered.com/steamvr?!=portuguese>.

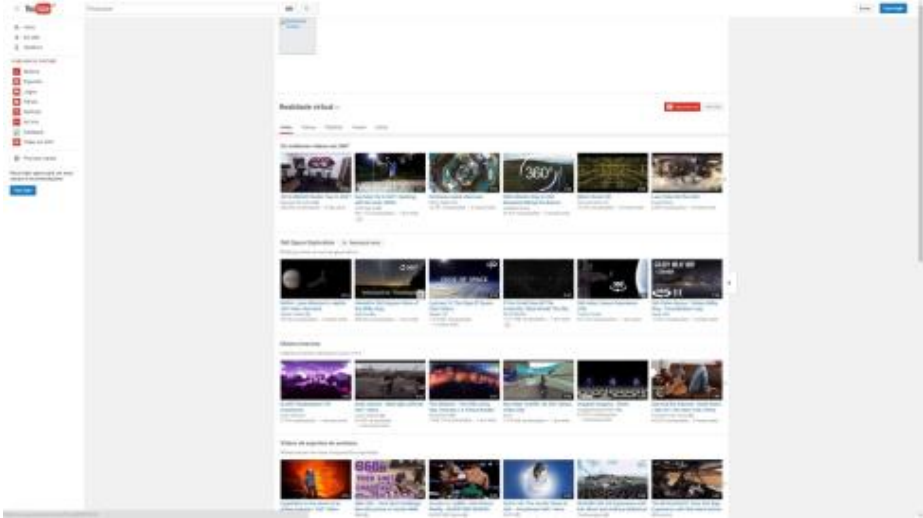
**HTC
Viveport**

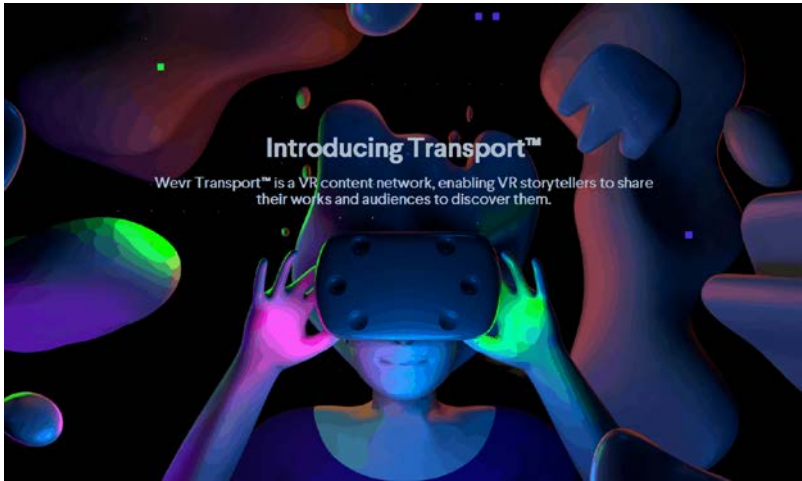


	Descrição: - No portal da HTC VR temos o aplicativo “Viveport”, concebido como uma vitrine para o conteúdo HTV Vive VR. Informações Adicionais: - http://www.roadtovr.com/htc-viveport-vr-app-store-client-available-new-i-ma-ges-suggest-breaking/.
WEAR VR	 Descrição: - O WEARVR, é o novo lugar para descobrir o conteúdo mais recente e maior para dispositivos de realidade virtual; - Trabalham com indivíduos, desenvolvedores independentes, estúdios e agências estabelecidos, dando-lhes uma plataforma para mostrar seu conteúdo. Informações Adicionais: - https://www.wearvr.com/; - EUA.

