



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE - CAA
DEPARTAMENTO DE DESIGN E COMUNICAÇÃO - NDC
CURSO DE DESIGN

DIOGO CORDEIRO CAVALCANTI

INDÚSTRIA 4.0: Novas oportunidades para o profissional de design

Caruaru

2019

DIOGO CORDEIRO CAVALCANTI

INDÚSTRIA 4.0: Novas oportunidades para o profissional de design

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Design da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Design.

Área de concentração: Design.

Orientador: Prof^a. Ma. Glenda Gomes Cabral.

Catálogo na fonte:
Bibliotecária – Simone Xavier - CRB/4 - 1242

C376i Cavalcanti, Diogo Cordeiro.
Indústria 4.0: novas oportunidades para o profissional de design. / Diogo Cordeiro Cavalcanti. – 2019.
107 f. ; il. : 30 cm.

Orientadora: Glenda Gomes Cabral.
Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Design, 2019.
Inclui Referências.

1. Design. 2. Internet. 3. Designers. 4. Indústria. I. Cabral, Glenda Gomes (Orientadora). II. Título.

CDD 740 (23. ed.) UFPE (CAA 2019-233)

DIOGO CORDEIRO CAVALCANTI

INDÚSTRIA 4.0: Novas oportunidades para o profissional de design

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Design da Universidade Federal de
Pernambuco, como requisito parcial para a
obtenção do título de bacharel em design.

Aprovada em: 25 de julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Ma. Glenda Gomes Cabral
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^o. Dr. Rodrigo Barbosa de Miranda
Universidade Federal de Pernambuco

Prof^a. Dr^a. Patricia Endo Takako
Universidade de Pernambuco

Dedico este trabalho à minha mãe e ao meu pai (In Memoriam) e a todos os meus amigos que me incentivaram e apoiaram para realização desta pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Não sei por onde começar, mas antes de tudo agradeço a minha mãe pelos incessantes anos que ela se dedicou a mim e por tudo que ela fez e faz. Nada é mais gratificante do que isto, a força que ela tem para viver, um dia irei retribuir tudo. Agradeço ao meu pai mesmo ele não estando aqui para ver o que eu conquistei e o que irei conquistar, a vida quis assim não posso reclamar, mas sei de onde ele estiver, ele está olhando por mim e iluminando os meus caminhos e decisões.

Em segundo lugar agradeço aos meus mestres: Glenda Gomes Cabral por acreditar nesta pesquisa e enveredar por caminhos ainda não tão conclusos e enfrentar obstáculos muito maiores que imaginamos e com certeza teremos mais pela frente isto só é o começo. A Luciana Freire por me mostrar que a vida sim pode ser levada com um pouco mais de calma, perseverar e enfrentar a vida com leveza mesmo tendo uma carga pesada em nossos ombros e por acreditar e depositar confiança, atenção e ensinamentos em seus amigos. Ao meu mestre Eduardo Romero, agradeço por ter te conhecido, um irmão que levarei sempre em meu coração e que me espelho sempre tanto em minha vida acadêmica tanto em minha vida pessoal. Não poderia também de deixar de agradecer a Amanda Mansur pelos projetos que participei, cada um mais louco do que outro, porém a cada novo projeto novos desafios que foram tirados de letra. A Sheila Borges, por sempre me dar conselhos sobre a vida acadêmica e quer sempre a minha evolução. À Rodrigo Barbosa por me proporcionar um grande aprendizado em um dos momentos que mais estava desgostoso com a academia, além disto ganhei um grande amigo. Entre outros mestres que sempre me ajudaram mesmo sem perceber: Daniela Bracchi, Diego Gouveia, Amílcar Bezerra, Prof. Marcelo Martins, Prof.^a Daniela Farias, entre outros professores que direta ou indiretamente participaram deste início de minha caminhada acadêmica.

Agradeço também aos meus amigos que cultivei durante o período que passei nessa caminhada da graduação. Sei que sou muito chato, entretanto quem me conhece verdadeiramente sabe quais os motivos reais de ser assim. Nós brigamos, rimos e a amizade perdura e perdurará para todo o sempre. A Jorge Vicente, o pequeno duende das neves (BARBOSA, Eduardo R. L., 2014) agradeço por ser esse outro irmão que adotei, continue sempre assim levando a alegria aos outros. As minhas gêmeas Aurinha e Sônia, obrigado por ter que me aturar com os meus

problemas em alguns períodos mais punks até o momento, vocês estavam lá por mim. A Danielle Melo, você é umas das pessoas que mais admiro por sua simplicidade e leveza, agradeço aos céus por isso. A Sibelle Menezes, pelos vários conselhos mirabolantes. A Kristhal Gomes, por ser aquela amiga que sempre está ao nosso lado, por me aperrear quando estou para baixo somente para me alegrar, agradeço por isso também. A Allana vulgo “Pikachu” sempre seja essa pessoa maravilhosa sempre querendo o caos somente por brincadeira.

Agradeço aos meus laboratórios USINA DESIGN e ao FOTOLAB, o tempo que passei na graduação, foi onde eu mais aprendi. Aprendi não somente a parte prática, porém aprendi as diferenças das pessoas, modos de trabalho, enfim foram os melhores anos de aprendizagem.

Agradeço ao meu Capítulo da Ordem DeMolay pelos ensinamentos que levarei para vida... por todas as cerimônias que passei, cada uma com um complemento da minha formação como pessoa e a todos os meus irmãos que não me deixaram desistir pelo caminho.

Por fim agradeço à todos que, de alguma forma me apoiou, deu conselhos, e me orientou durante esses anos dentro da Universidade.

"A vision of a new world, from the ashes of the old..." (DICKINSON, Bruce. 1997).

RESUMO

O mundo está mudando e, com ele, novas roupagens de sociedade se incrementam por revoluções tecnológicas, como é a indústria 4.0 ou quarta revolução industrial. Nesse intermeio, profissionais de várias áreas do conhecimento precisam se adaptar a essa chegada do novo. Dessa forma, não seria diferente então com o design. Portanto, este estudo visa listar algumas das possíveis habilidades que o designer, enquanto profissional também do futuro, precisa ter ou desenvolver para melhor se adaptar nesse novo contexto. Para isso, a abordagem desta pesquisa foi a dedutiva, tomando por base a conexão de duas grandes áreas do conhecimento (o design e a indústria 4.0) para, no cruzamento delas, formular as bases da formação fundamental a esse novo profissional. Por fim, acredita-se que a pesquisa cumpriu com o que se propôs a desenvolver, colocando-se como um ponto preliminar, devido principalmente aos desafios no decorrer de sua evolução, para que sejam feitas outras descobertas futuras e, se possível, mais profundas.

Palavras-Chave: Design, Indústria 4.0, Vertentes do design, Pilares da indústria 4.0.

ABSTRACT

The world is changing and, with it, new society guises are increased by technological revolutions, as is the 4.0 industry or fourth Industrial revolution. In this intermedia, professionals from various areas of knowledge need to adapt to this new arrival. That way, it wouldn't be any different then with the design. Therefore, this study aims to list some of the possible skills that the designer, as a professional also of the future, needs to have or develop to better adapt in this new context. To this, the approach of this research was the deductive, based on the connection of two major areas of knowledge (the design and Industry 4.0) to, at the intersection of them, formulate the foundations of fundamental training to this new professional. Finally, it is believed that the research complied with what it proposed to develop, placing itself as a preliminary point, mainly due to the challenges in the course of its evolution, so that other future discoveries are made and, if possible, deeper.

Keywords: Design, Industry 4.0, Design sheds, Pillars of Industry 4.0.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Linha do tempo da indústria e suas revoluções.	23
Figura 2 –	Vantagens da digitalização na indústria.	27
Figura 3 –	Ano médio em que as mudanças são esperadas.	29
Figura 4 –	Pilares da Indústria 4.0.	30
Figura 5 –	Artefatos conectados por IoT.	31
Figura 6 –	Estrutura 3 C's.	34
Figura 7 –	BB-8, R2-D2 e C-3PO no OSCAR 2016.	37
Figura 8 –	UNIMATE, 1º Robô industrial.	38
Figura 9 –	O “exército” de robôs da Amazon.	40
Figura 10 –	Simulação de maquinário industrial.	44
Figura 11 –	Uso de impressora 3D para construção de casas.	48
Figura 12 –	Aplicações de realidade aumentada.	52
Figura 13 –	Árvore do design.	53
Figura 14 –	Diagramação de revista impressa.	57
Figura 15 –	Projeto de website em diversas plataformas.	58
Figura 16 –	Vestido produzido em 3D para Dita Von Teese.	60
Figura 17 –	Evolução da moda em relação à indústria.	61
Figura 18 –	Painel computador de bordo do TESLA MODEL.	71
Figura 19 –	Disciplinas / Áreas de conhecimento conexos.	72
Figura 20 –	Top 10 Habilidades do profissional do futuro.	75
Figura 21 –	Cruzamento das vertentes do design com os pilares da Indústria 4.0.	78
Figura 22 –	Cruzamento das vertentes do design gráfico com os pilares da Indústria 4.0.	78
Figura 23 –	Cruzamento das vertentes do design de produto com os pilares da Indústria 4.0.	80
Figura 24 –	Cruzamento das vertentes do design de moda com os Pilares da Indústria 4.0.	81
Figura 25 –	Cruzamento das vertentes do design estratégico com os Pilares da Indústria 4.0.	82
Figura 26 –	Cruzamento das vertentes do design de serviços com os Pilares da Indústria 4.0.	82

Figura 27 –	Cruzamento das vertentes do design de interação com os	
	Pilares da Indústria 4.0.	83

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	IoT. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.	33
Quadro 2 –	Big Data Analytics. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.	36
Quadro 3 –	Robôs Autônomos. Impactos positivos e negativos.	42
Quadro 4 –	Impressão 3D e fabricação. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.	49
Quadro 5 –	Impressão 3D e saúde humana. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.	50
Quadro 6 –	Impressão 3D e produtos de consumo. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.	50
Quadro 7 –	Diagrama de disciplinas.	54
Quadro 8 –	Novas áreas de trabalho para Indústria 4.0.	73
Quadro 9 –	Quadro de habilidades de design para a Indústria 4.0.	84

LISTA DE SIGLAS

AR - Augmented Reality

ARPANET - Advanced Research Projects Agency Network

CNI - Confedera..o Nacional da Ind.stria.

CLP - Controlador L.gico Program.vel

CPS - Cyber Physical System

DFKI - Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz

HCI - Human-Computer Interaction

ICSID - International Council of Societies of Industrial Design

IDC - International Data Corporation

IDF - Interaction Design Foundation

IFR - International Federation of Robotics

IoT - Internet of Things

IIoT - Industrial Internet of Things

MR - Mixed Reality

NFC - Near Field Communication

SENAI - Servi.o Nacional de Aprendizagem Industrial

UI - User Interface

UX - User Experience

VR - Virtual Reality

WDO - World Design Organization

WEF - World Economic Forum

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	16
1.1	PROBLEMA DE PESQUISA.	17
1.2	PERGUNTA DE PESQUISA.	17
1.3	OBJETIVOS.	17
1.3.1	Objetivos gerais.	17
1.3.2	Objetivos específicos.	17
1.4	JUSTIFICATIVA.	18
2	MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA.	20
3	A INDÚSTRIA 4.0.	23
3.1	CONCEITUAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0.	23
3.2	CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0.	27
3.3	PILARES DA INDÚSTRIA 4.0.	29
3.3.1	Internet das Coisas (IoT).	31
3.3.2	Sistemas Cyber-Físicos / CPS.	34
3.3.3	Big Data Analytics.	35
3.3.4	Robôs Autônomos.	37
3.3.5	Computação em Nuvem (Cloud Computing).	42
3.3.6	Simulação / Virtualização.	44
3.3.7	Segurança Cibernética / Cybersecurity.	46
3.3.8	Manufatura Aditiva / Impressão 3D.	47
3.3.9	Realidade Aumentada / Realidade Virtual.	51
4	DESIGN E TECNOLOGIA.	53
4.1	CONCEITUAÇÃO.	54
4.2	VERTENTES DO DESIGN	56
4.2.1	Design Gráfico.	56
4.2.2	Design de Produto.	58
4.2.3	Design de Moda.	59
4.2.4	Design Estratégico.	61
4.2.5	Design de Serviços.	65
4.2.6	Design de Interação.	70
5	DESIGN NA INDÚSTRIA 4.0.	73

5.1	QUADRO DE HABILIDADES PARA OS DESIGNERS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0.	84
6	CONCLUSÃO.	87
	REFERÊNCIAS.	89
	ANEXO A – Linha do tempo da indústria e suas revoluções.	98
	ANEXO B – IoT. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.	99
	ANEXO C – Big Data Analytics. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.	100
	ANEXO D – Robôs Autônomos. Impactos positivos e negativos.	101
	ANEXO E – Impressão 3D e Fabricação. Impactos positivos e negativos.	102
	ANEXO F – Impressão 3D e Saúde Humana. Impactos positivos e negativos.	103
	ANEXO G – Impressão 3D e Produtos de consumo. Impactos positivos e negativos.	104
	ANEXO H – Novas áreas de trabalho para a Indústria 4.0.	105
	ANEXO I – Cruzamento das vertentes do design com os pilares da Indústria 4.0.	106
	ANEXO J – Quadro de habilidades de Design para a Indústria 4.0.	107

1. INTRODUÇÃO

Estamos vivendo em um mundo cada vez mais tecnológico e conectado. E na indústria também não poderia ser diferente. Desde a primeira revolução industrial buscamos formas de impulsionar, melhorar e baratear a produção de artefactos e, hoje em dia, com os avanços tecnológicos isso é possível.

Atualmente estamos passando por outra transição ou revolução dentro da indústria. Desde 2011, estudiosos apontam essa mudança chamando-a de Indústria 4.0 ou simplesmente de 4ª revolução industrial. Schwab (2016), reuniu em seu livro *“The Fourth Industrial Revolution”*, um estudo mostrando como essa revolução irá afetar diretamente o modo de trabalho dos profissionais de forma geral.

Esta revolução industrial, quando comparada com as anteriores, é totalmente diferente e tecnológica. Ela vem para transformar o modo em que vivemos, pensamos e nos relacionamos com o trabalho.

A base desta revolução consiste nos pilares tecnológicos: Internet das Coisas, Sistemas Ciber-Físicos, *Big Data Analytics*, Robôs Autônomos, *Cloud Computer*, Simulação, Ciber segurança, Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada / Virtual.

Humanos e máquinas trabalhando de forma cooperativa por um serviço/produto melhor, além de um custo menor.

Em relação ao Design “er”, esta pesquisa busca apresentar algumas áreas do design com base em Mozota *et al* (2009), sendo complementada com a percepção de algumas recorrências de novas especialidades tanto em cursos de graduação, como em pós-graduações. As áreas selecionadas foram as seguintes: Design Gráfico, Design de Produto, Design de Moda, Design Estratégico, Design de Serviços¹ e o Design de Interação.

Nesta nova revolução industrial, serão necessários profissionais qualificados e com algumas habilidades que se enquadrem melhor para o mercado de trabalho atual em alguns países e, em certa medida, futuro no Brasil².

¹ Essa foi uma das áreas não citadas por Mozota, et al. (2009), mas que já está instituída mundo afora, bem como em diversos cursos aqui no Brasil. Algumas das universidades fortes nessa especialidade encontram-se no Sul e Sudeste do país, como a UFPR, Unisinos e UFRJ.

² Fala-se futuro no Brasil por saber que essa revolução ainda não é comum aqui no país, tendo sido, inclusive, difícil o mapeamento de empresa e indústrias que pudessem ser utilizadas como estudo de caso.

Durante esta pesquisa, serão apresentadas algumas habilidades voltadas para o profissional de Design que queira estar inserido neste novo contexto da Indústria 4.0, fazendo o cruzamento das vertentes do design escolhidas como exemplificação dessa adaptação e os pilares da Indústria 4.0.

Olhando de um ponto de vista holístico, podemos dizer que o profissional de design é multidisciplinar e, neste novo ambiente, profissionais que são multifacetados terão uma chance maior de se inserirem nesse novo³ contexto. Para que o designer possa estar inserido neste cenário, ele terá que descobrir quais as necessidades de conhecimento que essa revolução requer e, assim, se desenvolver ou aprimorar suas habilidades, envolvendo-se ainda mais com áreas de tecnologia.

Dessa forma, esta pesquisa tem o intuito de identificar e listar as possíveis habilidades profissionais necessárias para o designer que deseja trabalhar neste novo universo que é a Indústria 4.0.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

O desconhecimento de quais características e qualificações profissionais o designer deve ter para melhor se adequar e gerar valor para a Indústria 4.0.

1.2 PERGUNTA DE PESQUISA

Quais as habilidades o designer precisa ter ou desenvolver para se inserir no universo da Indústria 4.0?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Listar algumas das possíveis habilidades profissionais fundamentais ao designer que deseja ou busca se inserir no campo da Indústria 4.0.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Listar algumas das principais vertentes do design;

³ Grifo nosso.

- Compreender o que é Indústria 4.0, suas características e pilares;
- Estabelecer quais serão as áreas conexas do design que auxiliarão a Indústria 4.0;
- Apresentar um quadro síntese com as habilidades necessárias ao design”er” para que melhor se adeque ao universo da Indústria 4.0.

1.4 JUSTIFICATIVA

Com os atuais avanços tecnológicos, surgiram novas possibilidades no mercado de trabalho e, com isto, novas áreas de conhecimento, fazendo com que o profissional busque novas habilidades para se enquadrar ao atual modelo de mercado de trabalho industrial, formando, assim, um perfil profissional diferenciado.

Considerando que a área de Design sempre esteve relacionada à concepção/criação de artefatos através de técnicas projetuais e sempre como uma área multidisciplinar em sua essência, além de intrínseca à busca por inovações, é possível entender que o estudo da Indústria 4.0 torna-se importante para que o profissional de Design consiga se preparar para o futuro. Isto porque, cada vez mais, as áreas de estudo do designer estão ficando ainda mais interligadas e, para que ele possa projetar novos produtos, serviços e sistemas de informação, vai precisar compreender mais do que as tecnologias por si só, mas ser também ainda mais perspicaz e criativo quanto é nos dias de hoje.

Ele vai precisar compreender quais experiências o usuário vivencia ao lidar com estas tecnologias num determinado artefato, serviço ou sistema, pois, só assim, o designer também poderá planejar melhor o artefato, serviço ou sistema. Durante este processo de desenvolvimento, ele ainda irá identificar outras habilidades necessárias para atingir os seus objetivos e saberá que esta busca será contínua, porque a Indústria 4.0 é apenas o começo de um novo mercado para diversas áreas, inclusive também para o design. Sendo assim, estudar as novas roupagens para este profissional faz-se necessário, ou melhor, imprescindível.

A relevância dessa pesquisa se deve muito ao fato de que esse tipo de estudo que interligue o design e as habilidades que o mesmo terá que buscar para se inserir na Indústria 4.0, a quarta revolução industrial, ainda não existe, ou, se existe, infelizmente nada foi encontrado durante toda essa pesquisa. Ao mesmo tempo em que, como quarta revolução industrial, todos os profissionais precisam se reinventar e

se adaptar ao novo, ou poderão ser descartados, ficando à margem do que está acontecendo já no presente, sabendo-se que isso é apenas mais uma das tantas mudanças que estão ou irão afetar os profissionais no presente e futuro muito próximo.

Sobre o interesse pessoal pelo tema veio, este veio por duas grandes reflexões, a primeira é a de que, enquanto estudante de design, pretendo manter-me o mais atualizado quanto possível na minha área de estudo e profissional escolhida. A segunda é o interesse pelas tecnologias e suas capacidades cada vez mais estrondosas de alcançar a realidade de um modo encantador e instigante, sendo alvo de inúmeras descobertas com um poder de mudar, literalmente, o mundo em que vivemos.

Contudo, e há sempre um porém, pelo fato da pesquisa se tratar de um tema novo, qual seja, a interligação do design à Indústria 4.0, foi necessária a busca por informações nas mais diversas plataformas, dentre muitas delas, a própria Internet, com muitas referências tendo sido retiradas de sites especializados no tema, ou enquanto explicação, ou enquanto aplicação, o que nos faz reconhecer que não seriam as mais adequadas academicamente falando, no entanto, a necessidade obrigou pela utilização dessas fontes com base no critério recorrência ou grau de confiabilidade nos próprios sites e autores utilizados, mesmo que venham de empresas.

Cabe salientar já de antemão, que as fontes de informação foram, realmente, o maior de todos os obstáculos à pesquisa⁴, apesar de se acreditar que, com o cruzamento de todos os conteúdos e a grande gama de autores levantados e que entram em congruência entre si, nos permitimos acreditar na validade e veracidade de todas as informações aqui apresentadas.

⁴ Optou-se por apresentar esse problema já aqui na justificativa para informar ao leitor sobre o que ele irá encontrar. Justificando que houve grande esforço por construir a pesquisa por meio das bases bibliográficas mais sólidas quanto possíveis, sem que isso fosse, nesse momento científico, possível pela sua quase que total ausência, sendo espalhadas em diversos meios de informação.

2. MÉTODOS E TÉCNICAS DA PESQUISA

Esta pesquisa possui caráter exploratório e analítico, com método de abordagem dedutivo, onde se parte de grandes teorias, ou seja, do geral ou sentenças gerais, para especificar em algo que, por fim, se mostra na dedução (MARCONI e LAKATOS, 2010). As áreas consideradas gerais são o design em si e suas vertentes em contraponto com a Indústria 4.0 e seus pilares.

As sentenças gerais podem ser moldadas da seguinte forma para o design:

- Todo o design traz a criatividade em seu raio de atuação/aplicação
- Toda inovação necessita de aplicação da criatividade;
- A indústria deve integrar design, inovação e criatividade;
- Portanto, deduz-se que o designer seja um dos profissionais capazes de alcançar a inovação e criatividade a favor da indústria.

Já as sentenças para a Indústria 4.0 podem ser estabelecidas da seguinte maneira:

- A Indústria 4.0 promove grande inovação tecnológica;
- Grande parte das inovações tecnológicas promovem grandes mudanças sócio-econômicas;
- Portanto, a Indústria 4.0 irá promover grandes mudanças sócio-econômicas.

Unindo o resultado das duas sentenças (PRODANOV e FREITAS, 2013), há uma interligação direta do design com a Indústria 4.0 para a criação de uma nova realidade de mundo, podendo o primeiro, abastecer-se de habilidades necessárias e urgentes para tornar-se atuante dentro desse novo cenário, pois seu profissional, o designer, possui as qualidades indispensáveis à mudança que já está se instalando mundo à fora e no próprio Brasil.

O caráter exploratório deste estudo, se deve ao fato de que ele pretende localizar informações em diversas plataformas de conhecimento para melhor reconhecer e se aproximar dos temas abordados, quais sejam a relação do design com a Indústria 4.0. Já o analítico irá proporcionar a compreensão apurada dos dados coletados de maneira a transformá-los em informação que faça sentido à pesquisa em si.

Desse modo, compreende-se que o fenômeno observado neste estudo por meio dedutivo possui uma essência que, a partir da redução eidética possibilitará um aprofundado alcance dos elementos que fazem parte da Indústria 4.0 – fenômeno em

si – revelando as características primordiais ao conhecimento dos designers que optarem por adentrar nesse universo.

As técnicas de pesquisas escolhidas se baseiam na natureza inovadora e recente do tema tratado, existindo no Brasil certa dificuldade de se localizar indústrias ou empresas reais que pudessem servir de estudo de caso para uma possível observação participante. Neste sentido, fez-se notória a realização da coleta de dados apenas por meio de pesquisa bibliográfica e documental de arquivos já publicados em meios acadêmicos ou não, de modo que por ventura possam fornecer alguma luz que venha acrescentar no entendimento do tema e solução do problema de pesquisa.

Sobre a técnica de análise documental, está se mostra imprescindível à imersão na bibliografia e documentos encontrados para que seja possível reconhecer de forma mais minuciosa possível o fenômeno e sua essência. A partir dela espera-se entender não apenas a estrutura da Indústria 4.0, mas como o design e o designer podem ser integrados ao contexto aqui relatado e sua essência.

Para a definição das vertentes do design que seriam tratadas nesta pesquisa, optou-se por não se estender tanto em números, mas em qualidade no que tange tempo de existência e recorrência em algumas das principais universidades do país, confirmando isso em pesquisas rápidas e aleatórias no exterior, abrangendo algumas universidades da Espanha, Itália e Portugal. A escolha dessas instituições partiu do que foi visto no evento Input Criativo, ocorrido em 2018 na cidade de Caruaru, no Armazém da Criatividade e que reuniu alguns dos principais pesquisadores do design social. Dentre os nomes, pode-se citar Ézio Manzini (Espanha, Portugal e Itália), Carla Cipolla (UFRJ), Carlo Franzato (Itália e Porto Alegre - SC, na Unisinos), Ana Andrade e Virgínia Cavalcanti (UFPE – Recife).

A base ter sido Brigitte Borja de Mozota (MOZOTA, 2009), foi a forma bibliográfica de se manter um guia para a escolha das vertentes antes de basear-se apenas em pesquisas muito recentes.

Para o a listagem das habilidades que o designer precisa ter para adentrar nesse universo da Indústria 4.0, inicialmente foi elaborado um gráfico com o cruzamento entra as vertentes do design e os pilares da Indústria 4.0 (imagem 19). Com base nesse cruzamento, foi sendo vista vertente por vertente e em qual pilar ela poderia atuar, buscando identificar quais habilidades seriam precisas ao designer para contribuir no dado campo. Isso só foi possível com o conhecimento desenvolvido na

fundamentação teórica sobre as duas grandes áreas aqui trabalhadas: design e Indústria 4.0.

Apesar de ser um estudo preliminar, acredita-se que, pelo caminho, seu teor científico se evidencia, se não como fim, mas como meio para maior aprofundamento posterior de área ou vertente por vertente, acrescendo no futuro, outras vertentes do design aqui não trabalhadas.

