

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE MECÂNICA  
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

**SAMUEL DALLAGNOL BATISTA**

**POTENCIAL DE USO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA CADEIA DE SUPRIMENTOS DE  
LATICÍNIOS: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PATO BRANCO**

**2021**

SAMUEL DALLAGNOL BATISTA

**POTENCIAL DE USO DE TECNOLOGIAS DA INDÚSTRIA 4.0 NA CADEIA DE  
SUPRIMENTOS DE LATICÍNIOS: UMA PROPOSTA DE APLICAÇÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica – DAMEC – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Orientador: Prof. Dr. Neimar Follmann

PATO BRANCO

2021

## FOLHA DE APROVAÇÃO

### Potencial de Uso de Tecnologias da Indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos de Laticínios: Uma Proposta de Aplicação.

Samuel Dallagnol Batista

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado no dia 14/05/2021 como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Mecânico, do curso de Engenharia Mecânica do Departamento Acadêmico de Mecânica (DAMEC) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco (UTFPR-PB). O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora julgou o trabalho **APROVADO**.

---

Prof. Dr. Fabio De Freitas Lima  
(UTFPR – Departamento de Mecânica)

---

Profa. Dra. Gabriela Wessling Oening Dicati  
(UTFPR – Departamento de Mecânica)

---

Prof. Dr. Neimar Follmann  
(UTFPR – Departamento de Administração)  
Orientador

---

Prof. Dr. Bruno Bellini Medeiros  
Responsável pelo TCC do Curso de Eng. Mecânica

## DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família, meu orientador, meus colegas, à empresa Geslat, à minha namorada pela colaboração e incentivo, e finalmente, à Deus.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Paulo e Keli, meus avós Vilamir e Gelsi, e minha irmã Victória, pelo carinho, por estarem do meu lado nos momentos difíceis e pela contribuição neste trabalho.

À minha namorada Samara, que me incentivou, aconselhou, me apoiou e se fez presente em todos os momentos do desenvolvimento deste trabalho.

Ao professor Neimar, pelos conselhos, pelos ensinamentos, pela dedicação e amizade na orientação deste trabalho.

A todos da empresa Geslat, pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho científico.

À Viviane e Gerson, profissionais incríveis, pessoas extraordinárias que investiram no meu potencial e me deram a oportunidade, os ensinamentos e as ferramentas para desenvolver este estudo.

Aos colegas de curso, pela convivência, pelo companheirismo e irmandade construída nos últimos anos.

A Deus, pela minha vida, pela minha saúde e por me permitir ultrapassar todos os obstáculos e alcançar meus objetivos.

## EPÍGRAFE

Foi o tempo que você dedicou à sua rosa que a torna tão importante. As pessoas se esqueceram dessa verdade, mas você não deve esquecê-la. Você se torna responsável para sempre por aquilo que domesticou. Você é responsável pela sua rosa. (SAINT-EXUPÉRY, Antoine, 1943).

## RESUMO

BATISTA, Samuel Dallagnol. Potencial de uso de tecnologias da indústria 4.0 na cadeia de suprimentos de laticínios: uma proposta de aplicação. 2021. 81 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2021.

A indústria 4.0 está avançando e tornando as empresas que a adotam muito mais competitivas. A aplicação das inovações tecnológicas na área da gestão da cadeia de suprimentos vem sendo estudada nos últimos anos como estratégia de desenvolvimento empresarial, aumentando a produtividade, lucratividade e inserção no mercado. A indústria de laticínios no Brasil possui como grande desafio a boa administração da sua cadeia de suprimentos, essa que influencia diretamente nos requisitos de custo e qualidade da matéria-prima e do produto final. Esta pesquisa discute a avaliação do potencial de uso de tecnologias da indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos de laticínios. Apresenta as tecnologias da indústria 4.0 aplicáveis às cadeias de suprimento, os requisitos de custos e qualidade no abastecimento de laticínios e expõe as oportunidades e desafios do uso dessas tecnologias na cadeia de suprimentos da indústria do leite. Por meio do estudo de caso na cadeia de suprimentos de laticínio produtor de queijos, foram avaliadas as alternativas de aplicação das tecnologias da indústria 4.0 com o objetivo de reduzir custos e preservar a qualidade. Mediante análise literária de bibliografias, entrevistas não estruturadas e visitas *in loco* acompanhadas de profissionais da área, elaborou-se como resultados uma descrição fiel do funcionamento logístico da cadeia de suprimentos da empresa Laticínios Horizonte, uma análise dos requisitos de custo e qualidade da empresa e, por fim, a constatação das tecnologias que podem ser aplicadas, destacando-se a internet das coisas, computação em nuvem, *big data*, sistemas ciber-físicos e a rastreabilidade.

**Palavras-chave:** Gestão da Cadeia de Suprimentos. Indústria 4.0. Indústria de Laticínios.

## ABSTRACT

BATISTA, Samuel Dallagnol. Potential to use technologies from industry 4.0 in the dairy supply chain: an application proposal. 2021. 81 s. Course Conclusion Paper - Mechanical Engineering Course, Federal Technological University of Paraná. Pato Branco, 2021.

Industry 4.0 is advancing and making companies that adopt it much more competitive. The application of technological innovations in the area of supply chain management has been studied in recent years as a business development strategy, increasing productivity, profitability and insertion in the market. The dairy industry in Brazil has as a great challenge the good management of its supply chain, which directly influences the cost and quality requirements of the raw material and the final product. This research discusses the assessment of the potential use of technologies from industry 4.0 in the dairy Supply Chain. It presents the industry 4.0 technologies applicable to supply chains, the cost and quality requirements for dairy supplies and exposes the opportunities and challenges of using these technologies in the dairy industry supply chain. Through a case study in the cheese-producing dairy supply chain, alternatives for applying industry 4.0 technologies were evaluated in order to reduce costs and preserve quality. Through literary analysis of bibliographies, unstructured interviews and on-site visits accompanied by professionals in the field, a faithful description of the logistical functioning of the supply chain of the company Laticínios Horizonte, an analysis of the cost and quality requirements of the company and finally the verification of the technologies that can be applied, highlighting the internet of things, cloud computing, big data, cyber-physical systems and traceability.

**Keywords:** Supply Chain Management. Industry 4.0. Dairy Industry.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma de processo logístico.....	21
Figura 2 - Integração da cadeia de suprimentos com seus fluxos.....	26
Figura 3 - Estrutura da cadeia de suprimentos.....	28
Figura 4 - Escopo da cadeia de suprimentos moderna. ....	30
Figura 5 - Um modelo do gerenciamento da cadeia de suprimentos. ....	31
Figura 6 - Unindo competências com clientes e fornecedores. ....	33
Figura 7 - Integrando e gerenciando processos de negócios ao longo da cadeia de suprimentos.....	34
Figura 8 - Contexto de evolução das revoluções industriais. ....	38
Figura 9 - Condução do Estudo de Caso. ....	52
Figura 10 - Período de carência de antibióticos e antiparasitários. ....	63
Figura 11 - Linha de leite com seu trajeto e produtores. ....	64
Figura 12 - Exemplos de amostras coletadas pelo transportador. ....	65
Figura 13 - Exemplo de calendário de produtor. ....	66
Figura 14 - Mapa de controle de recolhimento de leite nas propriedades rurais. ....	67
Figura 15 - Controle de recepção de matéria-prima.....	68

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Análise da relação entre a internet das coisas e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	56
Quadro 2 - Análise da relação entre a computação em nuvem e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	57
Quadro 3 - Análise da relação entre a segurança e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	57
Quadro 4 - Análise da relação entre a big data and data analytics e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	58
Quadro 5 - Análise da relação entre os sistemas ciber-físicos e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	59
Quadro 6 - Análise da relação entre a rastreabilidade e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	59
Quadro 7 - Análise da relação entre a realidade virtual e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	60
Quadro 8 - Análise da relação entre a realidade aumentada e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	60
Quadro 9 - Análise da relação entre a manufatura aditiva e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira. ....	61
Quadro 10 - Identificação de redução de custo e preservação da qualidade com a aplicação das tecnologias. ....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos para o leite cru. ....	24
--	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>15</b>
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Principal	16
1.1.2	Objetivos Específicos	16
1.2	JUSTIFICATIVA	17
<b>2</b>	<b>LOGÍSTICA E A CADEIA DE SUPRIMENTOS</b>	<b>19</b>
2.1	A INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE LEITE	21
2.1.1	A cadeia de suprimentos da indústria de beneficiamento de leite	22
<b>3</b>	<b>GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS (SUPPLY CHAIN MANAGEMENT)</b>	<b>25</b>
3.1	OS PRINCÍPIOS DA SCM	29
3.2	COMPETÊNCIAS DA SCM	32
3.3	PROCESSOS DA SCM	34
<b>4</b>	<b>INDÚSTRIA 4.0: A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL</b>	<b>37</b>
4.1	PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0	39
4.2	PILARES DA INDÚSTRIA 4.0	40
4.3	INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA 4.0	41
4.3.1	Internet das coisas ( <i>internet of things</i> – IoT)	42
4.3.2	Computação em nuvem ( <i>cloud computing</i> )	42
4.3.3	Segurança	43
4.3.4	Big data and data analytics	43
4.3.5	Sistemas ciber-físicos ( <i>Cyber-Physical Systems</i> – CPS)	44
4.3.6	Rastreabilidade	44
4.3.7	Realidade virtual e aumentada	45
4.3.8	Manufatura aditiva	45
<b>5</b>	<b>CADEIA DE SUPRIMENTOS 4.0 (SUPPLY CHAIN 4.0)</b>	<b>47</b>

<b>6</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
6.1	O ESTUDO DE CASO .....	51
6.1.1	Planejamento do caso.....	52
6.1.2	Condução do teste piloto.....	53
6.1.3	Coleta dos dados .....	53
6.1.4	Análise dos dados .....	54
<b>7</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>55</b>
7.1	ANÁLISE DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	55
7.2	DESCRIÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA .....	62
7.3	REQUISITOS DE CUSTO E QUALIDADE DA EMPRESA ESTUDADA.....	69
7.4	ANÁLISE EM RELAÇÃO AO USO DAS TECNOLOGIAS.....	70
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>75</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>77</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O relacionamento entre empresas é essencial para o bom desenvolvimento e sucesso das mesmas. Os profissionais de gestão da cadeia de suprimentos trabalham buscando transparência, lucratividade e vantagem competitiva para as companhias que compõe a cadeia. O pensamento considerado é de que o conjunto unido pode ser maior que a soma de suas partes.

Empresas através do uso de tecnologias trazidas pela quarta revolução industrial tiveram a possibilidade de maior controle de suas atividades, facilitando tanto as suas tarefas dentro do ambiente da empresa como também a sua comunicação com fornecedores e clientes. Movimentações tornaram-se mais rápidas, mais seguras e mais precisas de forma geral, demandas passaram a ser calculadas com mais facilidade e os estoques puderam ser diminuídos.

A combinação criada entre a indústria 4.0 e a gestão da cadeia de suprimentos é conhecida por suprimentos 4.0 e vem se provando muito positiva e eficiente. No Brasil, esse conceito ainda é considerado novo, porém está a cada dia sendo mais discutido e utilizado.

A indústria leiteira, muito desenvolvida na região sul do país, movimenta financeiramente uma grande parcela do mercado do setor de alimentos, empregando um grande número de brasileiros em sua cadeia de suprimentos. Dentro da cadeia de suprimentos, os custos logísticos relacionados ao transporte e a preservação da qualidade da matéria-prima são pontos primaciais a serem considerados para a entrega de um bom produto ao consumidor e para garantir a competitividade da empresa no mercado. As tecnologias da indústria 4.0 aplicadas às cadeias de suprimentos podem trazer benefícios quando introduzidas na indústria leiteira, contribuindo nas reduções de custos e preservação da qualidade da matéria-prima.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo Principal

Avaliar o potencial de uso de tecnologias da indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos de laticínios.

### 1.1.2 Objetivos Específicos

Para atingir o objetivo principal os seguintes objetivos específicos devem ser alcançados:

1. Identificar as tecnologias da indústria 4.0 aplicáveis às cadeias de suprimentos;
2. Identificar os requisitos de custos e qualidade no abastecimento de laticínios;
3. Compreender as oportunidades e desafios do uso dessas tecnologias na cadeia de suprimentos da indústria do leite.



## 1.2 JUSTIFICATIVA

Levando em conta a globalização da economia, o aumento da complexidade de transações e os avanços tecnológicos, as companhias estão sempre em busca de ferramentas que ajudem a aumentar sua competitividade no mercado. A flexibilidade e adaptabilidade com essas novas ferramentas fazem com que as empresas tenham maiores chances de sucesso e destaque.

A gestão da cadeia de suprimentos se trata de um conceito já antigo e difundido no Brasil e no mundo, com a possibilidade de ser colocada em prática de forma mais completa atualmente. Essa gestão organizacional não é considerada uma tarefa fácil, porém ela traz consigo o aumento da eficiência geral, tanto para empresas integradas em uma mesma cadeia quanto para os consumidores finais.

As tecnologias vindas do escopo da indústria 4.0 trazem diversos benefícios para a gestão da cadeia de suprimentos, uma vez que, com as automações e bancos de compartilhamento de dados, empresas tem um controle minucioso e preciso de todos os parâmetros para o seu funcionamento, sejam esses parâmetros vindos de dentro da própria empresa ou provenientes da relação transparente com fornecedores e clientes. No Brasil, segundo os dados da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), menos de 2% das companhias estão inseridas realmente dentro do conceito de indústria 4.0, ou seja, apesar de a introdução do termo estar sendo difundida a quase 10 anos no mercado, ainda se mostra bastante desconhecido em território nacional.

Justifica-se esse estudo como ferramenta avaliativa de melhoria em um setor produtivo de grande desenvolvimento na região sul do Brasil, principalmente no Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina, setor este que emprega milhares de pessoas e que alimenta a mesa de milhões de brasileiros diariamente. Em 2013, o Brasil produziu 34,3 milhões de toneladas de leite, sendo considerado desde então o quarto maior país produtor de leite no mundo (LIMA; PEREZ; CHAVES, 2017). Além disso, se ressalta a possibilidade de aumentar a competitividade da cadeia do leite e introduzir um novo campo de estudo para a indústria 4.0.

No âmbito da engenharia, fundamenta-se a necessidade, no presente e no futuro, dos conhecimentos de engenharia mecânica e da atualização dos profissionais quanto às inovações tecnológicas e expansão de saberes em diversas áreas, para a implantação, ajuste e manutenção dessas tecnologias no âmbito industrial. Justifica-

se também para o desenvolvimento pessoal, atualmente atuando no setor de projetos na área de laticínios, buscando conhecimento de processo e aprendizados que auxiliem na formação da carreira como engenheiro mecânico.

## 2 LOGÍSTICA E A CADEIA DE SUPRIMENTOS

A essência do termo logística que se conhece nos dias atuais não se trata de uma ideia contemporânea. Desde a construção das pirâmides até as estratégias de alívio da fome na África possuem princípios baseados no fluxo de informações e materiais de forma efetiva com os seus objetivos e clientes (CHRISTOPHER, 2011).

O desenvolvimento do conceito de logística teve grande contribuição da área militar, meio pelo qual acredita-se que foi a sua maior difusão.

A definição militar de logística, segundo Coyle (2017), inclui itens de abastecimento (tal como alimentos, combustível, peças para reposição) bem como itens pessoais. No século XVIII na Europa o termo “logística” já era tido como parte do léxico militar. O oficial de logística foi responsável pelo gerenciamento da separação das tropas nos acampamentos e da estocagem em depósitos de suprimentos.

Embora termos conhecimento que no âmbito militar a logística não tem como objetivo principal a redução de custos, podemos fazer facilmente uma analogia levando em consideração que em um ponto de vista capitalista as vantagens de produtos ou serviços sobre os concorrentes, preços mais competitivos, alianças entre empresas, também podem ser vistas como estratégias de guerra.

O conceito de logística começou a aparecer na literatura relacionada a negócios na década de 1960 onde era frequentemente utilizado pelo rótulo de distribuição física, que era mais voltado ao lado de saída do sistema logístico (da indústria ao mercado).

Segundo Ballou (2007) a logística é a essência do comércio e é graças aos sistemas logísticos eficazes que contamos com um alto nível de comércio internacional atualmente. Pode-se assim dizer que a logística contribui para melhorar o padrão econômico de vida geral.

Com o passar dos anos, à medida que os sistemas logísticos foram aperfeiçoados com a evolução do meio social e econômico, o consumo e a produção de produtos e serviços puderam experimentar uma separação geográfica, onde, por exemplo, algumas regiões se destacaram nas condições para produção de determinado item e outras se tornaram consumidoras destes (BALLOU, 2007).

As relações entre as atividades de criação de demanda de determinado artigo e o seu suprimento físico, para Christopher (2011), ilustram a existência de dois

princípios de interdependências e balanços, sendo que a falha de coordenar qualquer uma dessas duas atividades é certamente uma perturbação do equilíbrio de forças de uma empresa (*apud* SHAW, 1915).

Geralmente, a logística é a responsável por uma das maiores parcelas do custo final de um produto, superada apenas pelos materiais consumidos na produção ou pelo custo dos produtos vendidos no atacado. Naturalmente, sendo uma atividade vital para o sucesso dos negócios, tem alto custo (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Uma definição mais fiel deste campo promulgada pelo *Council of Logistics Management* (CLM) expõe que:

Logística é um processo de planejamento, implantação e controle de forma eficiente e eficaz de mercadorias, serviços e das informações relativas desde o ponto de origem até o ponto de consumo com o propósito de atender às exigências feitas pelos clientes (BALLOU, 2007, p. 27).

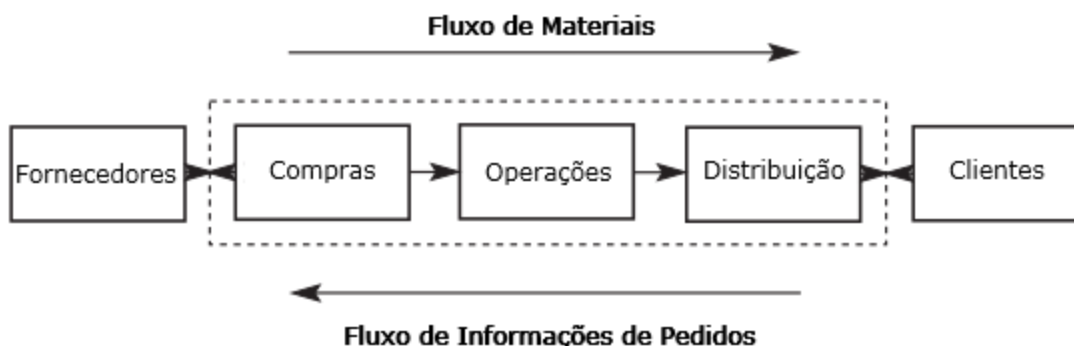
Essa definição, porém, nos mostra que a logística é parte do processo da cadeia de suprimentos (*supply chain*) e não o processo como um todo, como veremos posteriormente.

