

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ADMINISTRAÇÃO
PPGA – PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO**

Tiago Klassmann Daudt

**MENSURAÇÃO DO EFEITO CHICOTE E A SUA CORRELAÇÃO COM OS
NÍVEIS DE ESTOQUES EM UMA EMPRESA DO RAMO SIDERÚRGICO**

Porto Alegre

2014

Tiago Klassmann Daudt

**A MENSURAÇÃO DO EFEITO CHICOTE E A SUA CORRELAÇÃO COM OS
NÍVEIS DE ESTOQUES EM UMA EMPRESA DO RAMO SIDERÚRGICO**

**Dissertação de Mestrado Profissional
apresentada ao Programa de Pós-
Graduação em Administração da
Universidade Federal do Rio Grande do
Sul.**

**Orientador: Prof^a Dra. Denise Lindstrom
Bandeira**

Porto Alegre

2014

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer inicialmente a todos meus familiares e amigos que estiveram ao meu lado nessa caminhada e souberam compreender os períodos em que me fiz ausente em função deste Mestrado.

A minha orientadora, professora Denise Lindstrom Bandeira por sabiamente proporcionar-me as condições e orientações necessárias para conduzir o desenvolvimento deste trabalho. Obrigado pelo incentivo, conversas e a amizade iniciada a partir daqui.

Agradeço também ao professor José Carlos Fiorioli por ter escrito a tese que serviu de base para o desenvolvimento desta dissertação. Muito obrigado pelas conversas e esclarecimentos que foram fundamentais para o direcionamento do trabalho.

Obrigado igualmente aos professores Flávio Sanson Fogliatto e Tiago Pascoal Filomena por terem aceitado ao convite para participar da banca de defesa da dissertação.

Da mesma forma, agradeço ao professor João Luiz Becker, que com pequenas “conversas de corredor”, auxiliou-me a identificar possibilidades de trabalhos futuros.

Agradeço ao meu gestor na GERDAU, Giuliano Pereira Cardozo, por ter disponibilizado o tempo para a participação no MBA e neste Mestrado Profissional.

Gostaria de agradecer em especial aos meus pais, Sonia e Rudi, por todo o esforço que fizeram desde minha infância, para proporcionar, a mim e aos meus irmãos, as melhores condições para a busca do conhecimento. Serei eternamente grato.

Por fim, queria agradecer imensamente minha noiva Bianca que ao longo do Mestrado foi sempre a maior incentivadora para a execução do trabalho, mesmo estando igualmente atarefada em função do seu Doutorado. Muito, mas muito obrigado mesmo por teres me ensinado a ver a pesquisa com novos olhos.

RESUMO

O atual cenário competitivo no mercado mundial, cada vez mais, vem exigindo das empresas flexibilidade para responder a seus clientes de forma rápida e eficiente. Em busca desses resultados, a gestão da Cadeia de Suprimentos apresenta-se como ferramenta auxiliar no processo de tomada de decisão gerencial. Um fenômeno presente nas Cadeias de Suprimentos é o Efeito Chicote que ocorre através do aumento da variabilidade da demanda ao longo das etapas dessa cadeia. Quanto mais se avança nos níveis da Cadeia de Suprimentos, mais importante torna-se o controle desse fenômeno, visto que, a falta de monitoramento pode gerar uma queda do nível de serviço oferecido pela empresa assim como uma elevação dos níveis de estoque, aumentando o custo de manutenção deste. Este trabalho apresenta a quantificação do Efeito Chicote, a partir das definições de Chen (2000) e Fransoo e Wouters (2000) em uma empresa do ramo siderúrgico como base para o entendimento de seu comportamento e a sua influência nos níveis de estoque na Cadeia de Suprimentos estudada. A partir da mensuração do Efeito Chicote, foi possível fazer algumas inferências em relação a sua intensidade bem como a sua variação entre os níveis. Foi observada uma correlação moderada entre os níveis de estoque e o Efeito Chicote. Além disso, pôde-se verificar a diminuição da intensidade desse efeito no nível em que existe um processo de S&OP e que pode estar agindo como regulador do Efeito Chicote.

Palavras-Chaves: Efeito Chicote, Cadeia de Suprimentos, Níveis de Estoque, Variabilidade da Demanda e S&OP.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Preço internacional do vergalhão no mercado internacional	12
Figura 2 – Evolução das importações de aço no mercado brasileiro.....	12
Figura 3 – Estrutura da Governança Corporativa.....	14
Figura 4 – Desempenho Financeiro Consolidado da GERDAU em 2013	15
Figura 5 – Representação de uma Cadeia de Suprimentos.....	21
Figura 6 – Representação dos ciclos de uma Cadeia de Suprimentos.....	22
Figura 7 – Resumo das principais definições de Efeito Chicote	24
Figura 8 – Amplificação da demanda em uma Cadeia de Suprimentos	25
Figura 9 – Modelo de método de pesquisa	35
Figura 10 – Classificação ABC da classe A	40
Figura 11 – Representação da Cadeia de Suprimentos Analisada.....	41

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2009	37
Quadro 2 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2010	37
Quadro 3 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2011	38
Quadro 4 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2012	38
Quadro 5 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2013	38
Quadro 6 – Vendas geral x Vendas para a Distribuição entre 2009 e 2013	39
Quadro 7 – Resumo da classificação ABC dos produtos de construção civil.....	40
Quadro 8 – Demanda mensal de produtos em 2009	44
Quadro 9 – Demanda mensal de produtos em 2010.....	44
Quadro 10 – Demanda mensal de produtos em 2011	45
Quadro 11 – Demanda mensal de produtos em 2012.....	45
Quadro 12 – Demanda mensal de produtos em 2013	46
Quadro 13 – Pedidos realizados para a usina em 2009	46
Quadro 14 – Pedidos realizados para a usina em 2010	47
Quadro 15 – Pedidos realizados para a usina em 2011	47
Quadro 16 – Pedidos realizados para a usina em 2012	48
Quadro 17 – Pedidos realizados para a usina em 2013	48
Quadro 18 – Pedidos programados para a fábrica em 2009.....	49
Quadro 19 – Pedidos programados para a fábrica em 2010	49
Quadro 20 – Pedidos programados para a fábrica em 2011	50
Quadro 21 – Pedidos programados para a fábrica em 2012	50
Quadro 22 – Pedidos programados para a fábrica em 2013	51
Quadro 23 – Valores de tendência central e variabilidade para D_1	52
Quadro 24 – Valores de tendência central e variabilidade para D_2	53
Quadro 25 – Valores de tendência central e variabilidade para D_3	55
Quadro 26 – Demanda média mensal dos itens.....	65

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Efeitos Chicotes calculado para o nível 2.....	57
Tabela 2 – Efeitos Chicotes calculado para o nível 3.....	58
Tabela 3 – Posição de estoque médio mensal	60
Tabela 4 – Resultados dos testes de correlação.....	62
Tabela 5 – Resultados dos testes de correlação após normalização	63
Tabela 6 – Valores médios do Efeito Chicote entre jan/10 e dez/13.....	64
Tabela 7 – Percentual de redução após o processo de S&OP	65

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	11
2.1 Setor.....	11
2.2 A Empresa.....	13
2.2.1 O processo produtivo	16
2.3 Situação problemática	17
2.4 Objetivos.....	19
2.4.1 Objetivo geral	19
2.4.2 Objetivos específicos	19
2.5 Justificativa.....	19
3. REFERENCIAL TEÓRICO	21
3.1 Cadeia de Suprimentos.....	21
3.2 Efeito Chicote.....	22
3.3 Previsão de demanda.....	28
3.3.1 Elementos temporais de um sistema de previsão.....	28
3.3.2 Previsão quantitativa	29
3.3.3 Previsão qualitativa	30
3.4 Estoques.....	30
3.4.1 Objetivos operacionais dos estoques.....	31
3.4.2 Custos de estoque.....	32
3.5 Sistema de Classificação ABC	33
4. MÉTODO E TÉCNICAS UTILIZADAS	34
5. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....	36
5.1 Coleta de dados e priorizações	36
5.2 Delimitação da Cadeia de Suprimentos	41
5.3 Entrevistas.....	42
5.4 Mensuração do Efeito Chicote.....	43
5.5 Análises de Correlação	59
5.6 Processo de S&OP	65
5.7 Entrevistas de validação	67
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
6.1 Limitações do estudo.....	71
6.2 Sugestão de trabalhos futuros	72
REFERÊNCIAS.....	73

1. INTRODUÇÃO

Diante de um novo cenário, a economia, cada vez mais globalizada, é impulsionada pelo avanço tecnológico e traz como consequência um mercado extremamente competitivo. Nesse contexto, as organizações estão em busca constante de melhorias em seus processos para atender da melhor forma possível as necessidades de seus clientes.

Tais necessidades compreendem a disposição de produtos com qualidade e capacidade de entrega eficiente. No entanto, muitas vezes, as empresas não dispõem dessa capacidade exigida devido a uma gama de clientes com necessidades diferenciadas (KRAJEWSKI; RITZMAN, 1994). Procurando diminuir ao máximo o espaço entre a oferta e a demanda, e assim evitar o descontentamento de seus clientes, as grandes indústrias, de diferentes segmentos, estão voltando a sua atenção para a utilização de ferramentas que permitam auxiliar a tomada de decisões.

Para auxiliar nessa busca, a gestão da Cadeia de Suprimentos, que segundo Altiparmak, Gen e Paksoy (2006) caracteriza-se por um conjunto de fornecedores, consumidores, instalações, produtos e métodos de gestão de estoques, compras e distribuição, que inicia com a produção da matéria-prima e finaliza com a entrega do produto final ao cliente, vem destacando-se nos últimos anos como fundamental para alavancar os resultados do meio empresarial. A Cadeia de Suprimentos abrange todas as atividades relacionadas com o fluxo e transformação de mercadorias, desde o estágio de matéria-prima (extração) até o usuário final, bem como os respectivos fluxos de informação (BALLOU, 2006). Para Chopra e Meindl (2003) uma Cadeia de Suprimentos é dinâmica e envolve um fluxo constante de informações, produtos e dinheiro entre os diferentes estágios. Estes autores ainda destacam que o motivo principal para a existência de qualquer Cadeia de Suprimentos é satisfazer as necessidades do cliente em um processo gerador de lucros, maximizando o valor global gerado.

Na busca por essa maximização, observa-se um importante fenômeno presente nas Cadeias de Suprimentos que é o efeito chicote (EC), originalmente chamado de *Bullwhip Effect* (FIORIOELLI, 2007). Segundo Lee, Padmanabhan e Whang (1997) o termo *bullwhip effect* foi dado pelos executivos da *Procter & Gamble* (P&G) para o fenômeno que ocorria nas

vendas das fraldas Pampers. Esse fenômeno consistia no fato de que o volume de vendas aos consumidores finais apresentava-se estável, porém a variabilidade dos pedidos feitos pela P&G aos seus fornecedores apresentava grandes variações de volumes. A variabilidade da demanda é incrementada à medida que avançamos nos níveis das cadeias de abastecimentos (CHEN *et al.*, 2000).

As grandes variações na demanda ao longo da Cadeia de Suprimentos podem gerar excesso de estoques, baixo nível de serviço em função da falta de produtos ou excesso de pedidos em carteira, desbalanceamento de capacidade, previsões de demanda ruins, incerteza nos planos de produção e alto custo com as revisões de entregas e horas extras (LEE, PADMANABHAN E WHANG *et al.*, 1997). Ou seja, quanto maior for a variação do Efeito Chicote, maiores serão os volumes dos estoques ao longo da Cadeia de Suprimentos e, conseqüentemente, maior será o valor empregado pela empresa na gestão destes.

Para Lee, Padmanabhan e Whang (1997) as empresas precisam entender o que gera o Efeito Chicote para assim poder balancear os estoques e as informações ao longo da Cadeia de Suprimentos.

Este trabalho está organizado em 6 capítulos onde no capítulo 1 é feita uma breve introdução ao tema abordado no estudo. No capítulo 2 apresenta-se uma contextualização do setor no qual a empresa está inserida bem como uma breve descrição dela e do seu processo produtivo. Os objetivos e justificativa para o trabalho também são expostos nesse capítulo.

Nos capítulos 3 e 4 são apresentados o referencial teórico que embasou o trabalho assim como o método e as técnicas utilizadas, respectivamente.

