

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

ALEX MELLO KRAUS

Aplicação do conceito Fuzzy na identificação das cadeias de suprimentos de  
uma empresa do ramo alimentício

São Carlos

2019



ALEX MELLO KRAUS

Aplicação do conceito Fuzzy na identificação da cadeia de suprimentos de uma  
empresa do ramo alimentício

Monografia apresentada ao Curso de  
Engenharia de Produção, da Escola de  
Engenharia de São Carlos da Universidade de  
São Paulo, como parte dos requisitos para  
obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Francisco Esposto

VERSÃO CORRIGIDA

São Carlos

2019

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES  
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,  
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

M374 Mello Kraus, Alex  
/ Alex Mello Kraus; orientador Kleber Esposto. São Carlos, 2019.

Monografia (Graduação em Engenharia de Produção Mecânica) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2019.

1. Lógica Fuzzy. 2. Cadeias de valor. 3. Cadeias de suprimento. 4. Supply Chain. 5. Ferramenta de identificação de cadeias de suprimento. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

## FOLHA DE APROVAÇÃO

<b>Candidato:</b> ALEX MELLO KRAUS
<b>Título do TCC:</b> Aplicação do conceito Fuzzy na identificação das cadeias de suprimentos de uma empresa do ramo alimentício
<b>Data de defesa:</b> 28/06/2019

Comissão Julgadora	Resultado
Professor Doutor Marcel Andreotti Musetti (orientador)	APROVANT
Instituição: EESC - SEP	
Professor Doutor Kleber Francisco Esposto	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	
Pesquisador Rafael Alves Ferreira	Aprovado
Instituição: EESC - SEP	

Presidente da Banca: **Professor Doutor Marcel Andreotti Musetti**



Dedico este trabalho a todos aqueles que me ajudaram e apoiaram durante toda a minha trajetória, especialmente aos meus pais.





## AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho às pessoas que estiveram ao meu lado ao longo de minha trajetória até aqui. Ao meu pai Frank por todos os incentivos e motivações para estudar. À minha mãe Vânia por sempre se preocupar com as melhores condições de vida dos seus filhos na grande São Carlos. Aos meus amigos Lucas e Guilherme que, mesmo distantes, continuaram sendo irmãos para toda hora. Ao meu irmão André, por ter seguido o mesmo caminho e me fazer orgulhoso do curso que fiz. Aos moradores da República Zeppelin pelos anos de aluguel vivenciados e pela amizade e respeito de todos. À família Vôlei CAASO por fazer esses 6 anos de estudo terem um motivo maior. Aos meus avós, tios, tias e primas por todo apoio em seguir esse caminho. Aos meus colegas de trabalho, que fazem o dia a dia mais leve. Aos professores da USP-São Carlos pelos imensuráveis ensinamentos. Destaque para o Prof. Dr. Mateus Gerolamo e ao grupo de pesquisa Capitalismo Consciente Univerdades, que foram fundamentais na minha formação extracurricular e decisivos nas minhas escolhas pessoais e profissionais. Ao Rafael Alves Ferreira por todo apoio com a aplicação do Software e conversas esclarecedoras sobre o tema deste trabalho. Por fim, ao Prof. Dr. Kleber Esposto, por aceitar este trabalho e me orientar com tamanha calma e sabedoria.



“Meia caixa para quê? Fazer duas viagens?”

Breno Lourenço (2015)



## RESUMO

KRAUS, A. M. **Aplicação do conceito Fuzzy na identificação da cadeia de suprimentos de uma empresa do ramo alimentício**. 2019. 62 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

O mundo dos negócios é um ambiente dinâmico e a capacidade de adaptação das organizações é fundamental para sua sobrevivência. A competitividade deixou de ser entre empresas isoladas, passando a ser entre cadeias de suprimentos cuja estruturação de forma adequada é vital. É preciso que as empresas conheçam seus tipos de cadeia para que possam criar estratégias mais adequadas de funcionamento. Há duas escolas do pensamento consagradas na literatura que definem tipos de cadeias de suprimentos: a do alinhamento dinâmico e a enxuta-ágil. Ambas possuem métodos de identificação da cadeia que são ou incompletos ou complexos demais. Buscando-se unir o melhor de cada escola, Ferreira (2017) dissertou a respeito da lógica Fuzzy. Este autor identificou as cadeias de suprimentos de uma empresa e as comparou com a visão gerencial da mesma. A lógica Fuzzy possibilita a identificação das cadeias de suprimentos das empresas de forma menos complexa e mais completa. O presente trabalho usou o Software Fuzzy Tech 8.40b para identificar a cadeia de suprimentos de uma empresa do ramo alimentício e em seguida comparou os resultados com dados obtidos através de entrevistas com profissionais da empresa da área de vendas e de *Supply Chain*, a fim de analisar o alinhamento de percepção dos gestores em relação ao estado atual da empresa e também a fim de testar a replicabilidade do trabalho de Ferreira (2017) para outra empresa. O trabalho foi realizado em quatro grandes etapas: revisão bibliográfica, coleta de dados da empresa e aplicação dos dados no Software, entrevistas com os gestores, e por fim resultados e discussões. Os resultados gerados pelo Software foram consistentes com as percepções dos funcionários e com o conhecimento prévio do autor em relação à cadeia de suprimentos da empresa analisada. Foram identificados os graus de representatividade de cada cadeia de suprimentos para cada grupo de clientes definido na pesquisa, e a análise foi complementada com observações a nível de SKU para os resultados mais extremos. Concluiu-se que a metodologia usada por Ferreira (2017) funcionou bem ao ser aplicada para outra empresa com diferentes características de produtos e cadeias.

Palavras-chave: Cadeias de suprimentos. Cadeia Enxuta-Ágil. Lógica Fuzzy. Fuzzy. Segmentação das cadeias de suprimentos.



## ABSTRACT

KRAUS, A. M. **Application of Fuzzy logic in the identification of the supply chain of a food company.** 2019. 62 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2019.

The business world is a dynamic environment and the adaptability of organizations is critical to their survival. Competitiveness has ceased to be between isolated companies, becoming between supply chains. The supply chain dictates the functioning of the company and its structuring adequately is vital. Companies need to know their chain types so they can create better operating strategies. There are two literary schools consecrated in the literature that define types of supply chains: lean-agile and dynamic alignment. Both have methods of identifying the supply chain that are either incomplete or complex. Seeking to unite the best of each school, Ferreira (2017) disserted about Fuzzy logic. In his work, the Supply Chains was identified in a company and compared it with the managers perceptions. Fuzzy logic makes it possible to identify the supply chains of companies in a less complex and more complete way. The present work used the software Fuzzy Tech 8.40b, used by Ferreira (2017), to identify the supply chain of a food company and then compared the results with data obtained through interviews with professionals from the sales and Supply Chain areas in order to analyze the alignment of managers' perceptions regarding the current state of the company and also to test the replicability of Rafael's work to another company. The work was carried out in four main stages: bibliographic review, data collection of the company and application of the data in the Software, interviews with the managers, and finally results and discussions, where the results were compared with the data obtained with the interviews. The results generated by the Software were consistent with the employees' perceptions and with the author's previous knowledge regarding the supply chain of the analyzed company. It was identified the degrees of representativeness of each supply chain for each customer group defined in the survey, and the analysis was complemented with SKU-level observations for the most extreme outcomes. It was concluded that the methodology used by Ferreira (2017) worked well when applied to another company with different characteristics of products and chains.

Keywords: Supply Chains. Lean-Agile Supply Chains Fuzzy Logic. Fuzzy. Supply Chain segmentation.





## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Características gerais das 4 forças comportamentais.....	29
Figura 2 - Alinhamento das proposições de valor das cadeias de suprimentos.....	30
Figura 3 - Ciclo de melhoria enxuto.....	32
Figura 4 - Os sete passos para estruturação da cadeia enxuta.....	33
Figura 5 - Características de uma cadeia de suprimentos ágil.....	34
Figura 6 - Histograma dos valores do CV dos clientes indiretos.....	43
Figura 7 - Histograma dos valores do CV dos clientes diretos.....	43
Figura 8 - Modelo no Software FuzzyTech8.40b.....	47



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características da cadeia de suprimentos colaborativa.....	39
Tabela 2 - Características da cadeia de suprimentos enxuta.....	39
Tabela 3 - Características da cadeia de suprimentos ágil.....	40
Tabela 4 - Características da cadeia de suprimentos de campanha.....	40
Tabela 5 - Características da cadeia de suprimentos totalmente flexível.....	40
Tabela 6 - Bloco de regras do sistema de inferência.....	45
Tabela 7 - Quantidades de SKU's por tipo de cadeia e por clientes.....	47
Tabela 8 - Representatividade (%) dos tipos de cadeias presentes em cada grupo de clientes.....	48
Tabela 9 - Parâmetros definidores da cadeia de suprimentos enxuta.....	49
Tabela 10 - Parâmetros definidores da cadeia de suprimentos ágil.....	50
Tabela 11 - Parâmetros definidores da cadeia de suprimentos colaborativa.....	50
Tabela 12 - Parâmetros definidores das cadeias de suprimentos totalmente flexível e de campanha.....	51



## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	23
1.1 Contextualização.....	23
1.2 Objetivos.....	24
1.3 Justificativa.....	24
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	27
2.1 Gestão das cadeias de suprimentos.....	27
2.2 Escolas do pensamento sobre gestão de cadeias de suprimentos.....	28
2.2.1 Escola do alinhamento dinâmico.....	28
2.2.2 Escola enxuta-ágil.....	31
2.2.2.1 Cadeia enxuta de suprimentos.....	31
2.2.2.2 Cadeia ágil de suprimentos.....	34
2.2.2.3 Cadeia enxuta-ágil de suprimentos.....	35
2.2.2.4 Os critérios DWV <sup>3</sup> .....	36
2.3 Lógica Fuzzy.....	37
2.4 Variáveis volume, variabilidade e tempo de entrega.....	38
3 MÉTODO DE PESQUISA.....	41
3.1 Etapas do trabalho.....	41
3.2 Aplicação da ferramenta e coleta de dados.....	42
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	47
6 CONCLUSÕES .....	55
REFERÊNCIAS.....	57



## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Contextualização

A gestão da cadeia de suprimentos tem sido utilizada como uma arma estratégica para atingir vantagens competitivas e desempenho empresarial superior em indústrias ao redor do mundo (ROUTROY; SHANKAR, 2015).