Nessa mesma linha de pensamento, Christopher (2011) fala sobre a logística ser uma orientação e estrutura de planejamento que busca representar em um único plano o fluxo de informações e de produtos de um negócio.

Coyle (2017) trata a logística empresarial como sendo uma parte da cadeia de suprimentos que planeja, implementa e controla de forma eficiente e eficaz o fluxo e armazenamento de bens, serviços e informações desde o ponto de origem até o ponto de consumo, a fim de atender às necessidades do cliente.

Na Figura 1 podemos observar a representação do fluxograma logístico, onde as necessidades dos clientes são supridas pela coordenação dos materiais e do fluxo de informações desde o mercado (consumidores), através dos processos da empresa até os fornecedores.

**Figura 1 - Fluxograma de processo logístico.**



**Fonte: Traduzido de Christopher (2011).**

O fluxograma tem seu início na extremidade esquerda com o contato com os fornecedores de matéria-prima, passando então a ser feita a aquisição da mesma e suas operações de transformação. A partir deste ponto, o produto transformado é distribuído até os clientes. É importante ressaltar a existência do fluxo de materiais e de informações de pedidos no esquema. O fluxo de materiais em um processo logístico caminha sempre da esquerda para a direita, enquanto as informações de pedidos fluem sempre no sentido contrário, ou seja, da direita para a esquerda.

## 2.1 A INDÚSTRIA DE BENEFICIAMENTO DE LEITE

Aprofundando ainda mais o estudo, entra-se em uma análise de uma das variantes da indústria alimentícia, a indústria de laticínios e beneficiamento de leite.

No ano de 2013, o Brasil atingiu uma marca de produção de 34,3 milhões de toneladas de leite, sendo considerado desde então o quarto maior país em produção de leite no mundo. Além do fato da indústria de leite fazer-nos reconhecidos internacionalmente ela ainda colabora consideravelmente na geração de empregos e geração de renda no Brasil. No ano de 2015, a produção de leite esteve entre as seis mais importantes atividades agropecuárias em nosso país. É na região sul onde se encontra a maior concentração de produção de leite, cerca de 34,7% da produção nacional (LIMA; PEREZ; CHAVES, 2017).

Lima, Perez e Chaves (2017) colocam que cerca de 3/5 da indústria de laticínios nacional trabalha na produção de queijos frescos e queijos de média maturação (até 3 meses). Isso se dá de certa forma pela baixa complexidade na

fabricação deste tipo de produto, menor quantidade de capital de giro e baixa tecnologia implantada ainda no setor produtivo.

Dessa forma, identifica-se a importância dessa indústria no mercado nacional. O setor sustentado praticamente por micro e médias empresas está em constante expansão (BRUNOZI JÚNIOR *et al.*, 2012).

O fato é que as tecnologias e a aplicação de métodos de aprimoramento de produção e aumento de qualidade acabam contribuindo e muito para o crescimento dessas indústrias, considerando a implantação dessas tecnologias desde o ponto do fornecimento de matéria prima, da casa do produtor, até a mesa do consumidor final.

Em seguida, serão introduzidos o funcionamento logístico, normativas e o cotidiano que compõe a porção do suprimento de matéria prima de um laticínio.

### **2.1.1 A cadeia de suprimentos da indústria de beneficiamento de leite**

Com a desregulamentação do mercado e abertura nos anos 90 foi-se necessária uma reestruturação de todo o setor leiteiro desde a produção até a distribuição ao consumidor. A logística de laticínios é baseada na localização de unidades de beneficiamento, com grandes investimentos na produção, marketing, tecnologia, além de claro na própria logística em si (RIBEIRO, 1999).

Segundo Ribeiro (1999), com um mercado maior e mais competitivo o uso de técnicas inovadoras torna-se essencial e contribui muito para o desenvolvimento e organização dos laticínios, principalmente nos sistemas de gestão. Os laticínios geralmente operam procurando obter uma vantagem locacional e espaço produtivo favorável, levando em conta tamanho de mercado, demanda e custos.

Uma das grandes barreiras para a melhoria do processo produtivo na área da indústria leiteira é o elevado custo em transporte dos produtores até a fábrica. Estima-se que o custo deste transporte representa de 4 a 25% do preço final do leite, sendo que em determinadas regiões esse custo pode chegar facilmente aos 40% (RIBEIRO *et al.*, 2003).

Segundo Ribeiro *et al.* (2003), a mais adotada técnica de coleta de leite é a granelização, que consiste na coleta do produto resfriado em tanques de acondicionamento via mangote em caminhão de transporte isotérmico, sem nenhum tipo de contato manual com a matéria-prima. A coleta a granel é uma das alternativas

que aumenta a qualidade do leite e reduz custos de transporte, porém exige investimentos por parte da indústria e produtor.

No Brasil, a coleta do leite sofre com as condições precárias das vias de acesso à maior parte dos produtores. Para a definição de rotas hoje se fala muito em roteirização de veículos, procurando sempre se optar pelas mais econômicas (RIBEIRO *et al.*, 2003). A roteirização é um método utilizado para aumento de eficiência de transporte onde se busca aperfeiçoar veículos, planejar rotas de coleta, reduzir dispersões de quilometragem, gastos com combustível e manutenção, entre outros pontos (DE MATTOS PAULA, 2020). O número de veículos em operação, distância e a escala de operação são as variáveis mais significativas para o custo do transporte. Portanto, estratégias que busquem otimizar essas operações precisam receber grande atenção dentro de um laticínio.

Pelo simples fato da qualidade do leite ser uma questão que atinge a saúde dos consumidores deve-se prezar com cautela a conservação desses produtos inclusive quando em transporte. O operador logístico nesse caso torna-se um ponto muito importante.

Os critérios e procedimentos para acondicionamento, produção, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru são estabelecidos através da instrução normativa nº 77 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 26 de novembro de 2018. As características de qualidade que devem ser apresentadas pelo leite cru refrigerado seguem os regulamentos da normativa nº 76 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, de 26 de novembro de 2018.

A Tabela 1 nos mostra os parâmetros físico-químicos que devem ser atendidos pelo leite cru para a garantia de padrões de qualidade, segundo a instrução normativa nº 76 do Ministério da Agricultura.

**Tabela 1 - Parâmetros físico-químicos para o leite cru.**

Teor de gordura mínimo	3%
Teor mínimo de proteína total	4,3%
Teor mínimo de sólidos não gordurosos	8,4%
Teor mínimo de sólidos totais	11,4%
Acidez titulável	0,014% a 0,018%
Estabilidade ao alizarol	Concentração mínima de 72%
Densidade relativa a 15°C	1,028 g/ml a 1,034 g/ml
Índice crioscópico	-0,530 °H a -0,555 °H
Baixa contagem de bactérias (CBT) máxima	300000 Unidades formadoras de colônia/ml
Contagem de células somáticas (CCS) máxima	500000 células/ml

**Fonte: Adaptado de Brasil (2018).**

Além dos itens listados anteriormente, o leite não deve apresentar substâncias diferentes de sua composição natural, como agentes inibidores de crescimento microbiano, neutralizantes de acidez e reconstituintes de densidade por exemplo. Resíduos de produtos veterinários, tais como antibióticos e medicamentos, também não devem ser apresentados (Brasil, 2018). Todas essas substâncias são fiscalizadas através de análises laboratoriais.



### **3 GERENCIAMENTO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS (*SUPPLY CHAIN MANAGEMENT*)**

A gestão da cadeia de suprimentos representou a terceira fase de uma evolução iniciada nos anos 60 com o desenvolvimento da distribuição física, conceito que focava no *outbound* do sistema logístico (saída do sistema logístico, da indústria ao mercado). Já nos anos 80 nos Estados Unidos, o conceito de gestão da logística integrada trouxe para a distribuição física a logística *inbound*, que representa a porção de entrada do sistema logístico, dos fornecedores para a indústria (COYLE, 2017).

Posteriormente, o conceito de cadeia de valor desenvolvido por Michael Porter em 1998, professor da *Harvard Business School*, tornou-se uma ferramenta de análise e estratégia competitiva para complementar a logística integrada. Nela a integração da logística com as áreas de marketing, vendas e produção trouxe resultados que chamaram a atenção aos olhos da gestão da cadeia de suprimentos. Ela contribuiu para o aumento de vendas e do fluxo de caixa de companhias.

Segundo o *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013), o conselho dos profissionais de gestão da cadeia de suprimentos (CSCSM), a cadeia de valor atualmente é vista como uma série de atividades de fabricantes que combinadas definem um processo de negócio, e que se tornam a cadeia de suprimentos de um determinado setor.

Por volta dos anos 2000, segundo Coyle (2017), viu-se a necessidade de uma discussão mais detalhada a respeito da cadeia de suprimentos. Ela passou a ser identificada como uma empresa estendida que ultrapassa as divisas de muitas empresas individuais para fim de coordenar os fluxos de todas as companhias. São 4 fluxos especiais e bidirecionais a fim de serem coordenados: bens e serviços, informações, fluxo de caixa e demanda. Na Figura 2 é possível observar de forma esquemática a integração da cadeia de suprimentos com os seus respectivos fluxos.

**Figura 2 - Integração da cadeia de suprimentos com seus fluxos.**



**Fonte: Adaptado e traduzido de Coyle (2017).**

O primeiro dos fluxos é chamado fluxo dos bens e serviços e é considerado o “sangue vital” da cadeia de suprimentos. Clientes esperam que seus pedidos sejam entregues dentro de um prazo, de forma confiável e sem danos. É importante notarmos que se trata de um fluxo bidirecional, ressaltando o crescimento da logística reversa para retorno de produtos com defeitos ou que não satisfaçam o comprador.

O segundo fluxo se trata do fluxo de informações, que é um fator importantíssimo para o sucesso da gestão da cadeia de suprimentos, sendo visto inclusive como o combustível para a mesma. Tradicionalmente, o fluxo de informações era visto como contrário ao fluxo de bens e serviços, ou seja, do cliente voltando para a cadeia de suprimentos. Os pedidos de clientes serviam como base para a previsão de demanda e a reposição de produtos. Com o compartilhamento de informações experimentado pela gestão da cadeia de suprimentos, aconteceu uma compressão da própria cadeia devido a essas informações trocadas entre as empresas, o que em outras palavras, significou a eliminação do inventário pelas informações oportunas e confiáveis sobre a demanda.

O terceiro fluxo é chamado fluxo de caixa, ou propriamente dizendo, o dinheiro. O fluxo de dinheiro era visto como unidirecional e retrógrado, como um pagamento por bens e serviços. Como consequência da compressão da cadeia de suprimentos, os tempos de pedidos ficaram menores, clientes recebem seus produtos mais rapidamente, são cobrados mais cedo e as empresas recebem esse dinheiro

mais cedo. Esse ciclo de pedidos mais rápido impactou diretamente reduzindo o capital de giro das empresas.

O quarto e último fluxo é conhecido por fluxo de demanda. Não se trata de um conceito novo para a gestão da cadeia de suprimentos, porém com o crescimento da tecnologia as organizações tiveram a capacidade de sincronizar a oferta e a demanda, detectando as alterações da demanda e fazendo os ajustes de reposição de estoque e cumprimento de pedidos.

Usualmente no dia a dia, *supply chain* e logística são tratados como sinônimos. Apesar disso, algumas diferenças podem ser observadas quando nos aprofundamos no estudo de cada um dos termos separadamente.

Assim como já dito anteriormente, segundo a ideologia de Ballou (2007), a logística é somente parte do processo da cadeia de suprimentos e é esse o ponto chave para o entendimento dos conceitos. De forma análoga, podemos observar a cadeia de suprimentos como uma extensão da logística empresarial.

Buscando por definir com mais acurácia, Christopher (2011) expõe a cadeia de suprimentos como sendo uma rede de organizações conectadas e interdependentes trabalhando todas de forma conjunta para controlar, gerenciar e tornar melhor o fluxo de materiais e informações, desde fornecedores até os usuários finais.

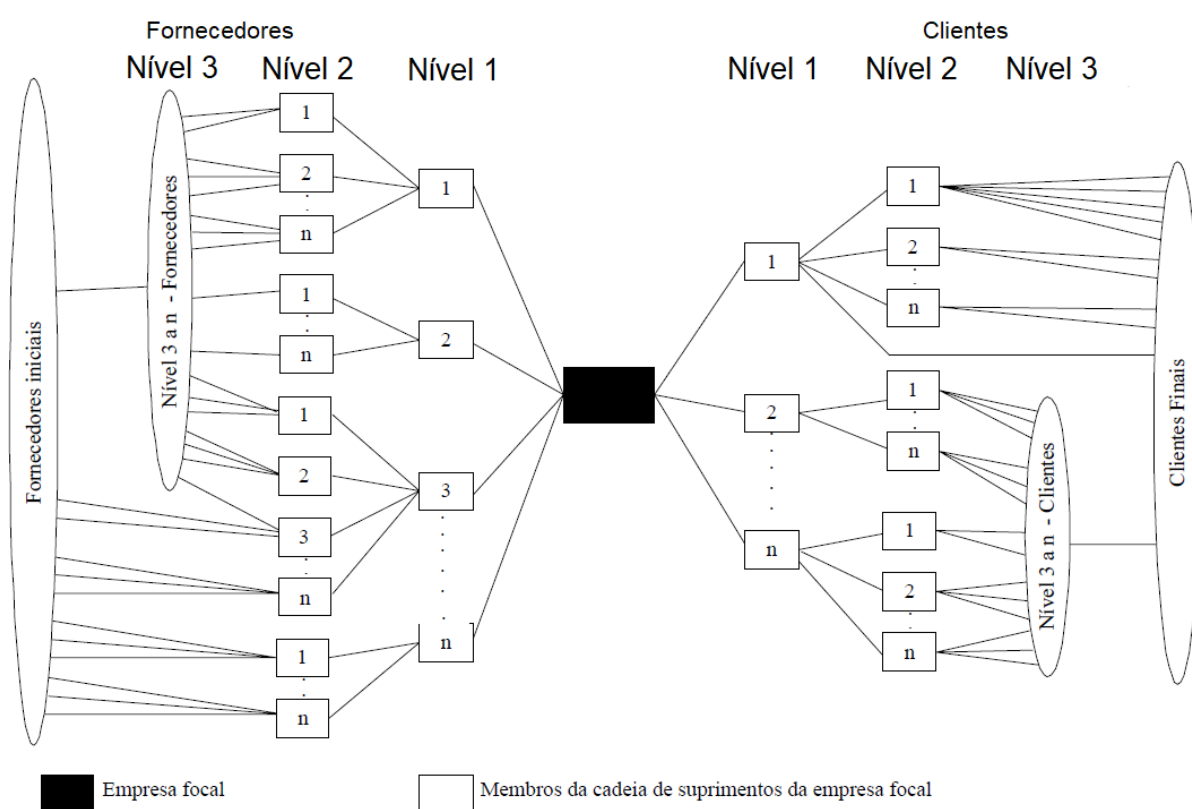
De maneira geral, a cadeia de suprimentos é um conjunto de atividades de transporte, controle de estoque, armazenagem, que se repetem várias vezes ao longo de um canal, onde matérias-primas são convertidas em produtos, aos quais se agrega valor ao consumidor (BALLOU, 2007).

Segundo a definição do *Council of Supply Chain Management Professionals* (2013), o *supply chain* corresponde ao caminho começando com as matérias-primas não processadas e terminando com o usuário final fazendo o uso do produto acabado. Além disso, a cadeia de suprimentos compreende os intercâmbios materiais e informativos nesse intervalo. Todos os fornecedores, prestadores de serviço e clientes são ligações dentro da cadeia de suprimentos.

Um fabricante de camisas, por exemplo, é uma parte de uma cadeia de suprimentos que se estende a montante através de tecelões de tecidos para fabricantes de fibras e a jusante através de distribuidores e varejistas para o consumidor final. Cada uma dessas organizações, por definição, são dependentes umas das outras (CHRISTOPHER, 2011).

Lambert, Cooper e Pagh (1998) possuem uma abordagem a respeito da cadeia de suprimentos relacionada a de Christopher (2011). Segundo as suas ideias, a descrição criada de uma cadeia de suprimentos deve ser feita a partir de uma empresa, essa chamada de “empresa foco”. Nesse sentido, os membros da cadeia de suprimentos compreendem todas as organizações que possuem relação diretamente ou indiretamente como clientes ou fornecedores da empresa focal, desde o ponto de origem até o ponto de consumo. A Figura 3 ilustra a estrutura da cadeia de suprimentos seguindo esse pensamento.

**Figura 3 - Estrutura da cadeia de suprimentos.**



**Fonte: Adaptado de Gasparetto (2003).**

Existem três dimensões estruturais dentro da cadeia de suprimentos segundo Lambert, Cooper e Pagh (1998) sendo elas:

- Estrutura horizontal: número de níveis dentro da cadeia de suprimentos;
- Estrutura vertical: número de empresas dentro de cada nível da cadeia;
- Posicionamento da indústria foco horizontalmente dentro da cadeia de suprimentos: o posicionamento da indústria foco pode estar

desde as partes iniciais, nas fontes de suprimentos, até próxima aos clientes finais da cadeia.

Seguindo a estrutura horizontal da Figura 3, podemos observar que os níveis da cadeia de suprimentos da indústria focal são apresentados tanto a montante (*upstream*), pelos fornecedores ou prestadores de serviços, quanto a jusante (*downstream*), no sentido dos clientes. No lado do montante, estabelecimentos que se relacionam diretamente com a empresa foco são chamados de fornecedores de primeiro nível, que por sua vez são supridos por fornecedores de segundo nível e assim por diante. Já no lado da jusante, organizações quais a empresa foco se relaciona diretamente são chamadas de clientes de primeiro nível, que por sua vez possuem como seus clientes os clientes de segundo nível, o mesmo para os outros níveis seguindo este raciocínio (GASPARETTO, 2003).