O capítulo 5 apresenta o desenvolvimento da pesquisa explorando passo a passo as etapas percorridas durante o trabalho. Por fim, o capítulo 6 traz as considerações finais relativas ao estudo.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Neste capítulo será apresentada uma contextualização de onde o trabalho será aplicado, iniciando por uma descrição do setor siderúrgico atual, uma descrição da empresa a ser estudada e sua situação problemática. Finaliza-se o capítulo, evidenciando os objetivos e a justificativa do estudo em questão.

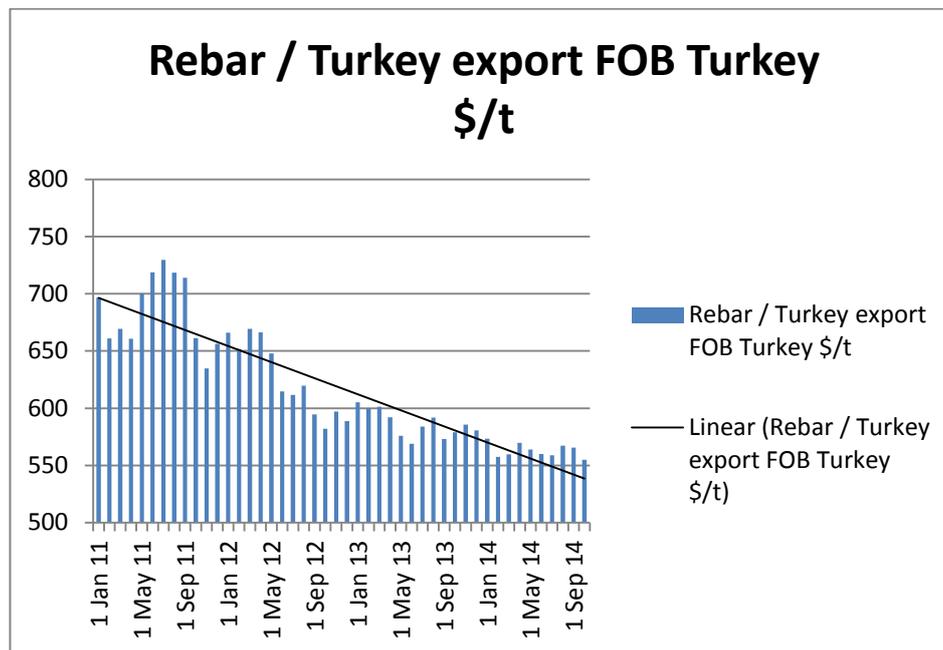
2.1 Setor

No atual cenário de desenvolvimento da sociedade, o aço é um dos produtos mais presentes no cotidiano das pessoas, seja presente nas construções imobiliárias, nos meios de transporte e em bens de consumo em geral, tornando-se muitas vezes imperceptível, mas fundamental para o desenvolvimento econômico das nações.

Segundo as recentes previsões do Instituto Aço Brasil (IABR, 2014) as vendas internas de aço no país aumentarão 4,1% em 2014 em relação ao ano de 2013, passando dos atuais 22,75 milhões de toneladas para 23,73 milhões de toneladas. Comparando-se ao PIB brasileiro que evoluiu 2,3% no ano de 2013 (IBGE, 2014), o aumento citado torna-se relevante para as empresas que atuam no setor siderúrgico.

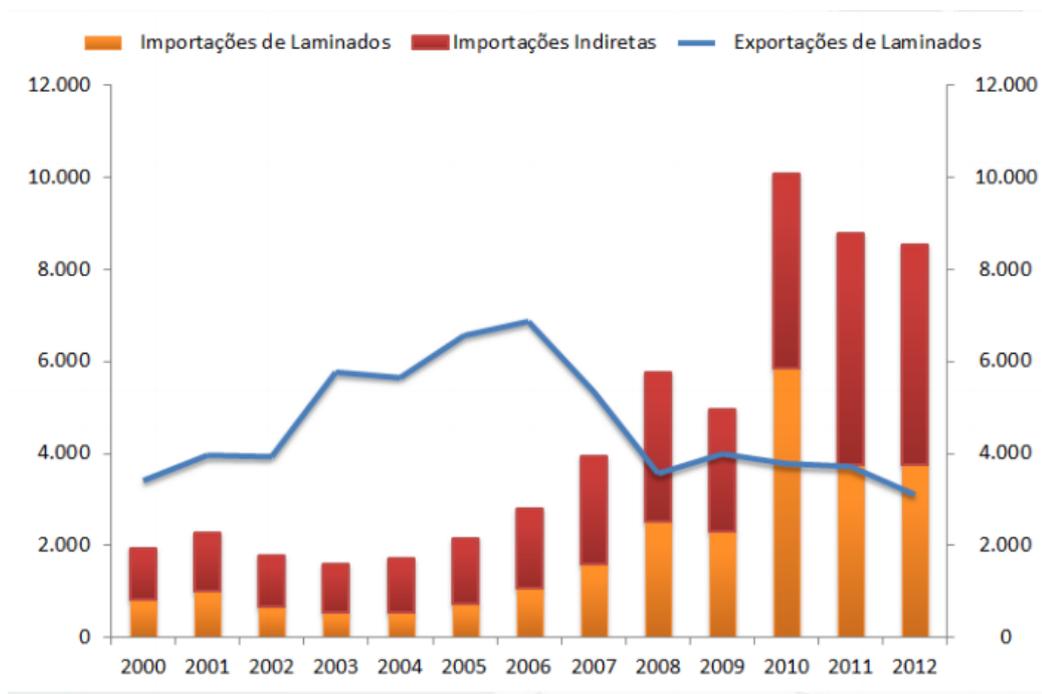
Apesar de previsões relativamente otimistas, o mercado nacional e internacional do aço vem passando por dificuldades, principalmente desde a crise financeira que atingiu o mundo em 2008. Analisando-se o preço internacional do vergalhão de 2011 para cá se percebe uma redução de aproximadamente 18%, passando de um preço médio de 685 U\$/t para 563 U\$/t, conforme apresentado na Figura 1. Além disso, a importação de aço no Brasil, tanto de aço laminado quanto de aço indireto (aço contido em produtos importados), cresceu consideravelmente entre 2007 e 2012 como mostra a Figura 2.

Figura 1 – Preço internacional do vergalhão no mercado internacional



Fonte: Elaborada pelo autor a partir de *Steel Business Briefing* (2014).

Figura 2 – Evolução das importações de aço no mercado brasileiro



Fonte: IABR – Instituto Aço Brasil (2013)

De acordo com o IABR (2014) a capacidade excedente na produção de aço no mundo gira em torno de 600 milhões de toneladas por ano.

Esse movimento de aumento na entrada do aço importado no país tem preocupado cada vez mais as siderúrgicas nacionais, e exigido das mesmas custos e indicadores de produtividade mais competitivos além de uma diferenciação no valor agregado aos clientes.

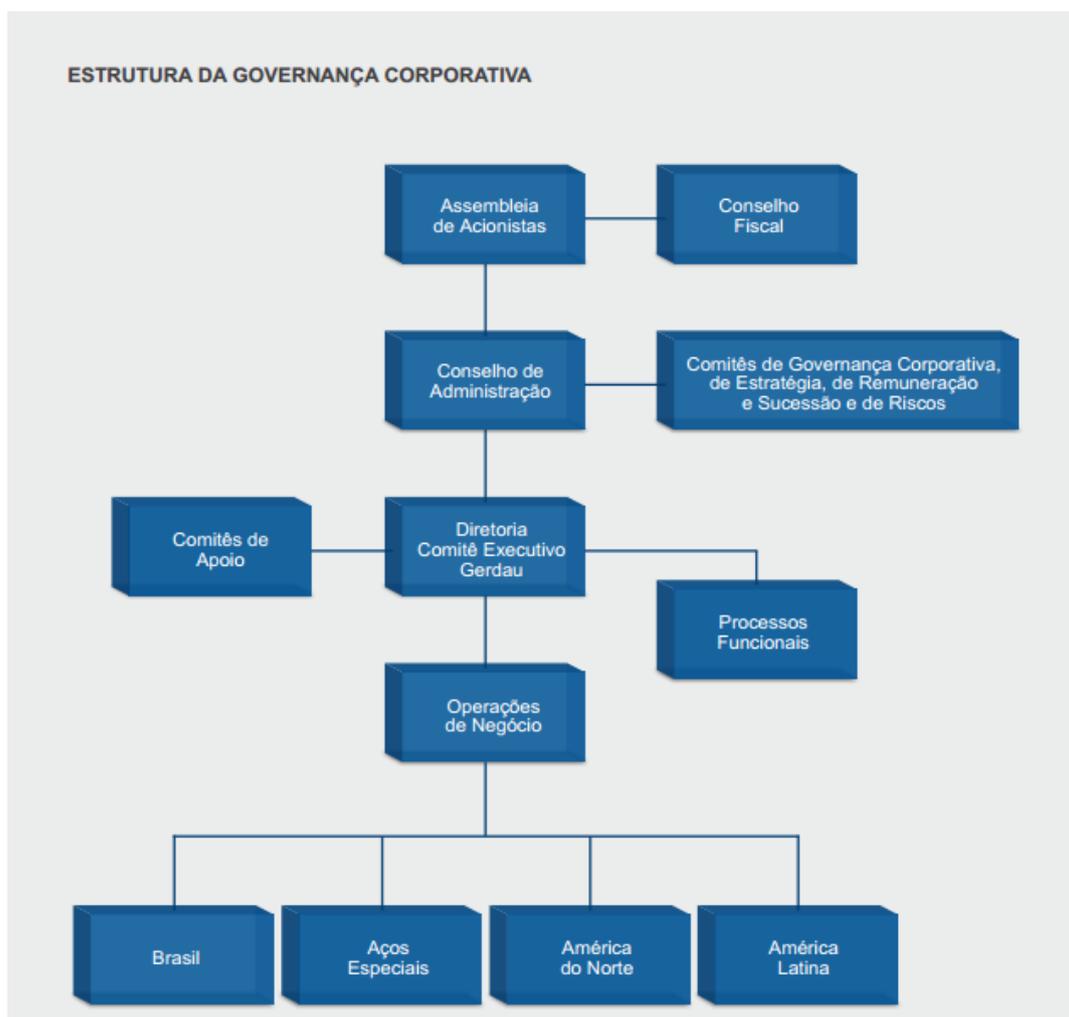
Nesse cenário de alta competitividade, a busca pela satisfação dos clientes apresenta-se como uma constante por parte das empresas do ramo siderúrgico. A satisfação de tais clientes, no entanto, está intimamente ligada ao atendimento preciso e satisfatório de suas necessidades, tanto em termos de cumprimento de quantidade quanto em relação ao tempo para prestação do serviço.

2.2 A Empresa

Este trabalho foi realizado na Gerdau Riograndense, siderúrgica que faz parte do Grupo Gerdau S/A, líder no segmento de aços longos nas Américas e uma das principais fornecedoras de aços longos especiais do mundo. Com mais de 45 mil colaboradores, possui operações industriais em 14 países – nas Américas, na Europa e na Ásia –, as quais somam uma capacidade instalada superior a 25 milhões de toneladas por ano. É a maior recicladora da América Latina e, no mundo, transforma, anualmente, milhões de toneladas de sucata em aço, reforçando seu compromisso com o desenvolvimento sustentável das regiões onde atua. Com mais de 140 mil acionistas, a Gerdau está listada nas bolsas de valores de São Paulo, Nova Iorque e Madri (GERDAU, 2013).

A GERDAU possui uma sólida estrutura de governança corporativa que pode ser visualizada na Figura 3 **Erro! Fonte de referência não encontrada..**

Figura 3 – Estrutura da Governança Corporativa

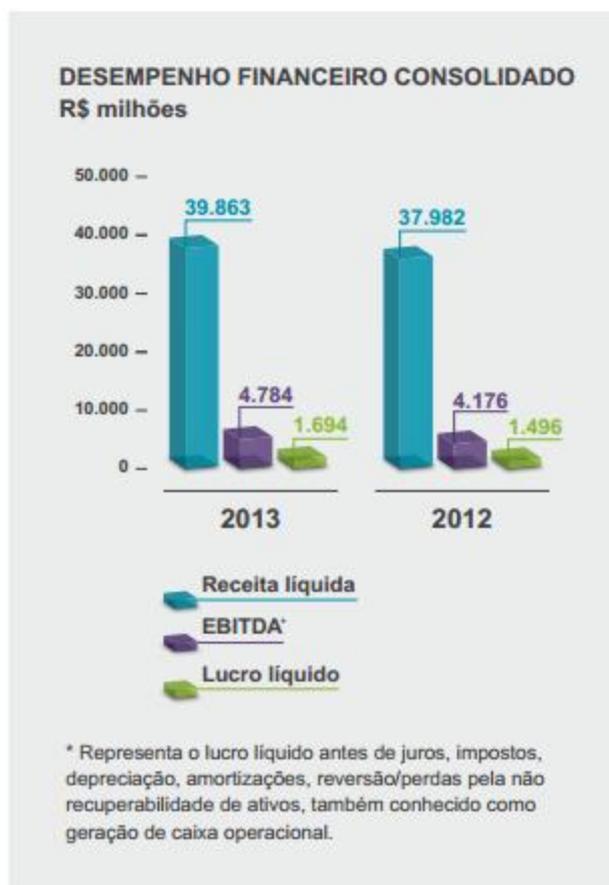


Fonte: Site institucional da GERDAU (2014)

Essa estrutura de governança corporativa apresenta-se como fundamental para o controle e direcionamentos necessários ao negócio além de ser uma exigência para as empresas com capital aberto.