Existem diferentes tipos de arranjos e relacionamentos dentro de e entre empresas. Essa diferenciação origina as diferentes cadeias de suprimentos. Seus gestores devem direcionar esforços para garantir o equilíbrio entre o atendimento da demanda do mercado, os requisitos dos clientes e as características do produto (AITKEN; CHILDHOUSE; TOWILL, 2003; HOWEG, 2005). Ainda, os requisitos variam de cliente para cliente e uma única empresa pode lidar com diversos grupos de clientes, sendo então importante ter uma estratégia de cadeia de suprimentos diferenciada para cada um desses grupos (CHRISTOPHER; TOWILL, 2000a; GATTORNA; WALTERS, 1996).

Há duas linhas de pensamento no que tange a diferenciação das cadeias de suprimentos. Como bem resume Ferreira (2017), há a escola enxuta-ágil e a escola do alinhamento dinâmico. A primeira escola (enxuta-ágil) define três possibilidades: a cadeia enxuta, a cadeia ágil e uma mescla delas, a enxuta-ágil. A segunda escola é composta por cinco tipos de cadeias, que, de acordo com Gattorna (2015), existem simultaneamente nas empresas. Essa coexistência cria um ambiente de múltiplas cadeias e possibilita a busca pelo alinhamento dinâmico (GATTORNA, 2015). As cinco cadeias são a colaborativa, a enxuta, a ágil, a de campanha e a totalmente flexível.

Ambas as escolas são consolidadas na literatura, mas possuem métodos de identificação das cadeias de suprimentos imprecisos ou muito complexos. Ferreira (2017) analisou que a escola enxuta-ágil, apesar de possibilitar a identificação através de meios práticos, possui poucas opções de segmentação. Ainda, segundo o mesmo autor, a escola do alinhamento dinâmico possui dificultadores ao processo de identificação, que são a excessiva normatização e a imprecisão de avaliações basicamente qualitativas e de difícil aplicação.

Nesse contexto, a lógica Fuzzy apresenta uma alternativa de avaliação viabilizando uma forma quantitativa de análise das cadeias de suprimentos da empresa baseada em seus dados históricos de vendas.

## 1.2 Objetivos

O presente trabalho teve o objetivo de testar o funcionamento e a capacidade de identificação de cadeias de suprimentos da ferramenta de lógica Fuzzy utilizada por Ferreira (2017) através de sua aplicação com os dados históricos de vendas de uma empresa do ramo alimentício e posterior comparação dos resultados com a realidade das cadeias de suprimentos dessa mesma empresa baseada em entrevistas com gestores da área.

## 1.3 Justificativa

É de grande importância que as empresas conheçam a fundo o seu tipo de negócio e sua relação com as diferentes categorias de clientes, para que assim possam projetar e criar os tipos mais adequados de cadeias de suprimentos. Essa identificação é, em sua maior parte, complexa, uma vez que a quantidade de dados e clientes de uma empresa é muito grande e suas relações são das mais diversas.

Portanto, vê-se a necessidade da identificação adequada das cadeias de suprimentos de uma empresa. As escolas de pensamento mais consolidadas sugerem métodos de identificação ou imprecisos, baseados em análises qualitativas, ou complexos demais. Nesse momento, a lógica Fuzzy aparece como alternativa para se realizar um estudo de identificação de forma mais simples e baseada em dados históricos de vendas, ou seja, quantitativamente.

Ferreira (2017) estudou, parametrizou e aplicou a lógica Fuzzy partindo de dados de vendas de uma empresa. O presente trabalho aplicou a mesma ferramenta em uma outra empresa, e fez a comparação com análises baseadas em entrevistas com gestores da área de *Supply Chain* dessa empresa. Foi possível tirar conclusões sobre a funcionalidade da ferramenta desenvolvida por Ferreira (2017) quando aplicada a uma



empresa diferente, com outras configurações de cadeias de suprimentos, e assim fomentar discussões a respeito do seu próprio trabalho.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Gestão das cadeias de suprimentos

As cadeias de suprimentos são uma característica intrínseca de qualquer processo produtivo que envolva movimentação de materiais, seja de fornecedores, clientes, prestadores de serviços, consumidores e qualquer parte envolvida nesse processo. O Fórum Global de Cadeias de Suprimentos (*Global Supply Chain Forum*) define que a gestão da cadeia de suprimentos é a integração dos processos chave de negócio desde o usuário final até os fornecedores originais que proporcionam produtos, serviços e informações que geram valor para consumidores e outros *stakeholders*. Outra definição é de que a gestão da cadeia de suprimentos pode ser definida como a gestão integrada, de ponta a ponta, dos processos de negócio de toda a cadeia (HARRISON; VAN HOEK; SKIPWORTH, 2014).

Para Simchi-Levi (2010) a gestão da cadeia de suprimentos é baseada na integração de *drivers* (direcionadores) relacionados à gestão de operações como fornecedores, fabricantes, depósitos e armazéns. Chopra e Meindl (2006) ainda sugerem outros *drivers* como produção, estoques, localização e transportes.

O assunto gestão da cadeia de suprimentos ganhou força no meio acadêmico e empresarial. No meio acadêmico, de acordo com Huan et al. (2004) o tema teve um forte aumento no volume de publicações a partir de 1990. No meio empresarial, para Christopher e Towill (2001) a gestão da cadeia de suprimentos se tornou fundamental quando se fala de relação com clientes, sendo determinante para organizações de sucesso.

Matias (2008) enxerga que o ambiente de negócios está inserido em um sistema dinâmico e complexo, onde a competitividade derivada desse ambiente dinâmico exige que as empresas estejam adaptadas e consigam se manter em equilíbrio. Ainda, segundo o mesmo autor, essa capacidade de se adaptar e manter-se em equilíbrio possibilita uma vantagem competitiva para a empresa.

## 2.2 Escolas do pensamento sobre gestão de cadeias de suprimentos

As definições de gestão de cadeias de suprimentos são várias, e assim não há um consenso sobre sua definição. Portanto, são várias as abordagens para elaborar e configurar as estratégias das cadeias de suprimentos das empresas. Mas, de acordo com Godsell et al. (2011), são duas as escolas de pensamento mais consagradas na literatura: a escola do alinhamento dinâmico e a escola enxuta-ágil.

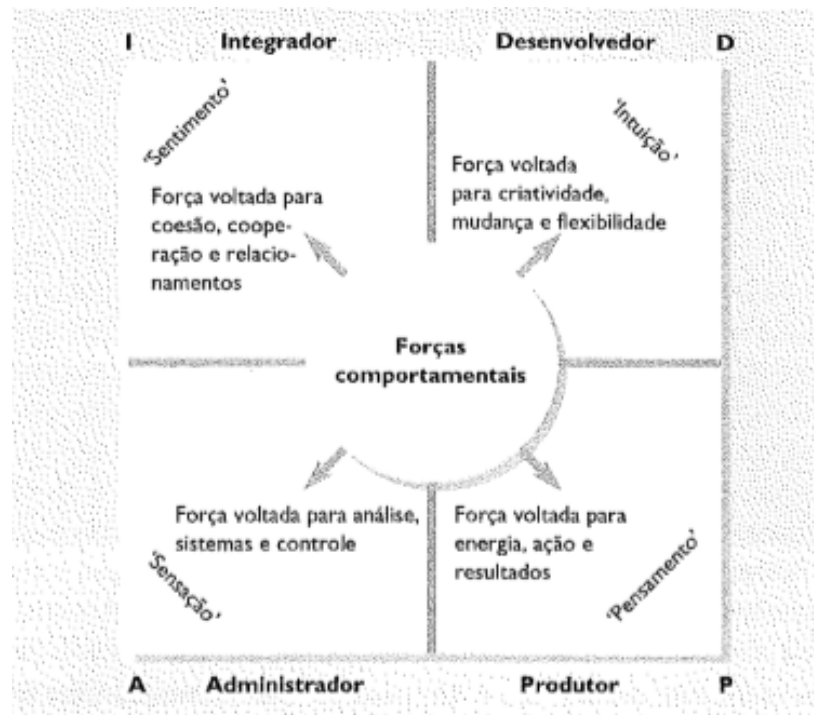
### 2.2.1 Escola do alinhamento dinâmico

A escola do alinhamento dinâmico tem suas bases na literatura de John Gattorna. O alinhamento dinâmico é definido por Gattorna (2009) como o princípio de combinar as necessidades e desejos mutantes dos clientes às diferentes estratégias de cadeia de valor, onde o dinamismo se dá pelo acompanhamento com mais precisão do fluxo e refluxo de energia das pessoas. O autor defende a existência de quatro forças comportamentais presentes em qualquer interação humana, e essas forças são a base para o entendimento e diferenciação das cadeias de valor propostas na escola do alinhamento dinâmico. Gattorna (2009) adaptou o modelo de Adizes e Faust, entregando a visão das quatro forças comportamentais como sendo:

1. Produtor: força voltada para ação, resultados, velocidade e foco;
2. Administrador: estabilidade, controle, confiabilidade, lógica, medição e eficiência;
3. Desenvolvedor: criatividade, mudança, inovação e flexibilidade;
4. Integrador: cooperação, coesão, participação e harmonia.