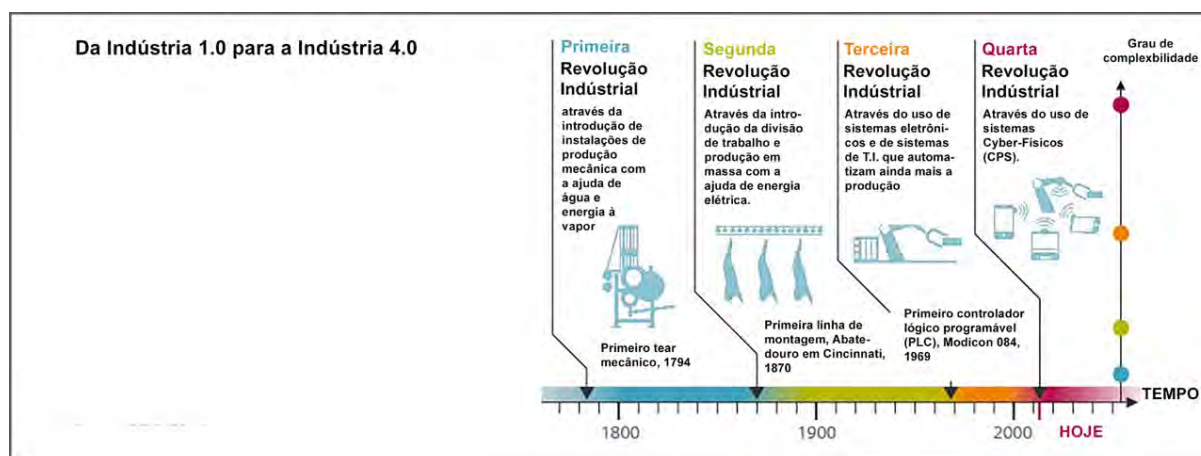
3 A INDÚSTRIA 4.0

Neste capítulo será abordada a indústria e suas revoluções até a chegada dessa nova revolução industrial, a Indústria 4.0. Nele serão trazidos seu conceito, o contexto em que ela está sendo aplicada, o seu impacto no mercado mundial e no mercado brasileiro, além dos pilares que a sustentam.

3.1 CONCEITUAÇÃO DA INDÚSTRIA 4.0

Antes de conceituarmos a Indústria 4.0, é coerente rever alguns pontos importantes que aconteceram na história das revoluções industriais: Primeira Revolução (1750-1850), Segunda Revolução (1851-1914), Terceira Revolução (1950 - 2010). Para isso, apresentar-se-á uma breve linha do tempo:

Figura 1 - Linha do tempo da indústria e suas revoluções.⁵



Fonte: adaptação de SMALLAKE.KR⁶ (2017).

⁵ A adaptação realizada neste gráfico foi a livre tradução do texto do inglês para o português. O gráfico original encontra-se no anexo 1.

⁶ Apesar de não ter sido encontrada a referência primária deste gráfico, optou-se por utilizá-lo como representação da linha do tempo das revoluções industriais pela sua recorrência na citação de outros autores.

Primeira Revolução Industrial (1750 - 1850)

1769 - James Watt, aprimora o projeto de Newcomen, tornando-o mais potente e transformando-o assim a invenção mais importante para a primeira revolução industrial.

1771 - Na Grã-Bretanha, foi introduzido o sistema fabril por Richard Arkwright, em sua tecelagem através da máquina a vapor chamada de “water-frame”.

1804 - A primeira locomotiva à vapor foi construída por Richard Trevithick.

1844 - Samuel Morse, inventa o telégrafo, facilitando a comunicação a longas distâncias.

Segunda Revolução Industrial (1851 – 1914)

1856 - O aço foi descoberto e patenteado por Henry Bessemer, fazendo com que o ferro fosse trocado em escala industrial por sua maior resistência. Neste mesmo ano surge o telefone.

1860 - A rede de telégrafo se estende por praticamente todo o território americano.

1879 - Thomas Edison descobre a eletricidade. Neste mesmo ano ele criou a sua mais famosa invenção: “a lâmpada incandescente”.

1885 - Gottlieb Daimler inventou o motor a combustão por meio de gasolina, juntamente com seu irmão Maybach Daimler.

1903 - Primeiro protótipo de avião a voar, construído pelos irmãos Wilbur e Orville Wright.

Terceira Revolução Industrial (1950 – 2010)

1935 - Konrad Zuse, criou o primeiro computador eletromecânico programável. Ele o chamou de Z1.

1947 - O primeiro computador eletrônico foi criado a pedido do Exército dos EUA, por John Eckert e John Mauchly.

1956 - Criação do telefone celular pela Empresa Ericsson. Em 1973 a Motorola aperfeiçoou a ideia e transformou o projeto de sua concorrente que pesava em torno de 40kg em algo mais compacto.

1957 - Foi o ano do lançamento do primeiro satélite artificial ser posto em órbita. Os soviéticos o chamaram de *SPUTNIK*.

1962 - O Telstar I, primeiro satélite de comunicação, foi lançado pela NASA.

1969 - Foi o ano da criação da *ARPANET* pela Agência de Projetos do Departamento de Defesa dos EUA. Consistia em interligar os laboratórios de

pesquisas, precursora da Internet que conhecemos hoje. Neste mesmo ano foi criado o 1º *CLP* - Controlador Lógico Programável.

1971 - O microprocessador é inventado por Ted Hoff, dando um novo rumo a 3ª revolução industrial.

1972 - Surge a *ETHERNET*.

1976 - Início da APPLE e lançamento do *APPLE I*, o primeiro computador pessoal da empresa, produzido por Steve Jobs e Steve Wozniak.

1977 - Modem para linha telefônica.

1978 - Criação do Protocolo *TCP/IP*.

1979 - *USENET*, 1ª rede de computadores informal.

1979 - *MODBUS*, - Protocolo de redes industriais.

1980 - Criação do *HIPERTEXTO*.

1984 - Criação de domínios na Internet.

1988 - 1º cabo submarino de Fibra Óptica, ligando os EUA à Europa.

1989 - 100 milhões de Computadores Pessoais no mundo e a criação do *World Wide Web (www)* por Tim Berners-Lee.

1991 - 1ª conexão de Internet no Brasil

1992 - Fundação da *ISOC - Internet Society* e 1ª rede de Fibra Óptica América Latina - RNP

1995 - Criação do CGI - Comitê Gestor de Internet do Brasil e a instalação de provedores de Internet no Brasil.

1997 - Criação da Anatel.

2000 - Criação de mídia de armazenamento (pendrive).

2007 - Lançamento do iPhone.

2010 - Google anuncia seu primeiro carro totalmente autônomo.

O conceito de Indústria 4.0 ou a quarta revolução industrial, foi originado a partir de um conjunto de diretrizes apresentadas pelo governo alemão no Fórum Mundial de Economia⁷ (SCHWAB, 2016), na cidade de *Hannover* em 2011. Consiste basicamente em transformar a indústria do formato que temos hoje em uma indústria totalmente automatizada e inteligente.

⁷ World Economic Forum.

Tendo em vista que a denominação e o conceito desta nova revolução industrial foram criados por engenheiros, alguns princípios de design foram adotados. Fonseca Filho (2017) em UX Collective BR, aponta esses princípios:

- **Interoperabilidade:** a habilidade dos sistemas, humanos e fábricas de se conectarem e se comunicarem através da Internet e dados na Nuvem.
- **Virtualização:** o mapa virtual dos ativos deve ser feito através de sensores interconectados com plantas virtuais e modelos de simulação.
- **Descentralização:** a habilidade dos sistemas tomarem decisões sem intervenção humana.
- **Operação em tempo real:** a capacidade de coletar e analisar dados para entregar conhecimento em tempo real para a tomada de decisão.
- **Orientação a Serviço:** oferecimento dos serviços através da Computação em Nuvem.
- **Modularidade:** produção de acordo com a demanda com acoplamento e desacoplamento de módulos na produção. (FONSECA FILHO, 2017).

Schwab (2016) diz que este termo “Indústria 4.0” foi criado para descrever como essa nova fase da indústria, irá revolucionar a organização das cadeias globais de valor⁸. Ele ainda diz que essa revolução cria um mundo onde sistemas físicos e virtuais cooperam de forma global e flexível, dando, assim, a possibilidade de gerar/criar serviços e/ou artefatos personalizados de maneira ágil.

Segundo a Fundação Instituto de Administração (FIA, 2018), o conceito engloba a automação e tecnologia da informação, além das principais inovações tecnológicas desses campos. Mas isso não quer dizer que a Indústria 4.0 ou quarta revolução industrial, resume-se somente à sistemas e máquinas inteligentes conectadas. A Indústria 4.0 é bem mais ampla do que imaginamos. Schwab (*op. cit.*, p.16) diz que:

O escopo é muito mais amplo. Ondas de novas descobertas ocorrem simultaneamente em áreas que vão desde o sequenciamento genético até nanotecnologia, das energias renováveis à computação quântica. O que torna a quarta revolução industrial fundamentalmente diferente das anteriores é a fusão dessas tecnologias e a interação entre domínios físicos, digitais e biológicos.

Stevan Jr (2018) complementa a ideia de Schwab (2016) dizendo que:

A Indústria 4.0 é uma solução para lidar melhor com a escassez de recursos e impactos da ineficiência energética, aumento de produção com menor desperdício. Nesse novo cenário, também há a preocupação em compreender as características demográficas de onde a fábrica está

⁸ Grifo nosso: Cadeias globais de valor: são o conjunto de atividades necessárias à produção e entrega do produto ao consumidor final.

instalada e levar em conta os fatores sociais de cada microrregião. (STEVAN JR. 2018, p.82)

A imagem 2, mostra um levantamento que a CNI (2016 *apud* SEBRAE, 2017) fez sobre as vantagens que a digitalização na indústria trará para esta nova revolução industrial.

Figura 2 - Vantagens da digitalização na indústria.



Fonte: Boletim de Tendências - Indicadores CNI (2016 *apud* SEBRAE, 2017)

Essas possibilidades irão impulsionar novos modelos de trabalho na indústria de moda, por exemplo. Com isso podemos dizer que novas metodologias de trabalho também irão surgir e que os produtos terão um custo menor e uma qualidade melhor, além de um menor tempo para serem produzidos.

3.2 CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

Com o avanço tecnológico e difusão em grande escala das tecnologias propostas para esta nova revolução industrial ou simplesmente Indústria 4.0, ainda assim, existem partes do mundo que não viveram ou estão passando pelas outras revoluções industriais. Segundo Schwab (2016), cerca de 17% da população mundial (1,3 bilhão de pessoas) não têm acesso a eletricidade, implicando a vivência da segunda revolução industrial. Essas implicações também são aplicadas à terceira revolução industrial. O autor ainda aponta que mais da metade da população mundial (cerca de 4 bilhões de pessoas), vivem em países em desenvolvimento, não tendo acesso, sequer, à Internet.

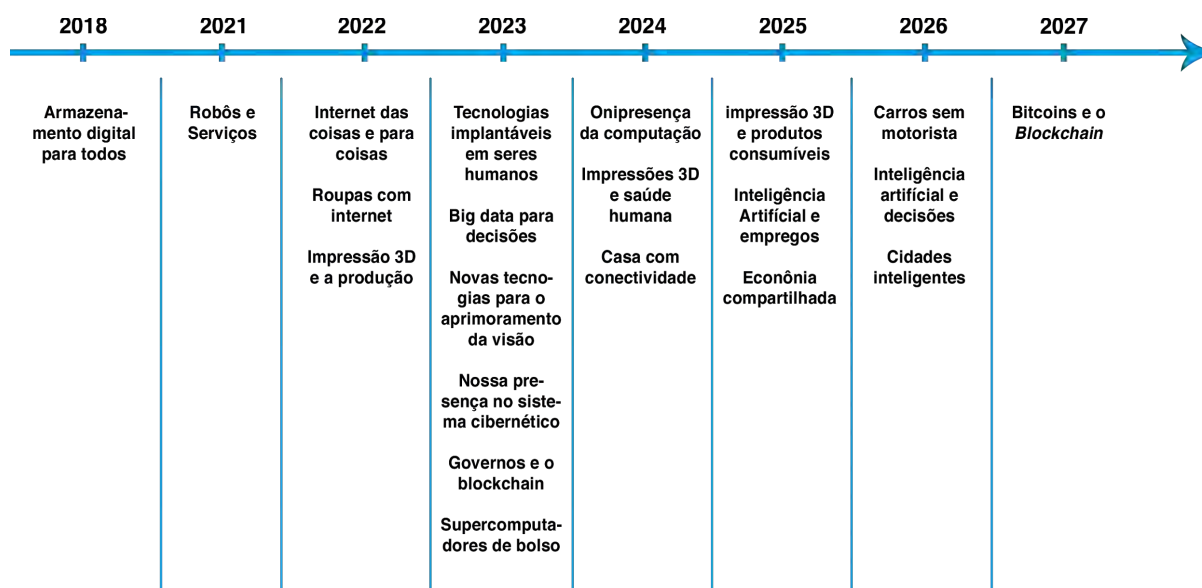
Tendo em vista os fatores acima citados, a Indústria 4.0 ainda está caminhando a pequenos passos em termos de extensão territorial de atuação no Brasil. Contudo,

o crescimento exponencial onde ela se instala faz dela uma mudança brusca e radical, trazendo vários benefícios, mas também várias preocupações. Schwab (2016, *et seq.*) afirma que a quarta revolução industrial será tão poderosa, impactante e historicamente importante quanto as três anteriores. O autor também traz duas grandes preocupações que podem limitar o acontecimento desta revolução em algumas partes do mundo. A primeira é em relação aos níveis de liderança e compreensão das mudanças em todos os setores/sistemas, econômicos, sociais e políticos. A segunda preocupação são as oportunidades e os desafios gerados, podendo trazer uma reação popular negativa se a narrativa proposta pela Indústria 4.0 não comungar com as necessidades mais imediatas da sociedade em questão, como, por exemplo, a necessidade de emprego ainda pouco especializado dadas as condições evolutivas de cada lugar.

Estamos caminhando para um novo patamar tecnológico. Schwab (*idem*) fala que as principais inovações tecnológicas estão à beira de alimentar uma gigantesca mudança histórica em todo o mundo. Com isso, ele quer dizer que, em termos de evolução e inovação tecnológica, o avanço está sendo bem mais veloz que nas outras revoluções. Algumas dessas tecnologias propostas pela Indústria 4.0 estão no começo dos estudos e futuramente as mesmas estarão aptas a serem aplicadas.

O *World Economic Forum* (2015) apontou essas tecnologias e fez uma estimativa de em quanto tempo as mesmas estariam em pleno funcionamento, como observamos na imagem a seguir:

Figura 3 - Ano médio em que mudanças são esperadas.



Fonte: Adaptado de World Economic Forum (2015).

Pela imagem acima, pode-se notar que em 2023 a Indústria 4.0 trará grandes mudanças tecnológicas, lembrando que são propostas ainda, ou previsões com base no que está sendo percebido hoje. No entanto, independente de serem previsões, essas circunstâncias irão provocar grande impacto na sociedade, tendo em vista que o setor industrial está mudando a cada instante e os profissionais de hoje precisam estar atentos e buscar se adaptar ao novo modelo de mercado de trabalho.

Ainda sobre as propostas acima apresentadas, Silva (2017), comenta que:

[...] o estado da arte das principais tecnologias da Indústria 4.0 está no futuro, assim é necessária uma exploração da bibliografia recente com intuito de analisar o cenário vivenciado pela quarta geração industrial. Bem como, compreender quais são os desafios para que a Indústria 4.0 concretize-se [...]. (SILVA, 2017, p.15).

3.3 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0

Neste ponto da pesquisa, ela não irá adentrar profundamente nos temas abordados em todos os pilares, pois não tem o foco de explicar tecnicamente como funciona as tecnologias apresentadas a seguir. Contudo, pretende-se buscar de forma mais abrangente e simplificada, o que sustenta cada pilar dessa nova fase da indústria, com exemplos para melhor compreensão do assunto. O não aprofundamento de alguns desses pilares também se deve ao fato de que a pesquisa

pretende verificar onde o design se encaixa, tomando por base o capítulo anterior e se adentrando mais onde ambos se encaixam mais no atual momento.

A Indústria 4.0 é baseada em 9 pilares tecnológicos, que são: Internet das Coisas ou *IoT*, Sistemas Ciber-Físicos, *Big Data Analytics*, Robôs Autônomos, *Cloud Computer*, Simulação, Ciber segurança, Manufatura Aditiva e Realidade Aumentada. (Para que possamos entender esta nova fase, temos que conhecer um pouco sobre esses pilares que sustentam a respectiva revolução industrial.

Figura 4 - Pilares da Indústria 4.0.



Fonte: Adaptação de BOOTHWELSH.CO.UK (2017)

Segundo a empresa SAAD SOLUTIONS (2016), a maioria desses 9 pilares já estão atualmente sendo aplicados nas indústrias e irão dinamizar o processo da produção de artefatos. Com essa implementação desses pilares, a indústria 4.0 terá maior eficiência em sua forma de trabalho, além de uma mudança considerável em relação aos distribuidores, produtores e aos próprios clientes, pois a interação homem-máquina será bem maior.

Cheng, *et al.* (2016) relata que a Indústria 4.0 tem quatro características principais: Interconectadas, coleta de dados, Integração e inovação.

Com o conhecimento desses pilares, os profissionais que queiram participar desta nova fase, poderão ter embasamento para compor o quadro de funcionários na

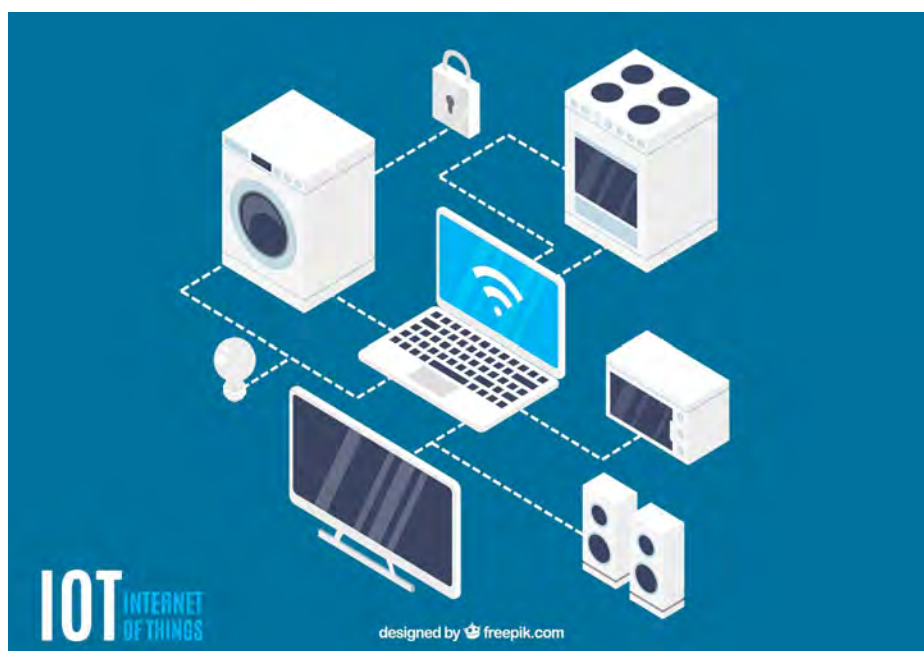
indústria 4.0, além disto, podemos ter uma noção para a criação de um novo perfil profissional que a indústria necessitará para este momento.

3.3.1 Internet das Coisas (IoT)

No início do século XXI, a Internet sofreu mudanças, possibilitando novas formas de se a usar, uma vez em que antes desta transformação, a utilização da Internet era somente a de conectar computadores para transmissão e troca de mensagens entre dois ou mais usuários. Após este *boom*⁹ da Internet, as empresas começam a criar dispositivos móveis (celulares e tablets) introduzindo cada vez mais objetos conectados à rede.

Hoje em dia vemos vários produtos conectados por meio de *bluetooth* ou pela própria rede *wi-fi*. A ideia de conectar os objetos não é tão recente assim como se parece, datada de 1991, quando o protocolo TCP/IP¹⁰ e a Internet começou a ser difundida em grande escala. A imagem 5 demonstra de forma simplificada a conexão entre esses artefatos.

Figura 5 - Artefatos conectados por IoT.



Fonte: FREEPIK.ES (2018)

⁹ Grifo nosso.

¹⁰ De uma forma simples, o TCP/IP é o principal protocolo de envio e recebimento de dados MS Internet. TCP significa *Transmission Control Protocol* (Protocolo de Controle de Transmissão) e o IP, *Internet Protocol* (Protocolo de Internet).

Segundo Nascimento Jr, *et al.* (2015):

[...] A Internet das Coisas é a conexão de todas as máquinas, dispositivos, sensores, automóveis, câmeras, e tantas outras “coisas” que buscam otimizar a vida das pessoas e organizações, “além de melhorar operações do dia a dia e economia de tempo. (NASCIMENTO, *et al.*, 2015)

Com a rápida evolução da tecnologia, aplicada a artefatos, pode-se dizer que, cada vez mais, esses mesmos artefatos serão conectados entre si. Um exemplo clássico de IoT e que já é muito comum nos lares, são as “*Smarts TVs*”, que basicamente consiste em uma TV comum, mas com recursos de interatividade maior entre o produto e o usuário, podendo conectar-se com a Internet através de um cabo ADSL¹¹ ou diretamente por *wi-fi* em alguns modelos, facilitando assim o consumo de conteúdos via web. Outros produtos menos comuns, mas já existentes são, a exemplo, geladeiras que lhe avisam através de uma mensagem quando está faltando algum alimento ou se o alimento está perto do prazo de validade. Esse e outros produtos estão cada vez mais conectados.

Para Coelho (2017) em seu livro “Internet das Coisas – Introdução Prática”, ele aborda outras aplicações para o IoT, tendo como, por exemplo: Cidades inteligentes (*Smart Cities*), Redes Inteligentes (*Smart Grids*), Medicina e Saúde, Roupas inteligentes e *Wearables*¹², *Fitness*, Agricultura, Indústria, etc.

Na indústria, o IoT começa a ser utilizada para monitoramento da própria produção e, com isso, os processos da mesma se tornam mais eficientes e eficazes. Coelho (*idem*), demonstra os principais pontos em que a IoT pode auxiliar este aumento dessa eficiência e eficácia:

- Monitoramento por sensores instalados nos vários pontos de uma linha de montagem ou processo de fabricação, alimentando um sistema de informação com dados em tempo real dos mesmos;
- Controle dos processos de produção, distribuição e logística;
- Monitoramento e controle da manutenção crítica em equipamentos, com predição e detecção de falhas em tempo real. (COELHO, 2017, p. 79).

O IoT está crescendo e crescerá muito mais. Segundo a pesquisa realizada pela empresa GARTNER (2018): “Até 2020, haverá 20,8 bilhões de dispositivos

¹¹ ADSL: Asymmetric Digital Subscriber Line” (Linha Digital Assimétrica para Assinante), é um tipo de tecnologia que, usando uma linha telefônica comum, permite ao usuário transferir digitalmente dados em alta velocidade.

¹² [...] O termo em inglês significa, literalmente, “vestível”, “que pode ser vestido”. No Brasil, o conceito é chamado também de “tecnologia vestível”. Ou seja: são dispositivos inteligentes que o usuário literalmente veste e usa como se fosse um acessório [...]. (SANTANA, 2018).

conectados à Internet [...]”, este dado é uma estimativa, podendo ser menor ou maior, mas sendo, possivelmente, muito próximo deste valor.

Com este crescimento significativo de artefatos conectados, Schwab (2016) nos sugere os impactos positivos e negativos que esta tecnologia trará para o ambiente industrial. O quadro 1, aponta esses impactos que ocorrerão.

Quadro 1 - IoT. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.¹³

Impactos positivos	- Aumento da eficiência na utilização dos recursos. - Aumento da produtividade. - melhoria da qualidade de vida. - Efeito sobre o meio ambiente. - menor custo de prestação de serviço. - Maior transparência em torno do uso e estado dos recursos - Segurança (por exemplo: aviões, comida). - Eficiência (logística) - Maior demanda por armazenamento e largura de banda. - Mudança no mercado de trabalho e competências. - Criação de novas empresas. - Até mesmo para aplicativos em tempo real crítico são viáveis em redes de comunicação padrão. - Projeto de produtos que sejam “digitalmente conectáveis”. - Adição de serviços digitais para os produtos. - “Gêmeos digitais” (Digital twin) fornecem dados precisos para monitoramento, controle e previsão. - “Gêmeos digitais” tornam-se praticamente ativos em negócios, informações e processos sociais. - As coisas poderão perceber seu ambiente de forma abrangente e agir e reagir automaticamente. - Geração de conhecimento adicional e valor com base em coisas “inteligentes” conectadas.
Impactos negativos	- Privacidade. - Perdas de emprego para o trabalho não qualificado. - Hacking, ameaça à segurança (por exemplo: rede elétrica). - Maior complexidade e perda de controle.
Impactos desconhecidos	- Mudança no modelo de negócios: locação/uso de ativos em vez de propriedade (utensílios serão serviços). - Os modelos de negócios serão impactados pelo valor de dados. - Todas as empresas serão potencialmente uma empresa de software. - Novos negócios: venda de dados. - Infraestrutura massivamente distribuída para as tecnologias da informação. - Automação no trabalho do conhecimento (por exemplo: análises, avaliações, diagnósticos). - As consequências de um possível “Pearl Harbor digital” (ou seja, hackers ou terroristas interrompendo infraestruturas, levando a falta de comida, combustíveis, e energia por semanas. - Maiores taxas de utilização (por exemplo: carros, máquinas, ferramentas, equipamentos, infraestrutura).

Fonte: Adaptação de Schwab (2016)

Podemos, a partir desses impactos, ter uma ideia que, em um futuro próximo, cada vez mais iremos ver produtos/artefatos conectados via uma rede. Schwab (*idem*) aponta que mais de 50 bilhões de dispositivos estejam conectados à Internet até 2020.

¹³ O quadro em maior escala encontra-se no anexo 2.

3.3.2 Sistemas Cyber-Físicos / CPS

Os sistemas cyber-físicos (CPS)¹⁴ são sistemas físicos de engenharia, cujas operações são monitoradas, coordenadas, controladas e integradas por um núcleo de computação e comunicação. (RAJKUMAR, *et al.*, 2010).

Com a modernização do maquinário industrial e o alto nível de processos gerados pelos sistemas embarcados, é necessário um sistema que compartilhe, monitore e controle informações entre o meio físico e o meio virtual. Para que isso ocorra de forma coerente foram criados os CPS.

Uma outra visão do que se caracteriza o CPS é a de Pisching, *et al.* (2015), em que ele afirma:

Ao contrário dos sistemas embarcados tradicionais, baseados em dispositivos autônomos, o foco do CPS é monitorar e controlar vários dispositivos, máquinas e equipamentos de um processo produtivo através de rede, permitindo a comunicação de dispositivos físicos com o sistema cibernético e vice-versa (PISCHING, *et al.*, 2015).