É relativamente difícil uma empresa pertencer a apenas uma cadeia de suprimentos. Desse modo, a cadeia de suprimentos passa não mais a ser vista como um canal, mas sim como uma árvore, composta por raízes e galhos, representando essa relação gigantesca de fornecedores e clientes.

A *Supply Chain Management* (SCM), é um conceito recente que ainda vem sendo muito discutido por estudiosos e pesquisadores da área. Esses buscam constantemente chegar a um suposto equilíbrio de opiniões quanto sua definição e suas características.

Com o conhecimento adquirido no estudo da cadeia de suprimentos descobrimos os princípios de sua origem frente a logística empresarial, seus fluxos vitais e sua configuração observada em ambientes reais de funcionamento.

Nesta seção faremos um aprofundamento nos aspectos que constroem a gestão da cadeia de suprimentos. Iniciaremos com uma ideia sobre o princípio da SCM, bem como as suas competências frente ao mercado. Logo após, será apresentado uma abordagem a respeito da configuração e dos processos que a compõe.

### 3.1 OS PRINCÍPIOS DA SCM

Até a chegada dos anos 1970, compartilhar informações e tecnologias com clientes e fornecedores era visto como muito arriscado para o funcionamento de uma

empresa, sendo assim era tido como pouco importante essa cooperação entre companhias.

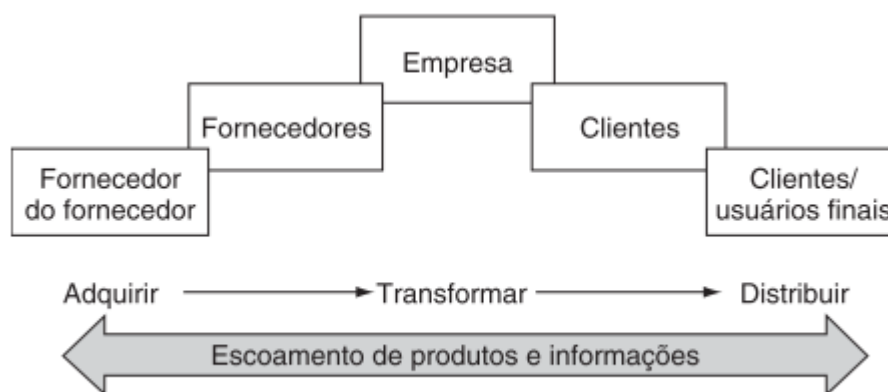
A partir dos anos 1970, gerentes começaram a perceber o impacto do estoque de produtos nos custos de produção, qualidade, desenvolvimento de novos produtos e nos prazos de entrega. Já na década de 90, após a integração do *just in time* nos sistemas produtivos, ficou ainda mais clara a necessidade existente de estratégias cooperativas com fornecedores (TAN, 2001).

O verdadeiro foco do gerenciamento da cadeia de suprimentos está justamente no escopo de que, quando gerenciado de forma adequada, a cooperação e confiança existente no sistema revela que o conjunto todo unido pode ser maior que a soma de suas partes.

O princípio básico está fundamentado na convicção de que a eficiência pode ser aprimorada por meio do planejamento conjunto e compartilhamento de informações (BOWERSOX; CLOSS, 2001).

Nos dias atuais, organizações buscam por se interconectar através do fluxo de produtos, informações e processos para serem mais competitivas no mercado. Ballou (2007), através da Figura 4, apresenta a colaboração existente entre companhias, através da relação comprador-vendedor, maximizando benefícios e reduzindo custos.

**Figura 4 - Escopo da cadeia de suprimentos moderna.**

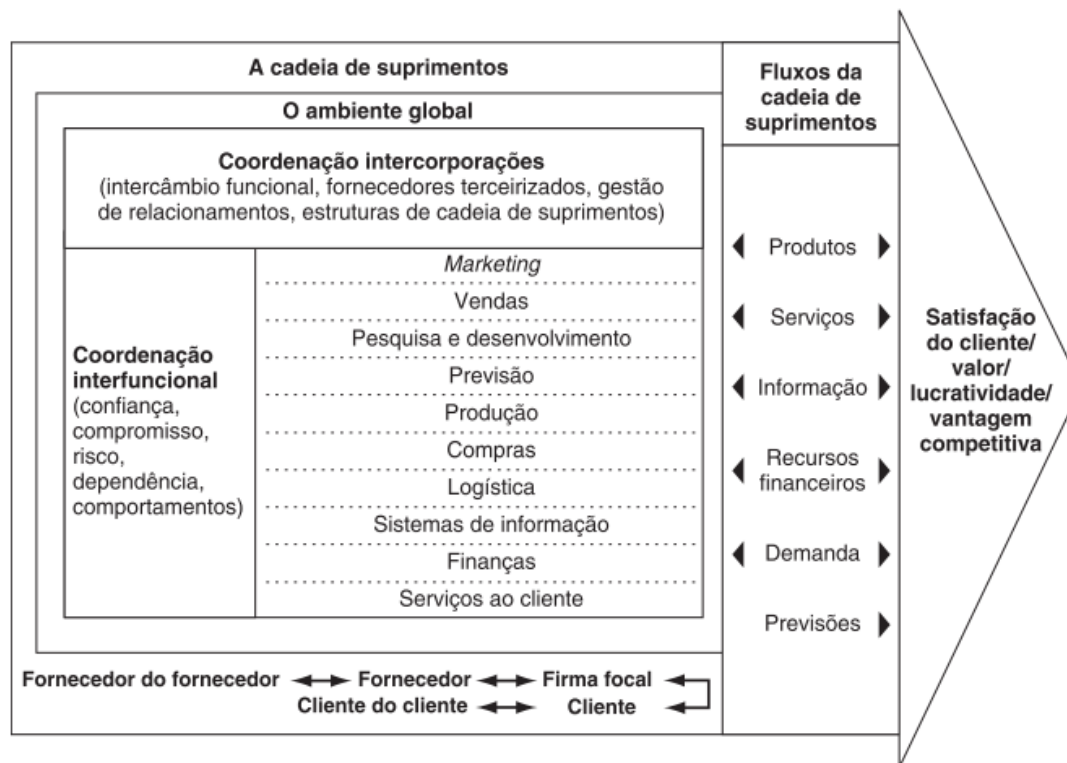


**Fonte: Ballou (2007).**

É importante ressaltar que o gerenciamento da cadeia de suprimentos destaca as interações logísticas que acontecem entre as funções de marketing, logística e produção dentro de uma empresa e dessas mesmas interações entre empresas legalmente separadas, mas que estão no mesmo canal de fluxo de

produtos. A Figura 5 exemplifica um modelo de gerenciamento de cadeia de suprimentos.

**Figura 5 - Um modelo do gerenciamento da cadeia de suprimentos.**



**Fonte: Ballou (2007).**

Como podemos observar, a SCM trata da coordenação baseada na confiança e compromisso de várias empresas através do intercâmbio de informações e da gestão dos relacionamentos, buscando aumentar a lucratividade e a vantagem competitiva das companhias integrantes da cadeia, e ainda, trazer mais satisfação ao cliente final.

No entendimento de Christopher (2011) a SCM se trata do gerenciamento de relacionamentos com clientes e fornecedores à montante e à jusante, afim de oferecer valor do cliente superior a um custo menor para a cadeia de suprimentos como um todo.

A SCM é a interação dessas atividades através de relacionamentos aperfeiçoados na cadeia de suprimentos, com o objetivo de conquistar uma vantagem competitiva sustentável (BALLOU, 2007, *apud* HANDFIELD; NICHOLS JUNIOR, 1999). Ele se baseia na estrutura do fluxo de informações e de produtos da logística buscando obter vínculos e coordenação entre os processos e negócios com outras

entidades, sendo essas os fornecedores, clientes e a própria organização (CHRISTOPHER, 2011).

Dito tudo isso, para permanecerem no mercado e garantirem um bom desempenho, as empresas procuram através da SCM:

- Reduzir custos de suas operações;
- Agregar valor ao cliente atendendo as suas necessidades;
- Flexibilizar seus produtos;
- Disponibilizar o produto à um preço acessível.

Considerando a complexidade de relações, administrar a cadeia de suprimentos de maneira efetiva tornou-se o novo desafio para o profissional dessa área. A SCM é composta por empresas que trabalham juntas para alavancar posicionamentos estratégicos no mercado e aprimorar a eficiência das operações (BOWERSOX; CLOSS; COOPER, 2006). Portanto, a gestão da cadeia de suprimentos está inserida em um convívio organizacional, realizando ações conjuntas entre companhias comprometidas e buscando a satisfação do consumidor final.

### 3.2 COMPETÊNCIAS DA SCM

De forma natural, companhias vem transferindo a terceirizados operações que não sejam as suas principais competências. Apesar de sabermos que o planejamento da cadeia de suprimentos é baseado em um relacionamento com confiança, é de suma importância que as empresas demonstrem de forma clara e precisa a definição da suas *core competences* (atributos que distinguem uma empresa de outra através dos diferenciais do negócio).

Competências são um conjunto de conhecimentos, habilidades e atitudes que justificam um desempenho, ou seja, ela só acontece quando há a integração da técnica (*know how*), informação e do interesse em querer fazer.

Segundo Hamel e Prahalad (1995), os gerentes devem ver sua empresa como um portfólio de competências e devem levar isso em consideração para explorar futuras oportunidades. Normalmente, uma empresa sozinha não possui os recursos necessários para aproveitar uma oportunidade que exige a integração de sistemas complexos, logo, faz-se necessário a colaboração de parceiros.

Vollmann, Cordon e Raabe (1996) e Vollmann e Cordon (1998) dão a sugestão de que a empresa focal da cadeia de suprimentos analise quais os

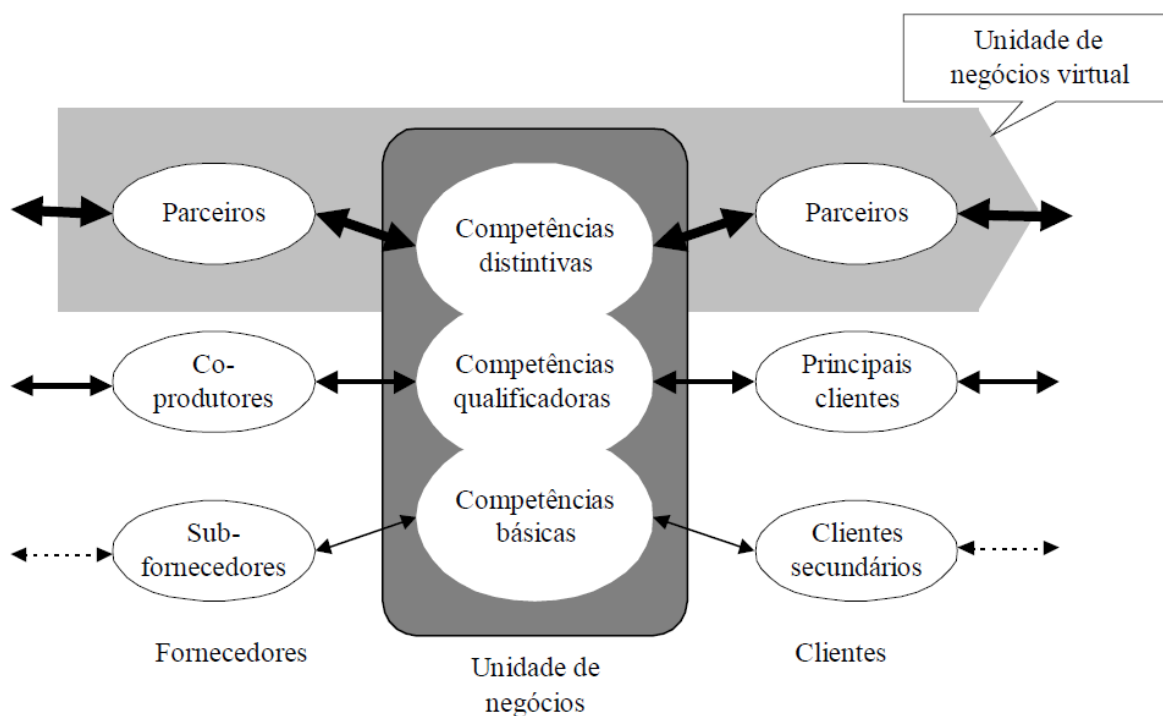


fornecedores, clientes e outros terceiros provedores de serviços que mais possivelmente trarão benefícios sinérgicos a longo prazo, os avaliando como um portfólio através de suas competências e da importância dessas. As competências de parceiros são classificadas segundo Vollmann, Cordon e Raabe (1996) como:

- Competências distintivas: fornecem vantagem competitiva única;
- Competências qualificadoras: são necessidades competitivas em um certo negócio;
- Competências básicas: tarefas que tem de serem feitas, porém não impactam no bem ou no serviço entregue.

A partir desta classificação, assim como mostra a Figura 6, a empresa pode se relacionar de forma mais próxima com fornecedores e clientes que possuam competências distintivas, e de forma menos próxima com fornecedores e clientes que possuam competências qualificadoras ou básicas.

**Figura 6 - Unindo competências com clientes e fornecedores.**



**Fonte: Vollman, Cordon e Raabe (1996) apud Gasparetto (2003, p. 62).**

É importante que a empresa não envolva todos os fornecedores e clientes em projetos colaborativos, mas sim aqueles que se mostram estrategicamente relevantes para a cadeia. Isso evita a perda de foco e a fragmentação do comprometimento (TAN, 2001).

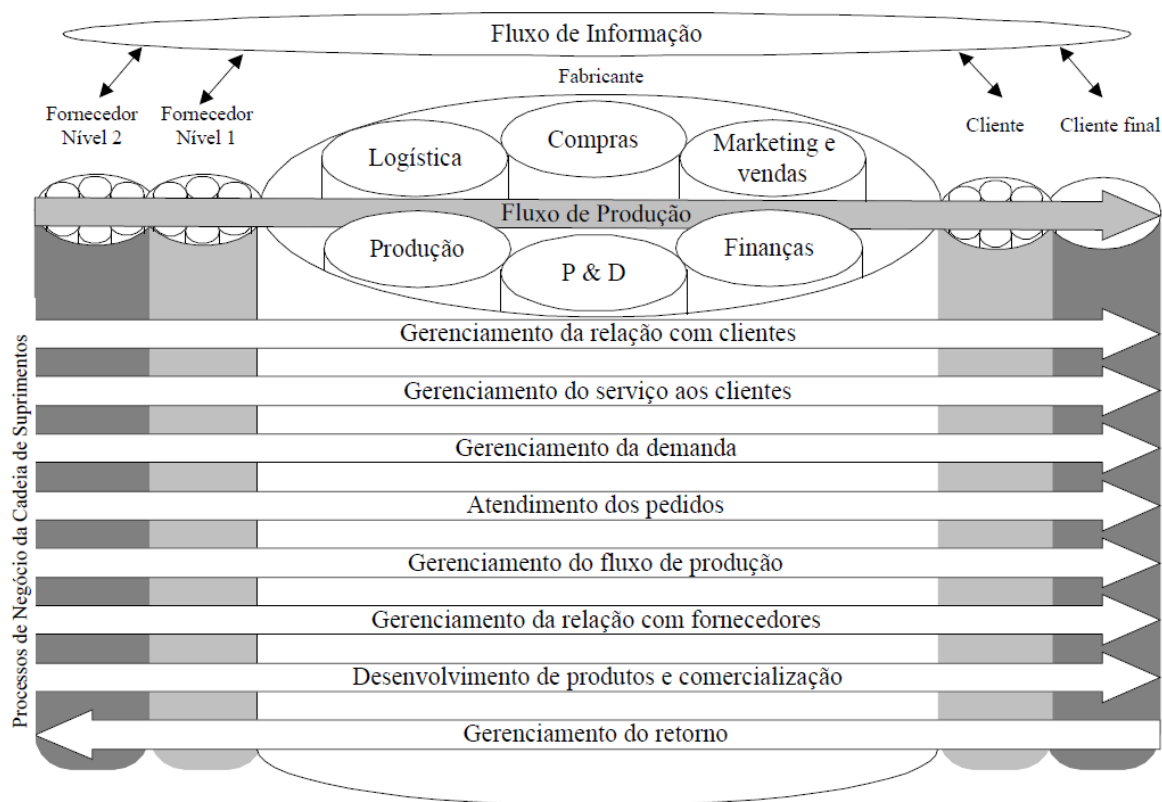
### 3.3 PROCESSOS DA SCM

Lambert, Cooper e Pagh (1998) utilizam o conceito de processos de negócio (*business process*) para tratar de processos de uma cadeia de suprimentos, sendo esses definidos como operações que produzem uma saída de valor para o cliente. Empresas executam processos, alguns dos quais se relacionam com processos executados por outras empresas, e desse modo, se afetam mutuamente.

A lucratividade e competitividade podem aumentar quando os processos-chave das empresas forem gerenciados entre várias empresas. A falta de consistência das relações entre empresas em relação aos seus processos é uma das causas de ineficiência em *supply chains* (LAMBERT; COOPER; PAGH, 1998).

Os processos de negócio utilizados para se analisar as ligações ao longo de uma cadeia de suprimentos, a partir da empresa focal, podem ser observados na Figura 7.

**Figura 7 - Integrando e gerenciando processos de negócios ao longo da cadeia de suprimentos.**



**Fonte: Gasparetto (2003, p. 65).**

Em certas situações, pode se fazer necessário integrar e gerenciar todos os processos de negócio entre empresas, porém, podem existir empresas em que

apenas um ou poucos processos serão necessariamente integrados. Na sequência, vamos descrever os oito processos de negócios conforme Zago (2007) e Gasparetto (2003).