Gattorna (2009) ainda mostra essas forças como dois pares de forças compensadoras que estão sempre em tensão dinâmica, como mostra a Figura 1.

Figura 9 - Características gerais das 4 forças comportamentais



Fonte: Gattorna (2009).

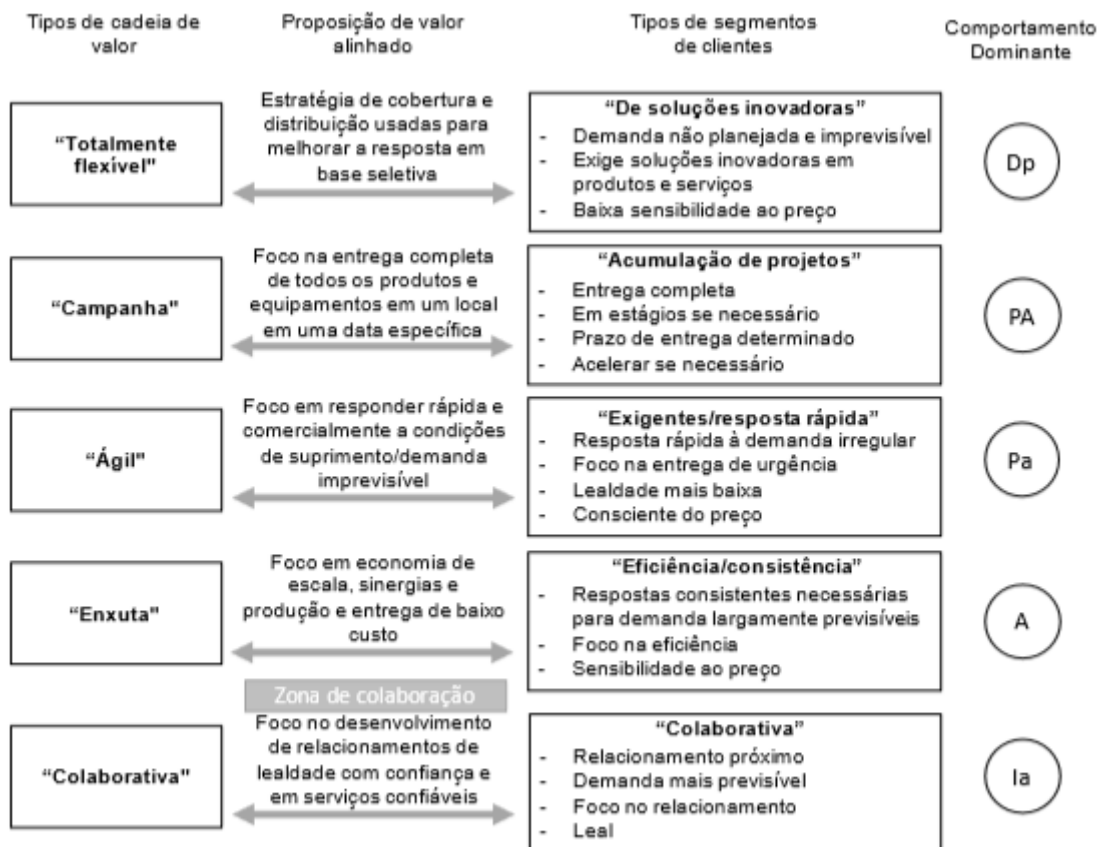
Ainda, Gattorna (2009) enxerga que essas forças, que geram 16 combinações de comportamentos, regem o alinhamento dinâmico da empresa, uma vez que os valores de compra predominantes dos clientes são os orientadores de resposta de qualquer empresa. Portanto, as empresas devem alinhar suas cadeias e respostas para melhor atender às necessidades vivas e mutantes dos clientes, o que orientará a cadeia de valor da empresa. Esse comportamento dominante de compra dos clientes é o direcionador principal das cadeias de valor das empresas, e por isso, de acordo com Gattorna (2009), é o Nível 1 dos quatro níveis do alinhamento dinâmico. O autor define os outros três níveis do alinhamento dinâmico como sendo:

- Nível 2: Estratégia. Ponte das habilidades culturais internas da empresa ao mercado externo;
- Nível 3: Estratégia da lógica cultural. A implementação bem sucedida da estratégia operacional depende de um conjunto alinhado de subculturas;
- Nível 4: Liderança eficaz entende os valores agregados da empresa e a partir deles consegue moldar as subculturas adequadas para o alinhamento dinâmico.

Esses quatro níveis são orientadores para cinco tipos de cadeias de suprimentos. Gattorna (2009) define quatro tipos de cadeias de suprimentos: Colaborativa, Enxuta, Ágil e Totalmente Flexível. Em um trabalho mais recente, Gattorna (2015) ainda sugere mais um tipo de cadeia, a de Campanha (Figura 2).

A cadeia do tipo Colaborativa conta com relacionamentos de lealdade e confiança entre cliente e fornecedor. São oferecidos serviços de confiança e a demanda é previsível. A cadeia Enxuta possui foco na economia de escala, buscando sinergia entre produção e baixo custo. A demanda é amplamente previsível e há uma sensibilidade ao preço. A cadeia do tipo Ágil responde rapidamente a demandas imprevisíveis e entrega em um curto tempo. A lealdade é baixa, e o preço tem seu impacto apesar de não ser o principal fator. A cadeia do tipo Campanha tem como característica a entrega de todos os produtos e equipamentos em uma data e local, específicos combinados. A cadeia Totalmente Flexível atende a demandas não planejadas e imprevisíveis, as soluções são inovadoras e o preço tem baixo impacto.

Figura 10 - Alinhamento das proposições de valor das cadeias de suprimentos



Fonte: Gattorna (2015).

O mercado, os clientes e o ambiente de negócios são dinâmicos, e isso exige que as empresas se adaptem a esse dinamismo. Para Gattorna (2009), empresas que querem ser bem sucedidas precisam alcançar o “alinhamento dinâmico”, ter pessoas e configurações de cadeia vivas que mudem constantemente atendendo as diferentes demandas do mercado. Para isso, é importante ter em sua cadeia as configurações mais adequadas, e em uma única empresa coexistem de um a vários tipos de cadeias de suprimentos. O alinhamento dinâmico é alcançado quando a empresa consegue criar, entender, administrar e sincronizar os diferentes tipos de cadeias em sua configuração.

## 2.2.2 Escola enxuta-ágil

A outra escola do pensamento é a escola enxuta-ágil. Como o nome sugere, a escola é dividida entre cadeias ágeis e cadeias enxutas (também conhecida na literatura como Lean). Ainda, como bem colocado por Ferreira (2017), há uma terceira cadeia: enxuta-ágil. Esta cadeia é uma combinação das duas tradicionais, apresentando elementos de ambas as configurações.

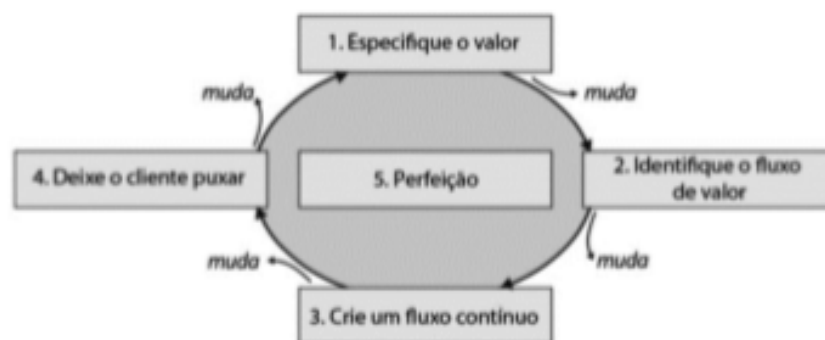
### 2.2.2.1 Cadeia enxuta de suprimentos

Womack e Jones (2003) resumem o pensamento enxuto como a ferramenta mais poderosa para a criação de valor e eliminação de desperdícios nas organizações. A metodologia enxuta começou a ser usada em meados de 1920, com a indústria Ford. Foi aperfeiçoado pelo Sistema Toyota de Produção, e surgiu como conceito em 1996, com Womack e Jones. Para eles, ser enxuto significa fazer mais com menos: usar o mínimo possível de esforços, energia, equipamentos, tempo, recursos, espaços, materiais e capital, ao mesmo tempo em que se fornece ao consumidor exatamente o que ele deseja. Womack e Jones (2003) citam oito tipos de desperdícios encontrados em qualquer processo. Sete deles identificados por Taiichi Ohno (1912 – 1990) e um sugerido por eles próprios. O primeiro desperdício se da nos transportes: transportes desnecessários de partes sob produção. O segundo desperdício acontece nos estoques: conjuntos de partes e peças esperando para ser completadas ou produtos acabados esperando pelo transporte. O terceiro desperdício está na movimentação: pessoas envolvidas no processo se movendo desnecessariamente. O quarto desperdício é a espera: funcionários

esperando desnecessariamente pela próxima etapa do processo. O quinto desperdício é o sobre processamento: produtos sendo processados com passos extras, desnecessários. O sexto desperdício é a sobre produção: gastos com produção de produtos não necessários. O sétimo e último desperdício identificado por Taiichi Ohno são os defeitos: produtos com defeitos são perdas enormes de todos os recursos envolvidos em sua produção. O oitavo desperdício, sugerido por Womack e Jones (2003) é relacionado à produção de produtos que não atendem às expectativas e necessidades dos clientes.