Next Galaxy VR CEEK	Descrição: - O <i>Next Galaxy Corp</i> está desenvolvendo o <i>CEEK</i> - um conteúdo social de distribuição de plataforma totalmente imersiva para acessar experiências de realidade virtual, 3D e vídeos 360º com o <i>Oculus Rift</i> e outros <i>Displays VR</i>; - O <i>Next Galaxy</i> está liderando a criação e distribuição de RV para negócios, entretenimento e experiências educacionais; - Eles também estão criando <i>Headsets</i> e um controlador para RV. Informações Adicionais: - http://www.nextgalaxycorp.com/;
VÍDEO	
Valor agregado para a Indústria: Permite a criação de vídeos de 360º livres, imersivos em formato <i>streamable</i> e para <i>download</i>. Pode ser utilizado pela Indústria como meio de criação de vídeos imersivos para a Realidade Virtual.	
Samsung VR (was Milk VR)	

	Descrição: - O <i>Milk VR</i> proporciona vídeos de 360º livres, imersivos para a plataforma do Galaxy Note 4 em formato <i>streamable</i> e para <i>download</i>; Informações Adicionais: - https://milkvr.com/#/; - Coreia do Sul.
Facebook	 Descrição: - O <i>Facebook</i> não irá criar conteúdo RV, ele quer que seus usuários compartilhem experiências virtuais uns com os outros tão facilmente como nós atualmente compartilhamos fotos e vídeos; - O <i>Facebook</i> está trabalhando em aplicativos de realidade virtual, assim como ferramentas de construção para os usuários criarem a sua própria.

	Informações Adicionais: - https://www.facebook.com/oculusvr/.
Youtube	 Descrição: - O <i>YouTube</i> suporta o upload e reprodução de vídeos esféricos com 360º graus no <i>Chrome desktop</i>. A fim de fazer upload de um arquivo de vídeo de 360 graus, é necessário modificar o arquivo com um aplicativo ou <i>script</i> antes de fazer o upload; - É possível assistir vídeos em 360º em aplicações do <i>YouTube</i> para <i>Android</i> e <i>iOS</i>; - Para uma experiência de imersão, é possível assistir vídeos em 360º com o <i>Cardboard</i> e o <i>App</i> do <i>YouTube</i> para <i>Android</i>.
	Informações Adicionais: - https://www.youtube.com/channel/UCzuqhhs6NWbgTzMuM09WKDQ.

Transport by WERV	
	Descrição: - O <i>Wevr Transport™</i> é um dispositivo de rede agnóstica, que permite a contadores de histórias RV façam o compartilhamento.
	Informações Adicionais: - https://transport.wevr.com; - LA, CA, EUA.
Littlstar	 Descrição: - O <i>Littlstar</i> é uma nova rede de compartilhamento de vídeo em 360°; - Quer colocar sua plataforma <i>YouTube-like</i> nas mãos de qualquer

	peessoa com um <i>Headset VR</i> de papelão (ou plástico); Informações Adicionais: - http://littlstar.com/. Informações Adicionais: - https://www.vrvideo.com/; - EUA;
NextVR	Descrição: - O NextVR é uma empresa de tecnologia que captura e oferece experiências de realidade virtual ao vivo e <i>on-demand</i>. Informações Adicionais: - http://www.nextvr.com/; - EUA.

GoPro VR	
	Descrição: - Desenvolvido para compartilhar experiências de imersão 360 ° em todos os lugares; - Upload de se vídeos em 360 ° através da <i>GoPro VR</i> para compartilhá-las com o mundo; - Os usuários podem acessar seus vídeos através da web, smartphones ou em seu <i>Headset VR</i> móvel; - Sistema Android e iOS. Informações Adicionais: - http://vr.gopro.com.
Sphere Play	