Olhando como um todo, o CPS para a indústria 4.0 é o núcleo/base. Esse pilar irá conectar e comunicar-se com todos os outros pilares tecnológicos da indústria. A imagem a seguir mostra como é a estrutura de comunicação de um CPS.

Figura 6 - Estrutura 3 C's.



Fonte: EAWARE, 2016.

¹⁴ Cyber-Physics System - Sigla em inglês.

Cheng, *et al.* (2016 *apud* SILVA, 2017) explica a imagem acima dizendo que:

Os 3 “C’s”, atingem a interação colaborativa em tempo real entre o mundo real e o mundo informatizado por meio de interação cíclica entre processos computacionais e processos físicos. O CPS tem como intuito expandir novas funções providenciando sensoriamento em tempo real, controle dinâmico, feedback de informações, etc. (CHENG, *et al.* 2016 *apud* SILVA. 2017).

Em um futuro próximo os CPS, irão trazer benefícios não somente às indústrias, mas também a população em geral. Tendo como exemplo a área médica, onde os CPS em conjunto com a computação em nuvem, irão informar em tempo real dados coletados do paciente através de sistemas de assistência médica, auxiliando, assim, a equipe médica em um diagnóstico bem mais assertivo e rápido.

Para Cheng, *et al.* (2016 *apud* SILVA. 2017), essa tecnologia será uma ponte entre pacientes e instituições médicas, tornando essas informações gradualmente compreensíveis para a larga utilização das mesmas.

Os CPS abrangem outras áreas como, por exemplo: prevenção de desastres, controle e segurança de tráfego, controle de processos, robótica distribuída, sistemas de defesa, controle de infraestrutura (recursos hídricos, sistemas de energia, sistema de comunicações), entre outros.

3.3.3 Big Data Analytics

O termo *Big Data Analytics*, surgiu em meados dos anos 2000 sugerido pela empresa GARTNER. Consiste em coletar, organizar e analisar dados estruturados ou não estruturados de diversas fontes (blogs da web, textos, fotos, vídeos, mensagens instantâneas, etc.). Esses dados são armazenados em ambientes especializados construídos para analisar os mesmos.

Stevan Jr, *et al.* (2018) fala que a utilização da big data necessita que “[...] as empresas precisam analisar dados de todas as fontes para se beneficiar dos conhecimentos gerados com essas análises [...]”.

Segundo Schwab (2016), “[...] a capacidade de compreender e gerenciar esses dados está melhorando a cada instante[...]”, beneficiando, assim, o gerenciamento desses dados e fazendo com que a empresa/serviço os utilize de forma assertiva para o seu desenvolvimento.

A utilização da big data nas indústrias, resultará em tomadas de decisões melhores e mais rápidas. Schwab (*idem*), aponta que: a tomada de decisão automatizada pode reduzir as complexidades para os cidadãos e permitir que as empresas prestem serviços em tempo real e ofereçam um suporte mais satisfatório em tudo.

Ele quis dizer que: com a big data, as empresas agilizarão os seus processos, como, por exemplo, preenchimentos de formulários/documentos, interações com os clientes, etc.

Schwab (2016) ainda diz que, tanto os riscos e as oportunidades que a utilização desse grande volume de dados traz para a tomada de decisão são bem pertinentes nos dias de hoje. Isso obrigará a indústria de produto e/ou serviço a pensar em alguns fatores por meio de algumas perguntas. Quais sejam: a escolha de qual empresa tem o melhor ambiente? Qual algoritmo será utilizado para a tomada dessas decisões? Esses dados estarão seguros?

Stevan Jr, *et al.* (2018) alerta sobre a importância desses dados: “[...] é importante salientar que muitas dessas informações podem ser utilizadas para os diversos fins que vão desde a gestão até o controle e monitoramento do processo de manufatura.”.

Schwab (*op. cit.*), mostra no quadro 2 os impactos positivos, negativos e os desconhecidos da Big Data para as empresas e sociedade em geral:

Quadro 2 - Big Data Analytics. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.¹⁵

Impactos positivos	- Decisões melhores e mais rápidas; - Mais tomadas de decisões em tempo real; - Dados abertos para inovação; - Empregos para advogados;	- Redução de complexidade e mais eficiência para os cidadãos; - Redução de custos; - Novas categorias de trabalho.
Impactos negativos	- Perdas de trabalho; - Preocupações com a privacidade; - Prestação de contas (quem é o dono do algoritmo?); - Confiança (como confiar nos dados?);	- Brigas por algoritmo.
Impactos desconhecidos	- Caracterização do perfil individual (profiling); - Mudanças nas estruturas comerciais e normativas.	

Fonte: Adaptação de Schwab (2016)

¹⁵ O quadro em maior escala encontra-se no anexo 3.

A Big Data irá auxiliar bastante as empresas, com isso, processos manuais irão ser substituídos por processos digitais, fazendo com que certos tipos de empregos sejam extintos. Entretanto, novas áreas podem ser criadas para o mercado.

3.3.4 Robôs Autônomos

Quando falamos em robôs, alguns vêm em nossa lembrança como o R2-D2, C-3PO, BB-8, WALL-E, a Rosie dos *The Jetsons*, *Transformers*, entre outros robôs famosos dentro de filmes da ficção científica. Mas não é somente na ficção que os robôs estão presentes.

Figura 7 - BB-8, R2-D2 e C-3PO no OSCAR 2016.



Fonte: TIME (2016)

O primeiro robô autônomo (imagem 8) surgiu em 1960 quando o engenheiro George C. Devol apresentou ao mundo industrial o “*UNIMATE*”. Ele tinha um acionamento hidráulico e era controlado por controle passo a passo. Em 1961 ele foi implementado na indústria pela General Motors.

Figura 8 - - UNIMATE, 1º Robô industrial.



Fonte: ROBOTS (2019)

A CNI DIGITAL (2017) diz que o conceito de um robô autônomo são:

[...] são máquinas capazes de realizar, sem intervenção ou controle humanos, tarefas em ambientes desestruturados – nos quais cabe ao robô a tomada de decisões não programadas, para solucionar problemas novos e lidar com situações imprevisíveis. (CNI DIGITAL, 2017).

Isso quer dizer que robôs autônomos são programados e estruturados para analisar, aprender e interagir com o ambiente, tomando decisões coerentes de acordo com a situação em que ele se encontre, tendo em vista o nível de autonomia programada para esse robô.

Sobre o nível de autonomia a CNI DIGITAL (2017) ainda complementa que:

Os níveis de autonomia variam de acordo com a estrutura do robô e com a função a desempenhar. Na medicina, por exemplo, se o procedimento envolver risco à vida do paciente (no caso de cirurgias mais complexas), o robô terá autonomia muito relativa; já para uma tarefa doméstica (como a limpeza de um piso), essa autonomia poderá ser bem maior. (CNI DIGITAL, 2017).

Para a Indústria 4.0, os robôs autônomos têm a função de executar tarefas que para o ser humano pode vir a ser perigoso ou que venha prejudicar a saúde deste, tendo como simples exemplo o transporte de peso/carga. Além de ajudar o funcionário a manter sua saúde, os robôs autônomos auxiliam a otimizar o trabalho, já que esses robôs conseguem analisar o ambiente e detectar possíveis falhas, corrigindo-as de imediato.

Fontes (2018) relata que: Na Indústria 4.0, os robôs autônomos precisarão ser capazes de realizar muito bem algumas habilidades antes tidas apenas pelos seres humanos. Ela ainda aponta três dessas habilidades primordiais que esses robôs precisarão ter.

- **Propriocepção** - Como o próprio nome diz, os robôs autônomos precisam ter autonomia! É necessário que eles tomem conta de si mesmos. Encontrar um lugar para se carregar ou até mesmo trocar suas próprias pilhas são umas das principais características. Os mais avançados conseguem se auto carregar. A propriocepção é baseada na sensação da condição do robô. Eles conseguem perceber como sua estrutura está no momento, se está molhada, desequilibrada, com algum defeito e inclusive se está em perigo.

- **Realizar Tarefas** - O principal objetivo dos robôs autônomos é realizar tarefas que são perigosas, repetitivas ou até mesmo inviáveis para o ser humano. No chão de fábrica, os robôs podem ser utilizados na movimentação e carregamento de produtos, na linha de produção e outros trabalhos pesados.

- **Localização** - É essencial que os robôs autônomos tenham um bom sistema de localização e façam o mapeamento do local em tempo real. Nas indústrias, são muito utilizadas fitas guias para que os robôs autônomos possam seguir seu caminho de um ponto a outro e reconhecer seus locais de parada. Tanto para a localização quanto para as outras habilidades, são instalados sensores, lasers e câmeras nos robôs autônomos para auxiliar no cumprimento das atividades. (FONTES, 2018).

Hoje em dia, algumas empresas já estão adotando em seus modelos de negócios estes robôs. A exemplo, pode-se citar a gigante Amazon, umas das maiores empresas de venda de produtos. De acordo com Tye Brady, chefe de tecnologia da empresa, em uma entrevista para a *MIT Technology Review*, a Amazon possui em seus galpões 100 mil robôs autônomos.

A frota de robôs de armazém automatizados da Amazon, agora com mais de 100.000 máquinas, está trabalhando ao lado de funcionários humanos para ajudar a atender à enorme demanda de satisfação do gigante do comércio eletrônico.¹⁶ (BRADY *apud* MIT TECHNOLOGIC REVIEW, 2018).

Ele deixou claro que, mesmo com a grande quantidade de robôs que a empresa possui, o trabalho humano é de extrema necessidade. Em uma parte da entrevista ele afirma que:

Os seres humanos ainda fornecem habilidades necessárias no processo de realização, como destreza, adaptabilidade e bom senso comum. Por exemplo, quando alguma manteiga de pipoca caiu acidentalmente de um casulo em um centro de distribuição, ela foi esmagada, criando uma grande bagunça no meio do chão. Os curiosos robôs não sabiam como lidar com a

¹⁶ Amazon's fleet of automated warehouse robots, now more than 100,000 machines strong, is working alongside human employees to help meet the e-commerce giant's massive fulfillment demand. Tradução Livre.

situação, mas queriam dar uma olhada. “Os robôs estavam passando por ele, e eles deslizavam e obtinham um erro no codificador”¹⁷ (BRADY *apud* MIT TECHNOLOGIC REVIEW, 2018).

A imagem 9, mostra a aplicação de robôs autônomos transportando estantes de produtos utilizados pela empresa Amazon.

Figura 9 - O “exército” de robôs da Amazon.



Fonte: SHIFTER (2018)

Sobre a relação humanos x máquinas, Jazdi (2014 *apud* SILVA, 2018) diz que:

[...] a inteligência dos operadores humanos para locais remotos, permitem que eles concentrem os esforços em raciocínio de alto nível e tomadas de decisão. Cabe ressaltar que, os seres humanos não devem ser desligados dos processos de produção, mas sim devem ter um papel cada vez mais importante, desta maneira, se define uma nova forma de cooperação entre as máquinas e seres humanos (JAZDI, 2014 *apud* SILVA 2018).

Sabemos que em qualquer tipo de processo de implementação inovadora, não de existir desafios a serem ultrapassados, isso não é diferente na implementação tecnológica. A CNI DIGITAL (2017) lista que alguns desses desafios a serem enfrentados em decorrência da indústria 4.0 podem ser o aumento da competitividade

¹⁷ Humans still provide necessary skills in the fulfillment process, like dexterity, adaptiveness, and plain old common sense. For example, when some popcorn butter accidentally fell off a pod in a fulfillment center, it got squished, creating a big buttery mess in the middle of the floor. The curious robots didn't know how to handle the situation but wanted to go check it out. “The robots were driving through it, and they'd slip and get an encoder error,” Tradução Livre.

e redução de vagas de trabalho humano dentro deste novo universo “Robôs versus Humanos”. Ela diz ainda que: precisa equacionar a diminuição de vagas de trabalhos (substituídas pela automação) e resolver a necessidade de qualificação de funcionários para operações em robótica.

No quadro 03, Schwab (2016) aponta os impactos positivos e negativos da utilização de robôs no processo industrial.

Quadro 3 - Robôs Autônomos. Impactos positivos e negativos.¹⁸

Impactos positivos	- Cadeia de fornecimento e logística, eliminações. - Mais tempo para o lazer. - Melhores resultados para a saúde (grande volume de dados paraa pesquisa e desenvolvimento de produtos farmacêuticos). - Caixas eletrônicos (bancos) como pioneiros. - Maior acesso a materiais. - “Remigração” da produção (ou seja, substituição de trabalhadores estrangeiros por rôbos).
Impactos negativos	- Perdas de trabalho. - Responsabilidade e transparência. - Normas sociais do dia a dia, serviços 24h e fim do trabalho das 9h às 17h; - Hacking e ciber-risco.

Fonte: Adaptação de Schwab (2016)

Segundo a Federação Internacional de Robótica – IFR¹⁹ (2016, em livre tradução) o número de robôs industriais implantados em todo o mundo aumentará para cerca de 2,6 milhões de unidades até o final de 2019. Representando cerca de um milhão de unidades a mais do que o ano recorde de 2015.

A IFR (2016), ainda aponta quais os setores em que estes robôs autônomos estão atuando:

Discriminadas por setores, cerca de 70% dos robôs industriais estão atualmente trabalhando os segmentos automotivo, eletroeletrônico e de metal e maquinaria. Em 2015, o maior crescimento no número de unidades operacionais registradas aqui foi registrado na indústria de eletrônicos, que apresentou um aumento de 18%. A indústria metalúrgica registrou um aumento de 16%, com o setor automotivo crescendo 10%. (IFR, 2016).

Com o setor de robôs autônomos em crescimento exponencial, a preocupação de como o mercado de trabalho será daqui para frente é bem latente. Sobre este ponto a IFR (*idem*), comenta que:

¹⁸ O quadro em maior escala encontra-se no anexo 4.

¹⁹ International Federation of Robotics.

Os enormes programas de automação com robôs tiveram um efeito positivo no emprego, não apenas nos EUA. No setor automotivo alemão, o número de funcionários também aumentou paralelamente ao crescimento da automação robótica: o aumento entre 2010 e 2015 foi em média de 2,5% - o estoque operacional de robôs industriais mostrou um aumento paralelo de 3% ao ano. (*ibidem*).

Em um estudo feito pela International Data Corporation (IDC, 2019), se destaca o aumento de implementação de robôs nas indústrias da América Latina²⁰. Em 2018 foi totalizado um valor de US\$ 1.040 bilhão de investimento na área. Espera-se que o crescimento em 2019, neste seguimento chegue a 21% a mais do valor do ano anterior, chegando a US\$ 1.266 bilhão.

A IDC (*idem*) ainda diz as porcentagens de implementação por áreas em 2019, ficando a divisão mais ou menos assim: 73% de robôs industriais (embalagens de produtos, solda, montagem), 27% de robôs de serviços (embalagens, produção agrícola, segurança) e 0,09% de robôs de consumo (assistentes virtuais, pequenos robôs para limpeza doméstica).

Hoje a realidade de ter robôs totalmente autônomos ainda é irreal, pelo alto custo de produção dos mesmos. Entretanto, com o avanço tecnológico, com novas pesquisas na área e com o incentivo de empresas privadas e governamentais, em um futuro próximo as indústrias e sociedade em geral irão se beneficiar melhor desta tecnologia.

3.3.5 Computação em nuvem (*Cloud Computing*)

Com a evolução da Internet, a computação em nuvem já está presente na rotina de várias pessoas e empresas. Tudo o que fazemos ou consumimos na Internet tendo como exemplo, plataformas/serviços de *streaming*, envios de e-mail ou até mesmo em uma simples edição de um documento de texto online, a computação em nuvem está no *background* dessas atividades. Para as empresas, a computação em nuvem auxilia o ecossistema empresarial com funções de armazenar dados, acessar conteúdos entre outras funções.

Sousa, *et al.* (2009), nos dá uma definição mais precisa do que é o termo computação em nuvem:

²⁰ Valores na injeção direta na economia.

O termo Computação em nuvem pode ser definido como um conjunto de uma grande rede de servidores interligados, sejam eles virtuais ou físicos, ou ainda pode ser definido como sendo um conjunto de recursos computacionais disponibilizados na Internet como um serviço. (SOUSA, *et al.*, 2009).

Segundo Pederneiras (2019), diz que:

Basicamente o serviço de nuvem funciona assim: existe um provedor, que armazena uma quantidade enorme de informações, as analisa e distribui, e existe o receptor, que utiliza estas informações. A nuvem revolucionou o uso de dados ao passo que para se ter acesso a um documento, por exemplo, não é mais preciso tê-lo armazenado na própria máquina. (PEDERNEIRAS, 2019)

Para a indústria 4.0, a computação em nuvem irá auxiliar as empresas a reduzir custos em termos de infraestrutura física e hardwares, pois a mesma não precisará obter equipamentos com valores exorbitantes, além de aumentar a velocidade no acesso aos dados armazenados, descentralizando os mesmos podendo ser acessado de qualquer lugar com autorização prévia dos administradores do sistema.

Sousa, *et al.* (2009) descreve de como são utilizados esses recursos que a computação em nuvem oferece.

Para utilizarem os serviços, os usuários necessitam apenas ter em suas máquinas um sistema operacional, um navegador e acesso a Internet. Todos os recursos computacionais estão disponíveis na nuvem e as máquinas dos usuários não necessitam ter altos recursos computacionais, diminuindo o custo na aquisição de máquinas. Todo hardware pode ser utilizado para realizar alguma tarefa que seja adequada ao seu poder de processamento. Novos recursos de hardware podem ser adicionados a fim de aumentar o poder de processamento e cooperar com os recursos existentes. (SOUSA *et al.*, 2009)

A computação em nuvem é dividida em três tipos, segundo a CNI DIGITAL (2017), qual seja:

Pública - tem servidores externos, instalados em provedores fora da empresa e, devido a seu baixo custo, é mais utilizada por startups, micro e pequenas empresas.

Privada - requer mais investimento e é indicada para empresas já em expansão (os servidores são alocados em data centers dentro da própria companhia).

Híbrida - permite o armazenamento de dados locais e sigilosos em uma nuvem privada e sua transferência para uma nuvem pública. Teoricamente, é o modelo ideal para todas as empresas pela maior oferta de recursos. (CNI DIGITAL, 2017).

Esses tipos de serviços vão variar de acordo com o tipo de modelo de negócio que a empresa de produto e/ou serviço possui.

3.3.6 Simulação / Virtualização

Como vimos nos outros tópicos, a indústria 4.0 veio para auxiliar a indústria/empresas de produtos e/ou serviços a reduzirem custos, aprimorar a tomada de decisão, tornando-as mais eficientes e eficazes, na busca de um melhor controle da produção, serviços/produtos personalizados, entre outros.

A definição dada pela CNI DIGITAL (2017) é a seguinte:

Simulação (ou Virtualização) é a reprodução virtual de ambientes e processos de desenvolvimento e manufatura nas fábricas. É uma prática que possibilita a reprodução digital e fiel do funcionamento das plantas industriais, abrangendo equipamentos, funções operacionais e de funcionários. (CNI DIGITAL, 2017).

Segundo Diogo, *et al.* (2019), aponta que:

A diminuição de custos com protótipos não vem apenas da impressão 3D, mas também de Simulação Computacional. Ela já era possível com softwares do tipo CAD/CAM e para a validação de processos produtivos. Mas com o avanço da tecnologia empregada em computadores, a Simulação também evoluiu. Computadores com hardware robusto e softwares mais avançados permitem que fábricas inteiras sejam simuladas, inclusive com logística interna e externa. E com visão tridimensional! O ganho de tempo é uma grande vantagem desse pilar. Ainda mais se for aliada mais se for aliada a Realidade Aumentada. (DIOGO, *et al.*, 2019).

Figura 10 - Simulação de maquinário industrial



Fonte: GE DO BRASIL (2017)

A imagem 10, mostra a simulação em realidade virtual de um maquinário industrial, que serve para auxiliar na montagem ou manutenção do mesmo. Na Indústria 4.0, a simulação pode ser aplicada desde o chão de fábrica até à logística, criando, assim, cópias virtuais idênticas (*digital twin*)²¹ dessa fábrica ou serviço, auxiliando o monitoramento, aprimoramento da produção e prevenção de erros.

Estas cópias virtuais podem ser acessadas a partir de qualquer dispositivo com o devido acesso a estrutura em nuvem desta empresa, de qualquer lugar do mundo, bastando, para isso, ter apenas acesso à Internet. Assim os profissionais que monitoram e administram esta empresa, tem uma versão simulada da mesma e podem realizar modificações, configurar ou modificar tarefas para os componentes já existentes, testando essas mudanças e configurações sem precisar fazer um investimento enorme além de obter os resultados destes processos de imediato.

A CNI DIGITAL (2017), aponta que:

À medida que as simulações são construídas de forma modular, a inteligência do mundo real é rápida e fácil de construir. As características únicas de cada componente podem ser modeladas individualmente e as conexões entre componentes configuradas. Os componentes podem ser configurados automaticamente para compartilhar informações entre si de acordo com regras específicas. Por exemplo, um piso inteligente pode alertar um robô que um humano está se aproximando de modo que o robô possa ajustar automaticamente seu movimento para evitar bater no ser humano. (CNI DIGITAL, 2017).

Completando a citação anterior, Moura e Nascimento (2018) abordam sobre a utilização da Simulação pela indústria/empresa:

Os gêmeos digitais são os únicos dentre as principais ferramentas de decisão capazes de lidar de maneira eficaz com as variações (aleatoriedade) do sistema produtivo e proporcionar estimativas das influências delas sobre sua performance. Assim, os gêmeos digitais podem adicionar criatividade ao processo de resolução de problemas e prever resultados, considerando a aleatoriedade/variabilidade e, ainda assim, ser financeiramente viável podendo ser usados em vários tipos de sistemas como em manufaturas, sistemas de filas, na determinação de alterações de layouts, no planejamento de novas instalações, cadeias de suprimento, logística, hospitais, hotéis, etc. (MOURA e NASCIMENTO, 2018).

Como foi apresentado, essa ferramenta auxilia ao gestor na tomada de decisão de modo rápido, sem ter a necessidade de que essa decisão seja implementada na

²¹ Termo em inglês, tradução para o português – “gêmeo digital”, que é a criação de um ambiente virtual idêntico ao da cadeia de produção de um produto.

realidade. Para as indústrias, isso é de grande valia, pois não será necessário parar a produção para testes. Com esta ferramenta, o gestor irá testar as decisões e ver de forma virtual os impactos que elas têm de imediato, podendo assim serem ajustadas antecipadamente e com um custo bem reduzido em comparação a outras formas de testes.

O Brasil ainda tem muito a caminhar para incorporar nas indústrias esta ferramenta. A cada instante avançamos com essas tecnologias que englobam a indústria 4.0, mas há muito ainda por fazer.

3.3.7 Segurança Cibernética / Cybersecurity

Com o avanço da tecnologia e da Internet conectando e interligando quase tudo, a segurança de dados é uma de nossas maiores preocupações hoje em dia. Na indústria 4.0, a prevenção de dados é um dos pontos cruciais. Progressivamente serão necessários ferramentas que previnam e detectem vazamentos de dados, sejam eles por ataque de hackers ou maliciosos por meio de vírus, por falhas técnicas ou até mesmo por falha humana.

Segundo a CNI DIGITAL (2017), uma definição sobre o que é a Segurança Cibernética é: “[...] o conjunto de ferramentas criadas para proteger dados virtuais.”.

Quanto mais “coisas”, aplicações Web, sistemas operacionais, sistemas complexos, entre outros, estiverem conectados à rede, isso poderá resultar em vulnerabilidades que podem comprometer a segurança dos dados armazenados pela a indústria/empresa.

Theil (2016), diz que:

Na verdade, os pequenos computadores embutidos que compõem a IdC (ou IoT) e a maioria de nossos dispositivos eletrônicos do dia a dia têm uma memória e um poder de processamento muito limitados. Como resultado dessas limitações, eles devem ser construídos com especificações bastantes rígidas, que mal acomodam as funções de que seus desenvolvedores necessitam para fazer que os dispositivos funcionem, deixando pouco espaço para coisas “triviais”, como a segurança, muitas vezes um acréscimo no fim do processo de fabricação.

Ele quis dizer que a maioria dos sistemas que temos hoje, para esses sistemas a segurança vem em segundo plano na maioria das aplicações de IoT. Com isso, os dados podem ser alvos de ataques *hackers*.

Theil (*idem*) ainda aponta os desafios que terão que ser superados na indústria.

A segurança deve ser nativa e não opcional. Requisitos de proteção da IoT devem ser considerados desde o início do projeto e com desenvolvimento seguro, incluindo segurança na cadeia de produção - tempo de projeto X tempo de chegar ao cliente. (THEIL, 2016)

A CNI DIGITAL (2017), aponta outros fatores ligados aos desafios que indústria 4.0 enfrentará:

Criar, nos próximos anos, um sistema mais protegido e confiável ao mesmo tempo em que a Indústria 4.0 constrói um cenário altamente tecnológico, autônomo e integrado. Segundo Marc van Zadelhoff, vice-presidente da IBM Security, é necessário investir em capacidade de análises e inteligência para ser capaz de compreender os danos durante ou logo após uma violação. Manter uma equipe treinada, inclusive com simulações recorrentes de um cenário de invasão cibernética, e responder a um ataque o quanto antes diminui danos e custos. Outra ferramenta é a criptografia de dados. (CNI DIGITAL, 2017).

3.3.8 Manufatura Aditiva / Impressão 3D

A indústria sempre vem buscando otimizar o tempo de produção. As revoluções industriais trouxeram vários benefícios até o momento quanto a isso desde os processos industriais mais tradicionais (forjamento, soldagem, fundição, torneamento, etc.). Todavia, com os avanços tecnológicos e pesquisa no campo de processos industriais, foi possível o surgimento da Manufatura Aditiva.

Este processo industrial, segundo CNI DIGITAL (2017), é:

Manufatura Aditiva — ou Impressão 3D — é a criação de um objeto por meio da adição de camadas ultrafinas, uma a uma, de materiais como plástico, metal, ligas metálicas (aço comum ou liga de titânio), cerâmica e areia, entre outros. Isso é feito por meio de uma Impressora 3D, que imprime objetos desenhados com um software de modelagem tridimensional. (CNI DIGITAL, 2017).