Ao se comparar o desempenho do ano de 2013 com o ano de 2012, a GERDAU apresentou um aumento de aproximadamente 5% no faturamento líquido. Em relação ao EBITDA, a evolução foi de 14,5% e no lucro líquido o aumento foi de 13,2%. Essa comparação pode ser vista na Figura 4.

Figura 4 – Desempenho Financeiro Consolidado da GERDAU em 2013



Fonte: Relatório Anual 2013 – GERDAU

Com uma ampla linha de produtos, comercializados para os cinco continentes, a Gerdau atende os setores da construção civil, indústria, e agropecuário, seja por venda direta aos clientes, seja por venda indireta através de distribuidores externos e internos. Além disso, é líder mundial no fornecimento de aços longos especiais para a indústria automotiva. O aço está presente no cotidiano das pessoas. No Brasil, por exemplo, o aço Gerdau faz parte da construção e modernização de oito estádios de futebol para Copa do Mundo de 2014 e de importantes obras de infraestrutura para o País, como ferrovias, usinas eólicas, portos e estradas.

A Gerdau Riograndense é uma usina siderúrgica semi-integrada, que produz aço a partir de sucata, e foi incorporada pelo Grupo Gerdau em 1948. Localiza-se na cidade de Sapucaia do Sul e possui um quadro de aproximadamente 1.000 colaboradores. Com capacidade de produção de 440 mil toneladas/ano de aço e 400 mil toneladas/ano de laminados, a usina atende basicamente aos mercados de produtos agropecuários (arames farpados,

ovalados e galvanizados), produtos industriais (pregos, barras e perfis), além dos produtos de construção civil (arames recozidos e vergalhões).

No ano de 2007, a Gerdau Riograndense ganhou o Prêmio Nacional da Qualidade (PNQ).

2.2.1 O processo produtivo

O processo produtivo na Gerdau Riograndense é composto por duas grandes etapas: Refino e Conformação.

2.2.1.1 Processo de Refino

O processo de refino inicia-se no pátio de sucata, onde, a partir de sucata ferrosa e ferro gusa, ocorre o abastecimento do cestão, recipiente que serve para armazenar a matéria-prima que será utilizada, de acordo com o tipo de aço que se pretende produzir. O conteúdo do cestão é depositado em um forno elétrico a arco que realiza a fundição da sucata e do ferro gusa.

Após a fundição, realiza-se o vazamento do aço para o forno panela, onde serão adicionadas as ligas para o acerto da composição química específica para cada tipo de aço. É no forno panela também que ocorre o ajuste da temperatura ideal para a realização do lingotamento contínuo, que transforma o aço líquido em tarugos sólidos que serão vendidos ou utilizados como insumo na etapa de conformação.

2.2.1.2 Processo de Conformação

Realizado o lingotamento, os tarugos passam pelo forno de reaquecimento para então serem laminados. A laminação ocorre através de cilindros agrupados em três tipos de “gaiolas”, que estão dispostas ao longo do laminador na seguinte ordem:

- Gaiola de desbaste: local de realização das primeiras deformações no tarugo, preparando o material para a próxima etapa.

- Gaiolas intermediárias: visam ao atingimento da seção final, no entanto sem atingir a bitola e a tolerância dimensional desejada.
- Gaiolas acabadoras: responsáveis pela forma final e tolerância dimensional do produto.

Os produtos finais de um laminador podem ser barras (perfis) ou rolos. Essas barras são laminadas e encaminhadas para o leito de resfriamento. Posteriormente, são dirigidas para o corte a frio, onde ganham o comprimento determinado de acordo com o tipo de produto. Na sequência, para finalizar o processo de conformação, elas passam pela etapa de “Endireitamento”, na qual são corrigidas tortuosidades ou sinuosidades não desejadas no produto final.

2.3 Situação problemática

Ao operar-se um sistema de produção empurrado planejado e programado de acordo com previsões de vendas, corre-se o risco de, através de uma previsão inconsistente, não dispor de condições para atender a demanda imposta pelo mercado (previsões subdimensionadas) ou gerar estoques excessivos (previsões superdimensionadas). Um dos fatores que podem estar gerando a previsão subestimada é a utilização de metodologias não aptas à captação de comportamentos históricos de demanda (tendências, sazonalidades, ciclos, etc.), o que acaba por gerar escassez de itens.

Essa falta de atendimento ao cliente gera dois tipos de custos: o custo financeiro e o custo de perda de imagem. O custo financeiro é o custo direto ocasionado pela não capitalização da venda que não foi realizada, ou seja, o quanto se deixou de ganhar ao não vender determinado produto. Por sua vez, a perda da imagem da empresa diante o cliente é o custo que mais tem preocupado a empresa, principalmente por esse custo ser praticamente incalculável. Isso se deve ao fato de o cliente estar sempre à procura de um fornecedor que atenda as suas necessidades de forma satisfatória, sendo que, uma vez quebrada essa relação, ela dificilmente será restabelecida, devido à alta competitividade nos mercados atuais.

Em contrapartida, previsões mais otimistas que acabam sendo superiores às demandas reais do mercado geram outro problema: o excesso de estoque. Tal situação incorre no aumento do capital de giro da empresa, elevação de custos de manutenção e depreciação do produto decorrente do tempo de armazenagem.

A oscilação entre essas situações apresenta-se como o principal problema enfrentado pela empresa em estudo. Ao mesmo tempo em que se procura estabelecer um nível de estoque de segurança para garantir o nível de serviço, deve-se cuidar para que não ocorra a geração de estoques exagerados uma vez que o portfólio de produtos da empresa passa de oitocentos itens sem considerar os componentes destes materiais. Justamente nesta situação de estoques inflacionados é que o fenômeno do Efeito Chicote torna-se perceptível. As empresas normalmente não têm ideia de que o Efeito Chicote exerce uma influência tão grande em sua Cadeia de Suprimentos. Os gerentes devem começar comparando a variabilidade dos pedidos que recebem de seus clientes com a variabilidade de pedidos que fazem a seus fornecedores. Isso ajuda a empresa a avaliar sua própria contribuição para o efeito chicote (CHOPRA; MEINDL, 2003).

Devido ao dinamismo atual no mercado siderúrgico, onde a cada ano um número maior de *players* faz parte do negócio, a velocidade de adequação dos estoques apresenta-se como fundamental para a sobrevivência da empresa.

Outro fator importante decorre do fato de a conta de estoques (produtos finais e intermediários) ser uma das principais no valor de capital de giro da empresa. Sabe-se que há uma preocupação constante dos acionistas de que o capital de giro seja bem gerenciado, pois a relação deste com as dívidas da empresa torna-se fundamental para a classificação dos papéis dela no mercado acionário.

Diante do que foi exposto até então, a questão de pesquisa apresentada neste trabalho é: *De que forma a mensuração do efeito chicote pode auxiliar no processo decisório relativo à gestão de estoques em uma Cadeia de Suprimentos dentro de uma empresa siderúrgica?*

2.4 Objetivos

Este trabalho apresenta um objetivo geral e quatro objetivos específicos que são apresentados a seguir.

2.4.1 Objetivo geral

Esse trabalho tem como objetivo propor um fluxo estruturado de análise do efeito chicote como indicador preditivo ao aumento de estoque na Cadeia de Suprimentos, mensurando-o a partir das definições validadas pela literatura, como ferramenta auxiliar para o processo gerencial, na empresa em estudo.

2.4.2 Objetivos específicos

- Utilizar técnicas de priorização de produtos, visando aplicar a metodologia proposta sobre produtos que apresentam maior retorno em termos financeiros;
- Utilizar a mensuração do Efeito Chicote como ferramenta de apoio no controle de capital de giro (Kgiro) e níveis de estoque ao longo da Cadeia de Suprimentos estudada;
- Analisar o gerenciamento dos pedidos e dos estoques no nível mais inferior da Cadeia de Suprimentos;
- Apresentar uma aplicação prática da quantificação do Efeito Chicote em um processo do setor siderúrgico.

2.5 Justificativa

As mensurações do Efeito Chicote bem como o gerenciamento dos níveis de estoque na Cadeia de Suprimentos apresentam-se como ferramentas importantes no processo de tomada de decisão, tendo em vista que permitem facilitar a programação da produção, além de garantirem níveis de serviço adequados e evitarem a geração de custos proibitivos relativos à manutenção de estoques.

O presente trabalho tem por finalidade não apenas utilizar a quantificação do Efeito Chicote em uma Cadeia de Suprimentos, mas também realizar a integração de conceitos teóricos com as práticas gerenciais encontradas na empresa em análise.

Tal contribuição apresenta-se oportuna ao passo que existe uma lacuna no que tange a utilização de metodologias e equações matemáticas para análise e soluções de problemas relacionados à gestão de estoques por parte da empresa em questão.

Pretende-se, através da mensuração do Efeito Chicote, compará-lo com os níveis de estoques atuais, identificando a existência ou não de correlação entre ambos. Com isso, pretende-se utilizar o Efeito Chicote como indicador preditivo do aumento de estoque ao longo da Cadeia de Suprimentos.

Além disso, ao se ter uma visão sistêmica da Cadeia de Suprimentos analisada, pretende-se identificar de que forma o controle e estudo do efeito chicote pode-se traduzir em um aumento de ganhos financeiros para a organização.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Este capítulo apresenta os principais conceitos teóricos dos temas que nortearam a execução deste trabalho, sendo eles: Cadeia de Suprimentos, Efeito Chicote, Previsão de Demanda e Estoques.

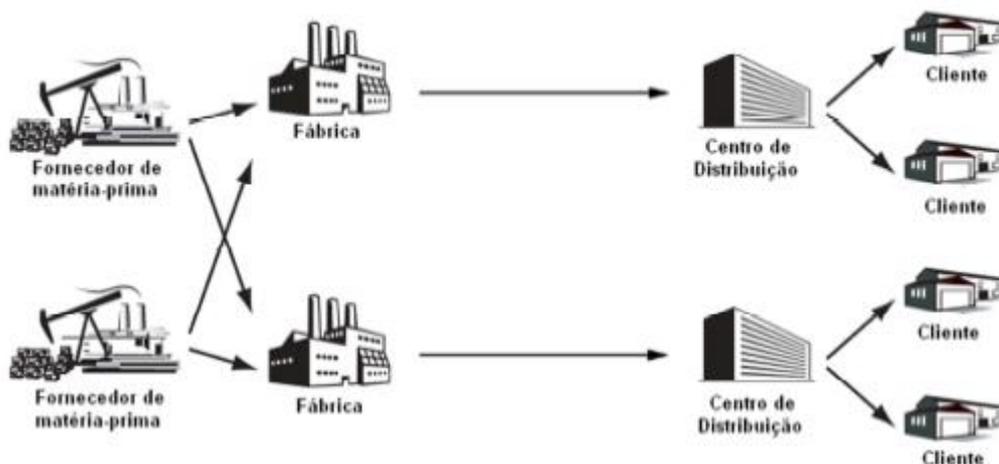
3.1 Cadeia de Suprimentos

A Cadeia de Suprimentos é um conjunto de atividades funcionais (transporte, controle de estoques, etc.) que se repetem inúmeras vezes ao longo do canal pelo qual matérias-primas vão sendo convertidas em produtos acabados, aos quais se agrega valor ao consumidor (BALLOU, 2006).

Segundo Chopra e Meindl (2003), uma Cadeia de Suprimentos engloba todos os estágios envolvidos, direta ou indiretamente no atendimento de um pedido de um cliente. A Cadeia de Suprimentos não inclui apenas fabricantes e fornecedores, mas também transportadoras, depósitos, varejistas e os próprios clientes.

Na Figura 5, pode-se visualizar a representação de uma Cadeia de Suprimentos, neste exemplo com três níveis.