Ainda segundo Womack e Jones (2003), o pensamento enxuto se baseia em cinco princípios. O primeiro deles é a especificação de valor: o valor pode ser definido unicamente pelo consumidor final. É comum e prejudicial à prática de distorção de valor, na qual empresas já existentes, engenheiros e especialistas adicionam complexidade ao produto que não são de interesse do consumidor. O segundo princípio é a identificação da cadeia de valor: a cadeia de valor consiste em todas as ações necessárias para criar e levar um produto ao consumidor. Se não há comunicação entre as diferentes etapas do processo, existirão passos duplicados, ou seja, desperdícios. O terceiro princípio se refere ao fluxo: é preciso fazer com que os passos de agregação de valor tenham fluência, eliminando departamentos que executam uma única tarefa com grande batida. O quarto princípio é o da puxada: produzir o que vender. Para cada unidade vendida, produz-se uma unidade. O consumidor faz a puxada do produto da empresa. O quinto princípio se refere à busca da perfeição: não há fim no processo de redução de tempos, espaços, custos e erros. Os cinco princípios são desenhados como um ciclo (Figura 3).

Figura 11 - Ciclo de melhoria enxuto



Fonte: Adaptado de Womack e Jones (2003).



Apesar da origem da metodologia enxuta ter sido na indústria automotiva, atualmente seus princípios são vistos como uma filosofia de aplicação geral, ocorrendo a aplicação de seus princípios em várias áreas, como no desenvolvimento de produtos e cadeias de suprimentos (BARQUET; AGAPITO; RODRIGUEZ, 2009). Segundo Barquet, Agapito e Rodriguez (2009) a cadeia de suprimentos enxuta pode ser definida como uma rede de empresas que tem como base a agregação de valor para o cliente, por meio da otimização do desempenho da cadeia de suprimentos. Os princípios enxutos vão além do sistema produtivo. Tratando-se de cadeias de suprimentos enxutas, Srinivasan (2004) descreve sete passos fundamentais para estruturar uma cadeia de suprimentos, sendo importante enxergar a cadeia como um todo, integrando todas as empresas que a compõe, entregar valor ao cliente, conhecer bem a cadeia e seu mapa de fluxo de valor, ter uma boa troca de informações, estruturar processos simples e flexíveis, criar um fluxo entre cadeia e puxada, e ter métricas de desempenho. Os sete passos estão esquematizados na Figura 4.

Figura 12 - Os sete passos para estruturação da cadeia enxuta

Passo 1	Adotar uma perspectiva sistêmica, pois não otimiza suas operações isoladamente, mas busca melhorias para a cadeia de suprimentos como um todo.
Passo 2	Entender os clientes, suas expectativas e trabalhar para atendê-los.
Passo 3	Mapear a cadeia de suprimentos por meio da ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor. Desta forma, as empresas conseguirão enxergar os desperdícios e trabalhar para minimizá-los.
Passo 4	Benchmarking buscando as melhores práticas, por meio da troca de informações entre as empresas da cadeia de suprimentos, para atingir melhores patamares de competitividade.
Passo 5	Projetar processos e produtos capazes de gerenciar a volatilidade da demanda.
Passo 6	Criar fluxo ao longo da cadeia de suprimentos, por meio da produção puxada para executar a fabricação dos produtos.
Passo 7	Formular as métricas de desempenho com base na perspectiva sistêmica, ilustrando o desempenho da cadeia como um todo

Fonte: Barquet, Agapito e Rodriguez (2009).

Com isso, busca-se o objetivo final de formar uma rede de empresas que tem como base a agregação de valor para o cliente, por meio da otimização do desempenho da cadeia de suprimentos (BARQUET; AGAPITO; RODRIGUEZ, 2009).

#### 2.2.2.2 Cadeia ágil de suprimentos

Christopher (2000) coloca a flexibilidade como fator chave para as cadeias de suprimentos ágeis. Segundo ele, há outros quatro fatores que são fundamentais para o sucesso de uma cadeia ágil (Figura 5).

Figura 13 - Características de uma cadeia de suprimentos ágil

Sensibilidade de mercado	A cadeia deve ser capaz de atender a demanda real.
Virtual	Usa a tecnologia da informação para compartilhar dados entre fornecedores e compradores.
Processos integrados	Trabalho colaborativo entre fornecedores e compradores, incluindo desenvolvimento de produtos, compartilhamento de informações e sistemas comuns.
Concorrência de rede	As organizações devem se estruturar e gerenciar um relacionamento de comprometimento com seus parceiros e de forma mais ágil e próxima com seus clientes finais

Fonte: Barquet, Agapito e Rodriguez (2009).

O primeiro fator é a sensibilidade ao mercado: deve-se atender as expectativas dos clientes, entregar exatamente aquilo que ele espera receber. A segunda característica está relacionada aos sistemas virtuais e a tecnologia da informação, que são necessários para compartilhar rapidamente informações e dados entre fornecedores e compradores. O terceiro fator trata de relacionamentos: é vital existir colaboração entre fornecedores e compradores, de forma que haja compartilhamento de informações, desenvolvimento mútuo de produtos e sistemas comuns. O quarto fator é semelhante ao terceiro, mas com viés de relacionamentos: é importante a colaboração e a construção de uma cadeia onde

os parceiros tenham comprometimento e levem mais agilidade ao cliente final, envolvendo-o cada vez mais na cadeia.

Barquet, Agapito e Rodriguez (2009) destacam que na cadeia de suprimentos ágil é fundamental a habilidade da organização ou rede de negócios de prosperar em um ambiente em constante mutação e imprevisibilidade. Portanto, cadeias de suprimentos ágeis são elementos vivos, que precisam de constantes mudanças a adaptabilidade, um elevado nível de energia das pessoas e comprometimento de todas as partes para manter esse sistema funcionando.

#### 2.2.2.3 Cadeias de suprimentos enxuta-ágeis

Um terceiro tipo de cadeia, mais recente na escola do pensamento, é a cadeia enxuta-ágil. Esse tipo de cadeia combina elementos das cadeias enxuta e ágil, sendo chamada também de cadeia híbrida. Para Santos (2008) essa cadeia geralmente envolve a montagem por pedidos de produtos em que a demanda pode ser relativamente previsível e atende à customização em massa pela postergação da diferenciação de produtos na montagem final do produto. Para Naylor, Naim e Berry (1999) a cadeia híbrida se define pela utilização dos conceitos da cadeia enxuta até o ponto chamado CODP (*Customer Order Decoupling Point*). Esse ponto é onde o pedido do cliente é recebido pela empresa, então a partir desse ponto se iniciam os processos de diversificação, onde aplicados os conceitos da cadeia ágil. Busca-se, assim, reduzir custos e alcançar eficiência produtiva nos processos de fábrica, ao tempo que se aumenta a responsividade e atendimento ao consumidor na outra ponta da cadeia.

As cadeias enxuta-ágeis possuem diferentes tipologias de produção, que são definidas de acordo com o posicionamento do CODP. Quanto mais ao final do ciclo de produção o CODP está inserido, mais a cadeia opera com incerteza do produto final, deixando a customização para os últimos momentos. Quanto mais no início, maior é o grau de customização do produto. De acordo com Soares (2012) há quatro tipologias de produção, definidas a seguir:

- A) MTS - *Make to Stock*: Produção para estocagem. Produção é feita sem compromisso de compra, normalmente baseado em previsões de vendas, como exemplo fábricas de alimentos;

- B) ATO - *Assembly to Order*: Montagem sob encomenda. São produtos cujos componentes já estejam preparados para um compromisso de compra, como exemplo pizzarias;
- C) MTO - *Make to Order*: Produção sob encomenda. São produtos feitos a partir do compromisso de compra do consumidor final, como um carro personalizado;
- D) ETO - *Engineer to Order*: Engenharia sob Encomenda. Dependência de uma encomenda personalizada de um consumidor final, como um vestido de noiva.

O tipo de cadeia de suprimentos e a tipologia de produção dependem de alguns fatores relacionados ao produto final e ao consumidor.

#### 2.2.2.4 Os critérios DWV<sup>3</sup>

Ferreira (2017) discute as variáveis DWV<sup>3</sup>, que são critérios de classificação de mercado introduzidos por Christopher e Towill (2000). Esses critérios são orientadores da segmentação das cadeias de suprimentos das empresas. Os cinco critérios são: duração do ciclo de vida do produto, tempo de entrega (*Time Window for Delivery*), volume, variedade e variabilidade.

A duração do ciclo de vida do produto tem forte influência, uma vez que as cadeias precisam estar adaptadas a este ciclo. Um produto com curto ciclo de vida exige processos rápidos, reposição contínua e rápida, aceleração nos processos de criação e desenvolvimento e também velocidade logística.

O tempo de entrega se relaciona com dois fatores principais: o ciclo de vida do produto e a expectativa do cliente. Se o produto tem um curto ciclo de vida, ou se o cliente espera receber o produto muito rapidamente, o tempo de entrega precisa ser curto, e assim uma cadeia de suprimentos ágil. O outro caso é quando ou se tem boa previsibilidade ou longo ciclo de vida, onde se encaixa melhor a cadeia enxuta.

O volume tem clara influência na cadeia de suprimentos. Altas demandas possibilitam a busca pela cadeia enxuta, enquanto menores demandas evidenciam os benefícios da cadeia ágil.

A variedade tem influência direta no volume. Quanto mais variedade, menor o volume total de cada SKU (*Stock Keeping Unit*). É importante conhecer-se o impacto no volume de cada SKU, uma vez que poucos itens podem representar grande parte do volume, e assim diferentes estratégias podem coexistir na cadeia.

A variabilidade diz respeito à previsibilidade da demanda. Demandas previsíveis são facilitadoras de um processo enxuto, enquanto demandas imprevisíveis exigem respostas ágeis da cadeia de suprimentos.

Assim, baseado nas características dos produtos, pode-se dividi-los em categorias de produtos, e adaptar a empresa às cadeias de suprimentos mais adequadas para eles. Sabe-se que é necessária, além da análise desses cinco critérios, uma análise mais estratégica, levando em consideração outros objetivos da empresa. Contudo, reforça-se que estes critérios fornecem uma base sólida para se trabalhar e desenvolver a melhor estratégia global para uma empresa.