A manufatura aditiva ou impressão 3D, pode parecer uma tecnologia recente, mas ela surgiu no começo dos anos 90. Inicialmente esta tecnologia era utilizada para pequenos protótipos, mas com a difusão desta tecnologia, setores como o automotivo, aeronáutico, da saúde, construção civil, entre outros, passaram a se beneficiar também desta tecnologia, obtendo resultados que antes eram quase impossíveis. Como um dos pilares da indústria 4.0, a manufatura aditiva tem a capacidade de criar uma extensa lista de artefatos.

Segundo Dias (2018), estes artefatos são elaborados a partir de impressão e os modelos são projetados em softwares de modelagem 3D:

A elaboração de uma peça por meio da manufatura aditiva é bem semelhante ao de uma impressão comum, em 2D. Todavia, ao invés de tinta é utilizado uma espécie de pó, gel ou algum filamento de metal ou plástico. Durante o processo de confecção dessas peças, o material escolhido é adicionado em camadas, a fim de garantir que a matéria prima seja aproveitada ao máximo. Na Manufatura Aditiva, os projetos são criados a partir de programas de modelagem 3D, como AutoCAD, SolidWorks, Sketchup, 3ds Max, Meshmixer, TinkerCAD, entre outros. E, de acordo com o que foi elaborado nesses programas de desenho, é possível criar um objeto por meio da impressora 3D. (DIAS, 2018).

Schwab (2016), em relação ao equipamento, diz que: “[...] a impressora 3D poderá criar produtos muito mais complexos sem equipamentos complexos [...]”. Isso quer dizer que para a indústria 4.0, a manufatura aditiva barateará os custos de produção de um artefato, pois a mesma não precisa de maquinários complexos. Ele ainda comenta que: “[...] a impressora 3D será capaz de fazer aquilo que, anteriormente, somente seria possível por meio de uma fábrica completa.”.

Em termos da popularização da impressão 3D, Schwab (*idem*), comenta que: “Ao longo do tempo, as impressoras 3D irão superar os obstáculos da velocidade, dos custos e do tamanho e se tornarão mais difundidas.”. A imagem 11, demonstra a utilização de impressoras 3D na construção civil, com o intuito de agilizar o processo de construção de casas e edifícios.

Figura 11 - Uso de impressora 3D para construção de casas.



Fonte: GADGETS.NDTV.COM (2014)

Como vimos anteriormente, a manufatura aditiva está em vários setores. Na medicina, esta tecnologia está sendo usada principalmente na parte de cirurgia plástica, oncológica e ortopedia. Segundo a CNI DIGITAL (2017), em Recife/PE, o cirurgião plástico *Pablo Maricevich*, do Hospital da Restauração, utiliza a prototipagem e a impressão 3D como auxílio nas cirurgias de reconstruções craniofaciais.

Desse modo, a utilização desta tecnologia é capaz de confeccionar próteses de modo impecável, de forma mais rápida e barata. Isso auxilia tanto o paciente em termos de esclarecimentos e ao cirurgião permitindo-o planejar o procedimento cirúrgico em um tempo mais hábil.

Contudo, Schwab (2016) aponta não apenas os impactos positivos, mas também os negativos ou desconhecidos e em três áreas que a manufatura aditiva atua diretamente. Essas áreas são: *Fabricação, Saúde Humana e Produtos de Consumo*.

O quadro 4 aborda os impactos diretos, que ocorrerão no modo em que os artefatos serão fabricados não somente pela a Indústria 4.0, mas também pelo usuário final.

Quadro 4 - Impressão 3D e fabricação. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.²²

Impactos positivos	- Desenvolvimento acelerado de produtos. - Redução do ciclo projeto-manufatura. - Peças complicadas fabricadas facilmente (impossíveis ou difíceis de serem feitas antes). - Demanda crescente por <i>Designers</i> de Produto. - Instituições educacionais utilizando a impressão 3D para acelerar o aprendizado e o entendimento. - Poder de criação/fabricação democratizado (limitados somente pelo <i>design</i>). - Benefícios ambientais em razão dos requisitos de transporte.
Impactos negativos	- Aumento de resíduos para eliminação, sobrecarregando mais o meio ambiente. - Produção de peças anisotrópicas no processo da camada, ou seja, elas não possuem a mesma força em todas as direções; isso pode limitar a funcionalidade das peças. - A fabricação tradicional em massa responderá a esse desafio ao buscar formas de reduzir custos e o tamanho dos ciclos mínimos de produção. - maior número de "projetos" em código aberto para imprimir vários tipos de objetos. - O nascimento de uma nova indústria para o fornecimento de materiais para impressão. - Aumento das oportunidades empresariais no espaço.
Impactos desconhecidos	- Perda de trabalho em uma indústria disruptiva. - A primazia da propriedade intelectual como fonte de valor da produtividade. - Pirataria. - Marca e qualidade do produto.

Fonte: Adaptação de Schwab (2016)

²² O quadro em maior escala encontra-se no anexo 4.

Já o quadro 5, Schwab (2016) aponta os impactos da impressão 3D na produção de artefatos voltados para a saúde humana como por exemplo, próteses, órgãos, implantes dentários, etc.

Quadro 5 - Impressão 3D e saúde humana. Impactos positivos e negativos.²³

Impactos positivos	- Impressão de próteses: substituição de partes do corpo/membros. - Impressões efetuadas nos hospitais para todos os pacientes que necessitam de cirurgia (por exemplo, talas, gessos, implantes, parafusos). - Medicina personalizada: a impressão 3D irá crescer com maior velocidade nas áreas em que os clientes precisam de uma versão ligeiramente diferente, de uma parte do corpo (por exemplo, uma coroa de um dente). - Impressão de componentes de equipamentos médicos que são difíceis ou caros de achar, por exemplo, transdutores. - Impressão por exemplo, de implantes dentários, marca-passos e pinos para fraturas ósseas nos hospitais locais em vez de importá-los, reduzindo, assim, o custo das operações. - Mudanças fundamentais nos testes de drogas, que podem ser feitos objetos humanos reais, dada a disponibilidade de órgãos totalmente impressos. - Impressão de alimentos, melhorando assim a segurança alimentar.
Impactos negativos	- Produção não controlada ou não regulamentada de partes do corpo humano, equipamentos médicos ou de alimentos. - Aumento de resíduos para eliminação, sobrecarregando mais o meio ambiente. - Impacto na agricultura dos alimentos impressos. - Grandes debates éticos decorrentes da impressão de partes do corpo e órgãos: quem irá controlar a capacidade de produzi-los? Quem irá garantir a qualidade dos órgãos impressos? - Desincentivos distorcidos para a saúde: se tudo é substituível, por que viver de forma saudável?

Fonte: Adaptação de Schwab (2016)

O quadro 6, aborda os impactos em que a impressão 3D terá em relação a produção dos artefatos de consumo.

Quadro 6 - Impressão 3D e produtos de consumo. Impactos positivos e negativos.²⁴

Impactos positivos	- Maior personalização dos produtos e fabricação pessoal. - Criação de produção de nicho e lucros pela venda deles. - Maior crescimento da impressão em 3D nas áreas em que os clientes possuem necessidades ligeiramente diferentes de um produto - por exemplo, os pés, com determinada forma, precisam de sapatos com tamanhos específicos. - Redução dos custos com logística, gerando a possibilidade de enormes economias. - Contribuição para muitas atividades locais; elaboração dos próprios produtos, eliminando os custos com logística (economia circular)
Impactos negativos	- Cadeia de suprimentos de logística global e regional: menor demanda, resultando em perdas de emprego. - Controle de armas: oportunidades para a impressão de objetos com níveis mais elevados de abuso tais como armas. - Aumento dos resíduos para eliminação, sobrecarregando mais o meio ambiente. - Grandes rupturas nos controles de produção, leis sobre consumo, barreiras comerciais, patentes, impostos e outras restrições governamentais; além da luta para se adaptar.

Fonte: Adaptação de Schwab (2016)

²³ O quadro em maior escala encontra-se no anexo 5.

²⁴ O quadro em maior escala encontra-se no anexo 6.

3.3.9 Realidade Aumentada / Realidade Virtual

A indústria 4.0 utiliza-se de ferramentas computacionais para visualizar, virtualizar e validar projetos, artefatos ou serviços que ainda não foram executados. Essas tecnologias já vêm sendo utilizadas por muitas empresas, através da *Realidade Virtual*, *Realidade Aumentada* ou até mesmo a *Realidade Mista*. Abaixo as definições dos conceitos das três realidades citadas a cima.

Bryson (1996), adota como definição para *Realidade Virtual*: “A realidade virtual é o uso de computadores e interfaces homem-computador para criar o efeito de um mundo tridimensional contendo objetos interativos com um forte senso de presença tridimensional.”²⁵.

A CNI DIGITAL (2017), nos dá uma definição sobre a *Realidade Aumentada*:

Realidade Aumentada (ou, em inglês, Augmented Reality) é a tecnologia, ainda recente, que permite a interação entre os universos virtual e real. Ou, ainda, é a sobreposição de objetos e imagens reais no ambiente virtual por meio de um dispositivo tecnológico. (CNI DIGITAL, 2017).

Já para o conceito de *Realidade Mista*, Rodello, *et al.* (2010) sugere que:

A Realidade Misturada é um termo utilizado para caracterizar o espaço de transição entre o mundo real e um mundo artificial gerado por computador, denominado por muitos autores como Realidade Virtual (RV). Um ambiente de RM baseia-se na coexistência de objetos reais e virtuais, em que o usuário interage sem distinção de maneira fácil e intuitiva. Para muitos, a RM é considerada como a próxima geração de concepção de interfaces. (RODELLO, *et al.*, 2010).

Essas tecnologias (AR, RV, MR)²⁶ se configuram como ferramenta, auxiliando a tomada de decisão, além de dar suporte para treinamento de pessoal, manutenção de equipamentos, design de produto, etc.

A utilização dessas tecnologias para os processos de design na indústria 4.0, Monteiro, *et al.* (2018), comenta que:

As tecnologias AR e VR permitem ver o produto nas fases de design, em escala real e com interações naturais, antes mesmo de realizar o primeiro protótipo físico. Isso otimiza as etapas de planejamento, antecipa os problemas relacionados ao objeto (ergonomia, interferências, acessibilidade)

²⁵ Virtual reality is the use of computers and human-computer interfaces to create the effect of a three-dimensional world containing interactive objects with a strong sense of three-dimensional presence. Tradução livre.

²⁶ Siglas em inglês.

reduzindo, assim, o impacto sobre os custos de desenvolvimento do produto. (MONTEIRO et al, 2018)

Com a inserção dos *smarts* objetos (*smartsglasses*, *tablets*, *smartphones*, etc) em aplicações cotidianas e nas indústrias/empresas, é possível interagir com o ambiente virtual em tempo real, com ou sem imersão. A imagem 11, exemplifica esta interação com um modelo tridimensional de um produto em realidade aumentada.

Figura 12 - Aplicações de realidade aumentada.



Fonte: X CUBE LABS (2018)

De acordo com Diogo (2019), é correto dizer que “[...] a *Realidade Aumentada*, *Realidade Virtual* ou *Mista*, aliadas a IoT e Integração de Sistemas, habilita os CPS, que, conseqüentemente, tem muito a colaborar com a gestão [...]”.

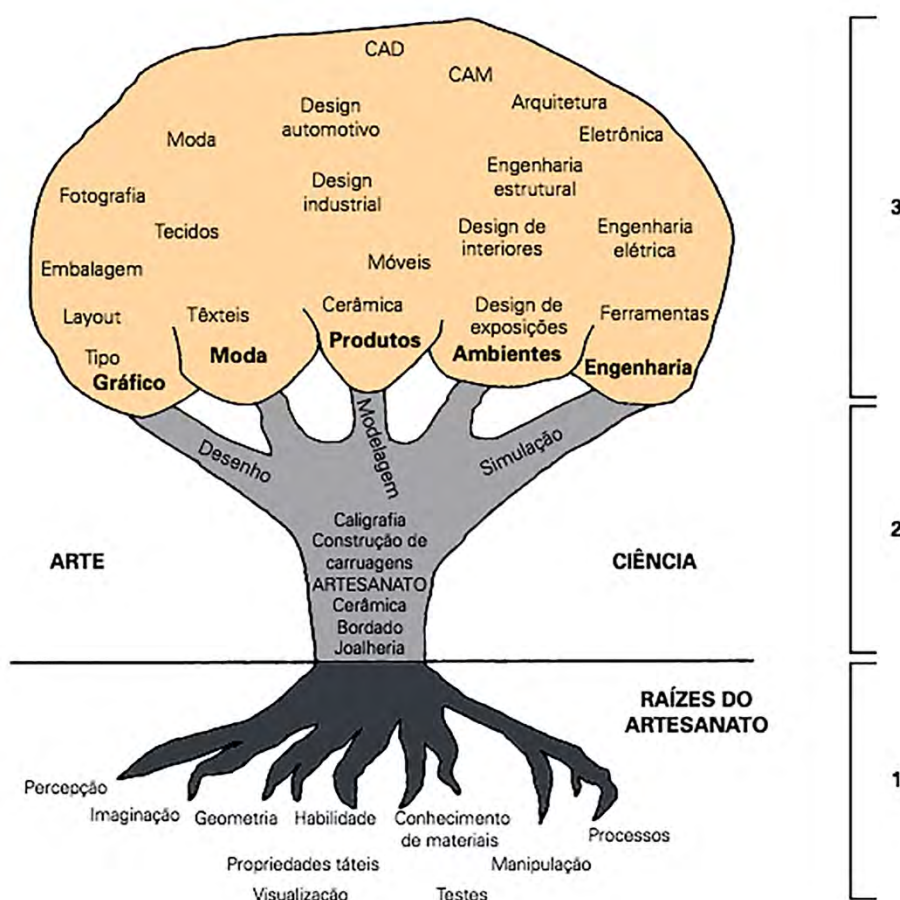
Isso quer dizer que com a inserção desta tecnologia os gestores terão uma visão mais ampla do processo, além de resultar em uma tomada de decisão mais rápida.

4 DESIGN E TECNOLOGIA

Neste capítulo será abordado o design e suas tecnologias. Nele serão trazidos os conceitos de áreas do design e aplicações de tecnologias que fazem parte da Indústria 4.0.

Para que possamos nos situar melhor no contexto Design e Tecnologia é importante apresentar alguns exemplos de como essas tecnologias são aplicadas em Design dentro de suas principais ênfases e suas subáreas, tendo como base o diagrama de disciplinas (Quadro 7) e a árvore do design (Imagem 13), proposta por Mozota, *et al.* (2009). Contudo, esses exemplos citados a seguir são os mais relevantes para esta pesquisa, pois existe uma infinidade de tecnologias abordadas para Design.

Figura 13 - Árvore do design.



Fonte: Mozota, et al., 2009, p.22

Neste sentido, a imagem 13 e o quadro 7 representa a síntese destas áreas e subáreas. Como tal, os sub tópicos buscam apresentar o modo como algumas delas se completam junto às áreas de Design e Tecnologia. Assim como estabelece os conceitos e relações entre elas, pois os limites são muito sutis.

Quadro 7 - Diagrama de disciplinas.

Design 2D	Design 3D	Design 4D
Design Gráfico Design de Informação Ilustração Design Têxtil	Design Móveis Design de Moda Design de Interiores Design Industrial Design Ambiental	Design Digital Design Interativos Design de Web

Fonte: Adaptação de Mozota, *et al.* (2009).

O quadro acima mostra algumas das vertentes que serão apresentadas no sub tópico 2.2 a seguir. Contudo, é importante trazer à tona que o design vem se reformulando muito e que da época em que o livro foi publicado, 2009, o cenário mudou muito também para o design. A escolha dessa bibliografia, contudo, é seu teor de confiabilidade e permanência ainda nos dias de hoje e, por isso, foi complementada com as observações de outras especialidades do design em voga nos bacharelados e pós-graduações mundo afora e pelo país.

4.1 CONCEITUAÇÃO

A compreensão sobre o que é design é bastante ampla. Entretanto, uma das definições mais utilizadas é a que a antiga ICSID (*International Council of Societies of Industrial Design*), hoje WDO (*World Design Organization*, 2019), criou:

Design industrial é um processo estratégico de solução de problemas que impulsiona a inovação, constrói o sucesso do negócio e leva a uma melhor qualidade de vida por meio de produtos, sistemas, serviços e experiências inovadores. O design industrial preenche a lacuna entre o que é e o que é possível. É uma profissão transdisciplinar que aproveita a criatividade para resolver problemas e co-criar soluções com a intenção de tornar melhor um produto, sistema, serviço, experiência ou negócio. Na sua essência, o Design Industrial oferece uma maneira mais otimista de olhar para o futuro, reformulando problemas como oportunidades. Ele conecta inovação, tecnologia, pesquisa, negócios e clientes para fornecer novo valor e

vantagem competitiva em todas as esferas econômica, social e ambiental.²⁷ (WDO, 2019, em livre tradução).

Partindo do pressuposto que o Design e a Tecnologia têm ampla relação na atualidade, podemos dizer que, para se projetar algum artefato ou serviço, temos que possuir um planejamento que geralmente utiliza esta relação aplicada ao desenvolvimento de soluções criativas. Portanto, se as duas áreas se complementam e o Design costumeiramente utiliza-se de tecnologias na solução de problemas e para aprimorar processos, pode-se dizer que isto implica em uma vantajosa interação para ambas as partes.

Segundo Best (2012, p. 40), a autora afirma que:

O design existe em uma ampla variedade de contextos ligados à sociedade, ao ambiente, à tecnologia, à política e à economia. Altamente influente quando utilizado em serviços[...], nos últimos tempos tem se imposto como um meio cativante e atraente de estimular a inovação em contextos de negócios dos mais variados.

A autora ainda explana sobre a capacidade do design de se integrar a diversas esferas, tornando-o, assim, uma ferramenta de alto valor para as empresas à medida em que também defende sobre:

As pessoas que conduzem, gerenciam e utilizam o poder do design aprendem a transitar entre diferentes disciplinas, culturas e fronteiras organizacionais, facilitando, empregando e viabilizando a comunicação entre indivíduos [...] (BEST, 2012, p.41).

Com isto, ela enfatiza que o design é multidisciplinar, podendo, assim, dialogar com outras áreas conexas, gerando soluções viáveis e com menor tempo para os problemas encontrados nessas e por essas demais áreas.

A relação entre o design e a tecnologia é uma linha tênue, os dois andam lado a lado, muito próximos um do outro e, na maioria das vezes, se auxiliando. Os projetos de design são centrados no usuário, gerando, assim, novos artefatos e serviços buscando que estes tenham a adesão necessária para que haja sucesso nesse

²⁷ Texto no idioma original: *Industrial Design is a strategic problem-solving process that drives innovation, builds business success, and leads to a better quality of life through innovative products, systems, services, and experiences. Industrial Design bridges the gap between what is and what's possible. It is a trans-disciplinary profession that harnesses creativity to resolve problems and co-create solutions with the intent of making a product, system, service, experience or a business, better. At its heart, Industrial Design provides a more optimistic way of looking at the future by reframing problems as opportunities. It links innovation, technology, research, business, and customers to provide new value and competitive advantage across economic, social, and environmental spheres.*

processo. Nesse intermeio, a indústria tem muito a contribuir e se beneficiar. Se por um lado ela pode auxiliar aos designers na fase de projeção e minimização de erros, pelo outro, os usuários terão artefatos cada vez mais eficientes e eficazes na maior quantidade de aspectos possíveis.

4.2 VERTENTES DO DESIGN

Neste tópico serão abordadas as principais vertentes do design com base na árvore do design (vide imagem 11) e no diagrama de disciplinas (vide quadro 7), ambos de Mozota, *et al.* (2009), adaptando-as as que melhor se aplicam ao presente estudo, tendo em vista que seria impossível abarcar todas as especialidades do design existentes mundo à fora, optou-se por apresentar 6 que, pelo critério tempo de existência e crescimento no meio, pareceram as mais adequadas de se apresentar no momento, o que não significa que este estudo não possa ser ampliado as demais. Para isso também foram pesquisados cursos de graduação e pós-graduação²⁸ mesmo que de maneira aleatória, o que terminou por confirmar o que já se esperava das vertentes a serem trabalhadas aqui. Assim e em busca das mais relevantes para esta pesquisa, serão apresentadas as seguintes: Design Gráfico, Design de Produto, Design de Moda, Design Estratégico, Design de Serviços e o Design de Interação.

4.2.1 Design Gráfico

A principal referência sobre design gráfico ainda hoje é a Bauhaus²⁹. Para Lupton (2015), a Bauhaus e outras instituições, exploraram o design como uma “linguagem da visão”; universal e baseada na percepção, conceito que continua, ainda hoje.

Já para Cardoso (2018), o conceito de design gráfico configura-se como: “[...] o conjunto de atividades voltadas para a criação e a produção de artefatos de comunicação visual, geralmente impressos, tais como livros, revistas, jornais, cartazes, folhetos e tantos outros. [...]” (CARDOSO, 2018). A imagem 14 representa a citação acima.

²⁸ Foi realizada uma pequena pesquisa complementar ao que Mozota, *et al.* (2009) apresenta como vertentes do design e acrescidas algumas que já estão mais familiarizadas nas graduações e pós-graduações no exterior e no Brasil.

²⁹ Primeira escola de design do mundo.

Figura 14 - Diagramação de revista impressa.



Fonte: ELO 7 (2018)

Borg (1978 *apud* FRASCARA, 2000) propõe uma definição sobre o que é o Design Gráfico visto como uma atividade:

[...] o design gráfico, visto como atividade, é a ação de conceber, programar, projetar e fazer comunicações visuais, produzidas em geral por meios da indústria e destinadas a transmitir mensagens específicas aos grupos determinados.³⁰ (BORG, 1978 *apud* FRASCARA, 2000, p.19, em livre tradução).

Com a evolução dos métodos e a inserção de computadores, na produção dos artefatos gráficos, o design gráfico não ficou somente na área impressa. O mesmo ampliou-se para parte digital, contemplando outras áreas como: cinema (Edição de vídeos, animação, *motion design*), têxtil (criação e impressão de estampas), desenvolvimento web (diagramação para aplicativos *mobile*, interfaces para *websites*), prototipação de artefatos em 3D, entre outras áreas que se possa projetar artefatos por meio de computador como demonstra a imagem 15.

³⁰ [...] el diseño gráfico, visto como actividad, es la acción de concebir, programar, proyectar y realizar comunicaciones visuales, producidas en general por medios industriales y destinadas a transmitir mensajes específicos a grupos determinados.

Figura 15 - Projeto de website em diversas plataformas.



Fonte: 44Bytes (2018)

4.2.2 Design de Produto

Pode-se dizer que o Design de Produto é uma das áreas que mais se beneficiará, ou melhor, já está se beneficiando diretamente de todas as possibilidades tecnológicas que existem na atualidade, tanto nas fases de projeção de artefatos, ou seja, o designer enquanto projetista, bem como nos artefatos em si, quando observamos os consumidores e/ou usuários em suas interações com tais artefatos. Separando nesses dois *locus*: tanto o projetista quanto o consumidor/usuário³¹ vão usufruir da tecnologia sendo amplamente utilizada e disseminadas nos dois universos.

Do lado do projetista, tem-se ferramentas tecnológicas projetuais utilizadas no decorrer da aplicação do método, independente de qual seja este ou de em qual autor o designer se embase. A exemplo: se pegarmos o método projetual³² de Löbach (2005), um dos mais tradicionais na área, e seguirmos suas etapas, é possível identificar o uso da tecnologia como elemento, não apenas facilitador, mas determinante para agilidade e, até sucesso no resultado final do projeto em si.

³¹ A expressão consumidor não pode ser utilizada sempre como sinônimo de usuário, pois, em muitos casos, o consumidor - aquele que compra o artefato - não é o usuário do mesmo. Um exemplo claro são artigos infantis. Quem os compra são os pais ou seus cuidadores, mas quem usa é a criança. Então é importante salientar que aqui pode-se compreender tanto como uma única pessoa enquanto consumidor e usuário, mas também como pessoas diferentes, quem compra e quem usa de fato.

³² Não cabe aqui apresentar toda a metodologia/método de Löbach (2005). Ele está sendo citado como forma de contribuir para visualização do leitor no quesito tecnologia no campo da projeção em design de produto. Portanto, serão apresentados pequenos trechos de seu extenso cabedal de maneira ilustrativa da realidade atual neste contexto.

Da geração de alternativas com a elaboração em software 3D e renderização, para pesquisa com consumidor sobre aceitação e rejeição; a testes de resistência mecânica, identificando pontos de maior tensão ou sobrecarga e que devem ser previamente reforçados ainda com o artefato existindo apenas no universo digital; a prototipação 3D real para estudos de proporção, uso de realidade aumentada, testes de usabilidade e adequação ao briefing, entre tantas outras vantagens; a tecnologia vem contribuir para minimização de erros e, ao final, da escolha pela melhor alternativa a ser produzida e lançada no mercado (VEZZOLI, 2010).

Já no campo do consumidor/usuário a tecnologia se mostra das mais diversas maneiras. Artefatos inteligentes e ligados em rede e que podem, quando conectados entre si, trazer uma experiência de uso ainda mais satisfatória e completa. Um bom exemplo de artefato que ampliou a experiência de uso de consumidores é o celular. Através dele, é possível controlar a iluminação de uma casa, estar atento a sua segurança quando este estiver conectado a câmeras, envio de arquivos via e-mail ou rede interna fazendo o papel de um computador ligado a Internet ou com conexão via bluetooth, entre tantas outras funcionalidades que um pequeno aparelho condensa.

4.2.3 Design de Moda

Como nas outras áreas, a tecnologia não deixa de estar presente na área de moda. Algumas tecnologias abordadas neste tópico estão ligadas diretamente com esta nova fase da indústria. Podemos dar como exemplo de tecnologia inserida na moda, a impressora 3D. Ela foi galgando espaço na área da moda e hoje uma peça de vestuário pode ser feita em poucas horas, ou até em minutos.

Este “boom” de se produzir peças de moda em 3D iniciou com o lançamento de uma das peças da designer holandesa *Iris Van Herpen*. Em uma entrevista feita pelo blog *ELLE*, da editora Abril, ela diz em uma das perguntas que:

Para mim, esse é o princípio do meu trabalho. O processo mais tradicional de toda a couture é o cuidado artesanal. E nós combinamos a esse processo, novas tecnologias, como a impressão 3D para roupas. Quando fazemos isso, eu entendo que chegamos ao melhor dos dois mundos. Essa técnica introduz uma nova estética com diferentes materiais e noções de silhueta. Para mim, isso é criar uma nova perspectiva do que a couture pode ser. Eu entendo a alta-costura como uma obsessão da moda pela arte e como uma possibilidade de se ligar com o mundo. A fabricação artesanal é uma parte importante de tudo, mas não a única. (HERPEN, 2017).