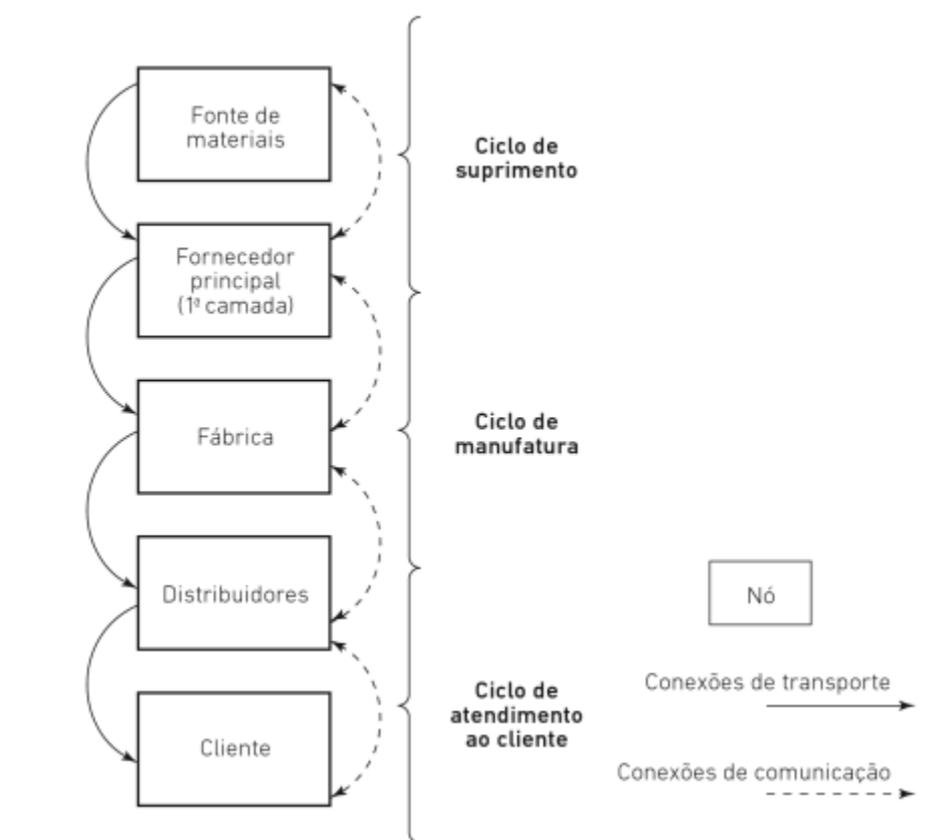
Figura 5 – Representação de uma Cadeia de Suprimentos



Fonte: Adaptado de Ghiani *et al.*, 2004.

Bowersox, Closs e Cooper (2006) trazem uma abordagem interessante onde a Cadeia de Suprimentos é dividida em três ciclos de atividades logísticas: Ciclo de suprimento; Ciclo de manufatura e Ciclo de atendimento. Esses três ciclos se comunicam através de conexões e nós onde as conexões podem ser de transporte ou de comunicação e os nós apresentam-se como os níveis existentes ao longo da cadeia. A representação gráfica pode ser vista na Figura 6.

Figura 6 – Representação dos ciclos de uma Cadeia de Suprimentos



Fonte: Bowersox, Closs e Cooper (2006).

3.2 Efeito Chicote

O primeiro trabalho relacionado ao tema de amplificação da demanda ao longo da *supply chain* foi conduzido por Forrester em sua publicação *Industrial Dynamics* (FORRESTER, 1961 *apud* CHEN *et al.*, 2000). Nesse trabalho, basicamente a causa dessa amplificação foi reduzida a dois tipos de atrasos denominados pelo autor como: atraso de transferência da informação da

demanda e o atraso de transferência física dos produtos ao longo da *supply chain*.

Na literatura encontram-se diversas definições para o Efeito Chicote. Para Chen et al. (2000) o Efeito Chicote é o aumento da variabilidade da demanda ao longo da *supply chain*. A definição para Lee, Padmanabhan e Whang (1997) é similar e fala sobre a tendência que os pedidos enviados aos fornecedores têm de apresentar maior variância do que a variância encontrada nas vendas realizadas junto aos clientes.

Já Warburton (2004) fala em amplificação da taxa de pedidos ao longo da *supply chain*, enquanto Fransoo e Wouters (2000) definem o Efeito Chicote a partir da relação entre os coeficientes de variação da demanda gerada por um determinado nível da *supply chain* e demanda recebida por esse mesmo nível.

A Figura 7 apresenta as principais definições de Efeito Chicote, tomando-se como fator de agrupamento o tipo de relação estabelecida entre as variáveis de pedido e demanda.

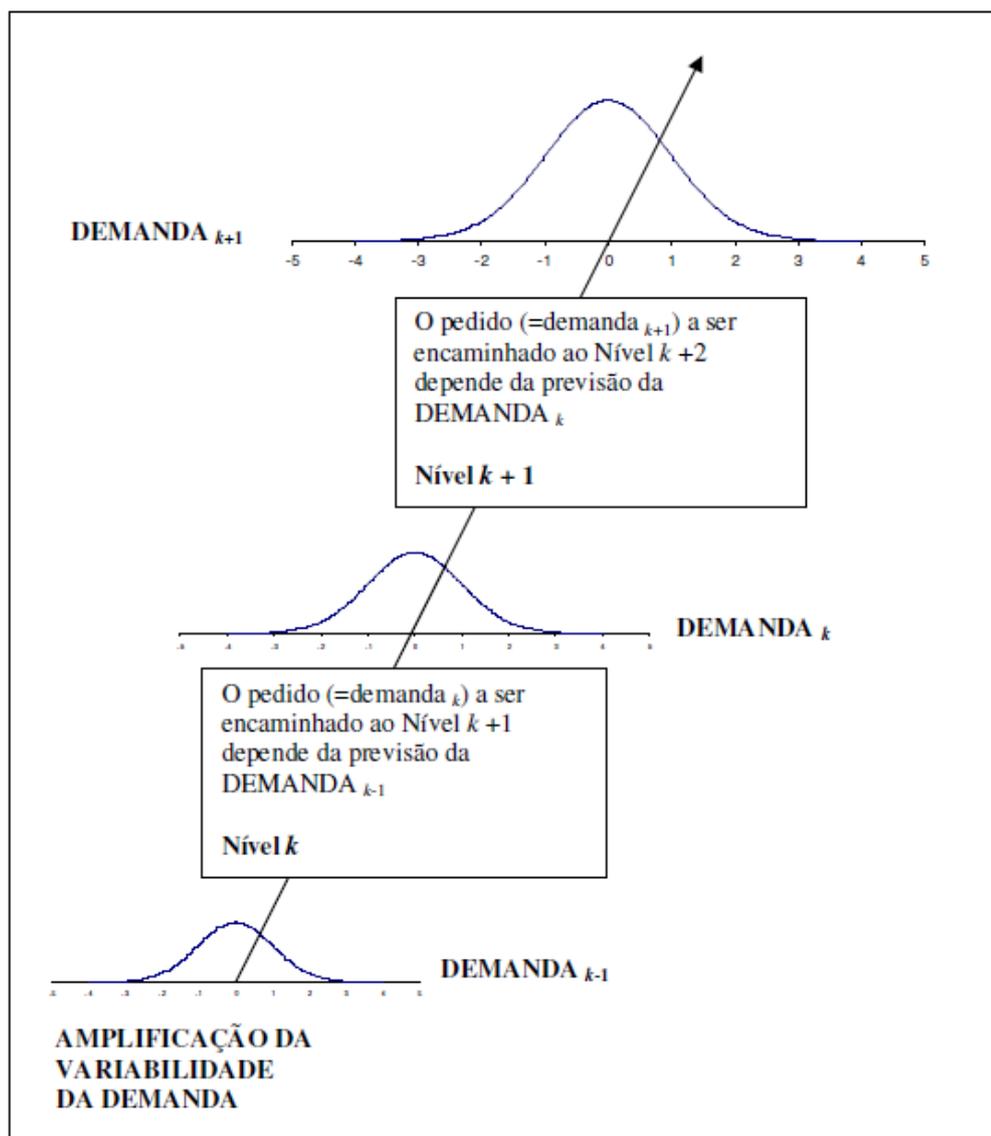
Figura 7 – Resumo das principais definições de Efeito Chicote

Tipo	Autor(es)	Definição do EC
Relação entre a variância dos <u>pedidos</u> e a variância da <u>demanda</u>	Lee, Padmanabhan e Whang (1997a)	Fenômeno presente em estruturas de abastecimento em que os pedidos enviados aos fornecedores tendem a apresentar variância maior que a variância das vendas realizadas junto aos clientes (distorção da demanda); esta distorção se propaga para os outros níveis da estrutura de forma amplificada (amplificação da variância).
	Cachon (1999)	Propagação da variância da demanda ao longo de uma cadeia de abastecimento.
	Carlsson e Fullér (2000)	Fenômeno em que o tamanho dos pedidos encaminhados aos fornecedores tende a ter maior variância que as quantidades vendidas aos clientes (distorção da demanda) e, na seqüência, a variância do tamanho dos pedidos encaminhados aos fabricantes é ainda maior que a variância das quantidades vendidas aos clientes. Propagação da distorção da demanda de uma forma amplificada (amplificação da variância).
	Chen, Drezner, Ryan e Simchi-Levi (2000)	Aumento da variabilidade da demanda ao longo de uma cadeia de abastecimento.
Relação entre a taxa de <u>pedidos</u> e a taxa da <u>demanda</u>	Warburton (2004)	Amplificação da variabilidade da taxa de pedidos ao longo de uma cadeia de abastecimento.
Relação entre o coeficiente de variação da <u>demanda gerada</u> por um nível da CA e o coeficiente de variação da <u>demanda recebida</u> por este nível	Fransoo e Wouters (2000)	Aumento da razão entre o coeficiente de variação dos pedidos e o coeficiente de variação da demanda ao longo da cadeia de abastecimento.

Fonte: Fiorioli (2007)

Considerando três níveis dentro de uma Cadeia de Suprimentos, sendo eles: $k - 1$, k , e $k + 1$, espera-se que a variabilidade na demanda do nível k seja maior do que o nível $k - 1$ e que a variabilidade na demanda no nível $k + 1$ seja maior do que no nível k (FIORIOILLI, 2007), tornando mais complexo o controle dos estoques. Ainda segundo o autor, a modelagem do Efeito Chicote tem representado um grande desafio para os pesquisadores em razão de seu caráter estocástico e serial. A Figura 8 ilustra a amplificação da variabilidade da demanda ao longo dos níveis de uma Cadeia de Suprimentos.

Figura 8 – Amplificação da demanda em uma Cadeia de Suprimentos



Fonte: Fiorioli (2007)

De acordo com Chopra e Meindl (2003) muitas empresas observaram o EC em que a variabilidade dos pedidos é amplificada em cada elo da Cadeia de Suprimento, a saber: do varejista para o atacadista, do atacadista para o fabricante e do fabricante para os fornecedores. Para os autores, o Efeito Chicote distorce as informações na Cadeia de Suprimentos levando estágios diferentes a fazer análises muito distintas sobre a demanda, o que resulta numa falta de coordenação na Cadeia de Suprimentos.

Podem-se apontar quatro principais causas do *Bullwhip Effect* de acordo com Lee, Padmanabhan e Whang (1997):

- a) A atualização das previsões de demanda: normalmente as empresas trabalham com previsões de demanda para auxiliar sua programação da produção, planejamento de capacidades, controle de inventário e a execução do MRP (*Material Requirements Planning*). Essa previsão advém do histórico de implantação de ordens por parte dos clientes diretos. Entretanto, em uma Cadeia de Suprimentos é muito comum que em cada nível no qual essa demanda vai passando, a mesma seja reajustada pelo fornecedor a partir de uma interpretação de necessidade futura sinalizada por essa demanda.

- b) Pedidos loteados: as demandas requisitadas pelos clientes às empresas do primeiro nível de uma Cadeia de Suprimentos podem não ser repassadas imediatamente em forma de pedido para os fornecedores dos níveis acima. Isso se deve ao fato de que o tempo e o custo para se processar uma ordem pode ser muito alto, fazendo com que a empresa acumule as demandas antes da colocação da ordem. Além disso, o modelo de transporte também pode influenciar no tamanho dos pedidos.