### 2.3 Lógica Fuzzy

A lógica Fuzzy foi introduzida nos meios científicos em 1965 por Lofti Asker Zadeh, através da publicação do artigo Fuzzy Sets no *Jornal Information and Control* (RIGNEL; CHENCI; LUCAS, 2011). Para Rignel, Chenci e Lucas (2011) a lógica Fuzzy é fundamental em diversos sistemas, sendo uma técnica de excelência no universo computacional e muito aceita da área de controle de processos. Os autores destacam a importância dessa lógica quando se busca respostas nas quais “sim” e “não” não são suficientes, mas sim respostas do tipo “talvez” ou “quase”. Ainda, colocam que a lógica se torna grande alvo de pesquisas quando se trata da resolução de problemas mais complexos e que possuem casos com imprecisões.

Silva (2005) argumenta que, diferentemente da lógica Booleana, a lógica Fuzzy trata valores entre 0 e 1, ou seja, um valor 0,5 pode representar meio verdade, enquanto 0,9 e 0,1 representam quase verdade e quase falso. Essa lógica é capaz de capturar informações vagas em geral, descritas em linguagem natural, e transformá-las para um formato numérico, de fácil manipulação (WAGNER, 2003).

Para entender bem a teoria Fuzzy, é preciso entender alguns de seus conceitos, como os termos Fuzzy, os conjuntos nebulosos, as operações com conjuntos nebulosos, as variáveis linguísticas e as funções de pertinência.

Para Rignel, Chenci e Lucas (2011) os termos Fuzzy são adjetivos como os usados no dia a dia: “quente”, “forte”, “limpo” e por isso são termos que, diferentemente de qualquer outra teoria de lógica, permitem vagueza nas informações. Os conjuntos nebulosos são assim chamados pois existe um grau de pertinência de cada elemento a um determinado conjunto. É diferente da teoria clássica, onde um elemento pertence ou não pertence a um determinado conjunto. As operações com conjuntos nebulosos descrevem as relações entre as variáveis e entre os conjuntos. Não se faz pertinente a apresentação das operações matemáticas no presente trabalho, mas caso seja de interesse, podem ser consultadas em Rignel, Chenci e Lucas (2011). Para eles, variáveis linguísticas são variáveis cujos valores são nomes de conjuntos Fuzzy, que tem função de aproximar sistematicamente fenômenos complexos ou mal definidos. Um exemplo disso é uma pessoa (variável linguística) assumindo valores denominados baixo, médio e alto, relacionados à altura. As funções de pertinência não possuem um padrão. Variam de acordo com o que se deseja representar e do contexto.

#### 2.4 Variáveis volume, variabilidade e tempo de entrega

Ferreira (2017) define que seu trabalho buscou combinar as melhores características das duas escolas de segmentação da cadeia de suprimentos, evitando-se seus pontos fracos: a escola enxuta-ágil, sugerindo apenas três possibilidades de cadeias e propondo a segmentação com base em variáveis relacionadas aos produtos; e a escola do alinhamento dinâmico que apresenta um modelo de complexa aplicação à realidade das empresas e que baseia-se em questões que resultam em respostas vagas e imprecisas. Para essa melhor definição da cadeia de suprimentos, o trabalho buscou a aplicação da teoria Fuzzy às variáveis DWV<sup>3</sup> e aproveitou a qualidade de caracterização das cadeias proposta pela escola do alinhamento dinâmico. O modelo proposto por Ferreira (2017) usa um sistema de inferência Fuzzy para o tratamento das informações quantitativas e obtenção das informações qualitativas. Como entradas de dados são usadas três das cinco variáveis DWV<sup>3</sup> e como saída a variável tipo de cadeia, sendo as opções as cinco cadeias da escola do alinhamento dinâmico.

Para definir a modelagem da base de regras do sistema de inferência Fuzzy, Ferreira (2017) propõe o relacionamento das características das variáveis tempo de entrega, volume e variabilidade com cada um dos cinco tipos de cadeia (cadeia

colaborativa – Tabela 1; cadeia enxuta – Tabela 2; cadeia ágil – Tabela 3; cadeia de campanha – Tabela 4; cadeia totalmente flexível – Tabela 5). Para a análise, consideraram-se as variáveis linguísticas "baixo", "médio" e "alto".

Tabela 7 - Características da cadeia de suprimentos colaborativa

Dimensão estratégica	Característica	Fonte
Tempo de entrega	De médio a alto, o principal valor do cliente é a entrega na data combinada e não especificamente a duração do tempo de entrega	Gattorna (2015, p. 204)
Volume	De médio a baixo, uma vez que produtos maduros tendem ter queda de consumo	Gattorna (2015, p. 203)
Variabilidade	Baixa, altamente previsível através do canal de comunicação entre fornecedor e cliente. O <i>mix</i> de produtos tende ser composto por produtos maduros	Gattorna (2015, p. 203)

Fonte: Ferreira (2017).

Tabela 8 - Características da cadeia de suprimentos enxuta

Dimensão estratégica	Característica	Fonte
Tempo de entrega	De médio a alto, o cliente busca um prazo de entrega pré-estabelecido, apesar de não compartilhar informações sobre a demanda	Gattorna (2015, p. 243)
Volume	De médio a alto, uma vez que clientes que buscam o menor custo tendem a buscar ganhos de escala	Gattorna (2015, p. 243)
Variabilidade	Baixa, clientes com a mentalidade transacional tendem a comprar produtos maduros e estabelecidos	Gattorna (2015, p. 241)

Fonte: Ferreira (2017).

Tabela 9 - Características da cadeia de suprimentos ágil

Dimensão estratégica	Característica	Fonte
Tempo de entrega	Baixo, a natureza da demanda requer uma resposta rápida	Gattorna (2015, p. 281)
Volume	Baixo, a falta de planejamento encolhe os tempos de entrega necessários para atendimento da demanda e também encolhe o tamanho dos lotes	Gattorna (2015, p. 283)
Variabilidade	Alta, clientes com mentalidade dinâmica tendem a aumentar a gama de possibilidades de escolha. Esta grande gama gera uma alta variabilidade	Gattorna (2015, p. 283)

Fonte: Ferreira (2017).

Tabela 10 - Características da cadeia de suprimentos de campanha

Dimensão estratégica	Característica	Fonte
Tempo de entrega	Alto, uma vez que há todo o processo de projeto de produto, compras e fabricação, impossibilitando a antecipação de atividades	Gattorna (2015, p. 324)
Volume	Baixo, uma vez que a venda de projetos, em geral, ocupa grande parte da capacidade de fabricação para cada único projeto.	Gattorna (2015, p. 322)
Variabilidade	Alta, cada projeto tem um cliente específico e um projeto de produto diferente.	Gattorna (2015, p. 322)

Fonte: Ferreira (2017).

Tabela 11 - Características da cadeia de suprimentos totalmente flexível

Dimensão estratégica	Característica	Fonte
Tempo de entrega	Baixo, para solução de crise o quanto antes a demanda for suprida, melhor	Gattorna (2015, p. 355)
Volume	Baixo, uma vez que a demanda será suprida uma única vez. Em alguns casos o protótipo é a entrega esperada	Gattorna (2015, p. 354)
Variabilidade	Alta, é impossível prever o que será necessário para solucionar uma possível situação de crise	Gattorna (2015, p. 355)

Fonte: Ferreira (2017).



### 3 MÉTODO DE PESQUISA

#### 3.1 Etapas do trabalho

O trabalho se enquadra na definição de estudo de caso uma vez que possui caráter empírico na investigação de um fenômeno dentro de um contexto real contemporâneo por meio de uma análise aprofundada das cadeias de suprimentos da empresa. A primeira parte da pesquisa consistiu na revisão bibliográfica. Foram consultados artigos científicos, livros, trabalhos de mestrado, fontes da internet e periódicos. Foi usada a base de pesquisa Web of Science, além de materiais sugeridos Professor Dr. Kleber Esposto, como artigos sobre metodologia enxuta e livros sobre as principais escolas do pensamento da gestão das cadeias de suprimentos. As palavras-chave utilizadas na pesquisa foram “cadeias de suprimentos”, “supply chain”, “fuzzy”, “lógica Fuzzy” e “segmentação da cadeia de suprimentos”.

A segunda parte da pesquisa consistiu na obtenção de dados e aplicação da ferramenta Fuzzy. Como parte importante dessa etapa, foi feito um estudo mais detalhado do trabalho de Ferreira (2017) para entender o funcionamento da lógica e da ferramenta Fuzzy. O autor Ferreira (2017) foi de fundamental importância na utilização do software, oferecendo ajuda na introdução dos dados e obtenção das respostas.

Na terceira parte foram feitas entrevistas com os gestores da empresa analisada. Os gestores escolhidos eram de áreas chave para a estratégia da cadeia de suprimentos da empresa. Nas entrevistas, o autor deste trabalho realizou perguntas a fim de medir o nível de conhecimento a respeito do tema cadeia de suprimentos e sua familiarização com as principais escolas do pensamento, e posteriormente fez um nivelamento de conhecimento, contando sobre as principais escolas, suas segmentações e suas principais características. Nesta etapa, ainda, o autor fez considerações próprias a respeito das cadeias de suprimentos da empresa, baseado em análises a respeito do funcionamento da empresa e nos conhecimentos obtidos na revisão bibliográfica deste trabalho.

Na quarta parte foi feita a análise dos resultados obtidos com a aplicação da ferramenta Fuzzy e posterior comparação dos mesmos com as respostas obtidas pelas entrevistas com gestores.

A quinta e última parte consistiu na conclusão do trabalho.