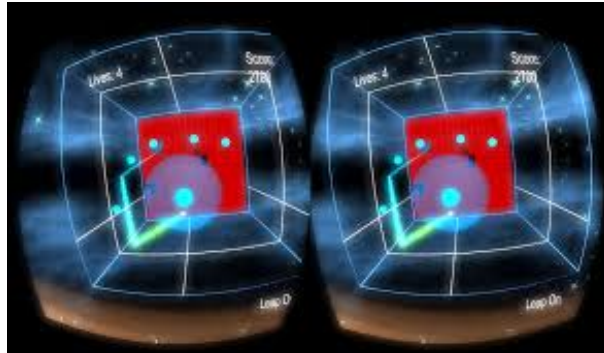
	Descrição: - O SpherePlay é um software reprodutor de mídia que alimenta o novo mundo de imersão RV em 360°, e <i>High Definition</i> esférico (<i>HDS</i>) <i>storytelling vídeo</i>; - O SpherePlay ajuda nos negócios, Empresas, anunciantes, educação, profissionais e indivíduos além de mídia de vídeo / foto tradicional, fornecendo a tecnologia de software media player para oferecer alta definição e experiências de reprodução de vídeo esféricas e imersivas 360° HD em transmissões ao vivo a qualquer público; - As <i>VR Player Technologies</i> da <i>SpherePlay</i> oferecem as integrações de plataformas media player imersivas mais personalizável do mercado. Informações Adicionais: - http://www.sphereplay.com/.
Deepoon 3DBoBo	Descrição: - A <i>Deepoon</i> criou um aplicativo móvel dedicado chamado <i>3DBoBo</i> onde uma grande coleção de vídeos VR em 360º podem ser transmitidos e a partir de qualquer <i>smartphone iOS</i> ou <i>Android</i>. Informações Adicionais: - https://itunes.apple.com/us/app/3d-bo-bo/id1044184339?mt=8&ign-mpt=uo%3D4.

VR CONTENT – HEALTHCARE & WELLNESS

Valor agregado para a Indústria:

Para melhorar o desempenho dos funcionários através do tratamento de transtornos de ansiedade por meio de terapia de exposição gradual utilizando a Realidade Virtual, para exercitar a visão e diversas formas de auxílio para a cura de fobias dos funcionários da Indústria de forma virtual.

Vivid Visions (formerly Diplopia) (eye training)



Descrição:

- O jogo em realidade virtual que exercita a sua visão;
- Projetado para pessoas com *ambliopia* (olho preguiçoso) e *estrabismo* (Crossed Eye).

Informações adicionais:

- <http://www.diplopiagame.com;>
- EUA.

Visionize (correction for low- vision)



	Descrição: - O <i>Visionize</i> é um aplicativo que trata da degeneração macular, uma doença ocular incurável que prejudica severamente a visão; - A <i>Visionize LLC</i>, usa o mesmo tipo de <i>hardware</i> que os poderosos videogames de realidade virtual, mas em vez de uma aventura simulada com comando à distância, o <i>Headset</i> visa corrigir os sintomas debilitantes da deterioração da retina que provoca a degeneração macular. Informações Adicionais: - http://www.ptreyeslight.com/article/marshall-man-makes-vision-app.
NuEyes (Correction for low vision)	Descrição: - A tecnologia <i>Wearable</i> é o futuro e <i>NuEyes</i> apresentando seu <i>smartglasses ODG</i>, que é um dispositivo compacto; - Torna possível para as pessoas com deficiência visual se conectar com os entes queridos e outros sem sempre ter que usar uma máquina desajeitada e grande. - A prótese visual removível ajuda os deficientes visuais a verem de novo, mantendo as mãos livres. Informações Adicionais: - https://nueyes.com; - http://www.fastcompany.com/3057360/how-odgs-smart-glasses-can-help-the-visually-impaired.

<i>Psious (Anxiety and Phobia Management VR Platform)</i>	Descrição: - O <i>Psious</i> é a desenvolvedora de uma tecnologia com base móvel que usa ambientes virtuais hiper-realistas para tratar transtornos de ansiedade por meio de terapia de exposição gradual; - A plataforma tem um conjunto de aplicativos móveis com ambientes virtuais para fornecer tratamento para várias fobias; - O <i>Psious</i> está desenvolvendo tecnologia eficaz de exposição virtuais através da combinação de vários sistemas, como Realidade Virtual, Realidade Aumentada e som <i>binaural</i> para torná-los disponíveis em qualquer plataforma móvel. Informações Adicionais: - http://psious.com/; - Espanha.
<i>Psytech Phobos (Anxiety and Phobia Management VR Platform)</i>	

	Descrição: - O <i>Psytech Phobos</i> é um <i>software</i> de Realidade Virtual para a pesquisa e tratamento de fobias comuns e transtornos de ansiedade; - Falha na Indiegogo; - https://www.indiegogo.com/projects/phobos-anxiety-management-vr-platform. Informações Adicionais: - http://psychologicaltechnologies.com; - EUA.
<i>Fearless VR (Anxiety and Phobia Management VR Platform)</i>	Descrição: - O <i>Fearless VR</i> ajuda a superar os medos, de forma gradual e em seu próprio ritmo, usando a realidade virtual; - O <i>Fearless VR</i> é inspirado em técnicas bem comprovadas de terapia de exposição. Informações Adicionais: - http://www.fearlessvr.com; - No 1º lote da aceleradora <i>Boost</i>.