- c) Variação de preços: muitas empresas utilizam-se de promoções, descontos ou condições especiais de pagamento para atrair determinados clientes. Em contrapartida, para a obtenção desses termos, a quantidade mínima a ser adquirida acaba sendo maior do que a real necessidade dos clientes. Isso faz com que os estes fiquem estocados e quando as condições e preços retornam a normalidade, o fluxo de pedidos acaba sendo interrompido até que os estoques sejam esgotados, gerando um desbalanceamento na Cadeia de Suprimentos.

- d) Escassez de oferta: quando a demanda por um produto excede a capacidade de atendimento, torna-se comum que os produtores criem uma espécie de “acionamento” do produto. Ou seja, todos os clientes acabam recebendo quantidades menores do que necessitavam. No entanto, sabendo desse comportamento por parte dos produtores, os clientes tendem a superdimensionar suas

demandas para garantir quantidades ideais dos produtos. Quando essas quantidades ideais são atendidas, os pedidos excedentes geralmente acabam cancelados pelos clientes.

Outro fator que pode influenciar no Efeito Chicote é o *lead time*, que é o período entre o cliente solicitar uma ordem e a entrega do produto final a ele (POLLICK, 2010). Quanto maior for o *lead time* nos maiores níveis da Cadeia de Suprimentos, maior deverá ser o uso de dados sobre a demanda dos clientes por parte dos varejistas (CHEN *et al.*, 2000). Warburton (2004) salienta que a situação dos produtores dentro da Cadeia de Suprimentos é mais complicada do que a dos varejistas uma vez que a demanda dos varejistas acaba se ramificando em demandas de subcomponentes para os fornecedores. Cada subcomponente possui um *lead time* diferenciado, o que acaba dificultando o gerenciamento de todos esses materiais.

Segundo Fiorioli (2007), a elevação do nível global de estoques na Cadeia de Suprimentos apresenta-se como consequência direta do Efeito Chicote. Além disso, Johnson e Pyke (1999) atribuem ao Efeito Chicote alguns reflexos sentidos por todos os participantes da Cadeia de Suprimentos tais como: queda da lucratividade, redução dos níveis de serviço e perda da competitividade.

O compartilhamento total da informação das demandas dos clientes entre todos os elos da Cadeia de Suprimentos pode auxiliar a reduzir significativamente o crescimento da variabilidade ao longo da cadeia (CHEN *et al.*, 2000). Para Fransoo e Wouters (2000), uma correta mensuração do Efeito Chicote é fundamental para o início da investigação dos problemas causados pela amplificação da demanda.

3.3 Previsão de demanda

A previsão de demanda é uma técnica que se baseia na utilização de dados históricos para projetar valores futuros. Sustentadas por essas predições estabelecem-se políticas de controle sobre a demanda de máquinas e matérias-primas, bem como o controle sobre os sistemas de estoques (FOGLIATTO, 2000). Os métodos de previsão geralmente assumem que as causas que caracterizaram a demanda continuarão presentes no futuro (MOREIRA, 1999), ou seja, o comportamento passado é base para se inferir sobre o comportamento futuro. Vale acrescentar que os métodos de previsão não conduzem a resultados perfeitos, situação justificada principalmente pela existência de fatores aleatórios que não podem ser previstos nem controlados. Segundo Chopra e Meindl (2003) a previsão de demanda é a base para todas as decisões estratégicas e de planejamento em uma Cadeia de Suprimentos.

Diante disso, torna-se importante uma prática de revisão frequente dessas previsões para diminuir ao máximo o impacto gerado por essas imprecisões.

À medida que a acurácia do sistema de previsão aumenta, os custos de implementação também aumentam. No entanto, as perdas ocasionadas pela incerteza da previsão diminuem, de modo que, em algum nível de precisão dessa previsão, a soma dos custos é mínima (MONTGOMERY; JOHNSON; GARDNER, 1990). É nessa faixa que o sistema deve funcionar para viabilizar o equilíbrio de custos e benefícios (FOGLIATTO, 2003).

3.3.1 Elementos temporais de um sistema de previsão

Para a execução de um sistema de previsão de demanda (*forecasting*), recomenda-se a definição dos três principais elementos temporais do sistema, segundo Fogliatto (2003):

- **Período de *forecasting***

É a unidade básica na qual as previsões são feitas. Por exemplo, deseja-se uma previsão de demanda mensal de um tipo de biscoito. Nesse caso, o período de *forecasting* é um mês.

- **Horizonte de *forecasting***

Diz respeito ao número de períodos no futuro contemplados pelo *forecast*. Por exemplo, almeja-se uma previsão de demanda por um determinado tipo de carro para os próximos três anos. Nesse caso, o horizonte de *forecasting* é de três anos.

- **Intervalo de *forecasting***

Diz respeito à frequência com que novos modelos de previsão são preparados ou revistos. Usualmente o intervalo coincide com o período de *forecasting*.

Em termos de classificação, os métodos de previsão podem ser divididos em dois grupos distintos que levam em consideração o tipo de abordagem utilizada: (i) métodos quantitativos de previsão e (ii) métodos qualitativos de previsão.

3.3.2 Previsão quantitativa

Os métodos quantitativos utilizam dados históricos, reunidos sob a forma de séries temporais, para prever a demanda em períodos futuros, mediante a construção de modelos matemáticos que possam descrever o comportamento desses dados ao longo do tempo (PELLEGRINI, 2000). As técnicas quantitativas são divididas em duas grandes famílias: a análise de séries temporais e os modelos causais (FOGLIATTO, 2003).

- **Análise de séries temporais**

Os modelos de séries temporais são baseados exclusivamente no padrão de comportamento da série histórica de dados.

- **Modelos causais**

Os modelos causais têm por finalidade descrever a demanda como função de variáveis independentes. Esses modelos têm como característica inflar o erro de predição por demandarem predições das variáveis independentes em tempos futuros. Os modelos de regressão simples e múltipla são os modelos causais mais conhecidos.

3.3.3 Previsão qualitativa

Os métodos qualitativos são baseados no julgamento e na experiência de pessoas que possam, por suas próprias características e conhecimentos, emitir opiniões sobre eventos futuros de interesse (MOREIRA, 1999). Tais técnicas são utilizadas principalmente quando não existem dados disponíveis ou dados insuficientes, sendo propícia a utilização para produtos novos ou customizados.

3.4 Estoques

Estoques são acumulações de matérias-primas, suprimentos, componentes, materiais em processo e produtos acabados que surgem em numerosos pontos dentro de uma Cadeia de Suprimentos (BALLOU, 2006). Por convenção, o estoque de manufatura se refere, geralmente, aos materiais que contribuem ou se tornam parte das saídas de produtos de uma empresa (DAVIS; AQUILANO; CHASE, 2001).

O armazenamento em forma de estoque, não importando o que está sendo armazenado, e em que parte do processo, é decorrente da diferença entre a taxa de fornecimento e de demanda. Se o fornecimento de qualquer

item ocorresse somente quando demandado, a armazenagem deste item seria dispensada (SLACK *et al.*, 2002).

Para Chopra e Meindl (2003), o estoque é um importante fator chave da Cadeia de Suprimentos porque as mudanças em suas políticas podem alterar drasticamente a eficiência e a responsividade da mesma.

3.4.1 Objetivos operacionais dos estoques

De acordo com Moreira (1999), a criação de estoques visa cumprir as seguintes funções:

- a) *Os estoques cobrem mudanças previstas no suprimento e na demanda:* a empresa pode adquirir maiores quantidades de materiais quando prever dificuldades de abastecimento. Outra situação é quando a empresa estoca produtos esperando o resultado de uma campanha promocional desenvolvida junto aos clientes, ou seja, a partir dessa promoção espera-se um aumento no volume de vendas, justificando o aumento do estoque.
- b) *Os estoques protegem contra incertezas:* incertezas dizem respeito às faltas temporárias ou dificuldades de obtenção de matérias-primas e outros insumos necessários à produção, além das variações bruscas e não previstas na demanda de produtos acabados.
- c) *Os estoques permitem produção ou compras econômicas:* no que se refere aos materiais comprados pela empresa, pode ser mais interessante a aquisição de uma quantidade maior de produtos, visto que podem ser aproveitados descontos decorrentes do alto volume solicitado. No caso da produção interna de mercadorias, cada novo item produzido em uma determinada máquina pode exigir um tempo de preparação (*setup*) considerável, ao passo que, ao se produzir em lotes, o custo de preparação fica dissolvido por muitas unidades de mercadorias.

3.4.2 Custos de estoque

Estabelecer a quantidade e o momento corretos para solicitação de itens está intimamente vinculado à minimização do custo total. Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001), esse custo mínimo é resultante dos efeitos combinados de quatro elementos individuais de custo, sendo eles:

- a) Custos de manuseio e manutenção: é a categoria mais ampla e divide-se em três segmentos:
 - Custos de armazenagem: incluem o custo da instalação de armazenagem na forma de aluguel ou depreciação, segurança, pessoal de apoio, etc.
 - Custos de capital: podem variar dependendo da situação financeira da empresa. Se existe excesso de caixa, então o custo capital é o juro perdido por colocar o dinheiro, que está em forma de estoque, em aplicações de curto prazo. No entanto, se a empresa necessita realizar empréstimos para manter o estoque, então o custo de capital é o juro pago por esses empréstimos.
 - Custos de obsolescência e redução: contemplam situações em que os produtos tendem a depreciar seu valor com o passar do tempo. Os custos de redução referem-se a furtos e quebras.
- b) Custos de preparação ou de pedido: estes custos independem da quantidade de unidades que são requisitadas. Os custos de preparação estão associados à quantidade de tempo necessária para ajustar um equipamento, a fim de desempenhar uma tarefa específica. Os custos de pedido pertencem aos custos incorridos ao se fazer uma solicitação ao fornecedor.
- c) Custos de escassez: este custo dá-se pela soma do lucro perdido: (i) não atender ao pedido de um cliente por falta de estoque e (ii) denegrir a imagem pela não satisfação à necessidade do cliente.
- d) Custos de compra: são os custos diretos do material comprado.

3.5 Sistema de Classificação ABC

Normalmente, uma empresa mantém centenas e, com frequência, milhares de itens em estoque. Gerenciar os estoques e gerar previsões de demanda para todos esses itens com a mesma atenção pode ser bastante dispendioso, demandando a utilização de alguma sistemática de priorização (MOREIRA, 1999).

Segundo Davis, Aquilano e Chase (2001) o sistema ABC, também conhecido como Análise de Pareto, é um método que divide os itens a serem analisados em três grandes classes, levando em consideração o volume total vendido bem como o valor monetário (faturamento) envolvido por eles para identificar aqueles que merecem um monitoramento gerencial mais cuidadoso. Sob a abordagem ABC, na classe A são incluídos cerca de 20% dos itens que correspondem a 80% do volume monetário anual total. A classe B abrange de 20% a 30% dos itens que contabilizam 15% do volume monetário anual total e por fim a classe C, que é integrada por 30% a 60% dos itens e contabilizam 5% do volume monetário total (ELSAYED; BOUCHER, 1994).

Os itens da classe A são os mais importantes e por isso devem receber maior atenção e análise, pois a melhoria sobre o controle de estoque desses itens representa um retorno considerável para a organização. Em contrapartida, os itens da classe B devem receber atenção, porém com menor intensidade que os itens da classe A. Por fim, nos itens da classe C, não se recomenda um controle maior pelo fato de não apresentarem um retorno que justifique o investimento, sendo que em alguns casos pode-se recomendar até a exclusão dos mesmos.

4. MÉTODO E TÉCNICAS UTILIZADAS

Devido à natureza deste trabalho o método de pesquisa adotado foi de uma estratégia de investigação que emprega a combinação de abordagens quantitativas e qualitativas, utilizando os pontos fortes que cada uma tem a oferecer.

Primeiramente, realizou-se a coleta dos dados de vendas da família de produtos de aço para a construção civil realizadas pela usina nos últimos cinco anos, para identificar qual o grupo de segmentação mais representativo. Esses dados foram extraídos de um relatório de vendas do sistema ERP utilizado pela empresa. A partir disso, buscou-se analisar quais as unidades, dentro deste grupo que possuíam maior participação ou relevância. Simultaneamente, com as informações do mesmo relatório, foi realizada uma classificação ABC para determinar quais produtos apresentavam maior representatividade nessas vendas e, desta forma, que deveriam ser priorizados na análise.

Após essa fase, foram realizadas entrevistas com os gerentes comerciais das unidades selecionadas para que fosse feita uma análise sobre o gerenciamento dos estoques e dos pedidos no nível inferior da Cadeia de Suprimentos a ser estudada. Além disso, coletaram-se os dados referentes aos volumes demandados, dos três produtos mais representativos, pelos clientes finais destas unidades comerciais bem como a quantidade demandada por essas unidades junto à usina nos últimos cinco anos.