### 3.2 Aplicação da ferramenta e coleta de dados

Para a aplicação da ferramenta, foram usados os dados de vendas históricos da empresa alimentícia, referentes ao ano de 2018, de todas as SKU's ativas no período selecionado. Os dados foram consultados através do sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*) da empresa. As variáveis consideradas no modelo foram o tempo de entrega, volume e variabilidade.

O tempo de entrega foi obtido pela diferença entre recebimento do pedido e faturamento para o cliente. Para a definição dos valores dos termos “baixo”, “médio” e “alto” foi-se considerada a característica de entrega da empresa, onde clientes indiretos são do tipo D+1 e os clientes diretos são prazos maiores, com acordos de até 7 dias. Assim, definiram-se os parâmetros como:

- Baixo: entre 0 e 2 dias;
- Médio: entre 2 e 3 dias;
- Alto: acima de 3 dias.

Para os parâmetros volume e variabilidade os clientes foram divididos em dois grupos, de acordo com a política da empresa: clientes diretos e indiretos. Os diretos foram considerados aqueles que fazem pedidos grandes quando comparados aos indiretos, numa proporção que pode passar de 100:1.

A variabilidade se dá pela variabilidade de volume de cada SKU, entre os períodos do ano. Para o cálculo da variabilidade de cada item, foi usado o coeficiente de variação (CV), dado pelo desvio padrão dividido pela média do volume, conforme a Fórmula 1

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (1)$$

Em que: CV = coeficiente de variação;  $\sigma$  = desvio padrão;  $\mu$  = média.

Os resultados obtidos foram organizados em um histograma, conforme as Figuras 6 e 7, possibilitando a definição dos parâmetros “baixo”, “médio” e “alto”.

Figura 14 - Histograma dos valores do CV dos clientes indiretos

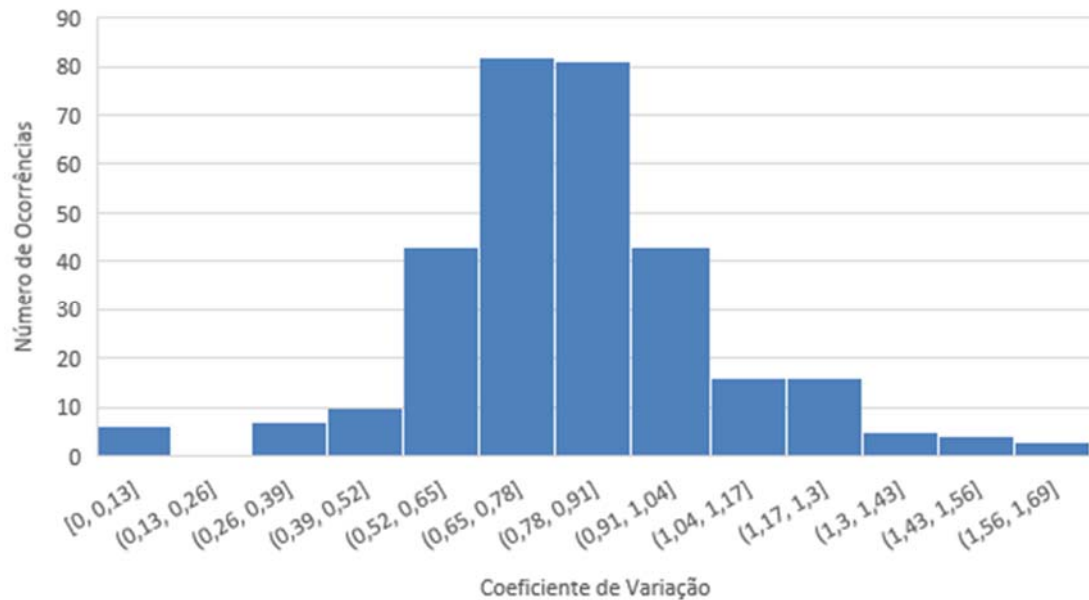
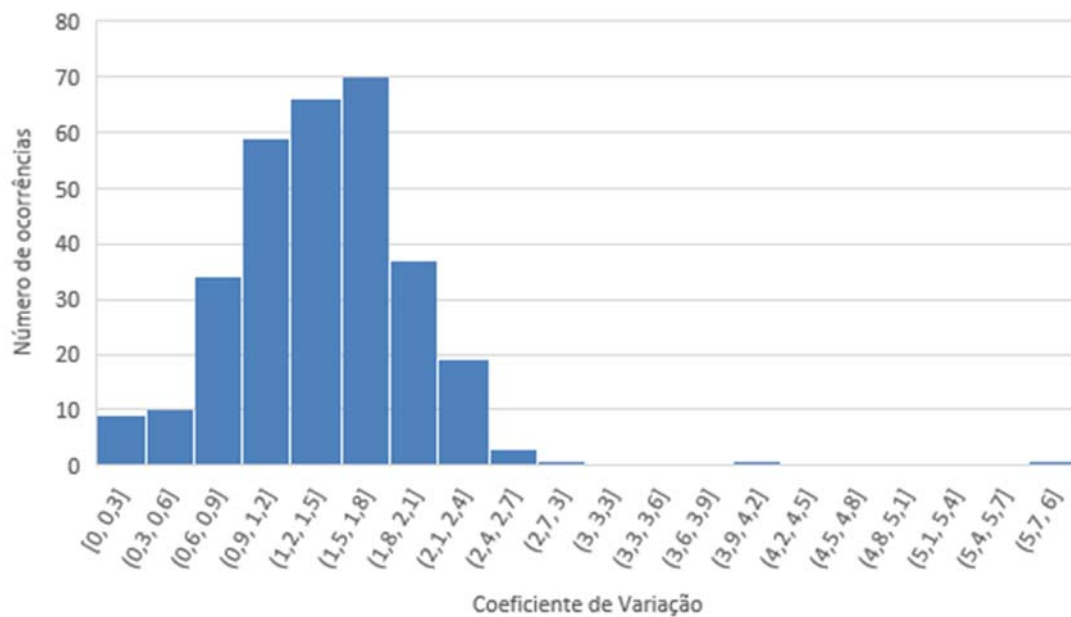


Figura 15 - Histograma dos valores do CV dos clientes diretos



Assim, definiu-se para os clientes indiretos:

- Baixo: entre 0,00 e 0,52
- Médio: entre 0,52 e 1,04
- Alto: entre 1,04 e 2,00

E para os clientes diretos:

- Baixo: entre 0,00 e 0,60
- Médio: entre 0,60 e 2,40
- Alto: entre 2,40 e 7,00

O volume é o volume total por período de cada SKU, considerando-se todos os pedidos. Na empresa analisada, o ano é dividido em 13 períodos de 4 semanas completas cada. Assim, trabalha-se com períodos, e não meses. Foi feita uma média de todos os períodos. Para definição dos intervalos, foi feita a análise através de gráficos de Pareto. Os valores ficaram definidos como:

Para os clientes indiretos:

- Baixo: entre 0 e 1.600
- Médio: entre 1.500 e 4.000
- Alto: entre 3.000 e 200.000

E para os clientes diretos

- Baixo: entre 0 e 3.004
- Médio: entre 3.004 e 9.004
- Alto: entre 9.004 e 600.000

O software usado para a aplicação dos dados e obtenção de resultados foi o FuzzyTECH 8.40b, versão de demonstração. Foi feita a parametrização das variáveis de entrada do modelo conforme os parâmetros apresentados anteriormente. A variável de saída, cujos resultados possíveis são as cinco cadeias de suprimentos sugeridas pela

escola do pensamento do alinhamento dinâmico, se deu através de uma tabela de correlação do bloco de regras do sistema de inferência (Tabela 6).

Tabela 12 - Bloco de regras do sistema de inferência

Regra	Antecedentes			Consequentes
	Volume	Variabilidade	Tempo de Entrega	Cadeia
1	Baixo	Baixo	Baixo	Colaborativa
2	Baixo	Baixo	Médio	Colaborativa
3	Baixo	Baixo	Alto	Colaborativa
4	Baixo	Média	Baixo	Ágil
5	Baixo	Média	Médio	Ágil
6	Baixo	Média	Alto	Enxuta
7	Baixo	Alto	Baixo	Totalmente Flexível
8	Baixo	Alto	Médio	Ágil
9	Baixo	Alto	Alto	Campanha
10	Médio	Baixo	Baixo	Enxuta
11	Médio	Baixo	Médio	Enxuta
12	Médio	Baixo	Alto	Enxuta
13	Médio	Média	Baixo	Ágil
14	Médio	Média	Médio	Ágil
15	Médio	Média	Alto	Enxuta
16	Médio	Alto	Baixo	Ágil
17	Médio	Alto	Médio	Ágil
18	Médio	Alto	Alto	Campanha
19	Alto	Baixo	Baixo	Enxuta
20	Alto	Baixo	Médio	Enxuta
21	Alto	Baixo	Alto	Enxuta
22	Alto	Média	Baixo	Ágil
23	Alto	Média	Médio	Enxuta
24	Alto	Média	Alto	Enxuta
25	Alto	Alto	Baixo	Ágil
26	Alto	Alto	Médio	Ágil
27	Alto	Alto	Alto	Campanha

Fonte: Ferreira (2017)

Para a comparação dos resultados obtidos com a aplicação da ferramenta, foram coletados dados sobre o tipo de cadeia de suprimentos da empresa na visão de funcionários da própria empresa. Para a obtenção desses dados, foram consultados profissionais da área de *Supply Chain* e Vendas.