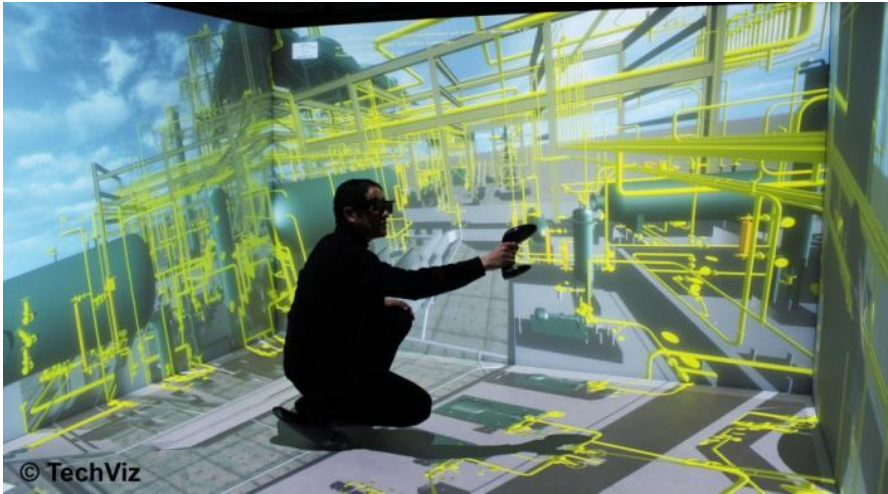
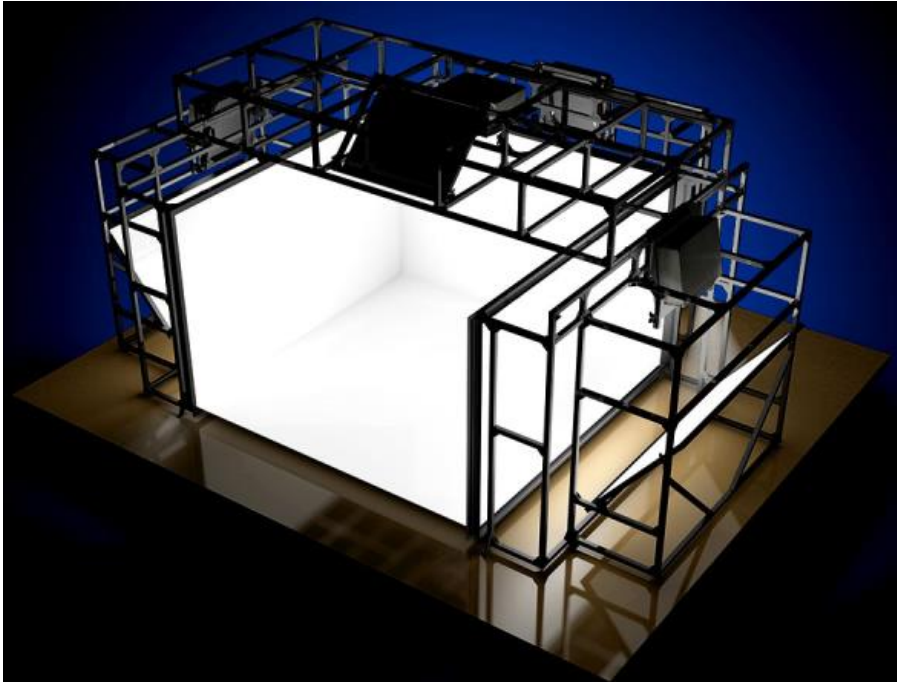
DeepStream VR (Pain management)	Descrição: - O <i>DeepStream VR</i> é pioneiro em jogos de realidade virtual interativos com <i>biofeedbacks</i> para ajudar a aliviar a dor e melhorar a qualidade de vida. Informações Adicionais: - http://deepstreamvr.com/; - EUA.
Applied VR (Pain Management)	Descrição: - O <i>AppliedVR®</i> possui tecnologia de ponta no <i>state-of-the-art</i> para melhorar os negócios, o desempenho e as pessoas. Informações Adicionais: - http://www.appliedvronline.com; - EUA.