Dando sequência ao desenvolvimento do estudo, definiu-se a composição e delimitação da Cadeia de Suprimentos a ser analisada.

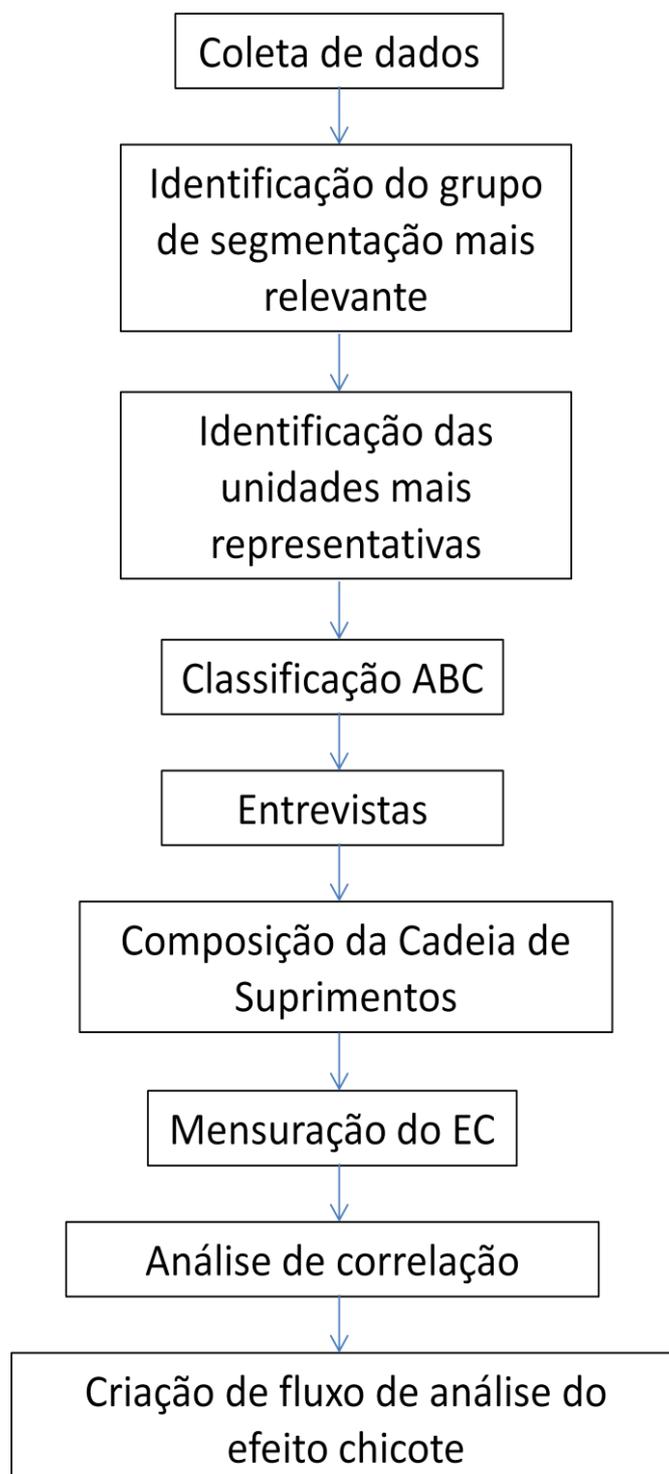
Uma vez priorizados os produtos, levantadas as demandas entre os níveis e definido o número de níveis na Cadeia de Suprimentos, partiu-se para escolha do modelo matemático a ser utilizado para a mensuração do efeito chicote.

A partir do cálculo do Efeito Chicote, foi analisada a existência ou não de correlação entre o Efeito Chicote e os níveis de estoques atuais em determinado nível da Cadeia de Suprimentos analisada na empresa.

Na sequência, foi realizada uma entrevista com dois executivos da empresa para a discussão e validação dos resultados encontrados no trabalho.

Figura 9 apresenta o modelo de método de pesquisa utilizado no decorrer do trabalho.

Figura 9 – Modelo de método de pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor

5. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Neste capítulo, serão apresentadas as etapas nas quais o estudo foi desdobrado. Primeiramente apresenta-se a coleta de dados realizada bem como as priorizações efetuadas a partir dessa coleta. Logo após, o resumo das entrevistas realizadas é apresentado, assim como o levantamento das demandas entre os níveis da Cadeia de Suprimentos estudada. Por fim, realiza-se o cálculo do Efeito Chicote bem como a análise de correlação entre os resultados encontrados com os valores dos estoques na cadeia, além da discussão dos resultados encontrados com executivos da empresa.

5.1 Coleta de dados e priorizações

Para a execução do trabalho, foi realizada a coleta dos dados de vendas, feitas pela usina, dos itens que compõem a família de produtos de aço para construção civil dos anos de 2009, 2010, 2011, 2012 e 2013. Através desse levantamento, procurou-se identificar qual o grupo de segmentação que possuía maior representação no volume total de vendas.

Note-se que ao longo dos anos, foram utilizados diferentes aberturas dos grupos de segmentação, iniciando com quinze grupos em 2009 e finalizando com cinco grupos em 2013. Em todos os anos analisados, o grupo de segmentação mais representativo foi o da Distribuição, conforme os Quadro 1 a 5, respectivamente:

Quadro 1 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2009

2009		
Grupo de Segmentação	Entrega Acumulada (t)	Entrega Acumulada (%)
Distribuição	8.371	32,72%
DC Distrib Const Civil	4.588	17,94%
LC Loja Mat Construção	2.956	11,55%
DV Distrib Varejo	2.312	9,04%
HC Home Center	2.199	8,60%
não atribuído	1.592	6,22%
DI Indústria Distrib.	1.422	5,56%
RC Rev Const Civil	1.255	4,91%
RI Rev Indústria	537	2,10%
VA Varejo Agro/Cooper	191	0,75%
AE Atac Especializado	117	0,46%
CO Consumidor	26	0,10%
AG Atac Generalista	11	0,04%
VO Varejo Outros	3	0,01%
CC Construtora	1	0,00%
Total	25.581	100,00%

Fonte: Relatório Gerencial de Vendas (2009)

Quadro 2 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2010

2010		
Grupo de Segmentação	Entrega Acumulada (t)	Entrega Acumulada (%)
Distribuição	9.919	34,75%
DC Distrib Const Civil	4.413	15,46%
HC Home Center	3.632	12,73%
LC Loja Mat Construção	3.546	12,42%
DV Distrib Varejo	2.797	9,80%
DI Indústria Distrib.	1.648	5,78%
RC Rev Const Civil	1.362	4,77%
RI Rev Indústria	758	2,66%
VA Varejo Agro/Cooper	289	1,01%
AE Atac Especializado	148	0,52%
AG Atac Generalista	23	0,08%
IC Indústria Construção	4	0,01%
DD Dist Varejo foco Dow	1	0,00%
Total	28.539	100,00%

Fonte: Relatório Gerencial de Vendas (2010)

Quadro 3 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2011

2011		
Grupo de Segmentação	Entrega Acumulada (t)	Entrega Acumulada (%)
Distribuição	12.380	38,60%
VJ Varejo	10.844	33,81%
CN Constr.Civil Distr.	4.397	13,71%
ID Indústria Distrib.	1.321	4,12%
DC Distrib Const Civil	635	1,98%
HC Home Center	629	1,96%
LC Loja Mat Construção	614	1,91%
DV Distrib Varejo	406	1,26%
DI Indústria Distrib.	396	1,24%
RC Rev Const Civil	206	0,64%
RI Rev Indústria	140	0,44%
VA Varejo Agro/Cooper	67	0,21%
AE Atac Especializado	33	0,10%
AG Atac Generalista	3	0,01%
Total	32.071	100,00%

Fonte: Relatório Gerencial de Vendas (2011)

Quadro 4 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2012

2012		
Grupo de Segmentação	Entrega Acumulada (t)	Entrega Acumulada (%)
Distribuição	13.573	42,78%
VJ Varejo	12.221	38,52%
CN Constr.Civil Distr.	4.203	13,25%
ID Indústria Distrib.	1.729	5,45%
Total	31.726	100,00%

Fonte: Relatório Gerencial de Vendas (2012)

Quadro 5 – Vendas de aço p/ construção civil por grupo de segmentação em 2013

2013		
Grupo de Segmentação	Entrega Acumulada (t)	Entrega Acumulada (%)
Distribuição	14.018	46,46%
VJ Varejo	10.629	35,23%
CN Constr.Civil Distr.	3.832	12,70%
ID Indústria Distrib.	1.693	5,61%
IC Indústria Construção	2	0,01%
Total	30.173	100,00%

Fonte: Relatório Gerencial de Vendas (2012)

Além dessa constatação, pode-se perceber, também, conforme Quadro 6, que, ao longo dos últimos cinco anos, a participação da Distribuição, nas vendas da usina, evoluiu em 41,99%, passando de 32,72% em 2009 para 46,46% em 2013. Deve-se ressaltar que esse aumento na participação é acompanhado por um aumento também na venda geral da usina, acréscimo de 17,95% entre 2009 e 2013, bem como no aumento das vendas da usina para a Distribuição, representando uma evolução de 67,4% no mesmo período.

Quadro 6 – Vendas geral x Vendas para a Distribuição entre 2009 e 2013

	2009	2010	2011	2012	2013
Vendas gerais	25.581	28.539	32.071	31.726	30.173
Vendas para Distribuição	8.371	9.919	12.380	13.573	14.018
% de participação da Distribuição nas vendas da usina	32,72%	34,75%	38,60%	42,78%	46,46%

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Relatórios de Vendas

Esses dados apresentam-se muito importantes uma vez que validam a representatividade da Distribuição dentro dos Grupos de Segmentação atendidos pela Usina Riograndense. Além disso, o volume total comprado pela Distribuição cresce a cada ano. Logo, uma análise mais detalhada de como o Efeito Chicote manifesta-se entre esses níveis torna-se relevante.

Após a escolha do Grupo de Segmentação a ser estudado, foram definidas as unidades com maior representatividade dentro desse grupo, nos últimos anos. A unidade da Distribuição BBCB bem como a unidade da Distribuição ABCG foram escolhidas, pois além de se manterem constantes entre os seis principais clientes da usina (as duas representam 3,5% do total de unidades de Distribuição e respondem por 17,60% das vendas), a facilidade de obtenção de dados nas mesmas também foi levada em consideração. O quadro completo desta representatividade está no Anexo A.

Paralelamente à escolha das unidades mais representativas, foi realizada uma classificação ABC dos produtos, levando-se em conta os volumes vendidos e suas respectivas margens de contribuição. A base de dados é composta por 64 produtos sendo que, destes, 13 itens formam a classe A e respondem por 82,21% da margem de contribuição da usina, outros 19 itens formam a classe B, respondendo por 16,45% da margem de

contribuição e os 32 itens restantes, formando a classe C e respondendo por 1,34% da margem. O Quadro 7 apresenta o resumo da classificação ABC. O quadro completo pode ser encontrado no Anexo B.

Quadro 7 – Resumo da classificação ABC dos produtos de construção civil

Classes	Nº de itens	% no total de itens	% na Margem total de itens
A	13	20,31%	82,21%
B	19	29,69%	16,45%
C	32	50,00%	1,34%
Total	64	100,00%	100,00%

Fonte: Elaborado pelo autor

A partir desta classificação ABC, foi realizada uma nova classificação ABC com os treze itens que compunham o nível A. Desta forma, a nova classificação apresentou três itens A, que corresponderam a 41,38% da margem de contribuição desta base. A classe B foi composta por quatro itens que representaram 31,35% da margem, enquanto os seis itens restantes responderam por 27,26%. A Figura 10 apresenta a classificação ABC realizada.