Nesta mesma entrevista, ela ainda ressalta que: “[...] as peças que são criadas por ela é consequência de sua ação multidisciplinar, que abraça a arte e a arquitetura, por exemplo.” (*Idem sic.*).

Em 2013, o designer de moda Michael Schmidt e o arquiteto Francis Bitonti, tiveram a missão de criar um vestido (imagem 14) para a atriz e modelo norte americana Ditta Von Teese utilizando esta tecnologia. Segundo o MEIO BIT (2018), o vestido foi projetado com um *iPad*:

[...]o resultado é uma obra de arte, são 3.000 peças ocas, em 17 variações, interconectadas com precisão matemática. Feitas de nylon endurecido e laqueadas, ganharam 13 mil cristais Swarovski negros. O conjunto todo pesa apenas 5,0kg [...]. (MEIO BIT, 2018).

Figura 16 - Vestido produzido em 3D para Dita Von Teese



Fonte: AH TE PEGUEI (2017)

Após a criação deste modelo tridimensional (Imagem 16), outros designers como, por exemplo, a designer Stephania Stefanakou³³, fundou o estúdio STEFANAKOU e foi co-fundadora da *House of Anesi*. As duas empresas trabalham com produção de peças de vestuário impressas em sistema 3D.

³³ *Stephania Stefanakou* - originária da Grécia, Stephania mudou-se para o Canadá quando tinha dezessete anos para frequentar a Ryerson University, Escola de Moda em Toronto, para estudar e aprender sobre a indústria da moda. Após quatro anos no programa de Comunicação de Moda, ela percebeu que estava realmente interessada no campo da tecnologia vestível. Atualmente, está trabalhando no Laboratório de Fabricação da Universidade Ryerson, que atende estudantes de graduação e pós-graduação com projetos de Impressão 3D e Tecnologia Wearable. Tradução Livre.

Não é somente a impressão em 3D que vem mudando e impactando os processos de fabricação dos artefatos de moda, outros estudos como, por exemplo, tecidos inteligentes que utilizam nanotecnologia, circuitos NFC³⁴, componentes micro eletrônicos em sua fabricação estão cada vez mais comuns. Segundo Rezende (2013):

[...] Na indústria têxtil, o futuro se baseia cada vez mais na pesquisa e desenvolvimento de novas fibras e tecidos. Os avanços tecnológicos que tiveram recentemente na indústria mostram uma grande tendência de valorização não apenas do aspecto estético do tecido, mas também de seu desempenho [...]. (REZENDE, 2013).

Estas mesmas mudanças estão seguindo a evolução das indústrias, seu modo de operar e como o usuário/consumidor se comporta com as mesmas. Logo abaixo a imagem mostra algumas dessas mudanças:

Figura 17 - Evolução da moda em relação à indústria.



Fonte: SEBRAE/RJ, 2017.

4.2.4 Design Estratégico

Para que qualquer artefato seja projetado, independente dele ser tangível ou intangível, físico ou digital, tem que se pensar estrategicamente desde o início de seu propósito, passando pelo seu planejamento à concepção e finalização, tanto para a empresa que esteja financiando este projeto, quanto para o usuário que irá consumir determinado resultado³⁵ da estratégia.

³⁴ NFC: Near Field Communication (comunicação por campo de proximidade), tecnologia que através da qual informações podem ser trocadas sem fio entre dois dispositivos próximos um do outro. Essa troca é feita de maneira automática, ou seja, sem a necessidade de configurações prévias, e pode se dar entre smartphones, mas também com qualquer outro dispositivo que tenha um chip compatível. (SALUTES, 2018).

³⁵ Aqui se coloca resultado pelo fato de não se saber se este é tangível ou intangível, físico (3D) ou digital.

Corroborando com essa ideia, Freire (2015) aborda a estratégia como um novo escopo de atuação para o design nas organizações. Ela denomina de “o projeto da estratégia”, concluindo que o design não será utilizado somente para diferenciar os produtos/serviços da concorrência, mas para pensar o projeto da estratégia ou a estratégia como resultado do projeto. Assim, o mesmo assume a estratégia tanto em sua cultura, bem como na contribuição de proposições para a inovação nas organizações, ou seja, a atividade de Design Estratégico.

Uma definição mais simplificada do que é Design Estratégico é a de Saffer (2010), que afirma que o:

Design estratégico é o planejamento do produto/projeto que ocorre no início do processo de design. É uma combinação de definir uma visão para o estado final de um projeto e determinar as táticas necessárias para executar essa visão. (SAFFER, 2010, p.48, livre tradução)³⁶

Com essa definição podemos então relacionar o design com a estratégia de duas visões distintas. De acordo com Freire (*op. cit.*), estas visões são do ponto de vista da cultura da administração projetual e da cultura do projeto. De um modo geral, para complementar atualmente essa visão do design estratégico, Pinheiro (2015) traz na abordagem do design thinking que a estratégia também pode ser o resultado do projeto do design em si, ou seja, o final de seu trabalho projetual³⁷.

Já Kotler e Rath (1984), dizem que na administração o design é visto como uma ferramenta para diferenciação de concorrência mercadológica, agregando valores e qualidades ao artefato/serviço, garantindo, assim, uma vantagem competitiva para a organização.

Voltando à área de design, Zurlo (1999 *apud* FREIRE, 2015) afirma que o design poderia ser capaz de contribuir e impulsionar a forma de aprendizagem dentro das organizações, podendo também ser guia para os processos de estratégias organizacionais, trabalhando em meio à visão do CEO e buscando o posicionamento ou reposicionamento dessas empresas no mercado em que atuam, ou ainda fazendo-as adentrar em outro mercado, caso seja de seu interesse.

³⁶ Texto original: *Design strategy is the product and project planning that takes place at the beginning of the design process. It is a combination of defining a vision for the end state of a project, and determining the tactics needed to execute on that vision.*

³⁷ Nesse sentido, o termo ‘trabalho projetual’ se torna mais ampla, assumindo o papel de teor investigativo.

Alguns pesquisadores como Katheryn Best, Brigitte Borja de Mozota e Rachel Cooper estudam o papel estratégico do design sob a visão da cultura de gestão/administração no processo de design (*idem, et seq.*). Já Ezio Manzini, Francesco Zurlo e Francesco Mauri, todos da escola italiana do *Politecnico di Milano*, pesquisam o mesmo assunto, mas do ponto de vista da cultura do design sobre o projeto.

Novamente, Zurlo (1999 *ibidem*) apresenta uma contribuição para a cultura de design nas organizações, além de identificar uma abordagem metodológica para esse tipo de projeto chamando-a de design estratégico. Assim, para o autor, o design estratégico está ligado basicamente a uma ideia de superar os limites que um projeto tradicional tenha, propondo que: “O design estratégico é uma atividade de projeção cujo produto é a interface na qual uma empresa se apresenta ao mercado e à sociedade, formalizando a estratégia.”.

Com essa proposição, podemos dizer que o objetivo do design estratégico é a de projetar um plano de ação efetivo não só olhando o ponto de vista da empresa, mas a interpretando como a base. Deste modo, as estratégias vão figurar, por meio de pesquisas e análises que reúnam todas as partes envolvidas, desde os clientes e *stakeholders*, à sociedade em geral em um processo de construção de valores coletivos.

Sendo assim, podemos associar o design diretamente a ações de tomadas de decisão e, para isso, Zurlo (1999 *apud* FREIRE, 2015, p.16) afirma que: “[...] o design assume um papel estratégico quando dialoga diretamente com quem toma as decisões e contribui para a “construção da identidade empresarial”.”.

Mas, para que isso ocorra, temos que observar as estruturas organizacionais. Alguns autores da área identificam que o design está relacionado com as: “alavancas estratégicas” sendo estas: “arquitetura”³⁸, “reputação”³⁹ e “Inovação”⁴⁰. Estas alavancas, Zurlo (1999 *apud idem*, p.16-17), classifica em duas categorias: alavancas da “arquitetura” e alavancas de “reputação”. Ele ainda completa a ideia dizendo que:

³⁸ Conjunto de contratos relacionados a diversas partes - cadeia produtiva e sistema de usuários - que contribuem para a construção de valor da oferta. (FREIRE, 2015, *apud* KAY, 1993).

³⁹ São os signos, símbolos e processos que contribuem para construir a integridade da empresa e a criação de confiança, ou seja, ligados à identidade da empresa. (FREIRE, 2015, *apud* KAY, 1993).

⁴⁰ É a capacidade de levar produtos ao mercado primeiro que os seus concorrentes. (FREIRE, 2015, *apud* KAY, 1993).

“o design como papel estratégico, tem a capacidade integrativa e de apoio ao gestor e ao empreendedor.”.

Olhando pelo lado organizacional e considerando que esses espaços são de criação, podemos dizer que a atividade de design estratégico dentro de qualquer organização é um processo social, ou seja, tem sua aplicação feita por um grupo e não somente restrito ao gestor ou empreendedor, gerando, assim, resultados através das capacidades projetuais que este grupo possui.

Estes resultados gerados são como um efeito de sentido. Isso se explica de uma forma mais simplificada:

[...] Efeito de sentido é a dimensão de valor para alguém. Concretizando este resultado em sistemas de oferta, mais do que soluções pontuais, em um produto-serviço, mais do que em um simples produto, que é a representação visível da estratégia. (ZURLO, 2010 apud FREIRE, 2015).

Meroni (2008) em seu texto *“Strategic design: where are we now? Reflection around the foundations of a recent discipline”*, pontua que o design estratégico não é somente uma ferramenta e sim um conjunto que engloba regras, crenças, valores e ferramentas. Esse conjunto é de grande valia para as organizações tanto social como de mercado, ajudando, assim, as mesmas responderem aos ambientes externos que estão em constante mudanças.

Freire (2015), ainda fala que:

As estratégias elaboradas por essas organizações, permitem as mesmas responderem às mudanças, mantendo e redefinindo a sua própria identidade, enquanto que ao mesmo tempo, afetam o ambiente externo no qual estão inseridas. (FREIRE, 2015, p.18)

Ela quis dizer que, as estratégias escolhidas pelo grupo gestor da organização, podem criar formas de responder aos seus concorrentes de modo mais efetivo, pelo modo de análise mais profunda do ponto de vista do design, uma vez em que é diferente das tradicionais metodologias de administração.

Deste ponto de vista, o design tem a capacidade de leitura de ambiente mais apurada em relação a outros profissionais. Zurlo (1999 *apud idem*), identifica esta capacidade no design e pontua que: “Essa capacidade torna-se essencial quando o processo de formulação de estratégias é compartilhado.”.

[...] o design, por sua natureza, sabe interpretar a complexidade, capturando dela estruturas de sentido; sabe indicar um caminho, tornando-o visível; e

sabe comunicar e gerir processo de compartilhamento das escolhas dentro da organização. (FREIRE, 2015, p.18)

Para operacionalizar isso tudo, Zurlo (*ibidem*) aponta a proposição, em que no modelo de constelação de valor, o valor das ofertas é produzido em conjunto por várias partes (fornecedores, consumidores, parceiros de negócios, etc.) de uma forma não-linear e recíproca das partes, sugerindo que o valor que diferencia a oferta de uma empresa possui forte componente projetual, sendo assim, o design estratégico pode se configurar como a alavanca estratégica arquitetura.

4.2.5 Design de Serviços

Com a globalização e a velocidade das informações que são geradas por meio das mídias, o design de serviços vem crescendo a cada dia. Com isso, as empresas estão tendo demandas mais complexas e as mesmas estão modificando suas estruturas estratégicas no contexto de produção.

Morelli (2002) propõe que, para que essas mudanças ocorram, as mesmas tenham:

[...] para o fornecimento de soluções sistêmicas de conhecimento intensivo. Tais soluções geralmente consistem em um sistema de produtos e serviços. Dada a relevância estratégica dos seus negócios, tais soluções têm sido, justamente, amplamente discutidas nas disciplinas de gestão e marketing. (MORELLI, 2002, tradução livre)⁴¹

Olhando do ponto de vista de Morelli (2002), podemos utilizar e introduzir o profissional de design nesse processo de solução, uma vez em que o mesmo terá melhores ferramentas criativas para dar o suporte necessário à organização.

Completando a ideia anterior, a *Interaction Foundation Design* (2018) diz que:

[...] o designer se concentra na criação de experiências de serviço ideais. Isso requer uma visão holística de todos os atores relacionados, suas interações e materiais de suporte e infraestruturas. O design de serviços geralmente envolve o uso de mapas de jornada do cliente, que contam a história das interações dos diferentes clientes com uma marca, oferecendo, assim, insights profundos⁴². (IDF, 2018, Tradução livre).

⁴¹ Texto original: [...]to the provision of knowledge-intensive systemic solutions. Such solutions usually consist in a system of products and services. Given their strategic business relevance, such solutions have rightly been widely discussed in the management and marketing disciplines.

⁴² Texto original: [...]a process in which the designer focuses on creating optimal service experiences. This requires taking a holistic view of all the related actors, their interactions, and supporting materials and infrastructures. Service design often involves the use of customer journey maps, which tell the story of different customers' interactions with a brand, thus offering deep insights.

Esta visão holística dos atores trata-se de uma visão mais ampla do contexto, analisando-o como um todo, em todas as partes envolvidas, desde clientes, a fornecedores, empresa, *stakeholders*, etc.

Stickdorn (2014), conceitua o design de serviço como:

[...] uma abordagem interdisciplinar que combina diferentes métodos e ferramentas oriundas de diversas disciplinas. Trata-se de uma nova forma de pensar, e não uma nova disciplina acadêmica, autônoma. O design de serviços é uma abordagem em constante evolução, o que fica particularmente aparente no fato de que, até o momento não existe uma definição comum ou uma linguagem claramente articulada associada ao design de serviços. (STICKDORN, 2014)

Essa definição engloba o design de serviços como um mix de ferramentas que são utilizadas para projetar um serviço. O IDF (2018) define que o design de serviços consiste em “[...] obter um serviço e atender às necessidades do usuário e do cliente para esse serviço. Pode ser usado para melhorar um serviço existente ou para criar um novo serviço a partir do zero.”⁴³ (IDF, 2018, em livre tradução).

Olhando pelo ponto de vista do designer, o mesmo terá que se adequar ou adaptar-se para este novo modo de trabalho, assim como descrito a seguir “para se adaptar ao design de serviço, um designer de experiência de usuário precisará entender os princípios básicos do design de serviço e ser capaz de focar neles ao criar serviços.”⁴⁴ (IDF, 2018, em livre tradução).

Como vimos anteriormente, o design de serviços é uma abordagem interdisciplinar em que o designer terá que moldar seus conhecimentos para projetar, então, para que este profissional possa projetar de forma concisa, coesa e ágil, o mesmo irá trabalhar com cinco princípios ou abordagens básicas para a elaboração de projetos de serviços. Quais sejam: ser *Centrado no usuário*, ser *Cocriativo*, *Sequencial*, *Evidente* e *Holístico* (STICKDORN, 2014).

Abaixo será apresentado de uma forma resumida o que cada uma dessas abordagens consiste:

⁴³ Texto original: [...]taking a service and making it meet the user's and customer's needs for that service. It can be used to improve an existing service or to create a new service from scratch.

⁴⁴ Texto original: In order to adapt to service design, a UX designer will need to understand the basic principles of service design thinking and be able to focus on them when creating services.

- **Centrado no usuário:** Todo o serviço irá ser projetado na interação que o usuário tem com este serviço. Para ilustrar melhor a ideia, Stickdorn (*idem*), exemplifica de forma simplificada como é esse processo. O autor dá como exemplo, dois homens de mesma idade, que cresceram no mesmo país, com a mesma classe econômica, casados, ambos tendo dois filhos e que gostam de cachorros. Mas, para que possamos projetar um serviço centrado no usuário, não devemos nos ocupar somente em saber essas estatísticas. Devemos ter um entendimento de seus hábitos, cultura, contexto social e a motivação que este usuário possui. Para isso, o designer de serviços terá que ter um entendimento genuíno deste usuário, não somente das descrições estatísticas e das análises empíricas de suas necessidades. Ele precisa obter esses *insights* sobre o usuário através de ferramentas e métodos em que permitam ao designer projetar colocando-se no lugar do usuário podendo assim entender cada um de forma individual dentro do serviço, facilitando, assim, o entendimento entre o operador e o usuário.
- **Cocriativo:** Neste método de abordagem, o serviço não é projetado somente pela visão e necessidades do usuário. É levada em consideração a visão de todos (Consumidores e consumidores em potencial, funcionários, gestores e interfaces não humanos⁴⁵). Nessa abordagem como a abordagem centrada no usuário é necessária uma linguagem comum entre as partes envolvidas. A partir deste alinhamento, são geradas ideias para melhorar um serviço ou para criar um novo serviço. Stickdorn (2014, *et seq.*) afirma que: os designers de serviços criam um ambiente que facilita a geração e a avaliação de ideias dentro de grupos heterogêneos de *stakeholders*. Isso quer dizer que o designer de serviços com suas ferramentas, obtém *insights* por meio de diversas perspectivas, facilitando a criação e o desenvolvimento (prototipação e testes dos conceitos gerados), denominando esse processo pelo nome de *Cocriação*. Esse tipo de abordagem, quando inserido no processo de criação/design, facilita a interação entre os *stakeholders*. O autor ainda comenta que:

⁴⁵ Tendo como exemplo: Sistemas Computacionais, Sites na web, Máquina de Vendas automatizada (“*vending machines*”).

Com a cocriação, os usuários têm a chance de agregar valores a um serviço. Quanto mais envolvidos os usuários estiverem na prestação deste serviço, maior serão as chances de que esse serviço evoque copropriedade, o que, por sua vez, resultará em sua maior fidelização de usuários/clientes e um maior envolvimento a longo prazo. (*idem*, p.41).

Isso quer dizer que, se o usuário se sentir parte do processo de criação deste serviço, ele irá ter uma visão mais ampla do projeto e assim gerar uma sensação de propriedade/pertencimento, podendo transformar este sentimento em fidelidade ao serviço ou à empresa prestadora deste serviço.

- **Sequencial:** Neste caso, o próprio nome sugere como ela funciona. Sabemos que os processos de criação de um serviço/produto são divididos em etapas. Stickdorn (*ibidem*), diz que: “Serviços são processos dinâmicos que ocorrem ao longo de um determinado período de tempo.”. Sabendo disso, o designer de serviços tem que considerar a linha do tempo em que o serviço acontecerá, já que a mesma influencia diretamente na interação do usuário com o serviço. Em uma analogia simples, podemos comparar esta abordagem a um filme ou até mesmo uma peça de teatro. O autor comenta o porquê desta analogia, como elas são criadas e quais os níveis:

O design thinking de serviços utiliza essa analogia para desconstruir processos de serviços em pontos de contato e interações individuais. Em combinação, esses pontos de contatos e interações criam momentos do serviço. As interações de ponto de contato podem ocorrer tanto em nível homem-homem, homem-máquina quanto em nível máquina-máquina, mas também podem ocorrer indiretamente via terceiros, por meio de resenhas de outros usuários, ou ainda pelas mídias impressas ou online. (STICKDORN, 2014, p.42)

Este tipo de abordagem tem uma linha de raciocínio dividida em três etapas: pré-serviço, a prestação do serviço e o pós-serviço. Stickdorn (*idem*) exemplifica como seriam estas etapas aplicadas a um serviço bem simples, como de ir ao cabeleireiro. Sendo assim, o pré-serviço seria a percepção da necessidade no momento em que o usuário em utilizar o serviço. A prestação do serviço seria quando o usuário utiliza o serviço propriamente dito e o pós-serviço seria uma forma de fidelização do cliente compreendendo se a experiência foi positiva ou não.

- **Evidente:** Este tipo de abordagem consiste evidenciar os processos intangíveis do serviço que ficam no *backstage* do mesmo. Stickdorn (*Ibidem*), comenta que: Muitas vezes os serviços ocorrem na retaguarda, longe dos olhares, como é o caso do serviço de uma camareira em um hotel. Na verdade, serviços como estes são pensados intencionalmente para serem discretos (ou “invisíveis”). Esta evidência de serviço, pode prolongar e estender a experiência em que o usuário recebeu.

Sendo assim aumentando consideravelmente as possibilidades de fidelização do serviço pelo cliente e tendo ainda chances de recomendação do serviço para outros usuários em potencial. A evidência deste serviço, isso vezes pode explicar um processo de serviço. Stickdorn (2014), exemplifica essa da seguinte forma: “[...] uma placa ao lado de um secador elétrico de mãos, dizendo que o proprietário está ciente de que os usuários preferiam usar toalhas de verdade, mas que os custos ou o impacto ambiental não permitiam isso”. Com este simples fato em que o usuário entende quais os motivos ou circunstâncias deste processo, isso pode então gerar valorização e engajar o usuário de forma em que este tenha empatia pelo serviço.

- **Holístico:** Este princípio consiste no pensamento geral do processo/serviço. Desde o pensamento inicial ao próprio ambiente onde o mesmo será desenrolado. Stickdorn (*idem*) diz que: “[...] de uma maneira subconsciente, os usuários percebem esse ambiente por meio de todos os seus sentidos.”. Ou seja, nós percebemos a manifestação física dos serviços usando visão, audição, olfato, tato, paladar ou até a cinestesia⁴⁶.

Para que o designer possa criar serviços, esta precisa levar em consideração alguns aspectos tendo como exemplo: ponto de contatos e momentos do serviço, sequência dos momentos do serviço e o provedor do serviço. Para o designer de serviços, trabalhar de forma holística é extremamente difícil, pois não é possível levar em consideração todos os aspectos de um serviço, uma vez em que este promove experiências mais amplas e dificilmente percebidas em todo o seu contexto, assim, mesmo a visão

⁴⁶ Cinestesia é a capacidade de utilizar um sentido para explicar a percepção de outro. Exemplo: Ao sentir o cheiro de morango em shampoo, responder sobre a vontade de comer algo de morango desencadeada pelo possível cheiro da fruta.

mais ampla do designer sobre o serviço, ela ainda torna-se limitada. Porém, mesmo assim, o designer de serviços terá que olhar para este de uma forma generalizada e ampla durante e posteriormente ao processo de criação.

No nível da sequência dos momentos do serviço, o designer terá que focar nas diversas alternativas que podem ocorrer na jornada do usuário. Nessa abordagem, deve-se considerar os diversos pontos de contato, pois, se a sequência das etapas deste serviço mudar, será necessário ser reavaliada para proporcionar um serviço de maior excelência para o usuário.

No nível do provedor de serviço Stickdorn (2014) diz que: “O desenho de sistema de uma organização, sua cultura, valores e normas inerentes, bem como sua estrutura e processos organizacionais são questões importantes para o design de serviços.”. Isso quer dizer que, o foco nesse ponto está na estrutura organizacional deste provedor.

Stickdorn (2014), diz que:

Em suma, o design thinking de serviços dá suporte à cooperação de diferentes disciplinas, tendo o sucesso corporativos como meta. Isso se dá pela melhoria das experiências dos usuários/clientes, pela satisfação do pessoal e pela integração de sofisticados processos tecnológicos para atingir os objetivos de sucesso corporativos. (STICKDORN, 2014, p.47).

Com isso o autor afirma que o design thinking de serviços, é uma área multidisciplinar voltada para o corporativo, mas com finalidade de transformar a experiência do usuário em algo único, através de processos que auxiliem o sucesso corporativo.

4.2.6 Design de Interação

Nos tempos atuais, não são somente produtos impressos sobre papel que estão presentes no design gráfico. Sabendo disso, podemos dividi-lo em duas subáreas distintas: “Design Gráfico Impresso” e “Design Gráfico Digital”, onde cada uma delas têm suas divisões. Porém, para esta pesquisa iremos considerar a área gráfica digital como base de estudo, uma vez em que tem maior empatia com as questões tecnológicas.

Tendo em vista que o design digital tem suas subdivisões, iremos reduzir um pouco mais a área chegando ao *Design de Interação e Interação Humano – Computador (HCI)*⁴⁷.

Para Rogers (2013, p.8), o design de interação se ocupa em: “Projetar produtos/artefatos interativos para apoiar o modo como as pessoas se comunicam e interagem em seus cotidianos, seja em casa ou no trabalho”.

Em relação a interação homem máquina, Rocha (2003, p.14-15) diz que: HCI pode ser definida como uma disciplina relativa ao design, avaliação e implementação de sistemas computacionais interativos para uso humano e aos fenômenos que os cercam.

A interação entre homem e computador não é de hoje, pode-se dizer que o design digital está em tudo quanto interagimos: celulares, videogames, tablets, computadores, centrais multimídias, impressoras, terminais bancários, sites, entre outras infinidades de artefatos que tenham uma interface gráfica ou interface que possamos gerar *inputs* e *outputs* de dados.

Figura 18 - Painel computador de bordo do TESLA MODEL.



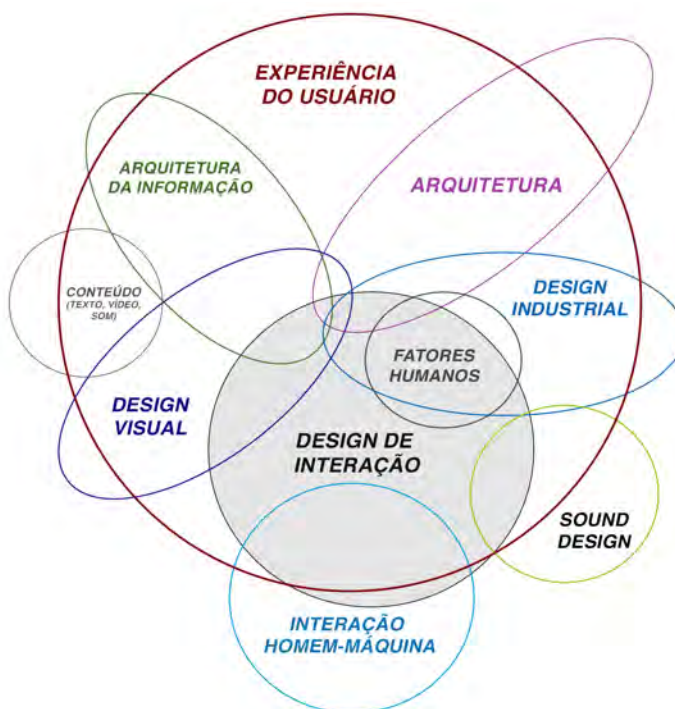
Fonte: CRIADRONE (2017)

Rogers (2013), diz que: “[...] O termo design de interação é cada vez mais aceito como um termo “guarda-chuva” [...]”. Por este termo é possível afirmar que ele abrange outras áreas do design digital, tais como: design de interfaces, projeto de

⁴⁷ *Human Computer Interaction* – Sigla em inglês.

software, design centrado no usuário, experiência do usuário (UX), design de sistemas interativos, entre outras. Dan Saffer (2010), propõe a interação das áreas citadas acima conforme imagem 19.