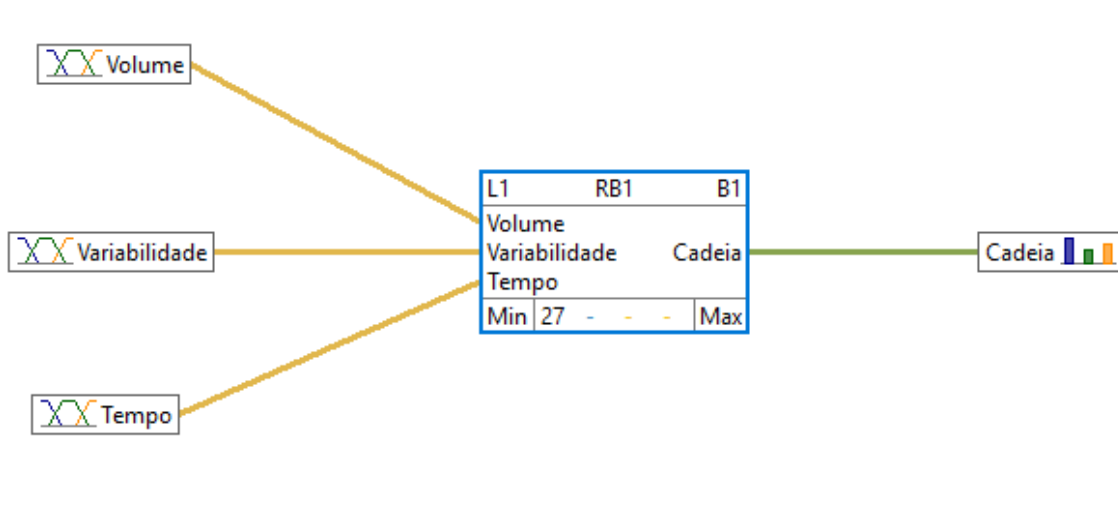
Foram marcadas reuniões nas quais, antes de começar a fazer perguntas, o assunto do presente trabalho, assim como parte do conhecimento a respeito do tema cadeia de suprimentos foi esclarecido. Foram apresentadas as principais características de cada cadeia de suprimentos, assim como exemplos de cada uma delas.



#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 8 mostra o modelo Fuzzy no Software usado. À esquerda, encontram-se as três variáveis de entrada (volume, variabilidade e tempo). Ao meio, o bloco de regras, parametrizado conforme a Tabela 6, na seção anterior deste trabalho. À direita, a variável de saída (cadeia).

Figura 16 - Modelo no Software FuzzyTech8.40b



Os resultados apresentados pelo software podem ser vistos na Tabela 7. É possível ver o número de SKU's pertencente a cada tipo de cadeia. Os resultados dos dois grupos de clientes se encontram na mesma tabela para melhores comparações.

Tabela 7 - Quantidades de SKU's por tipo de cadeia e por clientes

Cientes	Colaborativa	Enxuta	Ágil	Campanha	Totalmente Flexível
<b>Diretos</b>	13	235	73	1	0
<b>Indiretos</b>	23	40	251	0	2

No total foram 316 SKU's analisadas. Em relação a esse total, a representatividade percentual de cada tipo de cadeia de suprimentos presente nos grupos de clientes pode ser vista na Tabela 8.

Tabela 8 - Representatividade (%) dos tipos de cadeias presentes em cada grupo de clientes

<b>Clientes</b>	<b>Colaborativa</b>	<b>Enxuta</b>	<b>Ágil</b>	<b>Campanha</b>	<b>Totalmente Flexível</b>
<b>Diretos</b>	4,1%	72,5%	23,1%	0,3%	0,0%
<b>Indiretos</b>	7,3%	12,7%	79,4%	0,0%	0,6%

Nota-se a presença de todos os tipos de cadeias de suprimentos na empresa. As cadeias com maior representatividade são a enxuta e a ágil. Percebe-se que enquanto o grupo de clientes diretos tem maior predominância da cadeia enxuta, com 72,5% de presença, o grupo de clientes indiretos possui maior predominância da cadeia ágil, com 79,4% de presença. A cadeia colaborativa possui seus traços em ambos os grupos de clientes. As cadeias de campanha e totalmente flexível, apesar de representatividade muito baixa, estão também presentes na empresa.

Olhando para os clientes diretos, os valores de 72,5% de presença de cadeia enxuta seguido por 23,1% de cadeia ágil são resultados muito coerentes com a expectativa pré análise e com as percepções dos entrevistados. Os clientes diretos são aqueles que fazem os maiores pedidos da empresa. Em número de clientes, representam menos de 1% do total, já em volume representam mais de 70% das vendas. Seus pedidos de grandes volumes possibilitam a produção em lotes maiores, economia de fretes, redução de *set ups* na fábrica, estocagem mais correta e maior giro de estoque, possibilitando assim a empresa adotar estratégias e metodologias típicas da cadeia de suprimentos enxuta, fazendo mais com menos.

Somada à característica predominante de grandes volumes, o tempo de entrega é em média mais alto que para os clientes indiretos. Para os clientes indiretos, a grande maioria dos tempos de entrega se distribui nos valores de 1, 2 ou 3 dias. Já para o grupo de clientes diretos, esse tempo foi bem variável, sendo comuns tempos de 3 a 5 dias. Quanto ao parâmetro variabilidade, percebe-se que o grupo de clientes indiretos possuiu maior distribuição de valores, tendo mais SKU's distribuídas em valores mais altos de variabilidade quando comparado aos clientes diretos. Essas análises reforçam o resultado das representatividades apresentado pelo software, que gera o *Output* baseado no bloco de regras mostrado anteriormente na Tabela 6. Um resumo dos parâmetros definidores da cadeia de suprimentos enxuta pode está disposto na Tabela 9.

Tabela 9 - Parâmetros definidores da cadeia de suprimentos enxuta



<b>Cadeia</b>	<b>Volume</b>	<b>Variabilidade</b>	<b>Tempo de Entrega</b>
Enxuta	Baixo	Médio	Alto
Enxuta	Médio	Baixo	Baixo
Enxuta	Médio	Baixo	Médio
Enxuta	Médio	Baixo	Alto
Enxuta	Médio	Médio	Alto
Enxuta	Alto	Baixo	Baixo
Enxuta	Alto	Baixo	Médio
Enxuta	Alto	Baixo	Alto
Enxuta	Alto	Médio	Médio
Enxuta	Alto	Médio	Alto

Percebe-se que a cadeia enxuta tem como principais características o volume de médio a alto e variabilidade baixa ou média, características as quais foram descritas como pertencentes ao grupo de clientes diretos.

O resultado do grupo de clientes indiretos também foi condizente com as expectativas pré análise e com os comentários dos entrevistados. A representatividade de 79,4% da cadeia de suprimentos ágil é coerente com a forma de atendimento da empresa em relação a esses clientes. Os volumes pedidos pelos clientes indiretos são muito menores do que os pedidos pelos clientes diretos. Como base de comparação, os pedidos desse grupo de clientes indiretos podem ser entregues por uma caminhonete, por exemplo, enquanto os pedidos dos clientes diretos são entregues por carretas. Em relação aos tempos de entrega, os clientes indiretos recebem em tempos muito menores. Há pedidos que são entregues em menos de 12 horas, e a grande maioria dos pedidos estão concentrados entre 1 e 3 dias de entrega. Já a variabilidade é maior se comparada aos clientes indiretos. Como são pedidos menores, a variação proporcional entre eles exige menor variação absoluta de volume. Um resumo dos parâmetros definidores da cadeia de suprimentos ágil pode ser visto na Tabela 10.

Tabela 10 - Parâmetros definidores da cadeia de suprimentos ágil

<b>Cadeia</b>	<b>Volume</b>	<b>Variabilidade</b>	<b>Tempo de Entrega</b>
Ágil	Baixo	Médio	Baixo
Ágil	Baixo	Médio	Médio
Ágil	Baixo	Alto	Médio
Ágil	Médio	Médio	Baixo
Ágil	Médio	Médio	Médio
Ágil	Médio	Alto	Baixo
Ágil	Médio	Alto	Médio
Ágil	Alto	Médio	Baixo
Ágil	Alto	Alto	Baixo
Ágil	Alto	Alto	Médio

Para essa cadeia, percebe-se como critérios mandatórios a variabilidade média ou alta e o tempo de entrega baixo ou médio.

Além das cadeias enxuta e ágil, pode-se notar a presença das outras três cadeias da escola do alinhamento dinâmico: colaborativa, de campanha e totalmente flexível. A cadeia colaborativa é a que possui maior representatividade entre as três, nos dois grupos de clientes. As principais características da cadeia colaborativa podem ser vistas na Tabela 11.

Tabela 11 - Parâmetros definidores da cadeia de suprimentos colaborativa

<b>Cadeia</b>	<b>Volume</b>	<b>Variabilidade</b>	<b>Tempo de Entrega</b>
Colaborativa	Baixo	Baixo	Baixo
Colaborativa	Baixo	Baixo	Médio
Colaborativa	Baixo	Baixo	Alto

Nota-se que a cadeia colaborativa foi determinada pelo valor “baixo” nas variáveis volume e variabilidade. Em consulta a base de dados da empresa, foi visto que os itens classificados como cadeia colaborativa são itens com grandes particularidades de vendas, sendo adquiridos por consumidores restritos e fiéis.

As cadeias de suprimentos de campanha e totalmente flexível foram as cadeias com menor representatividade em ambos os grupos de clientes. Seus parâmetros podem ser vistos na Tabela 12.

Tabela 12 - Parâmetros definidores das cadeias de suprimentos totalmente flexível e de campanha

<b>Cadeia</b>	<b>Volume</b>	<b>Variabilidade</b>	<b>Tempo de Entrega</b>
Totalmente Flexível	Baixo	Alto	Baixo
Campanha	Baixo	Alto	Alto
Campanha	Médio	Alto	Alto
Campanha	Alto	Alto	Alto

Nota-se que há apenas uma combinação possível que define a cadeia de suprimentos do tipo totalmente flexível: volume baixo, variabilidade alta e tempo de entrega baixo. O grupo de clientes indiretos apresentou dois itens pertencentes a esse tipo de cadeia. Em consulta a base de dados da empresa, foi visto que ambos os itens são de giro muito baixo e que tiveram uma particularidade no período analisado: ambos sofreram quebra de estoque devido a problemas internos, o que causou primeiro uma ruptura nos atendimentos desses pedidos fazendo com que seu volume fosse zero em alguns períodos e, ao retornarem a situação normal de estoque, tiveram uma grande quantidade de pedidos para suprir sua falta nos períodos anteriores, causando assim uma alta variabilidade. O tempo de entrega, tratando-se de clientes indiretos, é baixo.