Figura 10 – Classificação ABC da classe A

Item	Entrada (T)	Margem de Contribuição (R\$)	Entrada (T) x Mrg. Cntr. (R\$)	% individual	% acumulado	Classe
6527	7.109,68	219,23	311.729,46	15,52%	41,38%	A
6496	7.142,06	212,65	303.749,27	15,13%		
725	4.855,16	222,03	215.596,83	10,74%		
6543	4.591,26	219,98	201.997,50	10,06%	31,35%	B
6462	4.544,10	188,60	171.403,14	8,54%		
6438	2.930,84	243,13	142.513,90	7,10%		
6569	2.610,94	217,75	113.708,16	5,66%		
660	2.750,08	196,01	107.806,61	5,37%	27,26%	C
6470	2.036,56	254,86	103.807,19	5,17%		
6446	1.959,76	248,73	97.491,49	4,85%		
652	2.226,00	207,58	92.414,18	4,60%		
6501	2.280,82	183,40	83.660,70	4,17%		
733	1.402,90	222,07	62.307,91	3,10%		
Total geral	46.440,16		2.008.186,37	100,00%		

Fonte: Elaborado pelo autor

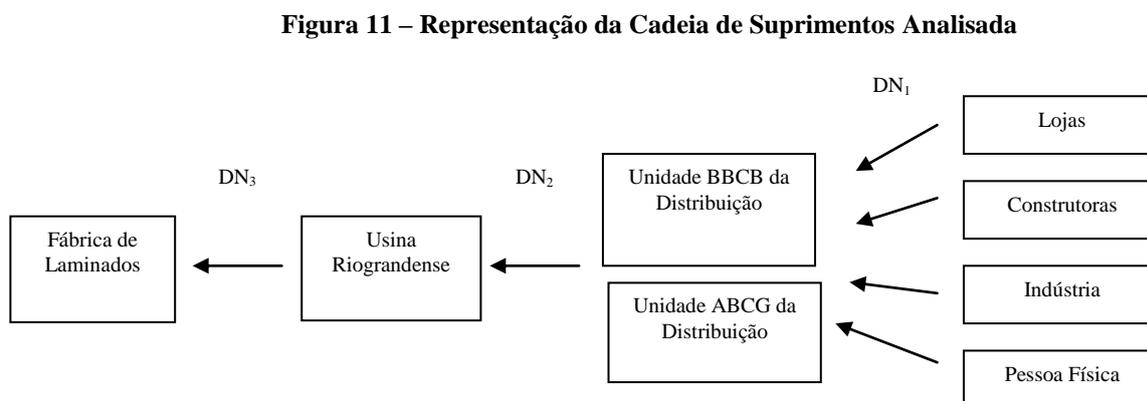
Desta forma, optou-se por analisar durante o estudo os três itens da classe A, sendo eles: 6527, 6496 e 725.

5.2 Delimitação da Cadeia de Suprimentos

Após a identificação das unidades mais representativas no grupo de segmentação, bem como dos itens de maior margem de contribuição, partiu-se então para a delimitação da Cadeia de Suprimentos a ser estudada.

Em função das características da empresa em estudo e do acesso às informações, estabeleceu-se que a Cadeia de Suprimentos seria delimitada em quatro níveis, onde no nível 1 constaram os clientes das Unidades de Distribuição, responsáveis pela geração da demanda DN_1 , assim denominada, para o nível 2. No nível 2, constaram as unidades BCB e ABCG que geraram a demanda DN_2 , assim denominada, para o nível 3. No nível 3, constava a Usina Riograndense, responsável por gerar a demanda DN_3 para o nível 4 composto pela fábrica de produtos laminados que completaria a delimitação da Cadeia de Suprimentos do estudo.

A Figura 11 apresenta a representação dessa Cadeia de Suprimentos:



Fonte: Elaborada pelo autor

5.3 Entrevistas

Um dos objetivos deste trabalho era de realizar uma análise de como a previsão de vendas, o gerenciamento de pedidos e de estoques é realizado no nível inferior da Cadeia de Suprimentos. Para isso, foi aplicada uma entrevista não estruturada junto aos gerentes das unidades ABCG e BBCB utilizadas no estudo.

Nos Anexos C e D as entrevistas com a Sra. V da unidade BBCB e o Sr. T da unidade ABCG são apresentadas na íntegra.

O resultado da entrevista aponta que existe um processo estruturado de previsão de vendas e em ambas as unidades, onde fatores qualitativos e quantitativos são levados em consideração. A unidade ABCG, adicionalmente, citou algum tipo de acompanhamento quinzenal em relação à acurácia da previsão. Entre as técnicas quantitativas destacam-se a utilização de média móvel e média simples, assim como a utilização de pesquisa de mercado nas técnicas qualitativas.

Em relação à gestão dos pedidos, existe a orientação de que os mesmos devem ser implantados com uma antecedência que varia de 30 a 45 dias na unidade BBCB, enquanto que na unidade ABCG os pedidos são gerados automaticamente pelo sistema MRP a partir de pontos de reposição determinados, não obedecendo necessariamente uma antecedência estipulada. Em ambas as unidades de Distribuição, existe uma cobertura de estoque estipulada por tipo de produto e que pode variar entre 30 e 120 dias.

No que diz respeito às dificuldades encontradas pelas unidades da Distribuição no gerenciamento dos pedidos e estoques, o Sr. T cita uma particularidade em relação à unidade ABCG no que diz respeito a entregas fracionadas e de pedidos fechados sendo realizadas de forma não otimizada pela Usina Riograndense e pela própria unidade. Encontra-se uma dificuldade comum, no que tange à comunicação falha entre os diferentes elos (Distribuição, Marketing, Vendas e Usina) da Cadeia de Suprimentos. Para a Sra. V, uma informação mais rápida e assertiva ao longo da cadeia contribuiria para a melhora no nível de serviço oferecido aos clientes. Essa questão relacionada à informação é abordada por Chopra e Meindl (2003), que defendem que a informação pode ser ignorada, mesmo sendo um dos

principais condutores na Cadeia de Suprimentos, por não ser palpável. Entretanto, a informação afeta profundamente todas as etapas da Cadeia de Suprimento de diversas maneiras.

5.4 Mensuração do Efeito Chicote

Em função do tipo dos dados levantados durante o desenvolvimento da pesquisa, e das definições de Efeito Chicote apresentadas no referencial teórico, escolheu-se para a mensuração do Efeito Chicote as definições de Chen *et al.* (2000) e Fransoo e Wouters (2000).

Segundo a definição de Chen *et al.* (2000), o Efeito Chicote pode ser calculado a partir da razão entre a variância dos pedidos gerados por um nível da Cadeia de Suprimentos e a variância da demanda recebida por esse mesmo nível. Desta forma, pode-se representar o Efeito Chicote pela fórmula:

$$EC = \frac{\sigma^2_{Pedidos_n}}{\sigma^2_{Demanda_{n-1}}}$$

No entanto, de acordo com a definição de Fransoo e Wouters (2000), o Efeito Chicote pode ser calculado como a razão entre o coeficiente de variação da demanda recebida por um nível da Cadeia de Suprimentos e o coeficiente de variação dos pedidos gerados por esse nível. Para fins de cálculo, o Efeito Chicote pode ser representado pela fórmula:

$$EC = \frac{CV_{Pedidos_n}}{CV_{Demanda_{n-1}}}$$

Para que fosse possível o cálculo do Efeito Chicote, primeiramente foram levantados os dados dos últimos cinco anos de **demanda**, dos três itens selecionados para o estudo, dos clientes finais das unidades BBCB e ABCG. Esses dados foram coletados a partir de relatórios gerenciais que apresentam a demanda acumulada no mês por produto e expressa em toneladas. Os Quadros 8 a 12 apresentam as demandas mensais desses produtos entre os anos de 2009 e 2013 respectivamente. Por motivos de confidencialidade, os

dados apresentados até a página 51 foram mascarados para a elaboração da dissertação.

Quadro 8 – Demanda mensal de produtos em 2009

Demanda Clientes - Unidades ABCG e BCB	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2009 01-Janeiro 2009	75	60	50	49	28	25
002.2009 02-Fevereiro 2009	73	29	73	36	29	15
003.2009 03-Março 2009	55	51	52	53	23	17
004.2009 04-Abril 2009	58	37	43	58	24	17
005.2009 05-Maio 2009	83	55	53	49	26	20
006.2009 06-Junho 2009	66	50	56	51	29	17
007.2009 07-Julho 2009	64	71	42	55	24	26
008.2009 08-Agosto 2009	89	51	53	43	38	25
009.2009 09-Setembro 2009	48	52	36	50	25	28
010.2009 10-Outubro 2009	64	71	65	72	32	30
011.2009 11-Novembro 2009	67	43	45	48	22	24
012.2009 12-Dezembro 2009	75	52	48	39	20	17

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 9 – Demanda mensal de produtos em 2010

Demanda Clientes - Unidades ABCG e BCB	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2010 01-Janeiro 2010	84	49	56	46	28	18
002.2010 02-Fevereiro 2010	85	30	54	27	30	14
003.2010 03-Março 2010	99	59	58	52	33	28
004.2010 04-Abril 2010	80	96	56	74	26	25
005.2010 05-Maio 2010	113	104	103	100	39	39
006.2010 06-Junho 2010	50	43	57	45	33	23
007.2010 07-Julho 2010	43	52	39	44	21	23
008.2010 08-Agosto 2010	77	93	47	55	28	25
009.2010 09-Setembro 2010	68	64	45	53	23	25
010.2010 10-Outubro 2010	78	52	60	37	32	19
011.2010 11-Novembro 2010	66	62	44	60	29	31
012.2010 12-Dezembro 2010	57	49	50	44	27	23

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 10 – Demanda mensal de produtos em 2011

Demanda Clientes - Unidades ABCG e BBCB	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2011 01-Janeiro 2011	42	42	14	25	6	10
002.2011 02-Fevereiro 2011	47	48	14	28	10	11
003.2011 03-Março 2011	36	42	18	24	9	19
004.2011 04-Abril 2011	42	38	18	17	10	7
005.2011 05-Maio 2011	47	40	20	37	10	10
006.2011 06-Junho 2011	38	42	12	22	12	11
007.2011 07-Julho 2011	39	35	13	15	14	17
008.2011 08-Agosto 2011	49	51	13	13	12	11
009.2011 09-Setembro 2011	39	33	10	20	7	9
010.2011 10-Outubro 2011	46	32	19	22	15	6
011.2011 11-Novembro 2011	62	46	24	23	13	9
012.2011 12-Dezembro 2011	39	36	17	16	9	10

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 11 – Demanda mensal de produtos em 2012

Demanda Clientes - Unidades ABCG e BBCB	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2012 01-Janeiro 2012	92	94	79	60	41	26
002.2012 02-Fevereiro 2012	39	101	46	79	13	30
003.2012 03-Março 2012	72	77	69	76	29	35
004.2012 04-Abril 2012	63	158	55	79	19	35
005.2012 05-Maio 2012	100	100	90	94	40	30
006.2012 06-Junho 2012	82	110	89	97	41	35
007.2012 07-Julho 2012	80	55	59	61	25	28
008.2012 08-Agosto 2012	87	96	72	86	34	27
009.2012 09-Setembro 2012	83	64	80	64	39	19
010.2012 10-Outubro 2012	116	77	73	80	34	28
011.2012 11-Novembro 2012	79	91	81	109	34	29
012.2012 12-Dezembro 2012	67	61	41	75	24	23

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 12 – Demanda mensal de produtos em 2013

Demanda Clientes - Unidades ABCG e BBCB	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2013 01-Janeiro 2013	110	128	92	107	41	35
002.2013 02-Fevereiro 2013	118	99	102	137	43	37
003.2013 03-Março 2013	97	91	107	125	48	26
004.2013 04-Abril 2013	76	103	103	149	40	39
005.2013 05-Maio 2013	105	100	66	117	50	52
006.2013 06-Junho 2013	104	127	91	105	39	44
007.2013 07-Julho 2013	133	91	90	100	52	46
008.2013 08-Agosto 2013	102	128	90	121	53	43
009.2013 09-Setembro 2013	75	52	70	62	47	25
010.2013 10-Outubro 2013	99	73	73	75	40	30
011.2013 11-Novembro 2013	76	69	55	53	27	22
012.2013 12-Dezembro 2013	49	50	36	33	21	18

Fonte: Elaborada pelo autor

Uma vez levantadas as demandas para as Comerciais Gerdau, procurou-se levantar os **pedidos** realizados por essas unidades junto à Usina Riograndense. Para isso, foi consultado o sistema ERP da usina para que a entrada dos pedidos fosse identificada. Os Quadros 13 a 17 apresentam a entrada de pedidos mensais por produto e expressa em toneladas entre os anos de 2009 e 2013, respectivamente.