Figura 19 - Disciplinas / Áreas de conhecimento conexos.



Fonte: Adaptado de SAFFER (2010)

O design de interação está mais focado em como criar a experiência para o usuário, de forma mais prática. Sua forma de projetar vai depender das circunstâncias do projeto, pois ele pode utilizar os mais diversos métodos, técnicas e *frameworks*.

ACM SIGCHI (1992 *apud* ROGERS, 2013) compara Design de Interação com Interação Homem Computador dizendo que:

[...] O design de interação possui uma visão muito mais ampla, abordando a teoria, a pesquisa e a prática no design de *User Experience* para todos os tipos de tecnologias, sistemas e produtos, enquanto a Interação Homem Computador tem tradicionalmente um foco mais estreito, “trato do design, da avaliação e da implementação de sistemas de computador interativos para uso humano e estuda fenômenos importantes que os rodeiam. (PREECE, 2013, p.9).

5 O DESIGNER NA INDÚSTRIA 4.0.

Nos tempos atuais, nos deparamos com o mercado de trabalho em constante mudança. A forma em que nossa geração produz algo é totalmente diferente do modo com que a geração anterior produzia, assim como será diferente em gerações futuras também. Isso acontece pelo aumento da complexidade nos projetos, inovações infundáveis e novas tecnologias constantemente sendo lançadas. Com este aumento de complexidade na interação humano-máquina, surgem novas perspectivas e possibilidades de solução para estes projetos de forma mais criativa, facilitada e ágil.

A indústria 4.0, veio para transformar nossa maneira sobre como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos. Muitos dos empregos/áreas que existem hoje tendem a desaparecer, outros serão adaptados aos moldes da indústria 4.0 e, por fim, áreas que não existem hoje serão criadas e no futuro se tornaram comuns. Para que isso ocorra, os profissionais terão que alinhar em suas habilidades rente à indústria 4.0.

Com a modificação da indústria e da criação de novas áreas profissionais, é gerada a necessidade de mão de obra qualificada para este novo ambiente. A partir da observação dos pilares da indústria 4.0 e da interpretação do quadro 08, a seguir, podemos identificar algumas áreas de trabalho dentro destes oito setores, onde o profissional de design pode se posicionar perante esta nova revolução industrial.

Quadro 8 - Novas áreas de trabalho para a Indústria 4.0.⁴⁸

AUTOMOTIVO - Mecânico de veículos híbridos; - Mecânico especialista em telemetria; - Programador de unidades de controles eletrônicos; - Técnico em informática veicular.	ALIMENTOS E BEBIDAS - Técnico em impressão de alimentos; - Especialista em aplicações de TIC para rastreabilidade de alimentos; - Especialista em aplicações de embalagem para alimentos.	CONSTRUÇÃO CIVIL - Integrador de sistema de automação predial; - Técnico de construção seca; - Técnico em automação predial; - Gestor de logística de canteiro de obras; - Instalador de sistema de automação predial.	TÊXTIL E VESTUÁRIO - Técnico de projetos de produtos de moda; - Engenheiro em fibras têxteis; - Designer de tecidos avançados.
TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - Analista de IoT (internet das coisas); - Engenheiro de cibersegurança; - Analista de segurança e defesa digital; - Especialista em big data; - Engenheiro de softwares.	MAQUINAS E FERRAMENTAS - Projetista para tecnologias 3D; - Operador de High Speed Machine; - Programador de ferramentas; - Técnico de manutenção em automação.	QUÍMICO E PETROQUÍMICO - Técnico em análises químicas com especialização em análises instrumentais automatizadas; - Técnico especialista no desenvolvimento de produtos poliméricos; - Técnico especialista em reciclagem de produtos poliméricos.	PETRÓLEO E GÁS - Especialista em técnicas de perfuração; - Especialistas em sísmologias e geofísica de poços; - Especialistas para recuperação avançada do petróleo.

Fonte: Adaptado de SENAI (2018)

⁴⁸ O quadro em maior escala encontra-se no anexo 6.

Estudos feitos pelo SENAI (2018), apontam o surgimento de 30 (trinta) novas áreas de trabalho para a indústria 4.0, beneficiando assim vários setores. Abaixo, um quadro com essas novas áreas e seus respectivos setores. Analisando ainda o quadro 08 e tomando como base o diagrama de disciplinas e árvore do design sugerido por Mozota, *et al.* (2009)⁴⁹, podemos visualizar de uma forma geral algumas áreas em que o design“er” estão ligados diretamente.

Cabral (*apud* AUDACES⁵⁰, 2018), executivo da AUDACES, no *e-book*: O profissional da indústria 4.0, comenta que, para a indústria 4.0, o profissional terá uma outra postura dentro do ambiente de trabalho. Esse profissional terá que entender a produção de uma forma mais dinâmica e completa, estando familiarizado com as novas tecnologias e gestão de processos. Correlacionando com o designer, esse deverá complementar sua formação não apenas em cursos acadêmicos ou técnicos, mas também, fazendo uma imersão profunda dentro da indústria ou empresa que o contratar. O designer é um profissional adaptável e capaz de aprender e se moldar a esse novo modelo de mercado, basta que haja a gestão correta e direcionada no momento de sua inserção.

Isso quer dizer que o profissional deixará de ser um profissional especializado somente naquela tarefa para ser um profissional que pense de forma holística ou, como dito acima, a se especializar a cada novo trabalho, uma vez em que torna-se impossível a qualquer designer ou profissional saber de todas as especificidades de gestão e produção de todas as empresas ou indústrias existentes. Para isso, é necessário que antes as vivencie, ao menos um pouco, de modo a aprender sobre e, assim, se adaptar.

Corroborando com esse pensamento generalista para todas as profissões desse campo, Fonseca Filho (2017) comenta que na Indústria 4.0, mais do que nunca, o profissional deve trabalhar de forma holística para entender os “atores” (pessoas, produtos, serviços, tecnologias, plataformas, estilos de gestão, etc.) e práticas (ideias, regras e atividades) envolvidas para que possa ser, de fato, capaz de atender às demandas de cada contexto em particular.

⁴⁹ Vide quadro 01.

⁵⁰ Empresa fundada em 1992, a Audaces é líder na América Latina no desenvolvimento de sistemas para a indústria têxtil e de vestuário.

No relatório⁵¹ “*The Jobs of Future*” produzido pelo WEF em 2015, aponta e analisa as estratégias de empregos, competências e habilidades que o profissional terá que ter em um futuro próximo. Este relatório fala que uma das habilidades que será essencial é a de criatividade. A imagem 18, enumera as 10 principais habilidades que o profissional do futuro venha a ter.

Figura 20 – Top 10 Habilidades do profissional do futuro.

Em 2020	Em 2015
1. Solução complexa de problemas	1. Solução complexa de problemas
2. Pensamento crítico	2. Coordenando os outros
3. Criatividade	3. Gestão de pessoas
4. Gestão de pessoas	4. Pensamento crítico
5. Coordenando os outros	5. Negociação
6. Inteligência Emocional	6. Controle de qualidade
7. Julgamento e tomada de decisão	7. Orientação de serviço
8. Orientação de serviço	8. Julgamento e tomada de decisão
9. Negociação	9. Escuta ativa
10. Flexibilidade cognitiva	10. Criatividade



Fonte: Adaptação de World Economics Forum (2015)

O que faz do designer um profissional necessário e flexível à entrada na indústria 4.0 é a sua capacidade de “pensar fora da caixa”⁵², ou seja, de ser criativo e, por que não dizer, curioso. É disso que a indústria 4.0 necessita, de profissionais diferentes daqueles pré-moldados, embarcados dentro de suas verdades e dificilmente maleáveis às necessidades do hoje, tanto quanto as do futuro, pois, com esses avanços tecnológicos, estão surgindo novos modos de trabalho.

Além disso, com a indústria 4.0 crescendo, muitas das profissões que hoje são conhecidas e reconhecidas como sólidas, estão, ou desaparecendo, ou se reinventando e criando-se por meio de novas áreas de trabalho em cima dos seus conhecimentos de base. Tarefas antes como manuseio de maquinário, suporte e

⁵¹ Relatório

⁵² Pensar fora da caixa é um termo muito utilizado para atividades e áreas do conhecimento que trabalham com a criatividade e se refere ao sair do ambiente comum e ter competências que permitem sua adaptabilidade ao novo.

controle de processos, por exemplo, serão tratadas pelas máquinas, aliviando o profissional de trabalhos pesados para permitir a este, uma nova atividade na qual ele será um solucionador de problemas, independente de já tê-lo vivenciado ou não, mas que sejam capazes de trabalhar com a inteligência e intelectualidade pertinentes à mente humana e não a uma máquina⁵³.

De maneira mais direta e listando as áreas em que o design e o profissional de design podem atuar diretamente com suas habilidades nesta nova fase da indústria são: técnico de projetos de produtos de moda, design de tecidos avançados, especialista em aplicações de embalagens de alimentos, projetista para tecnologias 3D, essas são as principais áreas. Isso não quer dizer que o design“er” não consiga dar um suporte as outras áreas.

Olhando novamente para a árvore de Mozota, et al. (2009) do design exposta no capítulo 1, podemos dizer que o design é, então, tão multidisciplinar quanto inovador, com seus mais variados métodos e metodologias, tradicionalmente aplicados em áreas contempladas pela indústria 4.0. Estas aplicações têm sido de grande valia, em termos político – econômicos e sócio culturais, porque trazem conhecimentos que se convertem em experiências para o usuário, através de produtos finais ou dos serviços ofertados.

Para a Aquarela (2018)⁵⁴, em relação ao Design nesta nova revolução industrial, diz o seguinte:

Na indústria 4.0 o Design deixa de ser responsável apenas pelo apelo estético-visual do produto, ele atua na concepção de serviços, gerindo projetos de forma visual e tangível nas oportunidades antes vistas apenas como superficiais, e que agora, são ponto chave para a tomada de decisão de compra. Para a maioria dos públicos, ter uma boa experiência é melhor do que apenas “comprar por comprar”. (AQUARELA, 2018).

O profissional de design atua não somente como designer, mas também como gestor. Completando a citação acima, o designer para estar inserido na indústria 4.0, deve trabalhar de uma forma holística para entender esse novo conceito de indústria. Fonseca Filho (2017),

O Design deve ser o caminho para facilitar e projetar as novas relações entre operador e máquina para construir alimentando-se das aptidões e vantagens

⁵³ Apesar de saber-se que a Inteligência Artificial caminha a passos largos, ainda existem coisas que só a mente humana é capaz de solucionar. Portanto, a presença de seres humanos nesses ambientes automatizados, apesar de ser bem menor, é ainda fundamental.

⁵⁴ Empresa *pioneira* em *Advanced Analytics* no mercado brasileiro. Trabalha com Inteligência Artificial e Machine Learning.

específicas de cada um. Exemplo: uma empresa pode gerar uma enorme quantidade de dados para prever a produtividade do trabalho, mas precisará que um trabalhador reaja corretamente aos dados. (FONSECA FILHO, 2017)

Fonseca Filho (*idem*), ainda complementa a sua ideia dizendo que: os designers, precisam criar um ambiente em que a máquina e o operador se complementem e de fato se apoiem mutuamente em suas tarefas para gerar valor tanto para o negócio, quanto para o usuário.

Para a Aquarela (*op. cit.*)⁵⁵, em relação ao Design nesta nova revolução industrial, diz o seguinte:

Na indústria 4.0 o Design deixa de ser responsável apenas pelo apelo estético-visual do produto, ele atua na concepção de serviços, gerindo projetos de forma visual e tangível nas oportunidades antes vistas apenas como superficiais, e que agora, são ponto chave para a tomada de decisão de compra. Para a maioria dos públicos, ter uma boa experiência é melhor do que apenas “comprar por comprar”. (AQUARELA, 2018).

Ainda em seu texto, Fonseca Filho (2017) aborda sobre o que o design vem representar para a Indústria 4.0.

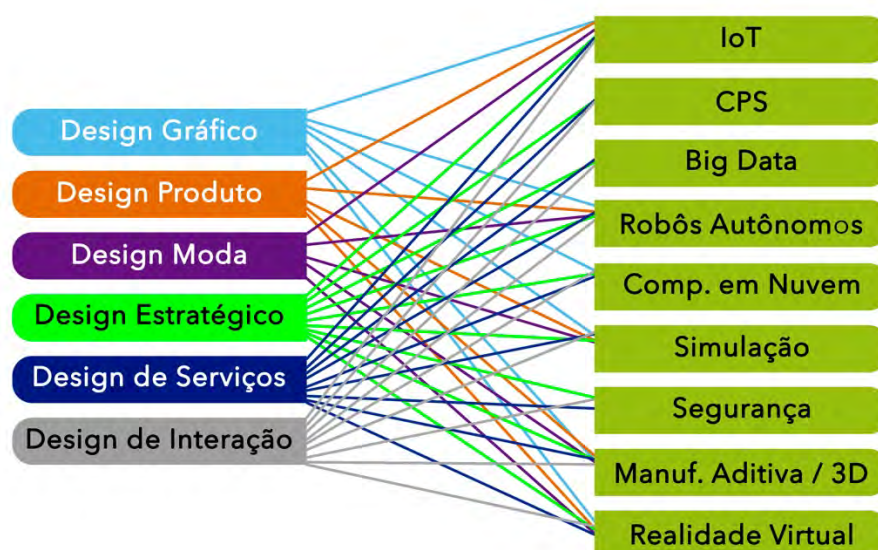
O Design deve ser o caminho para facilitar e projetar as novas relações entre operador e máquina para construir alimentando-se das aptidões e vantagens específicas de cada um. Exemplo: uma empresa pode gerar uma enorme quantidade de dados para prever a produtividade do trabalho, mas precisará que um trabalhador reaja corretamente aos dados. (FONSECA FILHO, 2017)

Fonseca Filho (*idem*), ainda enfatiza a sua ideia dizendo que os: “[...] designers, precisam criar um ambiente em que a máquina e o operador se complementem e de fato se apoiem mutuamente em suas tarefas para gerar valor tanto para o negócio, quanto para o usuário.”

A imagem 21, denominada de Cruzamento das vertentes do design com os pilares da indústria 4.0, representa como a pesquisa identificou as possibilidades de inserção do design na indústria 4.0, interligando as mais evidentes do ponto de vista de atuação da área design e tecnologia.

⁵⁵ Empresa pioneira em *Advanced Analytics* no mercado brasileiro. Trabalha com Inteligência Artificial e Machine Learning.

Figura 21 - Cruzamento das vertentes do design com os pilares da indústria 4.0.

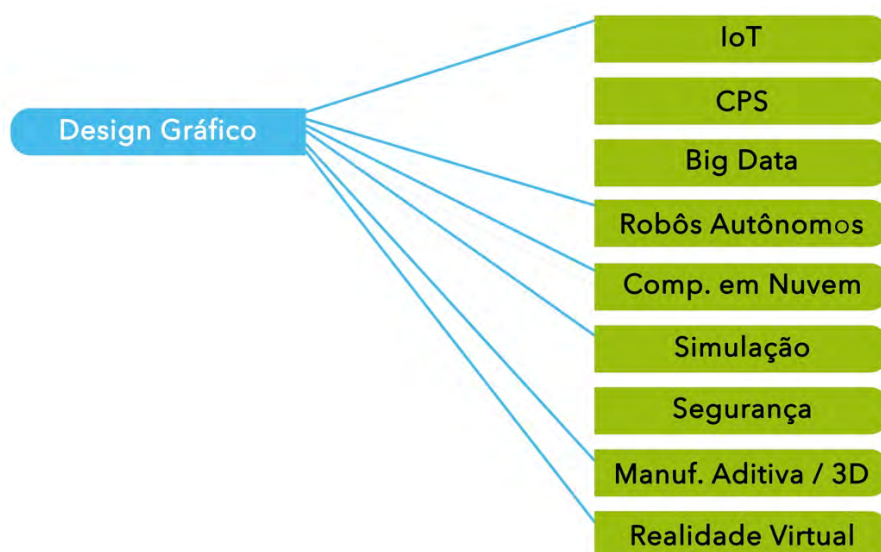


Fonte: Autoria própria (2019)

Mas antes de prosseguir é necessário descrever essas ligações ponto a ponto de cada área do design contida na imagem 21 em relação aos pilares da Indústria 4.0, reforçando ainda mais o quadro 9 que se encontra no tópico 3.1 desta pesquisa.

Como foi visto no capítulo 2, as áreas escolhidas foram descritas, conceituadas e exemplificadas a partir da imagem 13 e do quadro 7. Olhando para os exemplos citados para cada podemos então fazer essa correlação.

Figura 22 - Cruzamento da vertente do design gráfico com os pilares da indústria 4.0



Fonte: Autoria própria (2019)

O design gráfico, como vimos anteriormente, é a área que projeta artefatos tanto impressos como artefatos digitais. Olhando para a imagem 22, podemos dizer

que o designer como profissional, tem habilidades para estar inserido nos pilares: IoT, robôs autônomos, Computação em Nuvem, Simulação, Manufatura Aditiva / 3D e Realidade Virtual.

Exemplificando o que a área de design gráfico e o profissional da mesma tem a oferecer à Indústria 4.0, podemos dizer que em:

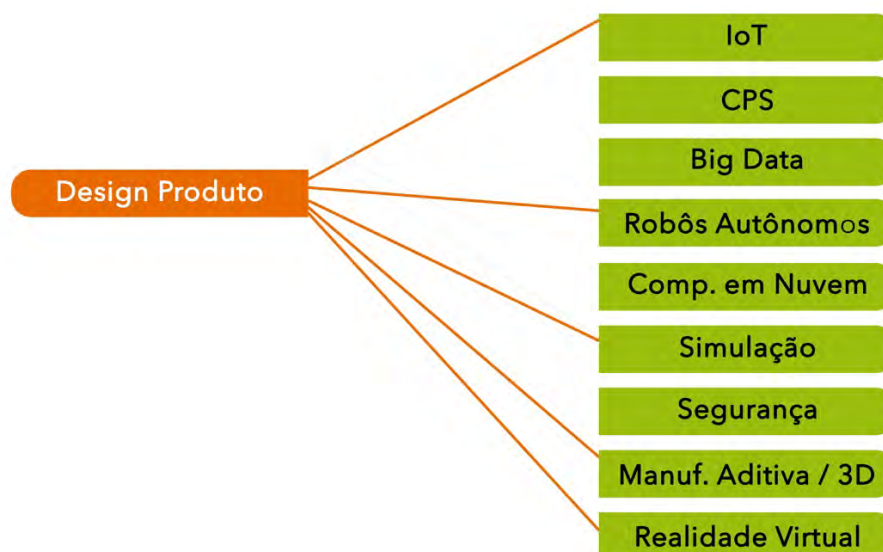
- IoT e em Robôs Autônomos: as formas que o design gráfico está inserido são várias, por exemplo: o projeto gráfico em si do artefato (desenho técnico/3D), interface digital do artefato, as aplicações (texturas, formas, etc.) projeto tridimensional do artefato.

- Computação em Nuvem, a aplicação do design gráfico é de forma totalmente digital, nesse caso, a aplicação direta é a interface digital, facilitando assim a interação do operador com o sistema.

- Simulação e Manufatura aditiva/3D: o designer gráfico, projetará os artefatos em uma plataforma tridimensional digital (AutoCAD, 3D Max, Solids Works, etc) para que eles possam ser impressos nas impressoras 3D. Esses projetos servirão de testes, para análise dos artefatos antes de mesmo de irem para produção em larga escala. O designer gráfico também poderá criar simulações virtuais não somente de artefatos, mais também de ambientes, entre outras.

- Realidade Virtual: neste pilar o designer gráfico, irá transformar os artefatos projetados tridimensionalmente nos pilares de simulação e Manufatura Aditiva/3D e transformará esse projeto em um nível acima da simulação, convertendo-o para uma plataforma imersiva utilizando ferramentas apropriadas para essa imersão.

Figura 23 - Cruzamento da vertente do design de produto com os pilares da indústria 4.0



Fonte: Autoria própria (2019)

Na imagem 23, vemos em quais áreas da Indústria 4.0 o design de produto beneficia os pilares dessa nova fase da indústria. Os pilares em que o design de produto pode beneficiar na indústria 4.0 são: IoT, Robôs Autônomos, Simulação, Manufatura Aditiva/3D e Realidade Virtual. Como foi abordado anteriormente, o designer de produto projetará artefatos principalmente tridimensionais físicos e digitais.

Exemplificando o que a área de design de produto e o profissional da mesma tem a oferecer à Indústria 4.0, podemos dizer que em:

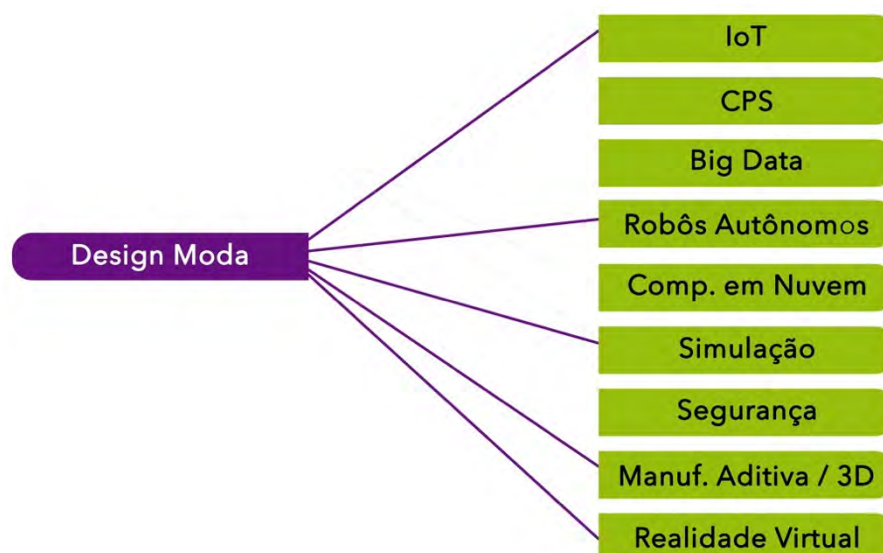
- IoT e Robôs Autônomos: o projeto gráfico do artefato (desenho técnico/3D), as aplicações (texturas, formas, etc.) projeto tridimensional do artefato, tomada de decisão no intuito de melhores materiais.

- Simulação e Manufatura aditiva/3D: tem a mesma habilidades que o designer gráfico tem, porém com mais facilidade, pois a área é a mais próxima das engenharias. O designer de produto projetará os artefatos em uma plataforma tridimensional digital (AutoCAD, 3D Max, Solids Works, etc) para que eles possam ser impressos nas impressoras 3D. Esses projetos servirão de testes, para análise dos artefatos antes de mesmo de irem para produção em larga escala. O designer de produto também poderá criar simulações virtuais não somente de artefatos, mais também de ambientes, entre outras.

- Realidade Virtual: neste pilar o designer gráfico, irá transformar os artefatos projetados tridimensionalmente nos pilares de simulação e Manufatura Aditiva/3D e

transformará esse projeto em um nível acima da simulação, convertendo-o para uma plataforma imersiva utilizando ferramentas apropriadas para essa imersão.

Figura 24 - Cruzamento da vertente do design de moda com os pilares da indústria 4.0



Fonte: Autoria própria (2019)

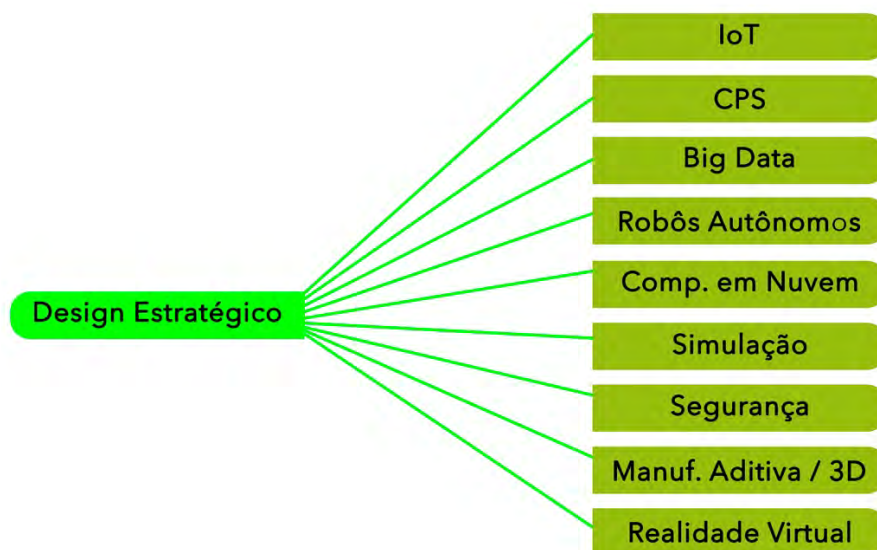
A imagem 24, nos mostra a ligação entre o design de moda em relação aos pilares da Indústria 4.0. O designer de moda também tem habilidades parecidas com as demais áreas, o ponto em que muda é o tipo de artefatos e as aplicações que são geradas. Os pilares da Indústria 4.0 em que o design de moda venha estar inserido são: IoT, Robôs Autônomos, Simulação, Manufatura Aditiva/3D e Realidade Virtual.

- IoT e Robôs Autônomos: o design de moda contribui nesses pilares com de artefatos vestíveis. No pilar Robôs Autônomos, podem trabalhar em conjunto com os engenheiros de nanotecnologia para criação de novos tecidos.

- Simulação e Manufatura aditiva/3D: O designer de moda tem habilidades parecidas, em termos de prototipação 3D, comparando com as áreas de design gráfico e design de produto. O designer de moda projetará os artefatos em uma plataforma tridimensional digital (AutoCAD, 3D Max, Solids Works, etc).