- Gerenciamento da relação com clientes (*cliente relationship management* - CRM): Esse processo fornece a estrutura para a definição, desenvolvimento e preservação da relação com clientes, a fim de estabelecer metas e desenvolver um pacote de bens e serviços para atender às necessidades desses. Equipes de trabalho buscam por melhorar os processos, eliminar a variabilidade da demanda e as atividades que não agregam valor ao cliente;
- Gerenciamento do serviço aos clientes (*customer service management*): Esse processo consiste no contato com clientes, onde são fornecidas informações tal como a disponibilidade de produtos e data de expedição. Em tempo real as informações são fornecidas aos clientes através da interface com atividades como produção e logística;
- Gerenciamento de demanda (*demand management*): Esse processo equilibra pedidos de clientes com as capacidades de suprimento que a empresa apresenta. Nesta, está incluída a previsão de demanda sincronizada com a produção, aquisição e distribuição. Também é responsável pela execução e desenvolvimento dos planos de contingência em situações onde as operações sejam interrompidas;
- Atendimento dos pedidos (*order fulfillment*): Requer a integração entre planos de produção, logística e marketing. Podem ser desenvolvidas parcerias com membros-chave da cadeia de suprimentos a fim de atender requisitos dos clientes e reduzir o custo total de entrega;
- Gerenciamento do fluxo de produção (*manufacturing flow management*): Engloba a fabricação de produtos e o estabelecimento da flexibilidade de produção correta para atender as metas do mercado. Nesse processo estão incluídas todas as atividades necessárias para gerenciar o fluxo de produtos e para obter, implementar e monitorar a flexibilidade;
- Gerenciamento da relação com fornecedores (*supplier relationship management*): Esse processo define o jeito como a empresa interage

com seus fornecedores. Assim como acontece com os clientes, a empresa pode manter relações mais estreitas com alguns fornecedores e mais tradicionais com outros.

- Desenvolvimento de produtos e comercialização (*product development and commercialization*): O SCM integra clientes e fornecedores no desenvolvimento de produtos a fim de reduzir o seu tempo de lançamento ao mercado. Com a natural redução do ciclo de vida dos produtos, os produtos novos devem ser desenvolvidos e lançados o mais breve o possível para manter a competitividade.
- Gerenciamento do retorno (*returns management*): O gerenciamento de retorno pode significar uma vantagem competitiva para a empresa. As etapas desse processo são divididas em: revisão das diretrizes legais e ambientais sobre o retorno dos produtos; desenvolvimento de normas para os tipos de retorno; desenvolvimento das opções de retorno e seu fluxo, de modo que cada tipo de produto seja encaminhado ao local correto; desenvolvimento das regras da política de crédito referente aos itens retornados, que será feita conjuntamente com fornecedores e clientes.

O foco de cada processo efetuado está em atender as necessidades e exigências dos clientes. Processos de suporte e gerenciamento buscam por formar uma estratégia de planejamento das atividades. Os processos operacionais colocam esse planejamento em prática para satisfazer os clientes.

A análise dos processos de negócios na cadeia de suprimentos como um todo auxilia na identificação de sobreposição de operações, possibilidade de redução de custos e implementação de melhorias para alavancar desempenho e competitividade.

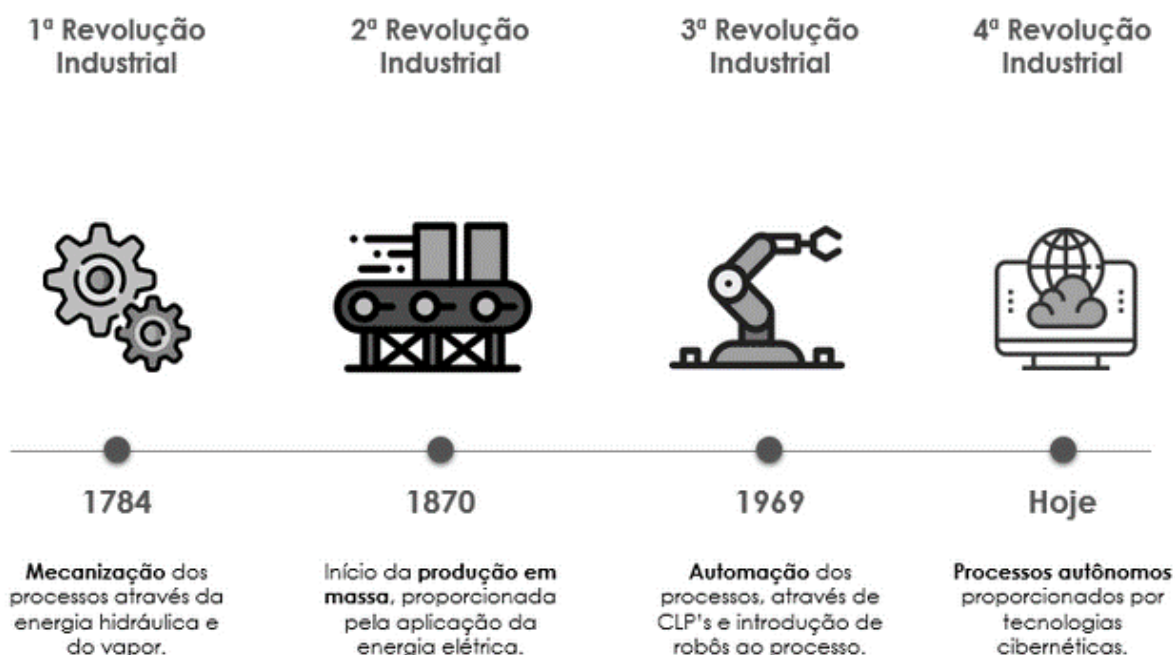
## 4 INDÚSTRIA 4.0: A QUARTA REVOLUÇÃO INDUSTRIAL

O termo “revolução” significa uma mudança abrupta e radical. Se levarmos em conta a história da população humana, revoluções aconteceram quando novas tecnologias e formas de perceber o mundo acarretaram em mudanças profundas sociais e econômicas (SCHWAB, 2016).

A primeira grande mudança experimentada pela nossa sociedade se deu a cerca de dez mil anos com a chamada revolução agrícola, onde destacou-se a passagem da atividade de procura por alimentos para a agricultura. Posteriormente, a primeira revolução industrial, ocorrida entre os anos de 1760 e 1840, foi marcada pela invenção da máquina a vapor e deu início à produção mecânica. Logo após, iniciada no final do século XIX, a segunda revolução industrial nos trouxe o advento da eletricidade e da linha de montagem, possibilitando a produção em massa. Na década de 1960, deu-se início a chamada terceira revolução industrial, muito conhecida por ser a revolução digital ou do computador, tendo em vista que foi embasada no desenvolvimento de semicondutores, da computação em *mainframe*, da computação pessoal e da internet.

Segundo Schwab (2016), o termo “indústria 4.0” foi pela primeira vez utilizado na Alemanha, em uma feira de Hannover, no ano de 2011, utilizado para designar como o conceito das fábricas inteligentes iria revolucionar as organizações e as cadeias de suprimentos. Acredita-se que a partir desse ano até a contemporaneidade estejamos vivendo a quarta revolução industrial. A Figura 8 nos mostra o contexto das revoluções industriais.

**Figura 8 - Contexto de evolução das revoluções industriais.**



**Fonte: Adaptado de Teles (2017).**

A quarta revolução ou indústria 4.0 (como será tratada na continuidade do texto) baseia-se na revolução digital. Ela possui como características fortes uma internet onipresente e móvel, sensores menores e mais poderosos, inteligência artificial e aprendizagem automática. Hoje é introduzido o conceito de “fábricas inteligentes”, onde através da indústria 4.0 é criado um mundo onde sistemas físicos e virtuais de fabricação cooperam de forma global e flexível. Além disso, Schwab (2016) comenta sobre a quarta revolução ainda englobar em seu escopo tecnologias como o sequenciamento genético, nanotecnologia, energias renováveis e computação quântica.

Assim como diz Silveira (2015), a indústria 4.0 possui um fundamento básico que é a conexão de máquinas, sistemas e ativos, para que as empresas possam criar redes inteligentes ao longo de toda a cadeia de valor, sendo possível os módulos de produção serem controlados de forma totalmente autônoma. Fábricas inteligentes terão a autonomia de agendar manutenções, prever falhas e se adaptar a mudanças não planejadas na produção.

Dessa forma, os avanços que compõe a estrutura das indústrias inteligentes tanto brasileiras quanto mundiais além de tudo contribuíram para que cada detalhe que aconteça no chão de fábrica, cada informação que até mesmo

passava despercebida anteriormente, tudo tenha influência nas tomadas de decisões automatizadas.

No Brasil, segundo os dados da Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI), menos de 2% das companhias estão inseridas realmente dentro do conceito de indústria 4.0, ou seja, apesar de a introdução do termo estar sendo difundida a quase 10 anos no mercado, ainda se mostra bastante desconhecido em território nacional. A expectativa, ainda segundo a ABDI, é que aconteça uma movimentação de 15 trilhões de dólares nos próximos 15 anos para a inserção das empresas nacionais no conceito (TOTVS, 2018).

Segundo a empresa de desenvolvimento de software TOTVS (2018), dois pontos podem ser ressaltados quando falamos do atraso no desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil. O primeiro deles é o custo de inovação muito alto, que acaba pesando no orçamento das companhias. O segundo ponto são os riscos de invasão de dados e quebra de sigilo de informações, visto que ao se trabalhar com plataformas digitais tão sofisticadas as empresas acabam por ficar mais expostas a esses tipos de ataques.

Os desafios na implantação da indústria 4.0 no Brasil vão desde investimento em equipamentos, à adaptação de layouts, processos, relacionamentos entre empresas em um *supply chain*, desenvolvimento de competências, entre outros. Porém com o correr dos anos, a indústria 4.0 vai se tornar realidade em nosso país. Em um futuro próximo esse movimento vai estar ainda mais incorporado na rotina dos negócios, trazendo otimizações jamais vistas até então.

Para aprimorar o seu entendimento e utilização, passaremos a ver agora os princípios que regem a indústria 4.0.

#### 4.1 PRINCÍPIOS DA INDÚSTRIA 4.0

Tendo conhecimento do contexto histórico e da situação em que nosso país se encontra com o conceito de indústria 4.0, agora pode-se aprofundar a pesquisa um pouco mais em direção aos princípios que norteiam a sua aplicação.

Segundo Silveira (2015), cinco principais princípios são definidos a partir de sistemas de produção inteligentes. Esses tendem ainda a surgir ou serão aperfeiçoados com o passar dos anos. De maneira geral, são eles:

- Capacidade de operação em tempo real: Aquisição, controle e análise de dados praticamente instantânea, o que possibilita a tomada de decisões em tempo real;
- Virtualização: Rastreabilidade e monitoramento de todos os processos da planta por meio de sensores;
- Descentralização: Tomada de decisões feita pelo CPS de acordo com as necessidades de produção, tudo isso em tempo real. Máquinas fornecerão informações sobre seu ciclo de trabalho. Os módulos da indústria trabalharão de forma descentralizada, aprimorando a produção;
- Orientação a serviços: Arquiteturas de software orientadas a serviços aliados ao conceito de *internet of services* (no IoS os serviços gerados a partir da *internet of things*)
- Modularidade: Flexibilidade de acoplamento e desacoplamento de módulos de produção que possibilitam a produção de acordo com a demanda.

Para que os princípios da indústria 4.0 se tornem uma realidade dentro de uma companhia, faz-se necessário a integração e uso das tecnologias que compõem os seus pilares de sustentação. Essas serão abordadas no tópico seguinte.

## 4.2 PILARES DA INDÚSTRIA 4.0

Coelho (2016) expressa que a indústria 4.0 está fortemente focada na melhoria contínua, seja em termos de eficiência, segurança, produtividade das operações e, de maneira lógica, o retorno do investimento.

O desenvolvimento da segurança em tecnologia da informação é importantíssimo quando tratamos da indústria 4.0. Ela garante a proteção das informações, aumenta a confiabilidade da produção e da interação M2M (*machine to machine*) (SILVEIRA, 2015).

Além de tudo, para uma melhor utilização e aproveitamento das tecnologias, faz-se necessário a evolução dos profissionais. De maneira geral, a implementação de tecnologias substituirá trabalhos manuais e a mão de obra de chão de fábrica, porém, é importante ressaltar que os profissionais que manterem uma



formação atualizada e se adaptarem as mudanças terão o seu espaço em uma fábrica inteligente.

A indústria 4.0 se faz realidade devido aos avanços tecnológicos da última década aliado aos aprimoramentos da tecnologia da informação e das engenharias. Segundo a literatura, as principais tecnologias que se mostram como pilares da indústria 4.0 são:

- Internet das coisas (*internet of things – IoT*);
- Computação em nuvem (*cloud computing*);
- Segurança;
- *Big data and data analytics*;
- Sistemas ciber-físicos (*Cyber-Physical Systems – CPS*);

Além dessas tecnologias, ainda podemos observar outras inovações que integram o conceito de indústria 4.0 em companhias atuais, sendo elas:

- Rastreabilidade;
- Realidade virtual e aumentada;
- Manufatura aditiva;

No próximo tópico descreveremos com detalhes, uma a uma, as inovações tecnológicas que foram e estão sendo introduzidas pela quarta revolução industrial.

### 4.3 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS DA INDÚSTRIA 4.0

A busca contínua da indústria 4.0 por novos parâmetros de gestão e inovações tecnológicas geram um produto de qualidade maior e menor custo. Essa estratégia vem sendo visada já há um bom tempo, pois, a partir dela é possível sempre amplificar a satisfação do cliente.

Santos (2015) trata a indústria 4.0 como sendo um projeto de estratégia de alta tecnologia que promove a informatização da manufatura. Seu objetivo é chegar à fábrica inteligente, caracterizada pela grande capacidade de adaptação, eficiência de recursos e ergonomia, e a integração de clientes e fornecedores em processos de negócios.

Através das tecnologias de informação e comunicação, sensores, atuadores e controladores, IoT, CPS, tudo o que é produzido na rede é transformado em informação. Baseado em publicações de artigos, revistas científicas e estudos

nacionais e internacionais conceituados, serão analisadas dez áreas do conhecimento tecnológico trazendo para esse estudo seus pontos mais importantes.

#### **4.3.1 Internet das coisas (*internet of things* – IoT)**

A internet das coisas, ou do inglês *internet of things*, é uma das maiores tendências do mercado como solução tecnológica da nova indústria. Segundo Firjan (2019), a IoT consiste em conectar a web nos mais variados objetos ao nosso redor, como carros, ruas, prédios, semáforos, dentro do conceito de cidades inteligentes.

O surgimento do termo se deu no MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) em 1999, onde um grupo realizava um trabalho na área de identificação por radiofrequência (RFID). A partir disso, a IoT tem sido impulsionada pelo aparecimento de sensores menores e com menor custo, avanço nos dispositivos móveis, comunicações *wireless* e computação em nuvem (COELHO, 2016).

Com a aplicação da IoT nas companhias o papel das pessoas nos processos produtivos será cada vez mais reduzido. Dados fornecidos pela interação entre objetos irão garantir processos industriais mais controlados, com análises mais detalhadas e possibilitarão decisões mais dinâmicas e eficazes.

Dentro do ambiente industrial, um dos focos da IoT será na área da manutenção preditiva. Estudos apontam resultados incríveis de economias em até 12% em manutenções planejadas, redução de 30% nos custos totais de manutenção e eliminando quebras em até 70% (TELES, 2017).

#### **4.3.2 Computação em nuvem (*cloud computing*)**

Com a inteligência artificial (AI) e a automação sendo integradas mais e mais frequentemente na indústria, a computação em nuvem torna-se uma estratégia para a atualização da empresa sem a consequência da perda de dados (TELES, 2017).

Conforme o crescimento da utilização da internet, o volume de dados também foi aumentando proporcionalmente. Sistemas de *hardware* e *software* cada vez mais potentes seriam demandados para fazer o controle e manipulação desses dados. Através da computação em nuvem, utilizadores podem cumprir qualquer aplicação necessária para o negócio sempre que for necessário através da internet,

utilizando os serviços de armazenamento em um provedor de serviço ao invés de manter centros de dados na própria organização. Isso resulta numa gestão de dados flexível e ágil por parte da empresa (SIEMENS, 2017).

A computação em nuvem garante a execução de manipulação de dados de maneira segura e confiável, em múltiplos dispositivos, em tempo real e de qualquer lugar.

### 4.3.3 Segurança

Uma vez que a indústria 4.0 permite a coleta e armazenamento de dados de forma instantânea pela computação em nuvem, certamente faz-se necessário a utilização de um sistema de segurança de dados eficiente. Sistemas de criptografia avançada são criados e melhorados dia após dia, com o fim de garantir confiabilidade e segurança das informações (TELES, 2017).

Problemas de transmissão de informações na comunicação máquina-máquina podem causar transtornos e até mesmo engasgos nos sistemas de produção. É importante o planejamento de um banco de instruções, um *know how*, por parte da empresa para afirmar o controle eficiente dos processos com toda essa tecnologia.

### 4.3.4 Big data and data analytics

Azevedo (2017) descreve o termo *big data* como um enorme conjunto de dados não estruturados e que necessitam de análise em tempo real. Frente as estruturas tradicionais de dados, é possível de forma totalmente eficiente armazenar, manipular e analisar grandes quantidades de dados.

Aplicada a indústria 4.0, a tecnologia da *big data* consiste no que é chamado de “6Cs” para lidar com as informações relevantes: Conexão (à rede industrial, sensores e CLPs), *Cloud* (nuvem de dados), *Cyber* (modelo e memória), Conteúdo, Comunidade (compartilhamento de informações) e Customização (personalização) (GONÇALVES, 2017).

Quando relacionado com o IoT, os sensores incorporados podem levantar dados dos mais variados setores dentro de uma empresa: logístico, de produção, ambientais, gerando um conteúdo massivo para a *big data*.

Segundo informações da Siemens (2017) a partir do momento que uma companhia tiver a sua base de dados armazenados e analisados de forma segura, isso trará eficiência na produção, permitirá alterações de produção mais rápidas e facilitará serviços de manutenção de processos e maquinaria.

Coelho (2016) coloca que o desafio da indústria 4.0 é coletar todos os dados considerados relevantes dentro de uma empresa, passá-los por um processamento, e transformá-los em conhecimento.

#### **4.3.5 Sistemas ciber-físicos (*Cyber-Physical Systems* – CPS)**

Segundo Coelho (2016), *Cyber-Physical Systems* (CPS) são sistemas que integram redes de comunicação, computação, computadores embutidos e processos físicos, todos interagindo e se influenciando entre si. Resulta da aplicação de atuadores, sensores, computadores e tecnologias de comunicação, que após terem sofrido uma evolução quanto a sua agilidade, processamento e preço mais acessíveis, tem permitido a criação de um sistema efetivo e com respostas em tempo real.

#### **4.3.6 Rastreabilidade**

Para Teles (2017), a rastreabilidade é definida como a capacidade de se utilizar a tecnologia da informação para acompanhar a movimentação de produtos, trazendo o gerenciamento do ciclo de vida e de transações. Como resultado obtém-se maior eficiência, funcionalidade de implantação de produtos, gerenciamento de produção, além de facilitar o controle de qualidade, gerenciar queixas e produtos danificados, e distribuição de responsabilidades.