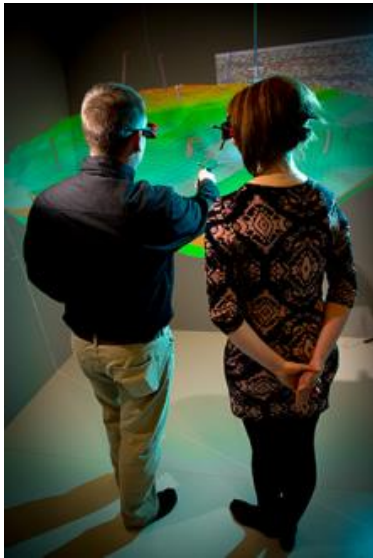
Surgevry (surgical training)	Descrição: - Usando um GoPro 3D configurada, foi filmada uma cirurgia ortopédica do ponto de vista do cirurgião; - Em seguida, foi convertida para um filme em 3D de 180º para o Oculus Rift. Informações Adicionais: - http://www.surgevry.com
Cubicle Ninja (meditation)	Descrição: - A Agência de Design Digital com uma paixão para cuidados com a saúde criou a experiência de meditação RV guiada para o Gear VR. Informações Adicionais: - http://cubicleninjas.com/join_the_healthcare_virtual_reality_revoluti

	on/; - EUA.
Unello Designs (meditation)	 The image shows a serene virtual landscape with a river flowing through a lush, forested area. The text 'Eden River' is prominently displayed in a large, elegant font, with 'A Virtual Reality Relaxation Experience' written below it in a smaller font. A VR headset icon is visible in the bottom right corner.
	Descrição: - A transcendência através da realidade virtual; - <i>Eden River</i> & <i>Zona Zen</i> são aplicativos desenvolvidos em Realidade Virtual para ajudar a alcançar um estado meditativo.
	Informações Adicionais: - http://www.unellodesign.com; - EUA.
VirZoom (Fitness)	 The image shows a black exercise bike with a VR headset mounted on the handlebars. The bike is positioned in front of a large, curved screen displaying a virtual environment with a pink tent and a blue sky.
	Descrição: - O <i>VirZOOM</i> cria experiências em RV movidas pelo usuário; - Através dos pedais o <i>VirZOOM Controller</i> cria o movimento para

	jogos RV. Informações Adicionais: - http://www.virzoom.com; - Arrecadou \$ 1.83m no <i>Convertible</i> em 16 de abril de 2015; - EUA.
Icaro (Fitness)	 Descrição: - O <i>Icaro</i> combina o treino com uma experiência original do voo, com ele é possível descobrir espaço ou explorar o Amazonas, surfar através da onda perfeita. Tudo é isso utilizando a Realidade Virtual. - O <i>Icaro</i> é um novo dispositivo de jogos <i>fitness</i>, com ele é possível treinar corpo e mente; - O <i>Icaro</i> possibilita controlar e determinar a trajetória de voo ou o caminho de mergulho no jogo somente com os movimentos do usuário. Informações Adicionais: - https://www.hyvedesign.net/en/portfolio-items/icaros/.

Widerun (fitness)	Descrição: - O <i>Widerun</i> fornece uma solução completa de equipamentos <i>plug&play</i> orientados a RV (treinamento de ciclistas, máquinas de remo, etc.); - A empresa formou um ecossistema de usuários, desenvolvedores, comunidades, um mercado com jogos adicionais e mundos em RV adequado para vários propósitos: de <i>home fitness</i> para a reabilitação a programas e soluções de formação profissional. Informações Adicionais: - http://www.widerun.com; - Itália.
One Caring Team (Elderly care)	Descrição: - O One Caring fornece o <i>Proactive Health</i> através do <i>Medical VR</i>.