- Realidade Virtual: neste pilar o designer de moda em conjunto com os profissionais da área de gráfico irá transformar os artefatos projetados tridimensionalmente nos pilares de simulação e Manufatura Aditiva/3D e transformará esse projeto em um nível acima da simulação, convertendo-o para uma plataforma imersiva utilizando ferramentas apropriadas para essa imersão.

Figura 25 - Cruzamento da vertente do design estratégico com os pilares da indústria 4.0.

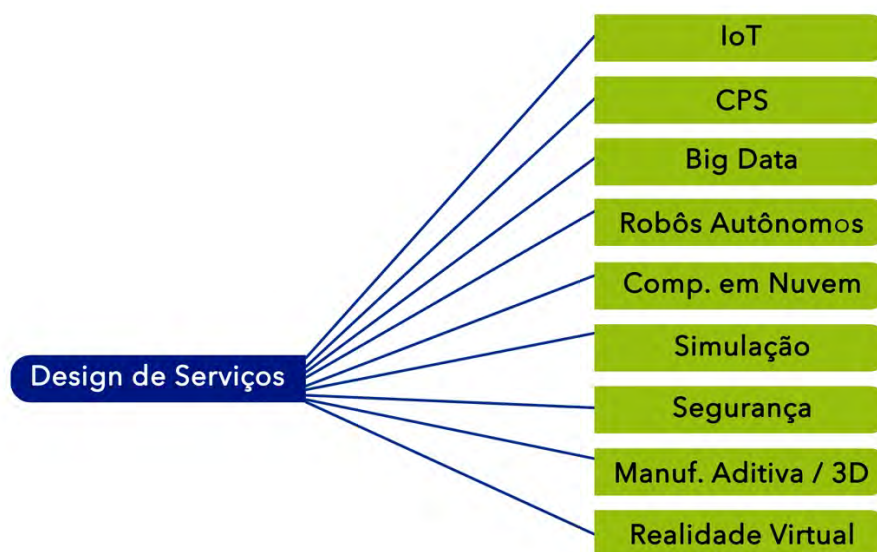


Fonte: Autoria própria (2019)

Como foi abordado no capítulo 2, o design estratégico é uma das áreas do design que pode ser usado em todos os pilares da Indústria 4.0 (imagem 25), pois o mesmo com suas ferramentas e metodologias ajudam a projetar artefatos, entendendo a necessidade do mercado / usuário.

O designer estratégico irá possibilitar novo modo de gestão para a Indústria 4.0, permitindo que a tomada de decisão seja mais efetiva, além dos processos sejam colaborativos.

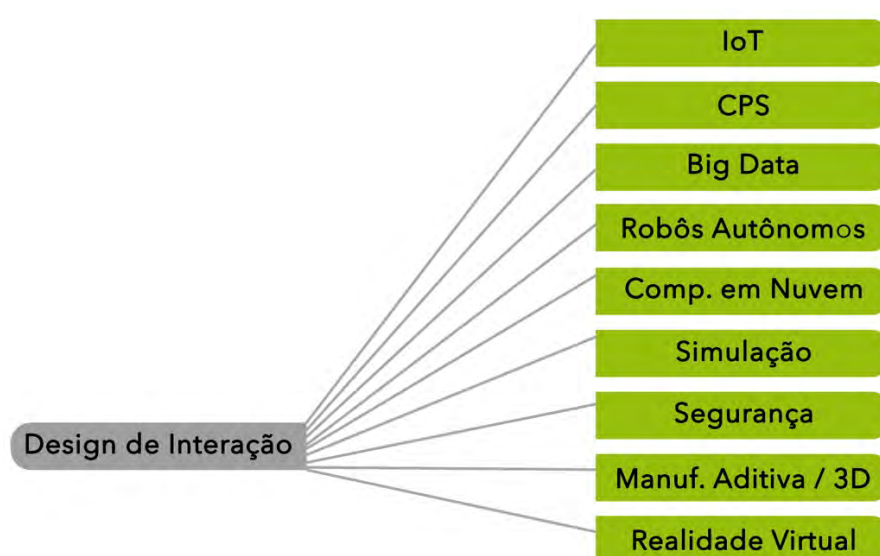
Figura 26 - Cruzamento da vertente do design de serviço com os pilares da indústria 4.0.



Fonte: Autoria própria (2019)

Assim como foi abordado no capítulo 2, o designer de serviço irá aplicar seus conhecimentos para criar, gerenciar ou melhorar um serviço já implementado. O Design de serviços assim como o design estratégico tem grande valia para a Indústria 4.0, pois o designer de serviço com o auxílio do designer estratégico terá a visão do processo como um todo, observando as características positivas e negativas do processo e identificar possíveis oportunidades para diferenciação dos serviços de concorrentes.

Figura 27 - Cruzamento da vertente do design de serviço com os pilares da indústria 4.0.



Fonte: Autoria própria (2019)

Assim como foi abordado no capítulo 2, o designer de interação tem conhecimentos tanto de design quanto da área de T.I., por isso essa área é bastante útil na Indústria 4.0 e aborda todos os pilares.

Uma das funções que o designer de interação terá que exercer dentro da Indústria 4.0 é de projetar como o usuário interage com os sistemas dentro da própria indústria. Por ser um profissional que mais tem afinidade com a área de T.I., eles têm mais facilidade para adentrar nas áreas dos pilares da Indústria 4.0, agregando conhecimentos à área como: tipografia, colorimetria, matemática (geometria).

5.1 QUADRO DE COMPETÊNCIAS E HABILIDADES PARA OS DESIGNERS NO CONTEXTO DA INDÚSTRIA 4.0

A partir da análise da Indústria 4.0 e de seus pilares abordados no capítulo 1 e da abordagem das vertentes do design registrada no capítulo 2, foi criada a imagem 21, com a análise da imagem ponto a ponto, podemos então gerar um quadro com as habilidades que o profissional de design venha ter para ingressar nessa nova revolução industrial.

Antes de gerar esse quadro, uma breve definição do que são habilidades. Segundo a definição dada pelo dicionário *OXFORD PRESS*.⁵⁶ - **Habilidades**. f (1538) 1. qualidade ou característica de quem é hábil; 2. s.f.pl - exercícios ginásticos de destreza. Etimologia lat. *habilitas, ātis* 'aptidão, destreza, habilidade, disposição'.

Quadro 9 - Quadro de Habilidades de Design para a Indústria 4.0⁵⁷

Área do Design	HABILIDADES	PILARES DA IND. 4.0 QUE O DESIGN "ER" PODE ATUAR
Design Gráfico	- Projeto 2D; - Projeto 3D; - Realidade Virtual; - Proj. Interfaces digitais; - Estamparia; - Etc.	- IoT; - Robôs Autônomos; - Computação em Nuvem; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.
Design de Moda	- Projeto 2D; - Modelagem 3D; - Realidade Virtual; - Estamparia; - Projetos Têxtil; - Melhoramento de materiais; - Etc.	- IoT; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.
Design de Produto	- Projeto 2D; - Projeto 3D; - Modelagem 3D; - Realidade Virtual; - Etc.	- IoT; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual; - Robôs Autônomos.
Design Estratégico	- Planejar e organizar; - Gestão de pessoas; - Análise de mercado; - Análise de dados; - Etc.	- CPS; - Big Data; - Computação em Nuvem; - Simulação; - Segurança;
Design de Serviços	- Planejar e organizar; - Criar experiências; - Análise de mercado; - Análise de dados; - Suporte - Etc.	- IoT; - CPS; - Big Data; - Computação em Nuvem; - Simulação; - Segurança; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.
Design de Interação	- Projetar interação; - Implementação de sistemas interativos; - Análise de dados; - Suporte; - Design centrado no usuário; - Experiência do usuário; - Etc.	- IoT; - CPS; - Big Data; - Robôs Autônomos - Computação em Nuvem; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.

Fonte: Autoria própria (2019)

⁵⁶ Dicionário de português licenciado para a Universidade de Oxford. Integrado ao sistema MAC OSX.

⁵⁷ O quadro em maior escala encontra-se no anexo 8.

O quadro 9, de forma básica, auxiliará ao designer, seja ele de qual vertente for, a se situar dentro desta nova realidade de indústria. O quadro foi montado de uma forma geral com as habilidades que o designer de cada área tem, bem como as que precisa desenvolver, tendo como base o conhecimento trazido em cada uma das vertentes, sendo auxiliado pelas necessidades demonstradas nos pilares da indústria 4.0.

Como foi dito no capítulo 3, os profissionais de design que queiram fazer parte desta nova revolução industrial, terão que se adaptar ao novo modelo de indústria, deixando de ser um profissional ferramental e engessado, para ser um profissional que pense de forma ágil e que tenha discernimento para tomar decisões importantes pela empresa de maneira criativa e inovadora.

Como dito antes, este quadro não se finda nele mesmo. O desafio aqui foi dar o primeiro passo para a sua criação, tendo em vista que nada foi encontrado nesse sentido. Portanto, sua avaliação deve ser como um primeiro esboço de algo que ainda tem muito a crescer e ser investigado.

A listagem das habilidades iniciais que o designer necessitará ter sem falta de maneira holística e sem a correlação com as vertentes, mas de acordo com o quadro, são:

- Projeto 2D
- Projeto 3D ou modelagem 3D
- Realidade Virtual
- Projeto de interfaces digitais
- Projeto de estamparias
- Realidade virtual
- Projetos têxteis
- Melhoramento de materiais
- Planejamento e organização
- Gestão de pessoas
- Análise de mercado
- Análise de dados
- Design experiencial
- Projeto de interação
- Implementação de sistemas interativos
- Suporte técnico.

- Projetos centrados no usuário
- Entre outras a serem levantadas com maior tempo e aprofundamento.

6 CONCLUSÃO

Com o estudo apresentado, pode-se perceber que esta nova fase da indústria, necessita de um profissional multifacetado e que auxilie na tomada de decisões. Sendo assim, o design é uma área que vem a acrescentar valores na indústria 4.0 através da aplicação de seus métodos, metodologias e ferramentas.

Ao longo deste estudo, foi feito um levantamento das principais áreas do design com base em Mozota, *et al.* (2009) e na recorrência em que às áreas de design citadas aqui nesta pesquisa tem diante alguns cursos ofertados no Brasil e exterior. Isso foi necessário para que se pudesse fechar um número de vertentes do design passível de ser estudado no tempo limite da elaboração de uma monografia.

Em relação a Indústria 4.0, propriamente dita, foi realizado um estudo para que fossem compreendidas as suas características e os pilares que a sustentam: IoT, CPS, Big Data, Robôs Autônomos, Computação em Nuvem, Simulação, Segurança, Manufatura Aditiva e Realidade Virtual. Algumas dessas áreas estão no estágio inicial, sendo assim, o estado da arte⁵⁸ encontra-se ainda no futuro, sendo difícil a localização de bibliografia respeitante ao tema.

A partir deste entendimento da indústria 4.0 e das vertentes do design, foi feita uma análise para saber quais as áreas de design convergem com as áreas da Indústria 4.0, auxiliando o profissional de uma forma geral o que ele tem a oferecer a mesma. Assim podemos observar também que essa nova indústria busca profissionais qualificados, porém que tenham a facilidade de se adaptar ao modelo de trabalho, deixando assim de ser somente uma ferramenta comparada a um maquinário da indústria para ser um profissional pensante, que tome decisões juntamente com os pilares tecnológicos sugeridos para essa nova revolução industrial.

E por fim, com base no estudo realizado neste trabalho, foi proposto um quadro com as habilidades que o designer das áreas citadas no capítulo 2, venha a ter dentro dos pilares desta nova indústria que foi abordado no capítulo 1, assim se adequando-o para melhor integração colocando em prática o que foi aprendido em seu respectivo curso.

Como já mencionado no decorrer da pesquisa, um dos maiores obstáculos a mesma foi a pouca bibliografia que interligasse as duas áreas. Apesar de muito se

⁵⁸ Grifo nosso: Estado da Arte: é o mais alto nível de desenvolvimento de uma pesquisa científica.

falar e estudar a respeito, observou-se que há muita informação ainda não publicada em meios convencionais acadêmicos. Mesmo assim, apesar de saber-se que tal decisão poderia fragilizar a pesquisa em seu cerne científico, acredita-se que a inovação também não se dá de maneira ortodoxa, necessitando romper com algumas crenças para estabelecer o novo diante de todos. Desse modo, a pesquisa pode ser considerada esse novo, mesmo que, como indicação para pesquisas futuras, faça-se a sugestão de aprimorar as pesquisas no meio acadêmico, publicando, e vasculhando todos os confins do conhecimento para firmar cada vez mais o que aqui se traz.

Ainda como estudos futuros, também sugere-se a realização desse mesmo estudo de maneira aprofundada vertente por vertente do design, pois sabe-se que esse quadro é ainda a superfície de algo muito maior. Talvez a ponta do iceberg que esteja para ser descoberto em sua profundidade. Além também do aprofundamento de vertente por vertente das aqui trazidas, sugere-se a ampliação das mesmas, uma vez em que o design é uma área que está a pleno vapor de crescimento, adentrando em novas áreas e demandando novas atuações e pesquisas nele próprio.

Por fim, conclui-se que esta pesquisa conseguiu atender aos objetivos nela traçados, sendo o começo de algo muito maior.

REFERÊNCIAS

44 BYTES. Innovate Web Design. Disponível em: <<https://www.44bytes.net/web-design/>> Acesso em: 11 de julho de 2018.

AH TE PEGUEI. 10 coisas que a impressora 3D faz e você não sabia. Disponível em: <<https://www.ahtipeguei.com/2017/12/10-coisas-que-impressora-3d-faz-e.html>> Acesso em: 25 de abril de 2018.

AQUARELA 2018. O Design como ferramenta transformadora na indústria 4.0. Disponível em: <<https://www.aquare.la/o-design-como-ferramenta-transformadora-na-industria-4-0/>> Acesso em: 01 de julho de 2019.

BEST, Kathryn. Fundamentos de Gestão do Design; tradução: André Godoy Vieira; revisão técnica: Antônio Roberto Oliveira - Porto Alegre: Bookman, 2012, 208p.

BOOTH WELSH. Defining the Pillars of Industry 4.0. Disponível em: <<https://boothwelsh.co.uk/defining-pillars-industry-4-0/>> Acesso em : 25 de abril de 2019.

BR.DE Das erste Auto mit vier Rädern. Disponível em: <<https://www.br.de/themen/wissen/gottlieb-daimler-automobil-100.html>> Acesso em: 20 de agosto de 2018.

BRUNO, Flavio da Silveira. A quarta revolução industrial do setor têxtil e de confecção : a visão de futuro para 2030 – 1. ed. – São Paulo : Estação das Letras e Cores, 2016. 149p. Disponível em: <http://www.abit.org.br/uploads/arquivos/A_quarta_revolucao_industrial_do_setor_tetil_e_de_confeccao.pdf> Acesso em: 27 de abril de 2018.

CASTRO, Maria Luiza A. C. de. CARDOSO, Juliana. Estratégia e design: construção das abordagens contemporâneas. *Strategic Design Research Journal*, Porto Alegre, v.3, n.3, p.69-75, set./dez. 2010.

CARDOSO, Carlos. Dita Von Teese apresenta vestido feito em impressora 3D baseado na sequência de Fibonacci. Disponível em: <<https://meiobit.com/117510/dita-von-teese-apresenta-vestido-feito-em-impressora-3d-baseado-na-sequencia-de-fibonacci/>> Acesso em: 05 de julho de 2018.

CARDOSO, Rafael. O design gráfico e sua história. Disponível em: <<https://docente.ifrn.edu.br/carlosdias/informatica/programacao-visual/o-design-grafico-e-sua-historia>> Acesso: 06 de maio de 2018.

CERN ACCELERATING SCIENCE - The Birth of the Web. Disponível em: <<https://home.cern/science/computing/birth-web>> Acesso em: 20 de agosto de 2018.

CHENG, Guo-Jian et al. Industry 4.0 development and application of intelligent manufacturing. In: 2016 international conference on information system and artificial

intelligence (ISAI). IEEE, 2016. p. 407-410. Disponível em: <<https://ieeexplore.ieee.org/document/7816745>> Acesso em: 19 de abril de 2019.

CNI. Desafios para a indústria 4.0 no Brasil. Brasília: Confederação Nacional da Indústria, 2016.

CNI. Indústria 4.0: novo desafio para a indústria brasileira. Disponível em: <http://www.portaldaindustria.com.br/relacoesdotrabalho/media/publicacao/chamadas/SondEspecial_Industria4.0_Abril2016.pdf> Acesso em: 30 de abril de 2018.

CNI DIGITAL. CONCEITOS: ROBÔS AUTÔNOMOS (SÉRIES "PILARES DA INDÚSTRIA 4.0, PARTE 2 DE 9). Disponível em: <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/conceitos-robo-s-auto-nomos-s-ries-pilares-da-industria-4-0-parte-2-de-9>> Acesso em: 25 de abril de 2019.

CNI DIGITAL. CONCEITOS: SÉRIE PILARES DA INDÚSTRIA 4.0 (PARTE 3 DE 9) - COMPUTAÇÃO EM NUVEM. Disponível em <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/serie-pilares-da-industria-4-0-parte-3-de-9-computa-o-em-nuvem>> Acesso em: 28 de abril de 2019.

CNI DIGITAL. SÉRIE PILARES DA INDÚSTRIA 4.0 (PARTE 6 DE 9) – SIMULAÇÃO. Disponível em: <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/serie-pilares-da-industria-4-0-parte-6-de-9-simula-o>> Acesso em: 10 de maio de 2019.

CNI DIGITAL. SÉRIE PILARES DA INDÚSTRIA 4.0 (PARTE 7 DE 9) - SEGURANÇA CIBERNÉTICA. Disponível em: <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/serie-pilares-da-industria-4-0-parte-7-de-9-seguran-a-cibern-tica>> Acesso em: 15 de maio de 2019.

CNI DIGITAL. SÉRIE PILARES DA INDÚSTRIA 4.0 (PARTE 8 DE 9) - MANUFATURA ADITIVA. Disponível em: <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/serie-pilares-da-industria-4-0-parte-8-de-9-manufatura-aditiva>> Acesso em: 18 de maio de 2018.

CNI DIGITAL. A REVOLUÇÃO DA IMPRESSORA 3D. Disponível em: <<http://www.cnidigital.com.br/artigo/a-revolu-o-da-impress-o-3d>> Acesso em: 18 de maio de 2019.

CONTI, Fátima. História da informática e da Internet: 1900-1939. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/dicas/net1/int-h190.htm>>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

CRIADRONE - TESLA 2017 - Automóvel Elétrico. Disponível em: <<http://criadrone.com/tesla/tesla3.jpg>> Acesso em: 20 de abril de 2018.

CUNHA, Renato. 2017. O futuro da impressão 3D na moda por Stephania Stefanakou. Disponível em: <<http://www.stylourbano.com.br/o-futuro-da-impressao-3d-na-moda-por-stephania-stefanakou/>> Acesso em: 27 de abril de 2018.

DIAS, Fernanda. Manufatura Aditiva: o que é e como funciona? Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/manufatura-aditiva>> Acesso em: 18 de maio de 2019.

DICKINSON, Bruce. Man of Sorrows. In Bruce Dickinson. *Accident of Birth*. Europa: Sanctuary Records / BMG. 1997. Faixa 7. 2. Compact Disc (CD).

DIOGO, Ricardo Alexandre; KOLBE JUNIOR, Armando; SANTOS, Neri. A TRANSFORMAÇÃO DIGITAL E A GESTÃO DO CONHECIMENTO: CONTRIBUIÇÕES PARA A MELHORIA DOS PROCESSOS PRODUTIVOS E ORGANIZACIONAIS. P2P E INOVAÇÃO, v. 5, n. 2, p. 154-175, 2019.

ELO 7. Diagramação de revista. Disponível em: <<https://www.elo7.com.br/diagramacao-de-revista/dp/9B8F5C>> Acesso em 05 julho de 2018.

FELDKELLER, Klaus. Calendário Histórico DW - 1962: Nasa lança ao espaço o primeiro satélite de comunicações. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/1962-nasa-lan%C3%A7a-ao-esp%C3%A7o-o-primeiro-sat%C3%A9lite-de-comunica%C3%A7%C3%B5es/a-589757>>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

FONSECA FILHO, J.C.A. UX, IoT e a próxima Revolução Industrial. Disponível em: <<https://brasil.uxdesign.cc/ux-iot-e-a-pr%C3%B3xima-revolu%C3%A7%C3%A3o-industrial-9f5689499bfa>> Acesso em: 05 de junho de 2019.

FONTES, Aléxia. Robôs autônomos: qual sua importância dentro da Indústria 4.0? Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/robos-autonomos>> Acesso em: 25 de Abril de 2019.

FRASCARA, Jorge, Diseño grafico y Comunicación. 7ª ed. Buenos Aires, Ediciones Infinito, 2000, 127p.

FREEPIK. Vector de Negócios criado por freepik. Disponível em: <https://www.freepik.es/vector-gratis/set-de-electrodomesticos-en-estilo-isometrico_1148913.htm> Acesso em: 11 de julho de 2018.

FREIRE, Karine. Design Estratégico para Inovação Cultural e Social. São Paulo: Kazuá, 2015.

FUNDAÇÃO INSTITUTO DE ADMINISTRAÇÃO, Indústria 4.0: o que é, consequências, impactos positivos e negativos. Disponível em: <<https://fia.com.br/blog/industria-4-0/>> Acesso em: 10 de setembro de 2018.

GARTNER. Infographic: The thing is not really the thing. Disponível em: <<http://view.ceros.com/gartner/iot/p/1>>. Acesso em 03 de julho de 2018.

GERSCH, Claus-Dieter. Calendário Histórico DW - 1957: Lançamento do Sputnik. Disponível em: <<https://www.dw.com/pt-br/1957-lan%C3%A7amento-do-sputnik/a-647831>>. Acesso em 20 de agosto de 2018.

GOULART DA SILVA, Danilo. Indústria 4.0: Conceitos, tendências e desafios. 2017. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso em Tecnologia. Automação Industrial - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2017. Disponível em:

<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/8508/1/PG_COAUT_2017_2_02.pdf> Acesso em 15 de abril de 2019.

HISTORY. 11-ABR-1976 - Lançado o computador Apple I, de fabricação manual. Disponível em: <<https://seuhistory.com/hoje-na-historia/lancado-o-computador-apple-i-de-fabricacao-manual>> Acesso em: 20 de agosto de 2018.

INTERACTION DESIGN FOUNDATION. The Principles of Service Design Thinking - Building Better Services. Disponível em: <<https://www.interaction-design.org/literature/article/the-principles-of-service-design-thinking-building-better-services>> Acesso em: 18 de setembro de 2018.

INTERACTION DESIGN FOUNDATION. Service Design - What is Service Design? Disponível em: <<https://www.interaction-design.org/literature/topics/service-design>> Acesso em: 18 setembro de 2018.

INTERNATIONAL DATA CORPORATIONS. 2019 - IDC prevê crescimento de 21% no mercado de robôs na América Latina. Disponível em: <<http://br.idclatin.com/releases/news.aspx?id=2497>> Acesso em:

INTERNATIONAL FEDERATION OF ROBOTICS. World Robotics Report 2016 - IFR Press Releases. Disponível em: <<https://ifr.org/news/world-robotics-report-2016>> Acesso em 28 de abril de 2019.

ISOC BRASIL. Sobre a Internet Society (ISOC). Disponível em: <<https://isoc.org.br/post/sobre-a-isoc-brasil>> Acesso em: 20 de agosto de 2018.

JOBS, Steve. Trecho discurso em Stanford, 2005. Disponível em: <<https://www.pensador.com/frase/ODk1MTc5/>> Acesso em 05 de julho de 2018.

KOTLER, Philip. RATH. Alexander. Design: A powerful but neglected strategic tool. Journal of Business Strategy, 1984, Vol. 5 Iss: 2 pp. 16 - 21

LUPTON, Ellen. Graphic design: the new basics. 2ª ed. New York: Princeton Architectural Press, 2015.

MARTINS, Elaine. O que é TCP/IP. Disponível em: <<https://www.tecmundo.com.br/o-que-e/780-o-que-e-tcp-ip-.htm>> Acesso em: 04 de julho de 2018.

MARTINS, Gilberto de Andrade. THEOPHILO, Carlos Renato. Metodologia da Investigação Científica para as Ciências Sociais Aplicadas. 2ª ed., São Paulo: Atlas, 2009.

MEGGINSON, Leon C. Discurso em 1963. Disponível em: <<https://www.pensador.com/frase/Njg3NDM/>> Acesso em: 27 de abril de 2018.

MERONI, Anna. Strategic design: where are we now? Reflection around the foundations of a recent discipline. Strategic Design Research Journal, v.1, n.1, Dec 1, p.31-38. 2008. Disponível em:

<<http://revistas.unisinos.br/index.php/sdrj/article/view/5567/2771>> Acesso em: 10 de agosto de 2018.

MIT TECHNOLOGIC REVIEW. Robots in the Workforce: The Benefits of Human and Robot Collaboration. 2018. (26m25s). Disponível em: <<https://events.technologyreview.com/video/watch/tye-brady-amazon-robots-hmi/>> Acesso em: 25 de abril de 2019.

MONTEIRO, Gabriel. 2017. Para Iris Van Herpen a tecnologia e o artesanal devem andar juntos. Disponível em: <<https://elle.abril.com.br/moda/para-iris-van-herpen-a-tecnologia-e-artesanal-devem-andar-juntos/>> Acesso em: 27 de abril de 2018.

MONTEIRO, Lucio Suruagy et al. REALIDADE VIRTUAL OU AUMENTADA NA INDUSTRIA 4.0. REVISTA DE TRABALHOS ACADÊMICOS-UNIVERSO RECIFE, v. 5, n. 1, 2018. Disponível em: <<http://revista.universo.edu.br/index.php?journal=1UNICARECIFE2&page=article&op=view&path%5B%5D=6271>> Acesso em: 20 de maio de 2019.

MORELLI, Nicola. Designing Product/Service Systems: A Methodological Exploration. Design Issues, v.18, n.3, p.3-17 2002. Disponível em: <<http://www.cs.cmu.edu/~jhm/Readings/Morelli.pdf>> Acesso em: 10 de agosto de 2018.