No campo da rastreabilidade, vem-se propagando o uso uma tecnologia muito eficiente chamada *Radio-Frequency Identification* (RFID). O RFID é uma tecnologia de identificação automática que funciona baseada na emissão de sinais de rádio, podendo assim ser feita a identificação e obter-se informações contidas em tags ligadas ou incorporadas aos objetos (AYDOS; FERREIRA, 2016). A partir disso, pode-se conhecer a identidade, localização, condição e história de um objeto sem nenhuma intervenção humana. A captura de dados é feita em tempo real, sincronizando o fluxo de produtos e o fluxo de informações e eliminando os erros.

### **4.3.7 Realidade virtual e aumentada**

Com o advento da indústria 4.0, deixa de ser necessário o fato de uma empresa estar montada para se verificar o seu funcionamento eficiente. Os processos podem ser simulados e verificados virtualmente e somente quando a versão final estiver pronta, poderá ser dado o início à produção física. A partir desse momento, são transferidos o software, parâmetros e matrizes numéricas para as máquinas (LIMA, 2019).

Ambientes virtuais podem ser utilizados em todos os momentos do processo industrial, para o planejamento, projetos, fabricação, manutenção, elaboração de testes e controle de qualidade (SIEMENS, 2017).

### **4.3.8 Manufatura aditiva**

A manufatura aditiva consiste no conjunto de tecnologias que permitem a fabricação de objetos e produtos através da impressão 3D, adicionando-se camada após camada de material. Os materiais que se destacam nesse processo são os plásticos, metais, concreto, entre outros.

Geralmente a aplicação da impressão 3D se dá na prototipagem de peças. Por questão da velocidade das etapas de *design*, produção e teste, essa tecnologia vem se tornando tendência no âmbito industrial e se encaixa perfeitamente no escopo de indústria 4.0.



## 5 CADEIA DE SUPRIMENTOS 4.0 (*SUPPLY CHAIN 4.0*)

A indústria 4.0 implica em mudanças no trabalho e na organização de companhias. Atualmente, existem vários estudos sobre a repercussão da indústria 4.0 sobre um ponto de vista geral, entretanto, existem poucas bibliografias quais trazem uma abordagem sobre os impactos causados no SCM.

Bueno *et al.* (2018) expõe que, à medida que experimentamos a globalização do mercado, maiores conectividades mercadológicas se fazem necessárias. Proporcionalmente, práticas e conceitos logísticos se tornam mais complexos. Uma logística eficiente com uma cadeia de suprimentos eficaz reduz o custo de transações e agrega valor à economia, favorecendo o desenvolvimento do negócio.

A cadeia de suprimentos 4.0, por possuir um dinamismo quanto à inovação e uso estratégico de tecnologias, cada vez mais estabelece um modelo de gestão perfeitamente alinhado com as necessidades do mercado atual (NEOGRID, 2019).

Com a indústria 4.0, a gestão da cadeia de suprimentos dá mais um passo em direção a eficiência. A integração dos sistemas por meio de dados de cada etapa possibilita a automatização dos processos (PEDERNEIRAS, 2020). A cadeia de suprimento 4.0 é a evolução do *supply chain*, totalmente adepta ao uso de recursos tecnológicos e ideias inovadoras. A ideia é automatizar processos e substituir antigas metodologias por mais eficientes e vantajosas (CISS, 2019).

A partir de uma análise mais rápida, precisa e eficiente dos dados, a indústria tem a liberdade de atuar de uma maneira muito mais estratégica. É possível a aproximação com distribuidores e clientes de forma que, a produção seja controlada pelas demandas de consumo em tempo real.

Segundo o Neogrid (2019), a ciência dos dados ofertada pela cadeia de suprimentos 4.0 é apoiada em sistemas de gestão, softwares, *machine learning*, inteligência artificial (AI), IoT, entre outros conceitos inovadores.

Quanto mais o tempo passa, mais se percebe que a tendência é que a *supply chain* seja mais focada no consumidor. Tendo um alinhamento ainda maior com o consumidor final evita-se desperdício de tempo e recursos com ações que pouco interferem na percepção do consumidor. De maneira geral, cada vez mais se percebe a presença de processos autônomos dentro das cadeias de suprimento, as

quais reagem de forma calculada e antecipada a partir de dados e variações de mercado (NEOGRID, 2019).

Quando relacionamos as tecnologias vindas da indústria 4.0 com as atividades a serem realizadas dentro do contexto da cadeia de suprimentos e da sua gestão, temos alguns pontos interessantes que compõe o escopo da cadeia de suprimentos 4.0:

- Quando falamos de armazenamento, prateleiras e paletes inteligentes se tornarão a força motriz da gestão do estoque moderno (WITKOWSKI, 2017);
- Quanto ao transporte de mercadorias, o rastreamento torna-se mais rápido, mais preciso, previsível e seguro. O desenvolvimento da chamada “frota conectada” poderá ajudar a prever falhas e planejar movimentos de forma automática (WITKOWSKI, 2017);
- Soluções que utilizam AI são empregadas para coletar e processar um grande volume de dados de vendas, gerando *insights* (intuições) úteis na reposição do estoque, indicando a quantidade ideal a ser repostada ou distribuída (NEOGRID, 2019);
- A IoT é importante para o setor de logística e transporte. Soluções neste campo ajudarão a fornecer dados sobre a localização e monitoramento de produtos. Desse modo, torna-se possível melhorar o atendimento ao cliente, encurtar ciclos de processos logísticos e otimizar custos. O RFID, conceituado anteriormente, contribuiu muito para a transparência de informações dentro da cadeia de suprimentos (WITKOWSKI, 2017);
- Através da tecnologia da *big data*, avanços significativos podem ser esperados no campo do *geomarketing* (permite a análise das variáveis relevantes ao *marketing* através da visualização desses dados em mapas geográficos). Através de dados geográficos complexos, prestadores de serviços de transporte podem antecipar multiplicidade de vendas. As fontes de abastecimento de dados são informações de varejistas, transportadoras, fornecedores, entre outros. Dados como perfis de clientes, endereços, pedidos, previsões de mercado desempenham um papel muito importante. É possível a varejistas, por



exemplo, fazer uso desses dados planejando seu sistema de entrega, antecipando o comportamento de clientes (WITKOWSKI, 2017);

- Robôs autônomos podem ser utilizados no manuseio dos estoques e apoio de serviços logísticos internos e externos. Esses equipamentos exigem um investimento de capital muito alto, porém se desenvolve um SCM com pouquíssima interferência humana (KUNRATH; DRESCH, 2018);
- Dentro do *cloud computing*, o SCM pode se aproveitar da tecnologia para desenvolver mecanismos de tomadas de decisão, suporte e colaboração com as atividades da cadeia de suprimentos como um todo (KUNRATH; DRESCH, 2018);
- A percepção visual trazida pela realidade aumentada e realidade virtual vai auxiliar na separação de pedidos de logística interna, por conta de seu melhoramento de visualização da informação e assertividade de operação (KUNRATH; DRESCH, 2018).

Levando em conta as automações e tecnologias da cadeia de suprimentos 4.0, o que não faltam são benefícios que confirmam o seu potencial de otimização dentro das empresas. Alguns dos principais benefícios, segundo o Neogrid (2019) e o CISS (2019), são:

- Redução de custos: Dados coletados passam a ser compartilhados entre todos os elos da cadeia de suprimentos, facilitando o ajuste da produção e evitando desperdícios, excessos ou rupturas de estoques e imobilização de capital com a fabricação de itens de baixo giro;
- Otimização de espaço: Os elos da cadeia têm informações a respeito da demanda, ficando mais fácil a tarefa de produzir em quantidade e produtos ideais, evitando excesso de estoques e desperdício de espaço;
- Satisfação e fidelização do cliente: A partir da tecnologia a indústria consegue reagir à demanda. Aumenta-se a satisfação dos consumidores pelo fato de eles encontrarem o que precisam nas lojas. As empresas conseguem entregar itens customizados para o público através da coleta e análise de comportamentos de clientes.



## 6 MATERIAIS E MÉTODOS

Os objetivos traçados para este trabalho conduziram para a realização de estudo de caso, cujas características favoráveis são tratadas na seção a seguir. Naturalmente, poder-se-ia com tempo alcançar maior abrangência ou maior profundidade técnica com outras metodologias. Entretanto, considerando-se o fator tempo, custos e conhecimento prévio do objeto da pesquisa, o estudo de caso mostrou-se o mais adequado para a busca de evidências empíricas.

### 6.1 O ESTUDO DE CASO

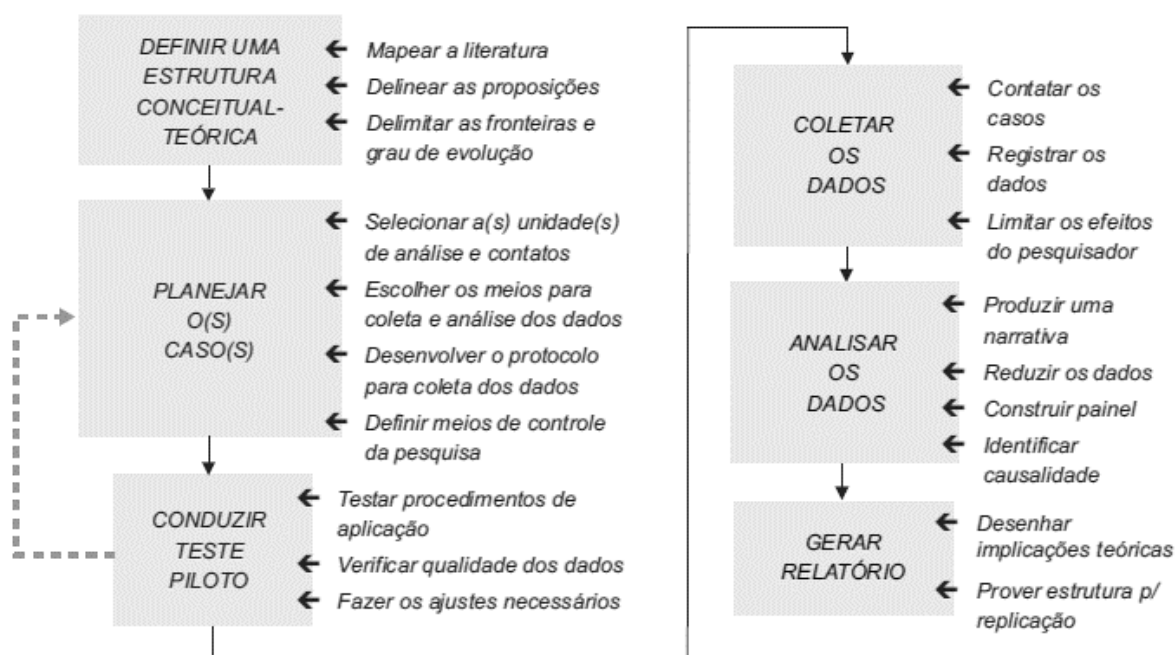
O estudo de caso é uma modalidade de pesquisa muito utilizada e difundida nas ciências biomédicas e sociais. Ele consiste no estudo aprofundado de um ou mais objetos de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento (GIL, 2002). Além disso, segundo Mattar (1996) e Miguel (2007), o objetivo do estudo de caso é de se aprofundar o conhecimento a cerca de um problema que pode não estar suficientemente definido, visando assim estimular a compreensão dos leitores, sugerir hipóteses e questões sobre o tema ou até mesmo desenvolver uma teoria de solução da problemática em questão.

O estudo de caso desenvolvido teve um caráter chamado exploratório, visto que o objeto de estudo se tratou de um tema contemporâneo e que exige a familiarização tanto dos leitores, quanto do próprio autor. Numa pesquisa exploratória, é comum o pesquisador fazer uso de entrevistas com pessoas que possuem experiências com o problema pesquisado.

Como se buscava ter uma percepção das oportunidades e desafios enfrentados pelas empresas em aplicarem o conceito da indústria 4.0 no setor da cadeia de suprimentos, tornou-se interessante o estudo de uma cadeia completa e aprofundada, ou seja, analisando-se um único caso.

A condução do estudo de caso se deu baseada na estrutura proposta por Miguel (2007), onde segundo o autor, o estudo de caso deve ser construído iniciando por uma definição da estrutura conceitual-teórica, depois o planejamento dos casos, a condução de um teste piloto e coleta dos dados, a análise dados e, por fim, o desenvolvimento de um relatório. O Esquema proposto pode ser visualizado na Figura 9 e suas partes serão descritas em seguida.

**Figura 9 - Condução do Estudo de Caso.**



Fonte: Miguel (2007).

O primeiro passo do estudo de caso se dá na definição de uma estrutura conceitual teórica, buscando se fazer um mapeamento da literatura sobre o assunto a ser abordado. O mapeamento localiza a pesquisa no contexto da literatura disponível sobre o tema. Esse passo já foi desenvolvido neste trabalho e é reconhecido como a revisão bibliográfica. A revisão bibliográfica possui o papel de delimitar as fronteiras do que será investigado, proporcionar fundamento à pesquisa e explicitar o grau de evolução sobre o tema de estudo (MIGUEL, 2007).

### 6.1.1 Planejamento do caso

O planejamento do caso primeiramente leva em consideração o tipo do estudo quanto a sua quantidade de casos. Neste trabalho, realizou-se a pesquisa de único caso. Quanto ao caráter temporal, o estudo foi longitudinal, investigando o presente.

Através do conhecimento do sistema logístico da indústria leiteira, a construção da cadeia de suprimentos por meio de seus transportadores e de seus fornecedores de matéria-prima, analisou-se as oportunidades e desafios encontrados para a aplicação das tecnologias do conceito da indústria 4.0. Tratou-se de um estudo de inovação metodológica e tecnológica, em um ambiente de pouca abordagem em

estudo científico, porém que possui grande relevância e que merece todo o tipo de oportunidade. O objetivo se deu no aumento da qualidade e diminuição de custos.

Realizada a seleção do caso, foi-se determinado o método e técnica tanto para a coleta quanto para a análise dos dados. Conforme proposição de Miguel (2007), a entrevista é uma ótima ferramenta dentro de um estudo de casos exploratório e esse foi o método utilizado para se adquirir os dados necessários para a construção do trabalho.

### **6.1.2 Condução do teste piloto**

Discutindo a respeito da condução do teste piloto do levantamento de dados, o mesmo não foi praticado neste estudo de caso. O motivo se deve ao fato da acessibilidade a empresa ser muito facilitada, logo tornando possível, quando necessário, o retorno até o local para se elaborar as verificações, realizar novas conversas e validar as informações coletadas. Dessa maneira, a qualidade dos dados coletados foi sendo lapidada conforme os ajustes desempenhados com o andamento das visitas *in loco*.

### **6.1.3 Coleta dos dados**

Quanto à coleta dos dados, primeiramente a empresa teve de ser contatada sobre, considerando que ela ficou ciente da pesquisa, com clareza e com consciência dos seus objetivos. Ficou claro que a pesquisa traria benefícios mútuos.

O mecanismo de coleta e levantamento de dados foi baseado em uma plataforma mista de entrevistas não estruturadas, análise documental e observações diretas. Um artifício utilizado durante o desenvolvimento desta pesquisa foi a possibilidade da verificação *in loco* acompanhado de profissionais com o domínio do funcionamento do processo. Com o intuito de se retratar com maior veracidade e se possuir uma visão mais ampla do processo, visitas foram realizadas a unidades de beneficiamento de leite, produtores rurais de grande e pequeno porte e transportadores do leite *in natura* até as unidades de beneficiamento. O retrato feito mostra na prática o dia a dia da indústria leiteira e de seus fornecedores, regidos sobre normas, padrões de qualidade e cuidados para se garantir sempre a excelência do produto que se está entregando.

Como o escopo da pesquisa se deu na área da cadeia de suprimentos, na gestão da cadeia de suprimentos propriamente dita, os profissionais escolhidos para serem submetidos à entrevista foram os que estavam mais incluídos e possuíam mais contato com essa área dentro da empresa, conforme orienta Miguel (2007). Foram selecionados para a entrevista os seguintes profissionais:

- O gerente industrial do Laticínios Horizonte, pela sua experiência e conhecimento do processo;
- Um dos transportadores terceirizados que presta serviço para a empresa, devido ao seu conhecimento prático da rotina do transporte da matéria-prima;
- O técnico responsável em função do cuidado e inspeção dos animais produtores, pelo seu conhecimento dos parâmetros de qualidade instituídos pelo MAPA e fiscalizados pela empresa;
- Os produtores rurais, pela sua experiência e realidade sendo fornecedores de matéria-prima.

#### **6.1.4 Análise dos dados**

Após realizada coleta dos dados, conduziu-se uma narrativa sobre o caso. Normalmente, faz-se necessário uma redução de dados, de tal forma que somente seja incluída na análise o essencial. A base da análise está na descrição detalhada dos casos, identificando *insights* e informações relevantes, conforme instruções propostas por Miguel (2007).

As análises geradas a partir da coleta dos dados se resumem a descrição de processo logístico empregado na cadeia de suprimentos da empresa, a identificação dos requisitos quanto ao custo e qualidade, e a análise em relação ao uso das tecnologias da indústria 4.0 como ferramentas de melhoria destes fatores, ou seja, ferramentas destinadas à diminuição de custos e elevação da qualidade. As análises serão expressadas no capítulo dos resultados e discussões.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 7.1 ANÁLISE DE REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o objetivo de se realizar um fechamento, neste ponto faz-se uma análise dos pontos mais relevantes da revisão bibliográfica para melhor visualização e compreensão.

Primeiramente tratando-se das inovações tecnológicas da indústria 4.0, pode-se observar que algumas delas possuem aplicação e desempenho comprovado na área da cadeia de suprimentos. O termo cadeia de suprimentos 4.0 já vem sendo discutido em muitas empresas brasileiras, visto que a aplicação de tecnologias, automações e inovações já estão trazendo resultados e se mostrando como ferramentas significativas na redução de custos, aumentos de produtividade e, inclusive, qualidade de produtos e processos.

Quanto à cadeia de suprimentos da indústria leiteira observa-se a existência de dois pontos que se sobressaem na busca contínua, sendo eles o aumento de qualidade de produto e a redução de custos de processo. A qualidade do produto dentro de um laticínio é uma propriedade extremamente importante e tratada de forma rigorosa. O descumprimento de tais padrões pode levar à devolução de lotes inteiros de produção de queijos ou descarte de cargas de leite. Já quando se fala dos custos, o transporte é um dos maiores, senão o maior, dentro da indústria de beneficiamento de leite. Qualquer estratégia montada buscando-se reduzir, quilometragem, aprimorar rotas, aumentar volume de matéria-prima coletada é importante. Uma empresa de laticínios sabe trabalhar com o custo de transporte, e busca fazer isso sempre da forma mais otimizada o possível.