Para a cadeia de suprimentos de campanha, foram encontradas três combinações possíveis, mas apenas uma variável: o volume. Tanto o tempo de entrega como a variabilidade se mantiveram como “alto”. O grupo de clientes diretos apresentou um item pertencente a cadeia de suprimentos de campanha. Em consulta a base de dados da empresa, foi visto que o item em questão foi alvo de uma grande promoção no intervalo de tempo analisado. As promoções na empresa possuem uma saída diferenciada em relação aos pedidos “comuns” dos clientes. Todo o volume da promoção é enviado para uma empresa terceira que faz montagem de kits, assim, todo o volume sai em apenas um ou dois períodos, o que causa uma alta variabilidade para o item. Além disso, a data de envio é pré acordada entre as áreas internas da empresa e um pedido é colocado no sistema com um maior tempo de antecedência, o que define um alto tempo de entrega. Essas características foram as responsáveis pelo resultado desse item ser cadeia colaborativa.

Todos os resultados apresentados são coerentes com os dados obtidos nas entrevistas com profissionais que trabalham na empresa. De acordo com o supervisor de planejamento e controle da produção (PCP), a política de produção da empresa é “*Make to Stock* com olhar nos pedidos”, ou seja, aplicam-se conceitos de produção para estocagem baseada em previsões de venda e economia de custos com lotes maiores de

produção até o CODP, onde a empresa passa a buscar um maior atendimento dos clientes em detrimento da economia produtiva. O supervisor de PCP comentou a respeito de casos excepcionais: “As vezes temos que atender a exigências da área de marketing, que faz promoções grandes não previstas no *Forecast* da empresa e assim temos que adequar a produção desses itens, trabalhando como se fosse um projeto a parte” (Informação verbal). Esse comentário se encaixa com a análise a respeito do item promocional que resultou na cadeia de suprimentos de campanha. Ao ser questionado qual a visão dele a respeito da cadeia mais presente na empresa, ele afirmou: “Não sei dizer se tem uma cadeia só. A meu ver trabalhamos na cadeia enxuta-ágil. Temos clientes diferentes e isso exige formas diferentes de trabalhar. É claro que tentamos sempre economizar, aplicar os conceitos enxutos, mas muitas vezes abrimos mão dessa economia para atender melhor nossos pedidos” (Informação verbal). Esses comentários mostram exatamente os resultados apresentados na Tabela 8: presença de diversas cadeias de suprimentos na empresa, com maior representatividade das cadeias enxuta e ágil, dependendo do grupo de clientes analisado.

Outro entrevistado, um gerente da área de *Supply Chain*, fez comentários semelhantes ao do supervisor de PCP. Sua visão a respeito da situação atual da cadeia de suprimentos da empresa se encaixa com a visão do supervisor e com as análises apresentadas neste trabalho. O gerente adicionou um comentário a respeito da situação futura desejada: “Seria muito legal se conseguíssemos trabalhar a maior parte do tempo em colaborativa. Estamos buscando essa situação, já temos projetos acontecendo na empresa que tem como objetivo maior integração e afinidade com nossos clientes” (Informação verbal). Por fim, ele comentou que havia gostado bastante da definição de cadeia enxuta-ágil, da escola enxuta-ágil. Em seu comentário, ressaltou um acontecimento recente da empresa: o planejamento da empresa havia definido que teria produção normalmente durante a semana, pararia a fábrica no final de semana, como é de costume fazer, e voltaria a produzir na segunda-feira. Porém, devido à entrada de pedidos e análises da quantidade desses pedidos que não seriam atendidos por completo, decidiu-se de última hora, na sexta-feira à noite, que a fábrica iria produzir durante o final de semana. Essa decisão exigiu uma grande mobilização de diversas pessoas para garantir que não faltariam recursos, matérias primas, embalagens, pessoas, espaço em estoque, entre outros fatores críticos. Isso mostra que na empresa analisada não há como existir apenas um tipo de cadeia, mas sim cadeias vivas capazes de se alinhar

dinamicamente e coexistirem em harmonia em busca da melhor configuração de acordo com as exigências do mercado a cada instante.



Os dados obtidos com a aplicação do Software aos dados de vendas históricos da empresa alimentícia foram condizentes com as análises e dados fornecidos pelos funcionários da mesma empresa. Os números resultantes da aplicação do Software foram suportados pelos comentários dos entrevistados e também por análises em nível de SKU a respeito das características dos produtos e das cadeias de suprimentos encontradas.

Os resultados mostraram a coexistência de vários tipos de cadeias de suprimentos na empresa alimentícia analisada. Os clientes da empresa foram divididos em dois grupos, os diretos e os indiretos. Em ambos, as cadeias predominantes foram a enxuta e a ágil. Enquanto para os clientes diretos a predominância foi a cadeia enxuta, para os indiretos foi a cadeia ágil. Apesar dessa predominância, foram apresentados traços dos outros tipos de cadeias também: colaborativa, de campanha e totalmente flexível. Esses resultados mostram a importância do alinhamento dinâmico das cadeias de suprimentos nas empresas.

O trabalho de Ferreira (2017), que havia identificado com sucesso as cadeias de suprimentos existentes na empresa por ele analisada, foi usado como base para o desenvolvimento deste trabalho e os resultados deste trabalho evidenciaram a boa aplicabilidade do Software e da metodologia na identificação de cadeias de suprimentos das empresas, nas dadas condições.

O alinhamento dos resultados gerados pelo Software com as percepções dos funcionários da empresa mostra que há um entendimento claro da gerência a respeito da situação atual da cadeia de suprimentos. Esse entendimento é fundamental para a estruturação da estratégia para alcançar o modelo futuro desejado: mais representatividade da cadeia colaborativa. O mesmo método usado neste trabalho pode ser usado ao longo do tempo para acompanhar a evolução e transições entre cadeias de valor na empresa em questão.

Assim como o modelo funcionou para a empresa alimentícia e para a empresa analisada por Ferreira (2017), ele pode ser usado como importante ferramenta gerencial de outras empresas no mapeamento da situação atual, acompanhamento da evolução e consequente melhoria no alinhamento dinâmico de suas cadeias de suprimentos.

Este trabalho e o trabalho de Ferreira (2017) podem ser usados como base para futuros trabalhos de identificação de cadeias de suprimentos em empresas, validando mais uma vez o modelo ou sugerindo melhorias e adaptações importantes.

## REFERÊNCIAS



AITKEN, J.; CHILDHOUSE, P.; TOWILL, D. The impact of product life cycle on supply chain strategy. **International Journal of Production Economics**, v. 85, n 2, p. 127-140, 2003.

BARQUET, A. P. B.; AGAPITO, N.; RODRIGUEZ, C. M. T. Princípios Enxutos e Ágeis na Cadeia de Suprimentos: Aplicações, diferenças e semelhanças relevantes das abordagens lean e ágil em relação à cadeia de suprimentos. **Revista mundo logística**. 8 ed. Jan. 2009.

CHRISTOPHER, M.; TOWILL, D.R. Marrying the lean and agile paradigms. **Proceedings of the EUROMA 2000 Conference**, p. 114-121, 2000a.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Supply Chain Management: strategy, planning and operation**. 3<sup>rd</sup> edition ed. New Jersey: Prentice Hall, 2006.

CROXTON, L. et al. The Supply Chain Management Processes. **The International Journal of Logistics Management**, v.12, n.2, p.13-36, 2001.

DOUGLAS M. LAMBERT; MARTHA C. COOPER; JANUS D. PAGH; Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities. **The international Journal of Logistics Management**, Vol. 9,Iss 2, p. 1-20. 1998.

FERREIRA, R.A.; **Proposta de um modelo quantitativo com base em lógica fuzzy para caracterização de cadeias de suprimentos em empresas**. 2017. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

GODSELL, J. et al. Enabling supply chain segmentation through demand profiling. **International Journal of Physical Distribution & Logistics Management**, v. 41, n. 3, p.296-314, 2011.

HARRISON,A; VAN HOEK, R; SKIPWORTH; H. **Logistics management and strategy**. **Fifth** ed, Harlow, England : Pearson Education Limited, 2014. v. 1

MATIAS, A.V.; **Gestão da cadeia de suprimentos**. 2008. Artigo. Universidade Estácio de Sá. 2008.

RIGNEL, D. G. S.; CHENCI, G. P.; LUCAS, C. A. Uma introdução a lógica Fuzzy. **Revista eletrônica de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica**, v. 01, n. 01, 2011.

ROUTROY, S. ; SHANKAR, A. . Performance analysis of agile supply chain. **International Journal of Manufacturing Technology and Management**, v.29, n 3-4, p. 180-210, 2015.

SILVA, R. A. C. Inteligência artificial aplicada a ambientes de Engenharia de Software: Uma visão geral. Universidade Federal de Viçosa, 2005.

SIMCHI-LEVI, D.;KAMINSKY,P.; SIMCHI-LEVI, E. **Cadeia de Suprimentos Projeto e Gestão**. 3ª edição ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

WAGNER, A. Extração de conhecimento a partir de redes neurais aplicada ao problema da cinemática inversa na robótica. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2003.

WOMACK, J.P.; JONES, D. T. **Lean Thinking**. 1<sup>st</sup> ed. New York: Simon & Schuster, 1996, Second Edition, 2003.