	Informações Adicionais: - https://onecaringteam.com/
CAVE AUTOMATIC VIRTUAL ENVIRONMENT	
Valor agregado para a Indústria: Possibilita solução totalmente integrada para visualizações RV e 3D de ambientes e equipamentos industriais.	
TechViz	 

	Descrição: - A <i>CAVE TechViz</i> é equipada com os mais recentes hardware e software; - A <i>CAVE</i> (<i>Cave Automatic Virtual Environment</i>) é uma solução totalmente integrada para visualizações RV e 3D. Desenvolvido com parceiros de longo prazo, todos os especialistas em seu campo, a <i>CAVE TechViz</i> é definitivamente uma das melhores soluções para visualização para a Realidade Virtual 3D. Informações adicionais: - Projeção alimentada por projetor Christie, 4 séries mirage M; - Integração pela Simulação Antycip; - Software de visualização 3D TechViz XL by TechViz; - Estações de trabalho Z620 fornecidas pela HP; - Telas e estrutura fornecidas por Da-lite; - Cartões gráficos NVIDIA P5000 fornecidos pela PNY; - Sistema de rastreamento TrackPack 4 e dispositivo de navegação Fystick2 fornecido pela ART; - Óculos 3D e emissores fornecidos pela Volfoni; - http://www.techviz.net/virtual-reality-cave-automatic-virtual-environment. - https://www.techviz.net
Mechdyne CAVE	 A photograph showing two individuals, a man and a woman, from behind, wearing VR headsets and standing in a CAVE (Cave Automatic Virtual Environment). They are interacting with a large, multi-colored 3D projection on the walls of the environment. The man is pointing at the projection, and the woman is looking at it. The environment is dimly lit, with the primary light source being the projection itself.

	Descrição: - O sistema de realidade virtual <i>Mechdyne CAVE™</i> é uma solução de visualização de tamanho grande e grande que combina projeção estereoscópica de alta resolução e gráficos computacionais 3D para criar uma sensação completa de presença em um ambiente virtual; - A CAVE permite que vários usuários fiquem imersos totalmente no mesmo ambiente virtual ao mesmo tempo. Informações adicionais: A CAVE permite aos usuários: - Analisar e interpretar dados espaciais mais rapidamente; - Envolve o "cérebro inteiro" para maior retenção; - Permite que se navegue intuitivamente em ambientes realistas e de tamanho real para pesquisa ou design. - Concentrar-se em seus dados, não na tecnologia, com uma solução totalmente integrada de exibição, software, computação e suporte. - https://www.mechdyne.com/hardware.aspx?name=CAVE.
Christie CAVE – Cave Automatic Virtual Environment	Descrição: - A <i>Christie® CAVE™</i>, Cave Automatic Virtual Environment é uma solução de visualização do tamanho do quarto, permitindo que vários usuários compartilhem a mesma experiência simultaneamente aprimorando o trabalho em equipe, descoberta e tomada de decisões; - Com uma pegada compacta e uma estrutura que é leve e rígida para a integridade estrutural, as CAVE Christie são rápidas de instalar e são perfeitas para espaços menores.

	Informações adicionais: A <i>Christie® CAVE™</i>, apresenta uma fidelidade visual de alto desempenho em uma pegada compacta que pode ser implantada em muitos setores e para muitos usos, tais como: - Ambientes de simulação 3D e treinamento; - Análises de design de produto; - Design arquitetônico e industrial; - Fabricação; - Treinamento de manutenção e serviço; - Treinamento médico; - Museus e educação; - Exploração de petróleo e gás; - Pesquisa científica; - Análise topográfica; - https://www.christiedigital.com/pt-br.
--	---

Conclusões

A partir deste anexo e de sua extensa lista de dispositivos fica um pouco mais evidente sobre como eles podem ser úteis para a indústria de forma geral e sua aplicação na Indústria 4.0. A partir disto fica possível o entendimento sobre os conceitos da utilização e integração a partir do que foi pesquisado em toda esta tese. Não foram listados nesse anexo dispositivos como: Tablets, televisores, monitores, celulares, etc. por serem de uso comum e já estarem de alguma forma integrados à indústria.