Por isso, nessa análise serão relacionados, com base no referencial, as tecnologias da indústria 4.0, com as atividades da cadeia de suprimentos, com os principais objetivos empresariais, que são custo e qualidade.

No Quadro 1 apresenta-se a relação entre a IoT e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 1 - Análise da relação entre a internet das coisas e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da IoT	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Pode reduzir, assessorada pela aplicação de sensores e comunicação <i>wireless</i> , possibilita a interação entre objetos e sistemas. A aplicação do sensoriamento das propriedades de temperatura e volume no momento da coleta elimina a necessidade do transportador realizar essas mensurações, poupando tempo, gastos com equipamentos de medição e desperdícios de combustível do caminhão pela maior rapidez de processo alcançada.	Pode sofrer um acréscimo ou ser preservada, tendo em vista que o sensoriamento pode ajudar a manter um controle do bom acondicionamento da matéria-prima. Além disso, o fato dos sensores realizarem o trabalho que instrumentos de medição do transportador fariam elimina esse contato e exposição do leite ao ambiente externo.
Transporte do leite	Pode reduzir. O uso do sensoriamento ajuda a reduzir de forma significativa o tempo de transporte e coleta, logo, são menores os gastos com combustível por diminuir essa ociosidade onde o veículo de transporte permanecia em funcionamento aguardando.	Pode sofrer um acréscimo, pela ajuda na fiscalização de conservação do produto durante o transporte. O fato do produto possuir suas propriedades controladas durante o transporte contribui para identificação de problemas nos veículos, estudos de rotas, aumentando a qualidade geral do processo.
Análise do leite	Pode reduzir, em virtude do levantamento prévio de dados via sensoriamento contribuir na informação em tempo real do laboratório, poupando tempo, custo das análises e investimento em equipamentos de mensuração.	Pode aumentar ou preservar. O conhecimento de parâmetros do leite na propriedade do produtor e no transporte acaba por fazer com que o sistema todo atraia um aumento de qualidade. Um certo cenário seria que, nesse ponto da análise, a matéria-prima seja mais selecionada e com menos chances de descarte por contaminação de leite ácido em temperatura não permitida.
Descarregamento do leite	Não se observam impactos.	Não se observam impactos.

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 2 busca-se por criar uma relação entre a computação em nuvem e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.



**Quadro 2 - Análise da relação entre a computação em nuvem e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da computação em nuvem	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Pode reduzir. Uma vez que dados da coleta puderem ser computados em nuvem, os custos com documentação gerada no momento da coleta seriam descartados, além disso, fornecendo os dados em tempo real para os membros da rede.	Pode aumentar. O histórico de dados gerado em tempo real pode ser utilizado como forma de rastreamento de inconformidades na propriedade do produtor, aumentando a qualidade do produto e possibilitando até a empresa realizar uma seleção de matérias-primas.
Transporte do leite	Pode reduzir. Elimina a geração de documentos de coleta impressos reduzindo custos com mapas de controle, calendários e documentos de preenchimento obrigatório.	Pode aumentar. Dados em nuvem permitem maior controle de processo como um todo, sendo possível a movimentação de profissionais habilitados de forma mais rápida para estudos de não conformidades nos veículos de transporte.
Análise do leite	Pode reduzir. Elimina a utilização de relatórios impressos, aumentando a velocidade de movimentações de dados e tomadas de decisões, reduzindo assim os custos.	Pode aumentar. A geração de um histórico digital de dados facilita pesquisas e demonstrativos para prestações em auditorias. Aumenta-se a organização e a qualidade geral de processo, indicando melhores matérias-primas e pontos a serem melhorados para se alcançarem melhores padrões.
Descarregamento do leite	Não se observam impactos.	Não se observam impactos.

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 3 busca-se por criar uma relação entre a segurança e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 3 - Análise da relação entre a segurança e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da segurança	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Não se observam impactos em virtude desta inovação servir como apoio para aquisição, manobras e manipulações de dados virtuais, não interferindo diretamente em modificações de custo e qualidade nos processos da cadeia de suprimentos. Ao se trabalhar com coleta e armazenamento de dados instantâneos, em grande volume, disponíveis em nuvem para o acesso de muitos usuários, certamente faz-se necessário um método eficiente de segurança para estes dados. Um exemplo disso são as criptografias de confiabilidade e segurança de informações.	
Transporte do leite		
Análise do leite		
Descarregamento do leite		

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 4 busca-se por criar uma relação entre o *big data and data analytics* e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 4 - Análise da relação entre a big data and data analytics e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da big data and data analytics	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Pode reduzir custos, oferecendo as informações da coleta em tempo real para a empresa, agilizando os processos. Durante a coleta, a redução de custos se daria principalmente nos gastos ociosos do transporte, eliminando longos períodos dos caminhões parados em funcionamento para a coleta dos dados.	Pode aumentar e preservar a qualidade, auxiliando no controle das propriedades do produto em tempo real independentemente do local. Estratégias podem ser montadas por parte dos técnicos da empresa para identificação de não conformidades nas matérias-primas.
Transporte do leite	Não se observam impactos.	Não se observam impactos.
Análise do leite	Pode reduzir custos. Agiliza processo de análise pela disposição em tempo real e de forma organizada os dados quanto ao produto, possibilitando que o próprio setor do laboratório conheça certos pontos do produto que estarão chegando dentro de algumas horas.	Pode aumentar. A elaboração de históricos, relatórios, com possibilidade de verificação em qualquer tempo e local, aumenta o controle de qualidade do produto. Poderá ser feita uma seleção de produtores que possuem as melhores matérias-primas, que mais respeitam os padrões propostos.
Descarregamento do leite	Não se observam impactos.	Não se observam impactos.

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 5 busca-se por criar uma relação entre dos sistemas ciber-físicos e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 5 - Análise da relação entre os sistemas ciber-físicos e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos dos sistemas ciber-físicos	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Pode reduzir. Os sistemas ciber-físicos colaboram para o rápido levantamento de dados através do sensoriamento e disponibilizam os mesmos em tempo real para a empresa, reduzindo custos de documentações e de ociosidade de veículos no momento da coleta da matéria-prima.	Pode aumentar. Esses sistemas são importantes para fornecimento de dados e relatórios para a empresa, dados estes que representam o estado quanto à qualidade dos produtos de cada produtor em cada ocasião de coleta.
Transporte do leite	Não se observam impactos.	
Análise do leite		
Descarregamento do leite		

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 6 busca-se por criar uma relação entre a rastreabilidade e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 6 - Análise da relação entre a rastreabilidade e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da rastreabilidade	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Pode reduzir. As ferramentas de rastreabilidade colaboram em reestudos de rota, itinerários, buscando gerar economias de quilometragem e melhor arranjo de coleta nos produtores. Os gastos com combustível diminuiriam e o tempo hábil de transporte da empresa aumentaria.	Não se observam impactos.
Transporte do leite		
Análise do leite	Não se observam impactos.	
Descarregamento do leite	Pode reduzir. Do mesmo modo que na coleta, no descarregamento a rastreabilidade contribuiria para um melhor planejamento. Os reestudos de rota implicariam inclusive em um descarregamento mais rápido e em um caminhão com um volume de leite maior. Menos veículos seriam necessários, logo, menos lavagens e descarregamentos também.	Pode aumentar ou ajudar a preservar a qualidade. A rastreabilidade contribuiria para a verificação de cronograma de descarregamento, tal como a lavagem obrigatória do veículo. A lavagem é necessária para evitar que agentes e contaminantes externos entrem em contato com o leite no momento do descarregamento, aumentando a qualidade do processo como um todo.

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 7 busca-se por criar uma relação entre a realidade virtual e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 7 - Análise da relação entre a realidade virtual e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da realidade virtual	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Não possui aplicação imediata na cadeia de suprimentos da indústria de laticínios. A realidade virtual é um ponto mais dificultoso para se fazer a aplicação. O desenvolvimento de uma interface virtual fica complexo pelo ambiente analisado ser muito amplo, tal como propriedades de diversos produtores e veículos de diversos transportadores.	
Transporte do leite		
Análise do leite		
Descarregamento do leite		

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 8 busca-se por criar uma relação entre a realidade aumentada e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 8 - Análise da relação entre a realidade aumentada e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da realidade aumentada	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Pode reduzir. A utilização de ferramentas de realidade aumentada auxilia na rápida obtenção dos dados, reduzindo custos com documentação impressa. A realidade aumentada pode ser utilizada com uma ferramenta muito importante no lançamento de informações, podendo ser através de um simples escaneamento de código QR, por exemplo.	Não se observam impactos.
Transporte do leite	Não se observam impactos.	
Análise do leite	Não se observam impactos.	Pode ajudar a preservar a qualidade. Contribui na identificação de amostragens de matérias-primas dos produtores com maior controle e facilidade, ajudando no rastreamento de produtos com má qualidade e identificação da sua procedência.
Descarregamento do leite	Não se observam impactos.	

**Fonte: Autoria própria.**

No Quadro 9 busca-se por criar uma relação entre a manufatura aditiva e os processos de coleta, transporte, análise e descarregamento do leite, analisando em face aos impactos na qualidade e custo.

**Quadro 9 - Análise da relação entre a manufatura aditiva e os impactos na qualidade e custo da cadeia de suprimentos da indústria leiteira.**

Impactos da manufatura aditiva	Custo	Qualidade
Coleta do leite	Não possui aplicação imediata na cadeia de suprimentos da indústria de laticínios. Como pudemos observar ao longo deste trabalho, a manufatura aditiva possui a sua melhor aplicação em prototipagem 3D de produtos e peças.	
Transporte do leite		
Análise do leite		
Descarregamento do leite		

**Fonte: Autoria própria.**

Cabe ainda fazer-se uma análise das inovações da indústria 4.0 sob a óptica da engenharia mecânica. Levando em consideração as tecnologias apresentadas anteriormente pode-se verificar a maior afinidade da engenharia mecânica com a internet das coisas, isso por conta da sua vasta aplicação na obtenção de dados automatizados através do sensoriamento de equipamentos, por exemplo. Na engenharia mecânica, um dos maiores objetos de estudo trata-se da área térmica e dos regimes de transferência de calor, o que fortalece ainda mais a afirmação de que o sensoriamento, neste caso por termopares, é um ponto totalmente relevante. O uso deste sensoriamento através da internet das coisas se trata de algo muito além da indústria 4.0, se trata do futuro da área térmica da engenharia mecânica, pelo motivo do conhecimento de temperaturas, calores e fluxos ser muito mais automatizado, em tempo real, e permitir análises complexas junto aos históricos de dados gerados, fornecendo à engenharia um mar de possibilidade.

## 7.2 DESCRIÇÃO DA EMPRESA ESTUDADA

O caso que se estudou nesta pesquisa se tratou da empresa Laticínios Horizonte, fundada em 01/09/2000 no município de Novo Horizonte, estado de Santa Catarina. A empresa, com mais de 20 anos desde sua fundação, iniciou suas atividades fabricando cerca de 120 quilos de queijo muçarela por dia. Hoje, a indústria é vista como uma das maiores do oeste catarinense, fazendo o recebimento e beneficiamento de aproximadamente 300.000 litros de leite por dia, oferecendo ao mercado brasileiro os produtos: queijo muçarela, creme de soro de leite refrigerado de uso industrial e o soro de leite concentrado.

Com base na estrutura conceitual teórica definida na revisão bibliográfica, é possível neste momento relatar de forma embasada o funcionamento do suprimento logístico do Laticínios Horizonte.

Tudo se inicia na propriedade do produtor, onde é de extrema importância o cuidado com os animais para oferecer uma boa qualidade de produto (leite). O cuidado constante com a higiene antes, durante e após a ordenha minimiza muito o número de bactérias presentes no processo. O respeito ao período de carência de medicamentos também deve ser levado com responsabilidade, visto que uma vez que não cumprido, será rastreado o produtor com o leite contaminado com antibióticos e será aplicada uma multa. O período de carência dos antibióticos relatado em número

de ordenhas é retratado na Figura 10, disponibilizado aos produtores pelo Laticínios Horizonte.

**Figura 10 - Período de carência de antibióticos e antiparasitários.**

<b>ANTIBIÓTICOS INJETÁVEIS</b>		<b>VERMÍFUGOS E ANTIPARASITÁRIOS</b>	
Nome Comercial	Carência	Nome Comercial	Carência
Advocin 180.....	04 ordenhas	Aciendel Pour-on.....	sem carência
Agropen.....	10 ordenhas	Alatox.....	sem carência
Agropen LA.....	10 ordenhas	Albendathor.....	04 ordenhas
Agroplus.....	05 ordenhas	Aldazol 10 Co.....	04 ordenhas
Agrovet 5.000.000.....	06 ordenhas	Alnor.....	06 ordenhas
Agrovet Plus.....	06 ordenhas	Amitracid.....	02 ordenhas
Agrovet PS.....	06 ordenhas	Bernilene.....	sem carência
Ampicilina Veterinária.....	06 ordenhas	Bovinal.....	sem carência
Bactrin.....	06 ordenhas	Bovitraz.....	02 ordenhas
Bactrosina.....	04 ordenhas	Butox.....	sem carência
Baytril Injetável 10%.....	06 ordenhas	Butox Berne.....	sem carência
Bioxel.....	sem carência	Ciperpurina.....	02 ordenhas
Bisolvomycina.....	03 ordenhas	Cipertox Pour-on.....	02 ordenhas
Borgal.....	02 ordenhas	Colosso.....	06 ordenhas
Cobactan Injetável.....	01 ordenha	Controller CTO.....	sem carência
Cursonegril.....	06 ordenhas	Cypermil.....	sem carência
Doxfin Curso.....	10 ordenhas	Duplatic.....	02 ordenhas
Enrotex 50.....	06 ordenhas	Ectic.....	sem carência
Estreptomax Injetável.....	06 ordenhas	Ectofarma.....	01 ordenha
Estreptomicina.....	10 ordenhas	Ectomin.....	sem carência
Excenel.....	sem carência	Ectoplus.....	sem carência
		Ecto Plus Pour-on.....	10 ordenhas
		Ectox CE 15%.....	sem carência

**Fonte: Adaptado de documentação disponibilizada pelo Laticínios Horizonte.**

Após o processo da ordenha o leite é armazenado em tanques. Os tanques tornam-se o estoque da matéria prima. Por se tratar de alimento, um produto que será amplamente consumido sob diversas formas, existem regras rigorosas de estoque para a manutenção da qualidade que devem ser seguidas pelos produtores.

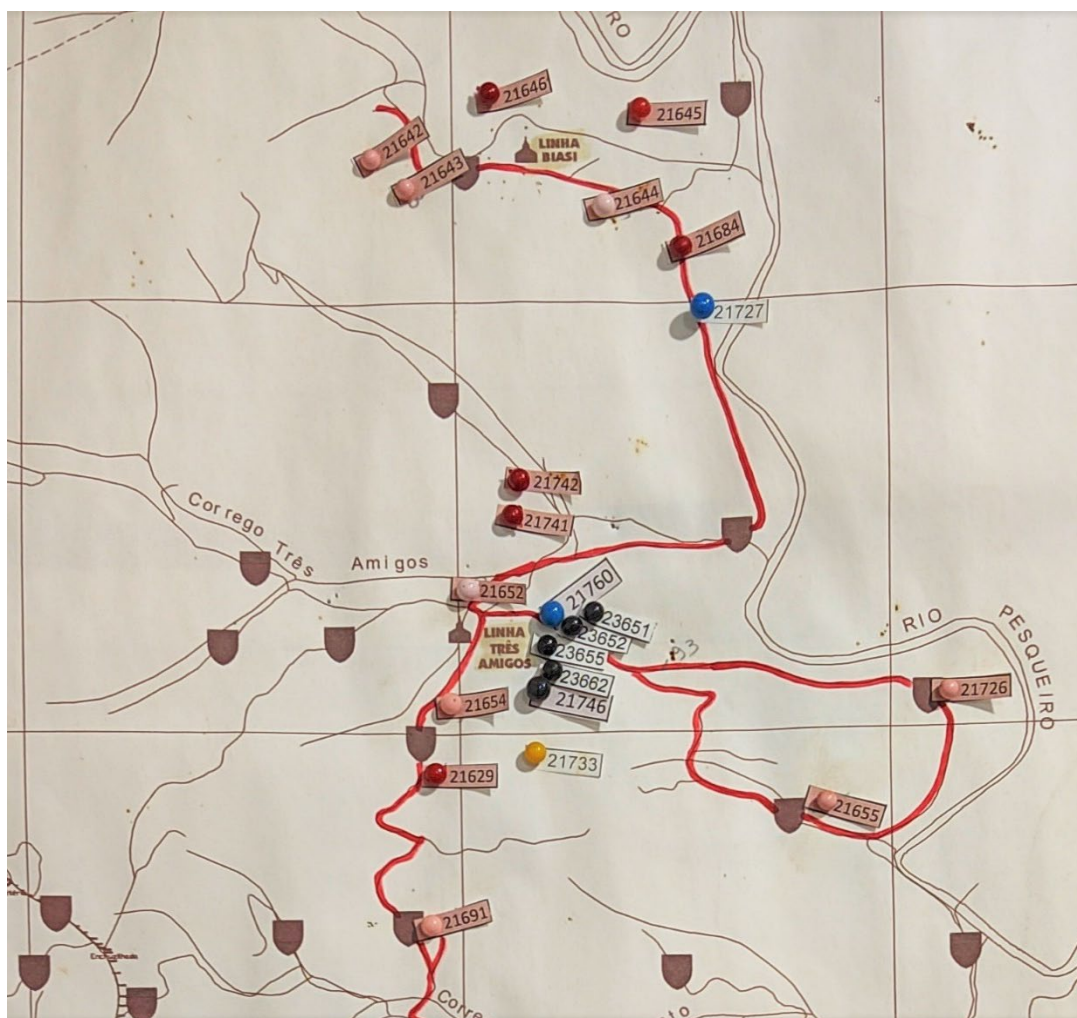
Os tanques de refrigeração e de armazenamento de matéria-prima devem ser instalados em locais adequados e protegidos, com acesso apropriado para o veículo condutor, com boa limpeza e utilizando uma estratégia de armazenamento conforme o cronograma de coleta. O leite deve ser armazenado e conservado nos tanques a uma temperatura de 4°C.