MOURA, Márcio das Chagas. NASCIMENTO. Lucas Matheus do. Indústria 4.0 e simulação de processos produtivos: como os gêmeos digitais podem ajudar na busca da excelência operacional? Disponível em: <<http://www.excelenciaoperacional.blog.br/2018/08/31/industria-4-0-e-simulacao-de-processos-produtivos-como-os-gemeos-digitais-podem-ajudar-na-busca-da-excelencia-operacional/>> Acesso em: 25 de abril de 2019.

MOZOTA, Brigitte B.; KLÖPSCH, Cássia; DA COSTA, Filipe C. Xavier. **Gestão do design: usando o design para construir valor de marca e inovação corporativa.** Bookman editora, 2009.

NASCIMENTO JR, Edson Pereira do. et al. A Internet das coisas. Disponível em: <<https://issuu.com/victorbathayde/docs/iottxt>>. Acesso em: 25 de maio. de 2017.

OLIVEIRA, Wellington Martins de. ROSA, Luís Gustavo Dalla. Locomotivas a vapor. Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~em313/paginas/locom0/locom0.html>> Acesso em: 25 de julho de 2018.

PEDERNEIRAS, Gabriela. Cloud, ou computação em nuvem, na indústria 4.0. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/17984-cloud-ou-computacao-em-nuvem-na-industria-40>> Acesso em: 28 de abril de 2019.

PEREIRA, Adan Lucio et al. Computação em nuvem: a segurança da informação em ambientes na nuvem e em redes físicas. Brazilian Journal of Production Engineering-BJPE, v. 2, n. 1, p. 12-27, 2016.

PEREIRA, Adriano; DE OLIVEIRA SIMONETTO, Eugênio. Indústria 4.0: conceitos e perspectivas para o Brasil. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, v. 16, n. 1, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/4938/pdf_808> Acesso em: 30 de abril de 2019.

PINHEIRO, Tennyson Dias. The service startup : design gets lean : inovação e empreendedorismo por meio do design. Rio de Janeiro, RJ: Alta Books, 2015. 232p.

PIRES, Luís. Sistemas ciber-físicos: o futuro da Manutenção Industrial? Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Luis_Pires12/publication/309780775_Sistemas_ciber-fisicos_o_futuro_da_Manutencao_Industrial/links/5bfe8355a6fdcc1b8d4872ff/Sistemas-ciber-fisicos-o-futuro-da-Manutencao-Industrial.pdf> Acesso em: 15 de abril de 2019.

PISCHING, Marcos A. et al. Service Composition in the Cloud-Based Manufacturing Focused on the Industry 4.0. Ifip Advances in Information and Communication Technology, [s.l.], v. 1, n. 1, p.65-72, 2015. Springer International Publishing. http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-16766-4_7. Disponível em: <https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-16766-4_7> . Acesso em: 16 de abril de 2019.

PRESS TRUST OF ÍNDIA. New giant 3D printer can build a house in 24 hours. Disponível em: < <https://gadgets.ndtv.com/laptops/news/new-giant-3d-printer-can-build-a-house-in-24-hours-470564>> Acesso em 18 de maio de 2019.

Prodanov, C. C. & Freitas, E. C. de., Metodologia do trabalho científico: Métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. – Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAJKUMAR, Ragunathan et al. Cyber-physical systems: the next computing revolution. In: Design Automation Conference. IEEE, 2010. p. 731-736. Disponível em: <<https://www.cs.virginia.edu/~stankovic/psfiles/Rajkumar-DAC2010-Final.pdf>> Acesso em: 18 de abril de 2019.

REZENDE, Sophia C. TECNOLOGIA VESTÍVEL: A NANOTECNOLOGIA NA MODA E INDÚSTRIA TÊXTIL. Disponível em: <<http://www.fumec.br/revistas/achiote/article/view/2027/1265>> Acesso em: 13 de julho de 2018.

ROBÔS. UNIMATE. Disponível em: <<https://robots.ieee.org/robots/unimate/>> Acesso em: 25 de abril de 2019.

ROCHA, Heloísa Vieira da.; BARANAUSKAS, Maria Cecília Calani. Design e avaliação de interfaces humano-computador. Campinas, SP: NIED/UNICAMP, 2003. 244p.

RODRIGUES, Luiz Eduardo Miranda José. Padovani, Murilo. Configurações geométricas e introdução a aerodinâmica dos biplanos. AERODESIGN MAGAZINE Disponível em: <<http://www.engbrasil.eng.br/revista/v212010/artigos/artigo5v212010.pdf>> Acesso em: 20 de agosto de 2018.

RODELLO, Ildeberto Aparecido et al. Realidade misturada: conceitos, ferramentas e aplicações. Revista Brasileira de Computação Aplicada, v. 2, n. 2, p. 2-16, 2010. Disponível em: <<http://seer.upf.br/index.php/rbca/article/view/941>> Acesso em: 25 de maio de 2019.

ROGERS, Yvonne; SHARP, Helen; PREECE, Jennifer. Design de Interação: Além da interação humano-computador. 3ª ed., Porto Alegre: Bookman, 2013.

SAAD SOLUTIONS. Pilares tecnológicos da indústria 4.0 Disponível em: <<https://www.saadsolutions.com.br/single-post/2016/08/23/Os-pilares-tecnol%C3%B3gicos-da-Ind%C3%A9stria-40>>. Acesso em: 20 de março de 2018.

SAFFER, Dan. Designing for interaction: creating innovative applications and devices. New Riders, 2010.

SALUTES, Bruno. O que é NFC e como usar a tecnologia? Disponível em: <<https://www.androidpit.com.br/o-que-e-nfc-como-usar-tecnologia>>. Acesso em 20 de agosto de 2018.

SANTANA, Gabriela. Você sabe o que é wearable? Conheça as "tecnologias vestíveis." Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/noticias/tecnologia/voce-sabe-o-que-e-wearable-conheca-as-tecnologias-vestiveis/123220/>> Acesso em: 05 de julho de 2018.

SCHWAB, Klaus. A quarta revolução industrial. São Paulo: Edipro, 2016.

SENAI. SENAI aponta 30 novas profissões que vão surgir com a Indústria 4.0. Disponível em: <<https://www.rn.senai.br/conheca-30-novas-profissoes-que-vaosurgir-com-industria-4-0/>> Acesso em: 01 de junho de 2019.

SHIFTER. O “exército” de robôs da Amazon. Disponível em: <<https://shifter.sapo.pt/2014/12/o-exercito-de-robos-da-amazon/>> Acesso em: 25 de abril de 2019.

SILVA, Denise Aliny Gomes da. Indústria 4.0 com foco nos sistemas cyber físicos. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SILVEIRA, Cristiano Bertulucci. Saiba Tudo Sobre o Protocolo Modbus. Disponível em: <<https://www.citisystems.com.br/modbus/>> Acesso em: 20 a gosto de 2018.

SOUSA, Flávio RC; MOREIRA, Leonardo O.; MACHADO, Javam C. Computação em nuvem: Conceitos, tecnologias, aplicações e desafios. II Escola Regional de Computação Ceará, Maranhão e Piauí (ERCEMAPI), p. 150-175, 2009.

STANFORD ENGINEERING. Ted Hoff: the birth of the microprocessor and beyond. Disponível em: <<https://engineering.stanford.edu/news/ted-hoff-birth-microprocessor-and-beyond>>. Acesso em 20 de agosto de 2018.

STEPHANIA STEFANAKOU. ABOUT STEPHANIA STEFANAKOU. Disponível em <<http://www.stefanakou.com/contact>> Acesso em: 05 de julho de 2018.

STEVAN JR, Sergio Luiz. et al. Indústria 4.0: fundamentos, perspectivas e aplicações. - 1. ed. São Paulo: Érica, 2018.

STICKDORN, Marc; SCHNEIDER, Jakob. Isto é design thinking de serviços: Fundamentos, ferramentas, casos. Bookman Editora, 2014.

STOODI. Terceira Revolução Industrial: Tudo sobre a chamada revolução informacional! Disponível em: <<https://www.stoodi.com.br/blog/2018/08/14/terceira-revolucao-industrial/>>. Acesso em: 20 de agosto de 2018.

THEIL, Ricardo. Reflexões sobre os novos desafios de segurança na Indústria 4.0. Disponível em: <<https://computerworld.com.br/2016/10/17/reflexoes-sobre-os-novos-desafios-de-seguranca-na-industria-40/>> Acesso em: 15 de maio de 2019.

TIME.COM. Watch BB-8, R2-D2 and C-3PO Take Over the Oscars. Disponível em:<<http://time.com/4240692/oscars-2016-star-wars-bb8-r2d2-c3po/>> Acesso em: 25 de abril de 2019.

USENET REVIEWZ. Uma Breve História da Usenet. Disponível em: <<https://revistausenet.com/uma-breve-historia-da-usenet/>> Acesso em: 20 agosto de 2018.

VELLOSO, Fernando. Informática: conceitos básicos. - 9. ed. Rio de Janeiro : Elsevier, 2014.

WINTER, Jean. Sistemas Ciber-Físicos: A Nova Revolução. Disponível em: <<https://www.eaware.com.br/sistemas-ciber-fisicos-a-nova-revolucao/>> Acesso em: 19 de abril de 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM. Deep Shift: Technology Tipping Points and Societal Impact. 2015. Disponível em: <http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf> Acesso em 15 de abril de 2019.

WORLD ECONOMIC FORUM. The future of Jobs. 2016. Disponível em: <<https://www.weforum.org/reports/the-future-of-jobs>> Acesso em: 15 de abril de 2019.

X CUBE LABS - 5 Ways Augmented Reality is Changing the Dynamics of Manufacturing Industry. Disponível em: <<https://www.xcubelabs.com/our-blog/5-ways-augmented-reality-is-changing-the-dynamics-of-manufacturing-industry/>> Acesso em: 25 de abril de 2019.

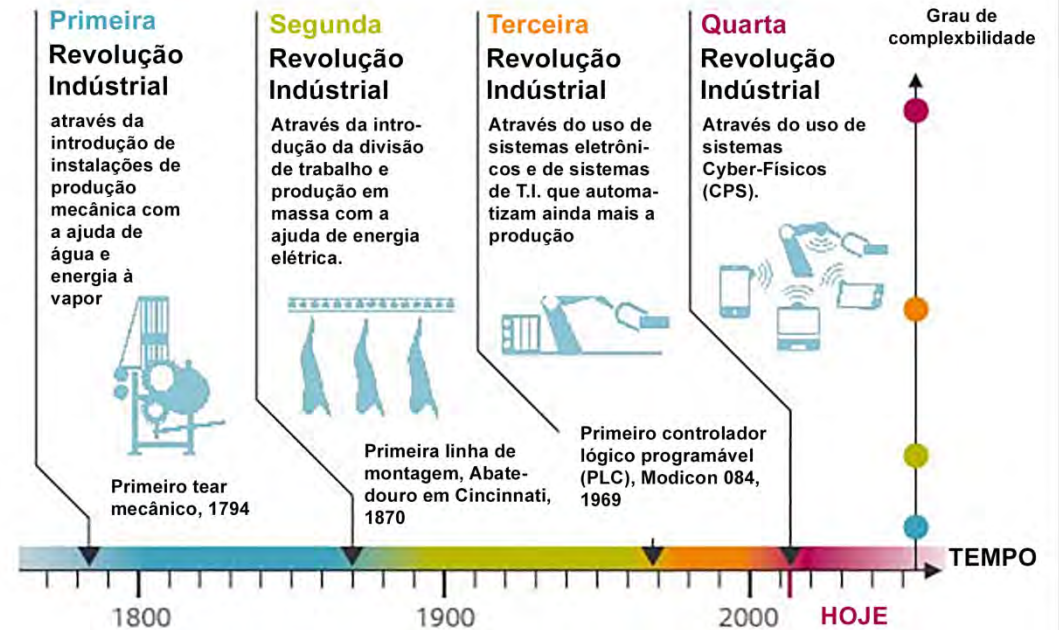
VEZZOLI, Carlo. Design de Sistemas para a Sustentabilidade. Salvador: EDUFBA, 2010.

ZHONG, Ray Y. et al. Intelligent manufacturing in the context of industry 4.0: a review. Engineering, v. 3, n. 5, p. 616-630, 2017. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2095809917307130>> Acesso em: 19 de abril de 2019.

ANEXOS

ANEXO A – Linha do tempo da indústria e suas revoluções.

Da Indústria 1.0 para a Indústria 4.0



ANEXO B – IoT. Impactos positivos, negativos e desconhecidos

Impactos positivos	- Aumento da eficiência na utilização dos recursos. - Aumento da produtividade. - melhoria da qualidade de vida. - Efeito sobre o meio ambiente. - menor custo de prestação de serviço. - Maior transparência em torno do uso e estado dos recursos - Segurança (por exemplo: aviões, comida). - Eficiência (logística) - Maior demanda por armazenamento e largura de banda. - Mudança no mercado de trabalho e competências. - Criação de novas empresas. - Até mesmo para aplicativos em tempo real crítico são viáveis em redes de comunicação padrão. - Projeto de produtos que sejam "digitalmente conectáveis". - Adição de serviços digitais para os produtos. - "Gêmeos digitais" (Digital twin) fornecem dados precisos para monitoramento, controle e previsão. - "Gêmeos digitais" tornam-se praticamente ativos em negócios, informações e processos sociais. - As coisas poderão perceber seu ambiente de forma abrangente e agir e reagir automaticamente. - Geração de conhecimento adicional e valor com base em coisas "inteligentes" conectadas.
Impactos negativos	- Privacidade. - Perdas de emprego para o trabalho não qualificado. - Hacking, ameaça à segurança (por exemplo: rede elétrica). - Maior complexidade e perda de controle.
Impactos desconhecidos	- Mudança no modelo de negócios: locação/uso de ativos em vez de propriedade (utensílios serão serviços). - Os modelos de negócios serão impactados pelo valor de dados. - Todas as empresas serão potencialmente uma empresa de software. - Novos negócios: venda de dados. - Infraestrutura massivamente distribuída para as tecnologias da informação. - Automação no trabalho do conhecimento (por exemplo: análises, avaliações, diagnósticos). - As consequências de um possível "Pearl Harbor digital" (ou seja, hackers ou terroristas interrompendo infraestruturas, levando a falta de comida, combustíveis, e energia por semanas. - Maiores taxas de utilização (por exemplo: carros, máquinas, ferramentas, equipamentos, infraestrutura).

ANEXO C – Big Data Analytics. Impactos positivos, negativos e desconhecidos.

Impactos positivos	- Decisões melhores e mais rápidas; - Mais tomadas de decisões em tempo real; - Dados abertos para inovação; - Empregos para advogados; - Redução de complexidade e mais eficiência para os cidadãos; - Redução de custos; - Novas categorias de trabalho.
Impactos negativos	- Perdas de trabalho; - Preocupações com a privacidade; - Prestação de contas (quem é o dono do algoritmo?); - Confiança (como confiar nos dados?); - Brigas por algoritmo.
Impactos desconhecidos	- Caracterização do perfil individual (profiling); - Mudanças nas estruturas comerciais e normativas.

ANEXO D – Robôs Autônomos. Impactos positivos e negativos.

Impactos positivos	- Cadeia de fornecimento e logística, eliminações. - Mais tempo para o lazer. - Melhores resultados para a saúde (grande volume de dados paraa pesquisa e desenvolvimento de produtos farmacêuticos). - Caixas eletrônicos (bancos) como pioneiros. - Maior acesso a materiais. - "Remigração" da produção (ou seja, substituição dos trabalhadores estrangeiros por robôs).
Impactos negativos	- Perdas de trabalho. - Responsabilidade e transparência. - Normas sociais do dia a dia, serviços 24h e fim do trabalho das 9h às 17h; - <i>Hacking</i> e ciber-risco.

ANEXO E – Impressão 3D e Fabricação. Impactos positivos e negativos.

Impactos positivos	- Desenvolvimento acelerado de produtos. - Redução do ciclo projeto -manufatura. - Peças complicadas fabricadas facilmente (impossíveis ou difíceis de serem feitas antes). - Demanda crescente por <i>Designers</i> de Produto. - Instituições educacionais utilizando a impressão 3D para acelerar o aprendizado e o entendimento. - Poder de criação/fabricação democratizado (limitados somente pelo <i>design</i>). - Benefícios ambientais em razão dos requisitos de transporte. - A fabricação tradicional em massa responderá a esse desafio ao buscar formas de reduzir custos e o tamanho dos ciclos mínimos de produção. - maior número de "projetos" em código aberto para imprimir vários tipos de objetos. - O nascimento de uma nova indústria para o fornecimento de materiais para impressão. - Aumento das oportunidades empresariais no espaço.
Impactos negativos	- Aumento de resíduos para eliminação, sobrecarregando mais o meio ambiente. - Produção de peças anisotrópicas no processo da camada, ou seja, elas não possuem a mesma força em todas as direções; isso pode limitar a funcionalidade das peças. - Perda de trabalho em uma indústria disruptiva. - A primazia da propriedade intelectual como fonte de valor da produtividade. - Pirataria. - Marca e qualidade do produto.
Impactos desconhecidos	- A possibilidade de qualquer inovação poder ser copiada instantaneamente.

ANEXO F – Impressão 3D e Saúde Humana. Impactos positivos e negativos.

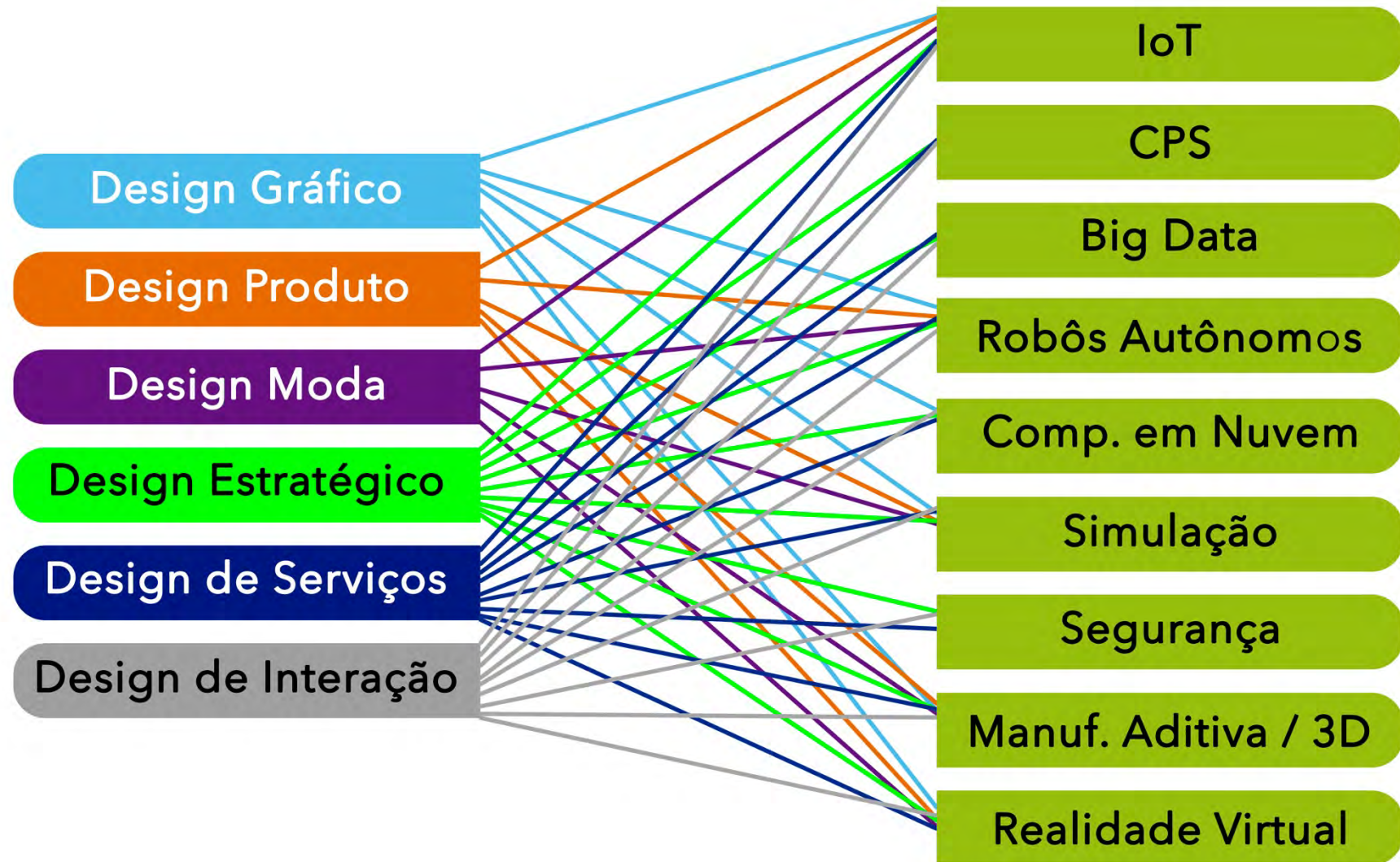
Impactos positivos	- Impressão de próteses: substituição de partes do corpo/membros. - Impressões efetuadas nos hospitais para todos os pacientes que necessitam de cirurgia (por exemplo, talas, gessos, implantes, parafusos). - Medicina personalizada: a impressão 3D irá crescer com maior velocidade nas áreas em que os clientes precisam de uma versão ligeiramente diferente, de uma parte do corpo (por exemplo, uma coroa de um dente). - Impressão de componentes de equipamentos médicos que são difíceis ou caros de achar, por exemplo, transdutores. - Impressão por exemplo, de implantes dentários, marca-passos e pinos para fraturas ósseas nos hospitais locais em vez de importá-los, reduzindo, assim, o custo das operações. - Mudanças fundamentais nos testes de drogas, que podem ser feitos objetos humanos reais, dada a disponibilidade de órgãos totalmente impressos. - Impressão de alimentos, melhorando assim a segurança alimentar.
Impactos negativos	- Produção não controlada ou não regulamentada de partes do corpo humano, equipamentos médicos ou de alimentos. - Aumento de resíduos para eliminação, sobrecarregando mais o meio ambiente. - Impacto na agricultura dos alimentos impressos. - Grandes debates éticos decorrentes da impressão de partes do corpo e órgãos: quem irá controlar a capacidade de produzi-los? Quem irá garantir a qualidade dos órgãos impressos? - Desincentivos distorcidos para a saúde: se tudo é substituível, por que viver de forma saudável?

ANEXO G – Impressão 3D e Produtos de consumo. Impactos positivos e negativos.

Impactos positivos	- Maior personalização dos produtos e fabricação pessoal. - Criação de produção de nicho e lucros pela venda deles. - Maior crescimento da impressão em 3D nas áreas em que os clientes possuem necessidades ligeiramente diferentes de um produto - por exemplo, os pés, com determinada forma, precisam de sapatos com tamanhos específicos. - Redução dos custos com logística, gerando a possibilidade de enormes economias. - Contribuição para muitas atividades locais; elaboração dos próprios produtos, eliminando os custos com logística (economia circular)
Impactos negativos	- Cadeia de suprimentos de logística global e regional: menor demanda, resultando em perdas de emprego. - Controle de armas: oportunidades para a impressão de objetos com níveis mais elevados de abuso tais como armas. - Aumento dos resíduos para eliminação, sobrecarregando mais o meio ambiente. - Grandes rupturas nos controles de produção, leis sobre consumo, barreiras comerciais, patentes, impostos e outras restrições governamentais; além da luta para se adaptar.

ANEXO H – Novas áreas de trabalho para a Indústria 4.0.

AUTOMOTIVO - Mecânico de veículos híbridos; - Mecânico especialista em telemetria; - Programador de unidades de controlos eletrónicos; - Técnico em informática veicular.	ALIMENTOS E BEBIDAS - Técnico em impressão de alimentos; - Especialista em aplicações de TIC para rastreabilidade de alimentos; - Especialista em aplicações de embalagens para alimentos.	CONSTRUÇÃO CIVIL - Integrador de sistema de automação predial; - Técnico de construção seca; - Técnico em automação predial; - Gestor de logística de canteiro de obras; - Instalador de sistema de automação predial.	TÊXTIL E VESTUÁRIO - Técnico de projetos de produtos de moda; - Engenheiro em fibras têxteis; - Designer de tecidos avançados.
TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO - Analista de IoT (internet das coisas); - Engenheiro de cibersegurança; - Analista de segurança e defesa digital; - Especialista em big data; - Engenheiro de softwares.	MÁQUINAS E FERRAMENTAS - Projetista para tecnologias 3D; - Operador de High Speed Machine; - Programador de ferramentas; - Técnico de manutenção em automação.	QUÍMICO E PETROQUÍMICO - Técnico em análises químicas com especialização em análises instrumentais automatizadas; - Técnico especialista no desenvolvimento de produtos poliméricos; - Técnico especialista em reciclagem de produtos poliméricos.	PETRÓLEO E GÁS - Especialista em técnicas de perfuração; - Especialistas em sismologias e geofísica de poços; - Especialistas para recuperação avançada de petróleo.

ANEXO I – Cruzamento das vertentes do design com os pilares da Indústria 4.0

ANEXO J – Quadro de habilidades de Design para a Indústria 4.0.

Área do Design	HABILIDADES	PILARES DA IND. 4.0 QUE O DESIGN "ER" PODE ATUAR
Design Gráfico	- Projeto 2D; - Projeto 3D; - Realidade Virtual; - Proj. Interfaces digitais; - Estamparia; - Etc.	- IoT; - Robôs Autônomos; - Computação em Nuvem; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.
Design de Moda	- Projeto 2D; - Modelagem 3D; - Realidade Virtual; - Estamparia; - Projetos Têxtil; - Melhoramento de materiais; - Etc.	- IoT; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.
Design de Produto	- Projeto 2D; - Projeto 3D; - Modelagem 3D; - Realidade Virtual; - Etc.	- IoT; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual; - Robôs Autônomos.
Design Estratégico	- Planejar e organizar; - Gestão de pessoas; - Análise de mercado; - Análise de dados; - Etc.	- CPS; - Big Data; - Computação em Nuvem; - Simulação; - Segurança;
Design de Serviços	- Planejar e organizar; - Criar experiências; - Análise de mercado; - Análise de dados; - Suporte - Etc.	- IoT; - CPS; - Big Data; - Computação em Nuvem; - Simulação; - Segurança; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.
Design de Interação	- Projetar interação; - Implementação de sistemas interativos; - Análise de dados; - Suporte; - Design centrado no usuário; - Experiência do usuário; - Etc.	- IoT; - CPS; - Big Data; - Robôs Autônomos; - Computação em Nuvem; - Simulação; - Manufatura Aditiva / 3D; - Realidade Virtual.