Posterior ao armazenamento parte-se para o ponto da coleta da matéria-prima na propriedade do produtor. A coleta é feita por fornecedores de serviço da indústria de beneficiamento, os transportadores. Os transportadores possuem a importante função de fazer a movimentação do produto através de tanques rodoviários, prezando sempre pela manutenção da qualidade e obedecendo corretamente o cronograma de coleta previamente estabelecido.

Cada transportador é encarregado por um trajeto chamado de linha de leite. Esta é composta por diversos produtores, com volumes de produção diferentes e

posições geográficas distintas. O transportador sempre obedecerá a sua rota de coleta ou linha de leite, diariamente e sem exceção. A rota de coleta é desenvolvida com base na localização do produtor, horário de coleta e produção leiteira. A Figura 11 mostra um exemplo de uma linha de leite em uma determinada bacia leiteira, documentação essa cedida pelo Laticínios Horizonte. Pode-se observar em vermelho o trajeto planejado para a linha de leite. Os alfinetes representam os produtores, indicados por seus respectivos números de cadastro. Os alfinetes que são identificados com cores iguais representam os produtores que compõe a linha de leite de um determinado transportador.

**Figura 11 - Linha de leite com seu trajeto e produtores.**



**Fonte: Adaptado de documentação disponibilizada pelo Laticínios Horizonte.**

No momento da coleta existe um certo procedimento a ser seguido pelo transportador. Primeiramente, afere-se a temperatura do leite, sendo estabelecido em normativa a temperatura máxima de 7°C para armazenamento. Após a checagem da temperatura, se realiza então o teste do alizarol 80%, prova físico-química executada

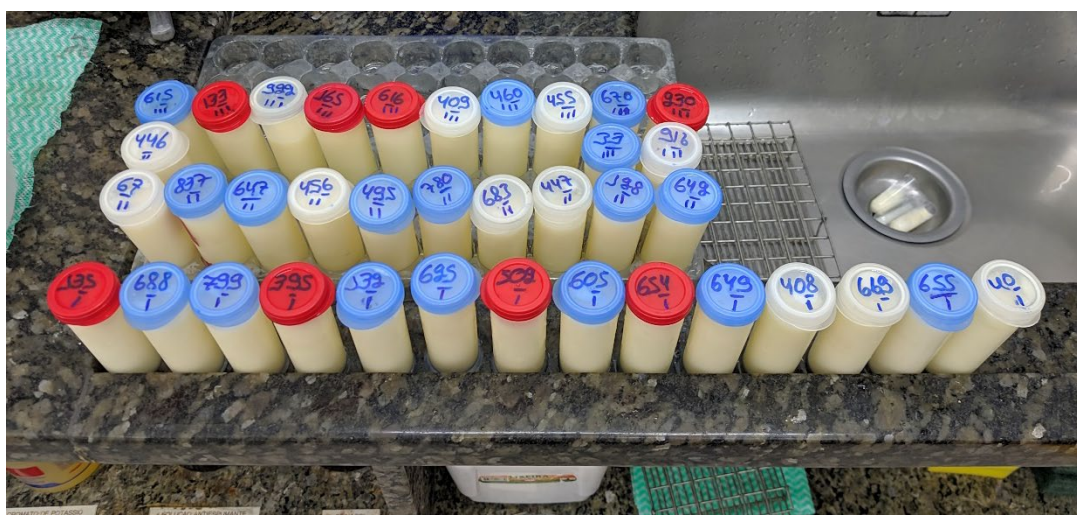


por meio da adição de volumes iguais de leite e de alizarol 80%, realizando-se a interpretação conforme a coloração assumida pela mistura e indicando o estado de acidez do produto. Se o teste do alizarol indicar acidez no leite (teste positivo), ele não será carregado e será indicado aos responsáveis pelo controle de qualidade do leite cru para que possa estar se descobrindo as causas desses eventos.

Feito o teste do alizarol, é recolhida uma amostra desse leite, que deve ser levada em segurança para o laboratório da empresa, onde será utilizada em análises microbiológicas e físico-químicas, e possíveis rastreamentos de matérias-primas de má qualidade. Caso o transportador esqueça de fazer a coleta da amostra, o mesmo será multado conforme previamente informado.

As amostras são coletadas em frascos apropriados com a identificação do número do produtor e o número do tanque em que aquele volume será alocado. As amostras devem ser acondicionadas em caixas isotérmicas e não devem ultrapassar a temperatura de 7°C durante o período de coleta até o ponto da entrega ao laboratório da indústria de beneficiamento, não podendo também ser congeladas. A Figura 12 exemplifica a padronização das amostras coletadas pelo transportador.

**Figura 12 - Exemplos de amostras coletadas pelo transportador.**



**Fonte: Autoria própria.**

Logo em seguida, o transportador mensura a quantidade de produto existente no tanque, em litros. Uma vez que determinado o volume, o mesmo é indicado em um calendário do produtor pela própria anotação do transportador, calendário este que geralmente se encontra próximo ao tanque de resfriamento. A Figura 13 ilustra a anotação feita do volume de leite no calendário de um produtor de pequeno porte, onde podemos observar a coleta feita no máximo a cada 48 horas.

Figura 13 - Exemplo de calendário de produtor.

**Calendário 2021**

**FIQUE ATENTO AO MÊS DE FAZER O EXAME DE BRUCELOSE/TUBERCULOSE**

Atenção senhores produtores: Quando aplicar um medicamento no animal e o(a) Sr(a) não estiver seguro quanto ao período de carência antes de utilizar o leite, a empresa faz questão que vocês nos encaminhem uma amostra do leite do animal medicado para que façamos o teste de antibiótico de forma gratuita, afim de evitar a condenação do leite. Agradecemos a compreensão!

ROTA		CÓDIGO		NOME		
<b>MARÇO 2021</b>			CONTROLE DIÁRIO DE LEITE			
DOM	SEG	TER	QUA	QUI	SEX	SÁB
<b>28</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
127		130		125		126
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>
<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>
<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>
<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>				

Fonte: Autoria própria.

É somente neste momento que a matéria-prima é então coletada para o caminhão. Através da mangueira de sucção o leite é levado do resfriador para o tanque de coleta. Os tanques rodoviários normalmente são divididos em três ou mais compartimentos, com o objetivo de transportar o leite em reservatórios diferentes. Essa divisão acaba sendo muito importante para o caso de ser recolhido um leite de má qualidade o mesmo não acabar contaminando todo o volume. Além disso, é através da divisão dos tanques que se pode fazer o rastreamento com precisão de qual foi produtor que forneceu o leite de má qualidade dentre todos os outros.

Uma vez que realizada a coleta, o transportador deve ainda fazer o preenchimento do mapa de controle de recolhimento de leite nas propriedades rurais ou mapa diário de recebimento de leite. Nele fica indicado a data da coleta, o nome do transportador, nome e código do produtor, a quantidade de leite em litros, a temperatura do leite no momento da coleta, o resultado do teste do alizarol e o número do tanque qual foi armazenado o volume daquele produtor. A Figura 14 exemplifica um mapa de controle diário padrão adotado pelo Laticínios Horizonte.

Figura 14 - Mapa de controle de recolhimento de leite nas propriedades rurais.

LATICÍNIOS HORIZONTE LTDA	MAPA DE CONTROLE DE RECOLHIMENTO DE LEITE NAS PROPRIEDADES RURAIS	CÓDIGO: Revisão:00 Página 1/2								
Legenda: P = RUIM (LEITE COAGULOU) N = BOM (LEITE NÃO COAGULOU)										
DATA / ANO: 27 - 02 - 21										
ROTA 43 - BORGE										
		T°C	alizaro	TANQUE						
Nº	NOME DO PRODUTOR	QUANT	T°C	TERM.	P	N	1	2	3	4
43021		368	4.1			✓				✓
43041		356	2.6			✓				✓
43053		300	3.0			✓				✓
43058		141	5.1			✓				✓
43062		309	2.6			✓				✓
43063		188	6.0			✓				✓
43064		61	2.6			✓				✓
43065		202	3.0			✓				✓
43068		938	5.1			✓				✓
43075		97	2.6			✓				✓
43076		444	4.0			✓				✓
43077		227	2.1			✓				✓
43079		203	4.4			✓				✓
43088		673	2.6			✓				✓
43089		465	5.0			✓				✓
43096		335	4.5			✓				✓
43105		239	2.6			✓				✓
43107		402	3.0			✓				✓
43114										
43116		508	6.0			✓				✓
43122		90	2.1			✓				✓
43124		350	5.4			✓				✓
43127		365	2.1			✓				✓
43128		60	3.0			✓				✓

Fonte: Adaptado de documentação disponibilizada pelo Laticínios Horizonte.

Uma vez realizada a coleta em todos os produtores, o transportador segue para a empresa para fazer a entrega da matéria-prima. O processo de recebimento de leite, não diferente dos outros processos, também possui etapas que devem ser respeitadas. Assim que o tanque rodoviário chegar à indústria, o primeiro passo é a lavagem e higienização do mesmo para se retirar resíduos de terra, poeira e barro que eventualmente fiquem agarrados à superfície do caminhão. Essa limpeza é importante para evitar o comprometimento da qualidade do leite por contaminação de resíduos externos.



Após a lavagem feita, o caminhão segue para a área de descarga. Juntamente à área de descarga fica localizado o laboratório de análises, onde o fornecedor entregará as amostras do leite coletadas nos produtores e o mapa de controle diário. Além das amostras recolhidas no produtor, os analistas do laboratório fazem também a coleta de uma amostra de cada um dos tanques do veículo.

Com as amostras em mãos, realiza-se uma bateria de análises para se verificar a qualidade do leite e se elaborar a autorização da entrada do mesmo nos silos da fábrica. As análises são baseadas nos parâmetros mostrados na Tabela 1, apresentada anteriormente, fazendo a checagem da temperatura, teste do alizarol na concentração de 72%, verificação de acidez, densidade, teor de gordura, teor de sólidos não gordurosos e totais, e análise de crioscopia. Além dessas, verifica-se ainda a presença de etanol, antibióticos, cloreto, peróxido de hidrogênio, bicarbonato de sódio, soda, formol, amido, sacarose e cloro, devendo estes não ser reconhecidos nas amostras. A Figura 15 ilustra o controle de recepção de matéria-prima com os dados provenientes das análises realizadas em laboratório, segundo modelo do Laticínios Horizonte.

**Figura 15 - Controle de recepção de matéria-prima.**

Dia		Hora	Rota	Quantidade	T° (C)	Alizarol Alcool	Alcool Etanol	Acidez °(D)	Densidade g/L	Gordura %	EST %	ESD %	Crioscopia	Antibiótico	Cloreto	Peróxido de Hidrogênio	Alcalino: Bicarbonato de Sódio e Soda	Formol	Ar
Critérios de aceitação do leite cru:					Máx. 7°C	Min. 72°gl	Ausente	14 a 18°D	1,028 a 1,034 g/ml	Min. 3,0%	Min. 11,4%	Min. 8,40%	0,530 a 0,555°H	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Au
03	6:25	37	3105	66	76-	A	15	10304	4.0	12.66	8.66	9.540	A	A	A	A	A	A	A
03	6:25	37	3105	68	74-	A	15	10310	3.9	12.68	8.79	9.538	A	A	A	A	A	A	A
03	6:25	37	3107	64	74-	A	15	10306	4.0	12.70	8.70	9.536	A	A	A	A	A	A	A
03	6:50	2	2900	65	76-	A	15	10300	4.2	12.88	8.60	9.540	A	A	A	A	A	A	A
03	6:50	2	2900	50	76-	A	16	10308	4.0	12.76	8.76	9.540	A	A	A	A	A	A	A
03	6:50	2	2900	65	76-	A	16	10304	4.1	12.77	8.67	9.542	A	A	A	A	A	A	A

**Fonte: Adaptado de documentação disponibilizada pelo Laticínios Horizonte.**

Tendo completado todos os passos descritos anteriormente, o leite está pronto para ser recebido pelo setor produtivo da fábrica e ser beneficiado na mais vasta gama de produtos.

Conforme o relato aqui descrito através do levantamento de dados pela análise documental, entrevistas e verificação *in loco*, parte-se para a próxima seção, onde será gerada uma análise da aplicação das tecnologias vindas do conceito da indústria 4.0 sobre os custos e qualidade da cadeia de suprimentos do Laticínios Horizonte, buscando-se avaliar a viabilidade técnica e seus benefícios.

### 7.3 REQUISITOS DE CUSTO E QUALIDADE DA EMPRESA ESTUDADA

A estratégia competitiva da empresa é um ponto que é apropriado definir através da missão, visão e valores da mesma, tendo uma certa previsão das suas movimentações e ambições para o futuro. A visão do Laticínios Horizonte fala sobre tornar-se referência nacional na produção de queijo muçarela. Realizando uma análise sobre isso percebe-se que esse objetivo será alcançado aumentando constantemente o número de vendas, conquistando cada vez mais consumidores. Quando se observa a missão da empresa, nota-se que a mesma busca por atingir excelência no produto comercializado através da compatibilidade entre eficiência, qualidade e acessibilidade ao consumidor. Indo mais a fundo nesses termos, observa-se que a acessibilidade ao consumidor é obtida quando o valor do produto no mercado é mais competitivo, ou seja, é inferior ao dos concorrentes. Uma maneira de se atingir um preço mais competitivo é reduzindo os custos para se produzir o produto. Vale ressaltar que a qualidade deve ser mantida constante e padrão.

Identifica-se dessa forma os requisitos quanto ao custo e qualidade da empresa. Tudo é baseado em um regime com três pilares: o custo, a qualidade e o valor do produto. O método que o Laticínios Horizonte se inspira é na redução de custos contínua. Em outras palavras, isso significa que a empresa procura sempre o maior alcance, a maior competitividade, o valor de produto mais acessível dentre os outros do mercado. Levando isso em consideração, quanto se reduz o valor do produto deve-se reduzir proporcionalmente o valor dos custos. O pilar da qualidade é constante e deve ser mantido como instrumento legítimo da empresa, reforçando ainda mais o seu ganho de espaço em mercado.

Assim sendo, de acordo com a estratégia competitiva da empresa, a redução de custos é o ponto primordial e será bem-vinda em qualquer tempo, desde que se zele a preservação da qualidade. Com isso em mente, direciona-se à última

exploração deste estudo, a análise em relação ao uso das tecnologias em torno dos requisitos de custo e qualidade.

#### 7.4 ANÁLISE EM RELAÇÃO AO USO DAS TECNOLOGIAS

Mediante análise realizada sobre a revisão bibliográfica (quadros 1 a 9) e os requisitos de custo e qualidade do Laticínios Horizonte, pode-se neste momento propor uma solução quanto ao uso das tecnologias como diminuidoras de custos e preservadoras de qualidade.

Por meio do Quadro 10, busca-se trazer de forma mais visual os pontos ressaltados na análise da revisão bibliográfica, indicando se a tecnologia reduz custos e mantém o padrão de qualidade nas atividades da cadeia de suprimentos da empresa.

**Quadro 10 - Identificação de redução de custo e preservação da qualidade com a aplicação das tecnologias.**

Tecnologia	Atividade	Reduz custo?	Mantém qualidade?
Internet das coisas	Coleta do leite	Sim	Sim
	Transporte do leite	Sim	Sim
	Análise do leite	Sim	Sim
	Descarregamento do leite	Não	Não
Computação em nuvem	Coleta do leite	Sim	Sim
	Transporte do leite	Sim	Sim
	Análise do leite	Sim	Sim
	Descarregamento do leite	Não	Não
<i>Big data and data analytics</i>	Coleta do leite	Sim	Sim
	Transporte do leite	Não	Não
	Análise do leite	Sim	Sim
	Descarregamento do leite	Não	Não
Sistemas ciberfísicos	Coleta do leite	Sim	Sim
	Transporte do leite	Não	Não
	Análise do leite	Não	Não
	Descarregamento do leite	Não	Não
Rastreabilidade	Coleta do leite	Sim	Não
	Transporte do leite	Sim	Não
	Análise do leite	Não	Não
	Descarregamento do leite	Sim	Sim
Realidade aumentada	Coleta do leite	Sim	Não
	Transporte do leite	Não	Não
	Análise do leite	Não	Sim
	Descarregamento do leite	Não	Não

**Fonte: Autoria própria.**

Com base no quadro anterior pode-se propor uma metodologia de aplicabilidade para cada tecnologia na cadeia de suprimentos da empresa. Ao tratar-se de IoT, refere-se a uma máquina ou equipamento que por meio de sensores e do

*wireless* consegue transmitir dados para uma nuvem. Partindo deste ponto faz-se uma observação dos equipamentos que existem dentro da cadeia de suprimentos do Laticínios Horizonte. Os equipamentos que se tornam bastante suscetíveis a esta tecnologia são o tanque de armazenamento de leite dos produtores e o tanque de coleta do transportador. É sabido que é uma necessidade o conhecimento da temperatura de armazenamento e volume de leite dos tanques, logo pode-se adaptar um sistema de identificação destas informações de forma automatizada. Através de um sensor de temperatura para líquidos e um sensor de nível por pressão hidrostática consegue-se suprir a necessidade da leitura de ambos os itens. Como a leitura é feita em tempo real, processada por um micro controlador, através de um módulo de comunicação estas informações podem ser enviadas à uma nuvem de dados da própria empresa, tendo para cada produtor um conjunto de sensores. Da mesma forma funciona para o tanque dos veículos dos transportadores, onde outro par de sensores podem fazer a indicação dos parâmetros de temperatura e volume de leite.

Nisso, pode-se dizer que está sendo criado um sistema ciber-físico, outra inovação da indústria 4.0, onde dados do mundo físico estão sendo passados para um meio virtual. Levando em conta a proposição anterior, com o conhecimento das temperaturas e volumes de leite nos processos de coleta e transporte, observa-se alguns impactos significativos nos custos e na qualidade da matéria-prima conforme o Quadro 1 e 4 coloca. A redução dos custos de coleta e transporte implicam diretamente no preço mais acessível do queijo ao consumidor. O valor retirado dos custos de transporte pode ser reduzido do custo do produto final, o que pode significar um aumento no número de vendas e ganho de mercado para a empresa. Quanto a qualidade da matéria-prima, o controle desenvolvido pela inserção da IoT proporciona a seleção de matérias-primas que atendam aos padrões da empresa, podendo ainda utilizar tal tecnologia como ferramenta de rastreamento de não conformidades, leites com má qualidade, resfriadores com defeitos de funcionamento, entre outras oportunidades.

Pode-se tratar da computação em nuvem e *big data and data analytics* tal como um sistema único, visto que as duas inovações são totalmente relacionadas e trabalham juntas em uma aplicação. Como o processo logístico do suprimento de leite exige muitas informações e documentações, estas podem ser passadas para um meio digital de preenchimento automatizado com o auxílio de um dispositivo eletrônico. Dessa forma, os calendários de anotação do volume de leite e mapa diário seriam

totalmente abolidos. Não mais se faria necessário documentos impressos para controle das coletas. Atrelado ao sistema proposto anteriormente na seção da IoT, ainda seriam armazenadas informações de temperatura, volume e origem do leite para todas as coletas. Históricos de dados, demonstrativos, indicadores de eficiência de rotas, viabilidade de coleta, tudo isso poderia ser determinado pelas análises das informações contidas na *big data*. Essa estratégia traria redução nos custos de coleta, transporte do leite, estendendo-se até o ponto das análises em laboratório. Já do ponto de vista da qualidade, históricos gerados de matéria-prima para cada produtor podem acarretar em estratégias de seleção dos melhores produtos, possibilitando até o desenvolvimento de outros tipos queijos que exigem matérias-primas com maior qualidade. Os custos reduzidos fariam com quem o preço do produto final venha a decrescer, conquistando um número maior de vendas e um ganho de mercado significativo.

Conforme acompanhou-se no Quadro 10, a rastreabilidade poderia apresentar possíveis melhorias no ponto de vista de custo e qualidade somente na atividade logística do descarregamento do leite. Isso pode ser justificado pelo fato da rastreabilidade não ser uma tecnologia que implica em melhorias quanto a qualidade da matéria-prima. Entretanto, para o caso do descarregamento do leite, a rastreabilidade se mostrou como uma tecnologia de controle de processo e de cronograma, conforme descrito no Quadro 6. A rastreabilidade poderia ser introduzida na indústria com uma tecnologia já citada anteriormente, o RFID. Através de um sistema de *tags* de alta frequência inserido em cada caminhão de transporte e rastreado por antenas posicionadas na estrutura da empresa, é possível saber o momento exato em que o caminhão passa na catraca, se dirige à lavagem e depois ao descarregamento. Importante ressaltar que se aplicada nos processos de coleta e transporte do leite, através da inserção de antenas de rastreamento posicionadas nas propriedades dos produtores, a rastreabilidade se mostraria como uma poderosa ferramenta de diminuição de custos. Os dados de rastreamento dos veículos pelas rotas de coleta, localização, horários, atrelados ainda às informações de volume de leite coletado presentes na *big data*, forneceriam um método de cálculo de rotatividade excepcional, fornecendo soluções quanto a ordem de coletas, caminhos mais curtos e estratégias de máximo aproveitamento do tanque de transporte. Para tanto, poderia ser possível a redução no número de veículos de coleta, ou seja, menos fornecedores de transporte necessários para realizar o deslocamento do produto. No entanto,



nenhuma dessas soluções implicam em melhorias de qualidade de matéria-prima. De forma geral, os custos reduzidos no descarregamento atrelados ao acréscimo de qualidade de matéria-prima auxiliam o Laticínios Horizonte a alcançar um maior número de vendas, aplicando-se uma redução no valor do produto.

Por fim, tem-se a realidade aumentada. De acordo com o Quadro 10 pode-se observar que esta inovação não possuiu resultados positivos quando analisada sob a óptica de custo e qualidade dentro das atividades da cadeia de suprimentos do Laticínios Horizonte. Uma possível causa para este resultado pode ser indicada como a dificuldade de se aplicar a tecnologia em um sistema onde ela apresente melhorias em ambos os campos. Até foram-se encontradas proposições de aplicações quanto a redução de custo na coleta de leite ou na preservação da qualidade na análise da matéria-prima, mas como o interesse da pesquisa se baseia em requisitos de custo e qualidade e a tecnologia se mostra excludente ela acaba se inviabilizando quanto à aplicação.



## 8 CONCLUSÕES

Na indústria de laticínios, os fatores do custo e da qualidade são extremamente importantes para definir o desenvolvimento de uma empresa. O transporte do leite corresponde a um dos maiores custos dentro de uma cadeia de suprimentos e o padrão de qualidade do produto final é o quesito seletivo da empresa perante o mercado.

O objetivo deste estudo estava em avaliar o potencial de uso de tecnologias da indústria 4.0 na Cadeia de Suprimentos de laticínios, identificando as tecnologias da indústria 4.0 aplicáveis às cadeias de suprimento, os requisitos de custos e qualidade no abastecimento de laticínios, e por fim, compreendendo as oportunidades e desafios do uso dessas tecnologias na cadeia de suprimentos da indústria do leite.

Mediante a revisão teórica de literatura, o objetivo específico de identificação das tecnologias da indústria 4.0 aplicáveis às cadeias de suprimentos foi alcançado. Os requisitos de custo e qualidade no abastecimento de laticínios foram conhecidos através dos levantamentos do estudo de caso e da revisão de literatura, tendo-se como resultado a representação do planejamento estratégico da empresa estudada. O terceiro e último objetivo, da compreensão das oportunidades e desafios do uso destas tecnologias na cadeia de suprimentos da indústria do leite, foi atingido ao final do estudo por meio das análises geradas na seção de discussões, e ressaltando do ponto de vista técnico, as possíveis aplicações das tecnologias dentro do sistema logístico, justificado através da diminuição de custos e preservação da qualidade. Neste sentido, observou-se que a IoT, os sistemas ciber-físicos, a *big data* e a computação em nuvem se mostraram ótimas ferramentas de redução de custo e contribuiriam no acréscimo de qualidade para a matéria-prima. A rastreabilidade mostrou-se aplicável somente em uma das atividades logísticas, na atividade de descarregamento da matéria-prima. Já as tecnologias da realidade aumentada, realidade virtual e manufatura aditiva não puderam ser aplicadas devido aos seus conceitos divergirem muito da proposta da pesquisa, logo foram inviabilizadas.

Concluindo, torna-se interessante evidenciar que as análises geradas neste trabalho contribuem para o desenvolvimento de novos produtos e adequação dos processos da cadeia de suprimentos da indústria leiteira de forma a reduzir custos e até melhorar a qualidade do produto transportado. A redução de custos logísticos na cadeia de suprimentos proporciona uma diminuição no valor do produto final,

aumentando o número de vendas e o crescimento em mercado. As melhorias proporcionadas na qualidade além de realizarem a cativação dos consumidores acabam proporcionando oportunidades de desenvolvimento de produtos que necessitam de matérias-primas mais selecionadas, com maior padrão de qualidade e que levam a novos mercados com novas possibilidades.

Para a engenharia mecânica, busca-se incentivar o desenvolvimento de novos equipamentos, tal como o tanque de armazenamento de leite e o tanque rodoviário, que já possuem em seu projeto um conjunto de sensoriamento mecânico de temperatura e volume de leite, o que pode tornar possível as melhorias descritas anteriormente neste estudo. Além disso, pôde-se expor as perspectivas de trabalho para acadêmicos e engenheiros que possuam interesse em ampliar suas áreas de conhecimento, nesta pesquisa representadas pelas áreas da administração e da logística, salientando que a união criada pelas áreas de gestão e os conceitos da engenharia originam ideias poderosas e que podem implicar em grandes melhorias nas organizações.

Para pesquisas futuras, existe uma grande oportunidade no estudo do impacto destas tecnologias na produtividade da indústria leiteira, inclusive, estendendo essas inovações também para a parte da fabricação em si.

## REFERÊNCIAS

ABNT NBR 6023. **Informação e documentação - Referências - Elaboração**. [s. l.]: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2018. Disponível em: <<https://www.ufpe.br/documents/40070/1837975/ABNT+NBR+6023+2018+%281%29.pdf/3021f721-5be8-4e6d-951b-fa354dc490ed>>. Acesso em: 11 out. 2020.

AYDOS, T. F.; FERREIRA, J. C. E. RFID-based system for Lean Manufacturing in the context of Internet of Things. In: IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON AUTOMATION SCIENCE AND ENGINEERING, 2016, Fort Worth, Texas. **Proceedings...**[s.l.]: IEEE Robotics & Automation Letters (RA-L), 2016. p. 1140-1145.

AZEVEDO, M. T. **Transformação Digital na Indústria: Indústria 4.0 e a Rede de Água Inteligente no Brasil**. São Paulo, 2017. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3142/tde-28062017-110639/pt-br.php>> Acesso em: 11 out. 2020.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos/Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2007.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. São Paulo: Atlas, 2001.

BOWERSOX, D. J.; CLOSS, D. J.; COOPER, M. B. **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. **Instrução Normativa nº 76, de 26 de novembro de 2018**. Aprova os regulamentos técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade que devem apresentar o leite cru refrigerado, o leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A. Brasília, DF, nº 230, 30 de novembro de 2018. Seção 1, p. 9.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Mapa. **Instrução Normativa nº 77, de 26 de novembro de 2018**. Estabelecidos os critérios e procedimentos para produção, acondicionamento, conservação, transporte, seleção e recepção do leite cru em estabelecimentos registrados no serviço de inspeção oficial. Brasília, DF, nº 230, 30 de novembro de 2018. Seção 1, p. 10.

BRUNOZI JÚNIOR, A.C.; ABRANTES, L.A.; FERREIRA, M.A.M.; GOMES, A.P. Mercado e Tributação: Uma Abordagem Teórica sob a Perspectiva de Estruturas de Mercado na Cadeia Agroindustrial do Leite. **Revista Econômica do Nordeste**, v.43, n.1, p.93-108, 2012.

BUENO, R. E. *et al.* Interferências da indústria 4.0 na logística de suprimentos. **Iberoamerican Journal of Project Management**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 53-67, 2018.

CHENG, Guo-Jian; *et al.* Industry 4.0: development and application of intelligent manufacturing. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION SYSTEM AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE (ISAI), **Proceedings...** Hong Kong, p.407-410, jun. 2016.

CHRISTOPHER, M. **Logistics and Supply Chain Management**. 4. ed. Edinburgh: Pearson, 2011.

CISS. **Cadeia de suprimentos 4.0: quais são os principais impactos e tendências?**. [s. l.]: CISS, 2019. Disponível em: <<https://blog.ciss.com.br/cadeia-de-suprimentos-4-0/>>. Acesso em: 11 out. 2020.

COELHO, P. M. N. **Rumo a Indústria 4.0**. 2016. 62 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia e Gestão Industrial, Faculdade de Ciências e Tecnologia Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10316/36992>>. Acesso em: 11 out. 2020.

COYLE, J. J *et al.* **Supply chain management: A logistics Perspective**. 10. ed. Boston: Cengage Learning, 2017.

CSCMP - COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS - CONSELHO DE PRIFISSIONAIS DA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS. **Supply Chain Management Terms and Glossary**. [s. l.]: CSCMP, 2013. Disponível em:<[https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM\\_Definitions\\_and\\_Glossary\\_of\\_Terms.aspx](https://cscmp.org/CSCMP/Educate/SCM_Definitions_and_Glossary_of_Terms.aspx)>. Acesso em: 11 out. 2020.

DE MATTOS PAULA, E. C. **ANÁLISE DE PROCESSOS LOGÍSTICOS: UM ESTUDO DE CASO DE UM LATICÍNIO DE PEQUENO PORTE NO INTERIOR DE MINAS GERAIS**. Repositório de Trabalhos de Conclusão de Curso, 2020. Disponível em: <<http://www.pensaracademico.unifacig.edu.br/index.php/repositoriootcc/article/view/1778>>. Acesso em: 22 abr. 2021.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. **Indústria 4.0 no Brasil: oportunidades, perspectivas e desafios**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-no-brasil-oportunidades-perspectivas-e-desafios.htm>>. Acesso em: 11 out. 2020.

GASPARETTO, V. **Proposta de uma sistemática para avaliação de desempenho em cadeias de suprimento**. 2003. Tese (Pós-Graduação em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONÇALVES, C. W. **Pilares da Indústria 4.0**. [s. l.]: LinkedIn, 2017. Disponível em: <<https://www.linkedin.com/pulse/pilares-da-industria-40-caroline-de-windsor/?originalSubdomain=pt>>. Acesso em: 11 out. 2020.

GONÇALVES, M. P. **Proposta de implementação da indústria 4.0 na área de logística**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia de Transportes e Logística) - Universidade Federal de Santa Catarina, Joinville, 2016.

HAMEL, G; PRAHALAD, C. K. **Competindo pelo futuro**. Tradução: Outras Palavras. Rio de Janeiro: Campus, 1995. Tradução de: Competing for the future.

KUNRATH, T; DRESCH, A. Gestão da cadeia de suprimentos e a indústria 4.0: uma análise da literatura. *In: XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2018, Maceió. **Anais [...]**, Maceió, 2018. p. 1-17.

LAMBERT, D. M.; COOPER, M. C.; PAGH, J. D. Supply chain management: implementation issues and research opportunities. **The International Journal of Logistics Management**, v. 9, n. 2, p. 1-19, 1998.

LIMA, A. G.; PINTO, G. S. Indústria 4.0: um novo paradigma para a indústria. **Interface tecnológica**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 299-311, 2019.

LIMA, L. P; PEREZ, R; CHAVES, J. B. P. A indústria de laticínios no Brasil - Um estudo exploratório. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 35, n. 1, 2017.

MATOS, E. F; SCHEIDT, G. V. L. **Estudo de caso: indústria 4.0 comprovando rentabilidade da aplicação**. 2018. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Engenharia Eletrônica) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.

MIGUEL, P. A. C. Estudo de caso na engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução. **Produção**, v. 17, n. 1, p. 216-229, 2007.

NEOGRID. **Cadeia de suprimentos 4.0: quais são os impactos e tendências?**. [s. l.]: Neogrid, 2019. Disponível em: <<https://blog.neogrid.com/cadeia-de-suprimentos-4-0-quais-sao-os-impactos-e-tendencias/>>. Acesso em: 11 out. 2020.

PEDERNEIRAS, G. **Gestão da cadeia de suprimentos na indústria 4.0**. [s. l.]: ind4.0, 2020. Disponível em: <<https://www.industria40.ind.br/artigo/19280-gestao-da-cadeia-de-suprimentos-na-industria-40>>. Acesso em: 11 out. 2020.

RIBEIRO, P. C. C. **Logística na Indústria de Laticínios: dois estudos de caso em cooperativas**. Revista Cadernos de Debate, vol. VII. Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação da UNICAMP, páginas 45-64, 1999.

RIBEIRO, P. C. C. *et al.* Transporte na Indústria Brasileira de Laticínios: Um Estudo de Caso. *In: XXIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, 2003, Ouro Preto. **Anais** [...], Ouro Preto, 2003.

SANTANA, H. L; ASSUMPÇÃO, M. R. P; OLIVEIRA, M. C. Uma perspectiva colaborativa da cadeia de suprimentos para apoiar a indústria 4.0. **Produção Online**, Santa Barbara do Oeste, v. 19, n. 2, p. 694-721, 2019.

SANTOS, B. S. *et al.* Indústria 4.0: desafios e oportunidades. **Revista Produção e Desenvolvimento**, Huambo, v. 4, n. 1, p. 111-124, 2018.

SANTOS, P. R. **Tecnologia Você está preparado para viver a revolução da indústria 4.0?**. [s. l.]: COMPUTERWORLD, 2015. Disponível em: <<http://computerworld.com.br/tecnologia/2015/03/25/voce-esta-preparado-para-viver-a-revolucao-da-industria-4-0>>. Acesso em: 11 out. 2020.

SCHWAB, K. **A Quarta Revolução Industrial**. 1. ed. Tradução: Daniel Moreira Miranda. São Paulo: Edipro, 2016. Título original: The Fourth Industrial Revolution. ISBN 978-85-7283-978-5.

SILVA, D. G. **Indústria 4.0: Conceito, tendências e desafios**. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Tecnólogo em Automação Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017.

SILVEIRA, C. **O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo**. Sorocaba: Citisystems, 2015. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 11 out. 2020.

SIEMENS, A. **Conceito de Indústria 4.0**. Portugal: Siemens SA, 2017. Disponível em: <[https://w5.siemens.com/portugal/web\\_nwa/pt/AcademiaSiemens/noticias/press\\_releases/2017/Documents/PARTE\\_1\\_O\\_que\\_e\\_a\\_Industria\\_4\\_0.pdf](https://w5.siemens.com/portugal/web_nwa/pt/AcademiaSiemens/noticias/press_releases/2017/Documents/PARTE_1_O_que_e_a_Industria_4_0.pdf)>. Acesso em: 11 out. 2020.

TAN, K. C. A framework of supply chain management literature. **European Journal of Purchasing & Supply Management**, n. 7, p. 39-48, 2001.



TELES, J. **Indústria 4.0 - Tudo que você precisa saber sobre a Quarta Revolução Industrial.** [s. l.]: ENGETELES, 2017. Disponível em: <<https://engeteles.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 11 out. 2020

TJAHJONO, B. *et al.* What does Industry 4.0 mean to Supply Chain?. **Procedia Manufacturing**, Vigo, v. 13, p. 1175-1182, 2017.

TOTVS. **A importância da cadeia de suprimentos para as empresas.** [s. l.]: TOTVS, 2020. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/cadeia-de-suprimentos-na-era-4-0/>>. Acesso em: 11 out. 2020.

TOTVS. **Indústria 4.0: afinal, você sabe realmente o significado?**. [s. l.]: TOTVS, 2018. Disponível em: <<https://www.totvs.com/blog/gestao-industrial/industria-4-0-saiba-o-real-significado/>>. Acesso em: 11 out. 2020.

VOLLMANN, Thomas; CORDON, Carlos. Building successful customer-supplier alliances. **Long Range Planning**, v. 31, n. 5, p. 684-694, Oct. 1998.

VOLMANN, Thomas; CORDON, Carlos; RAABE, Hakon. Supply chain management: making the virtual organization work. **Executive Report**, Lausanne: IMD (International Institute for Management Development), n. 19, Feb. 1996.

WITKOWSKI, K. Internet of Things, Big Data, Industry 4.0 – Innovative Solutions in Logistics and Supply Chains Management. **Procedia Engineering**, Zielona Gora, v. 182, p. 763-769, 2017.

ZAGO, C. A. **Conformidade da logística empresarial com as características de supply chain management: um estudo de duas indústrias de máquinas agrícolas automotrizes.** 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Produção) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.