Quadro 13 – Pedidos realizados para a usina em 2009

Pedidos Unidades ABCG e BBCB - Usina Riograndense	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2009 01-Janeiro 2009	0	0	0	0	0	0
002.2009 02-Fevereiro 2009	58	10	52	0	0	0
003.2009 03-Março 2009	57	35	75	54	0	0
004.2009 04-Abril 2009	50	28	48	58	24	7
005.2009 05-Maio 2009	87	38	44	43	26	21
006.2009 06-Junho 2009	50	61	31	38	16	10
007.2009 07-Julho 2009	71	61	75	63	30	24
008.2009 08-Agosto 2009	78	75	36	50	139	115
009.2009 09-Setembro 2009	88	44	50	28	55	4
010.2009 10-Outubro 2009	61	71	59	91	12	5
011.2009 11-Novembro 2009	23	50	58	38	13	21
012.2009 12-Dezembro 2009	75	63	38	63	0	38

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 14 – Pedidos realizados para a usina em 2010

Pedidos Unidades ABCG e BBCB - Usina Riograndense	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2010 01-Janeiro 2010	109	50	45	33	36	0
002.2010 02-Fevereiro 2010	60	43	23	47	0	0
003.2010 03-Março 2010	191	109	119	69	64	24
004.2010 04-Abril 2010	93	72	60	75	73	31
005.2010 05-Maio 2010	70	145	98	128	25	20
006.2010 06-Junho 2010	66	25	48	4	0	25
007.2010 07-Julho 2010	28	50	22	65	0	13
008.2010 08-Agosto 2010	52	34	49	3	7	17
009.2010 09-Setembro 2010	44	166	13	53	40	28
010.2010 10-Outubro 2010	72	0	48	26	0	25
011.2010 11-Novembro 2010	71	16	31	60	48	26
012.2010 12-Dezembro 2010	55	47	59	31	40	13

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 15 – Pedidos realizados para a usina em 2011

Pedidos Unidades ABCG e BBCB - Usina Riograndense	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2011 01-Janeiro 2011	91	61	44	50	8	27
002.2011 02-Fevereiro 2011	106	89	112	46	58	35
003.2011 03-Março 2011	75	12	0	12	0	58
004.2011 04-Abril 2011	49	81	99	46	75	15
005.2011 05-Maio 2011	25	92	25	37	12	34
006.2011 06-Junho 2011	121	119	108	118	54	61
007.2011 07-Julho 2011	61	59	34	57	21	29
008.2011 08-Agosto 2011	61	88	66	72	41	51
009.2011 09-Setembro 2011	0	0	0	0	0	0
010.2011 10-Outubro 2011	45	38	0	50	0	13
011.2011 11-Novembro 2011	17	76	37	65	0	11
012.2011 12-Dezembro 2011	53	88	40	80	31	26

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 16 – Pedidos realizados para a usina em 2012

Pedidos Unidades ABCG e BCB - Usina Riograndense	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2012 01-Janeiro 2012	101	106	117	63	42	17
002.2012 02-Fevereiro 2012	63	57	10	45	17	10
003.2012 03-Março 2012	77	96	106	93	33	46
004.2012 04-Abril 2012	26	58	35	60	13	39
005.2012 05-Maio 2012	152	222	115	121	56	35
006.2012 06-Junho 2012	26	118	76	118	15	42
007.2012 07-Julho 2012	92	12	36	8	24	9
008.2012 08-Agosto 2012	64	124	74	82	32	23
009.2012 09-Setembro 2012	152	114	104	128	39	32
010.2012 10-Outubro 2012	84	0	50	0	42	12
011.2012 11-Novembro 2012	82	50	104	100	32	45
012.2012 12-Dezembro 2012	92	50	26	75	52	7

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 17 – Pedidos realizados para a usina em 2013

Pedidos Unidades ABCG e BCB - Usina Riograndense	6496		6527		725	
	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG	BBCB	ABCG
001.2013 01-Janeiro 2013	62	125	70	100	18	36
002.2013 02-Fevereiro 2013	164	125	206	250	112	83
003.2013 03-Março 2013	25	39	0	0	0	0
004.2013 04-Abril 2013	200	175	100	150	50	50
005.2013 05-Maio 2013	75	150	50	225	75	70
006.2013 06-Junho 2013	75	125	90	100	25	50
007.2013 07-Julho 2013	125	50	75	25	75	40
008.2013 08-Agosto 2013	125	100	75	100	50	60
009.2013 09-Setembro 2013	75	125	50	150	50	30
010.2013 10-Outubro 2013	100	50	100	100	25	20
011.2013 11-Novembro 2013	100	75	50	25	25	10
012.2013 12-Dezembro 2013	25	50	25	50	25	40

Fonte: Elaborada pelo autor

Da mesma forma, foram levantados os **pedidos programados** pelo PCP da Usina Riograndense junto à fabrica de produtos laminados. Esses pedidos são apresentados entre os Quadros 18 e 22, demonstrando os valores mensais programados por material entre os anos de 2009 e 2013, respectivamente.

Quadro 18 – Pedidos programados para a fábrica em 2009

Programação de pedidos Usina Riograndense - Fábrica			
Período	6496	6527	725
001.2009 01-Janeiro 2009	66	67	16
002.2009 02-Fevereiro 2009	132	101	21
003.2009 03-Março 2009	132	67	15
004.2009 04-Abril 2009	158	101	24
005.2009 05-Maio 2009	61	127	39
006.2009 06-Junho 2009	112	91	42
007.2009 07-Julho 2009	142	120	50
008.2009 08-Agosto 2009	103	57	51
009.2009 09-Setembro 2009	111	67	65
010.2009 10-Outubro 2009	83	101	74
011.2009 11-Novembro 2009	116	66	61
012.2009 12-Dezembro 2009	95	66	56

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 19 – Pedidos programados para a fábrica em 2010

Programação de pedidos Usina Riograndense - Fábrica			
Período	6496	6527	725
001.2010 01-Janeiro 2010	144	68	92
002.2010 02-Fevereiro 2010	144	105	69
003.2010 03-Março 2010	216	70	73
004.2010 04-Abril 2010	74	70	54
005.2010 05-Maio 2010	108	105	83
006.2010 06-Junho 2010	188	105	82
007.2010 07-Julho 2010	163	135	104
008.2010 08-Agosto 2010	98	100	67
009.2010 09-Setembro 2010	156	60	29
010.2010 10-Outubro 2010	177	62	57
011.2010 11-Novembro 2010	79	59	59
012.2010 12-Dezembro 2010	103	60	7

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 20 – Pedidos programados para a fábrica em 2011

Programação de pedidos Usina Riograndense - Fábrica			
Período	6496	6527	725
001.2011 01-Janeiro 2011	126	58	44
002.2011 02-Fevereiro 2011	63	91	54
003.2011 03-Março 2011	65	93	59
004.2011 04-Abril 2011	65	92	59
005.2011 05-Maio 2011	151	119	71
006.2011 06-Junho 2011	130	91	78
007.2011 07-Julho 2011	127	92	81
008.2011 08-Agosto 2011	155	92	84
009.2011 09-Setembro 2011	141	140	79
010.2011 10-Outubro 2011	118	125	79
011.2011 11-Novembro 2011	114	92	81
012.2011 12-Dezembro 2011	78	58	77

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 21 – Pedidos programados para a fábrica em 2012

Programação de pedidos Usina Riograndense - Fábrica			
Período	6496	6527	725
001.2012 01-Janeiro 2012	43	129	84
002.2012 02-Fevereiro 2012	43	131	95
003.2012 03-Março 2012	63	129	56
004.2012 04-Abril 2012	99	131	93
005.2012 05-Maio 2012	87	169	83
006.2012 06-Junho 2012	109	160	63
007.2012 07-Julho 2012	61	166	88
008.2012 08-Agosto 2012	117	194	94
009.2012 09-Setembro 2012	72	167	61
010.2012 10-Outubro 2012	96	154	74
011.2012 11-Novembro 2012	87	97	67
012.2012 12-Dezembro 2012	62	92	40

Fonte: Elaborada pelo autor

Quadro 22 – Pedidos programados para a fábrica em 2013

Programação de pedidos Usina Riograndense - Fábrica			
Período	6496	6527	725
001.2013 01-Janeiro 2013	55	152	87
002.2013 02-Fevereiro 2013	79	159	81
003.2013 03-Março 2013	46	227	91
004.2013 04-Abril 2013	169	230	79
005.2013 05-Maio 2013	156	146	115
006.2013 06-Junho 2013	21	183	116
007.2013 07-Julho 2013	67	208	106
008.2013 08-Agosto 2013	106	183	94
009.2013 09-Setembro 2013	53	208	99
010.2013 10-Outubro 2013	104	183	115
011.2013 11-Novembro 2013	77	150	116
012.2013 12-Dezembro 2013	106	150	38

Fonte: Elaborada pelo autor

De posse dessa base de dados, buscou-se calcular o Efeito Chicote existente entre as demandas D_2 e D_1 e entre as demandas D_3 e D_2 . Para que isso fosse possível, construiu-se um quadro com medidas de tendência central e variabilidade dos valores previamente apresentados nos últimos quatro anos.

Torna-se importante salientar que, para o cálculo da variância, desvio padrão e média para um determinado período utilizaram-se os últimos seis valores observados anteriormente ao mesmo período. Desta forma, como exemplo, a variância, desvio padrão e média da demanda no mês de janeiro de 2010, foi calculada a partir dos valores de demanda observados entre os meses de julho e dezembro de 2009. Assim, consecutivamente, calcularam-se os valores até dezembro de 2013. A partir do cálculo de desvio padrão e média dos valores, pode-se também calcular o coeficiente de variação dos valores observados.

O Quadro 23 apresenta os valores de variância (Var.), desvio padrão (DP), média (Média) e coeficiente de variação (CV) calculados entre os anos de 2010 e 2013 para a demanda D_1 existente entre os clientes finais e Unidades de Distribuição.

Quadro 23 – Valores de tendência central e variabilidade para D₁

Demanda Clientes - Unidades ABCG e BCB	6496				6527				725			
	Var.	DP	Média	CV	Var.	DP	Média	CV	Var.	DP	Média	CV
jan/10	250	16	125	13	364	19	99	19	95	10	52	19
fev/10	241	16	124	12	365	19	100	19	99	10	51	20
mar/10	187	14	120	11	423	21	98	21	73	9	48	18
abr/10	289	17	130	13	403	20	102	20	100	10	49	20
mai/10	651	26	137	19	314	18	101	18	66	8	47	17
jun/10	1.425	38	155	24	1.991	45	119	37	216	15	53	28
jul/10	1.979	44	149	30	1.832	43	122	35	154	12	56	22
ago/10	2.457	50	143	35	2.060	45	118	38	164	13	56	23
set/10	2.360	49	152	32	1.835	43	121	35	132	12	57	20
out/10	2.404	49	147	33	1.916	44	119	37	142	12	55	22
nov/10	2.231	47	140	34	1.957	44	114	39	142	12	55	22
dez/10	791	28	125	23	62	8	97	8	32	6	52	11
jan/11	665	26	127	20	57	8	96	8	29	5	51	10
fev/11	826	29	125	23	621	25	89	28	237	15	46	33
mar/11	409	20	113	18	898	30	79	38	324	18	41	44
abr/11	474	22	103	21	999	32	70	45	337	18	38	49
mai/11	370	19	95	20	951	31	59	52	347	19	32	58
jun/11	112	11	88	12	491	22	51	43	165	13	25	51
jul/11	44	7	84	8	66	8	41	20	18	4	21	20
ago/11	59	8	82	9	96	10	40	25	29	5	23	23
set/11	89	9	83	11	124	11	37	30	27	5	24	22
out/11	104	10	82	12	126	11	35	32	31	6	22	26
nov/11	107	10	82	13	132	12	36	32	26	5	22	23
dez/11	220	15	86	17	67	8	34	24	25	5	23	22
jan/12	237	15	85	18	67	8	34	24	27	5	22	23
fev/12	1.857	43	103	42	1.836	43	53	81	370	19	28	69
mar/12	2.077	46	110	41	2.417	49	69	71	395	20	31	64
abr/12	1.905	44	123	36	2.803	53	88	60	488	22	39	56
mai/12	2.746	52	146	36	2.491	50	104	48	428	21	45	46
jun/12	2.750	52	162	32	2.498	50	127	39	370	19	53	36
jul/12	961	31	181	17	684	26	152	17	149	12	62	20
ago/12	1.298	36	173	21	847	29	149	20	157	13	60	21
set/12	1.047	32	180	18	716	27	154	17	86	9	63	15
out/12	1.072	33	180	18	722	27	154	17	88	9	62	15
nov/12	752	27	175	16	631	25	157	16	73	9	63	13
dez/12	600	25	170	14	697	26	158	17	62	8	62	13
jan/13	720	27	159	17	753	27	147	19	39	6	57	11
fev/13	1.499	39	176	22	933	31	160	19	83	9	61	15
mar/13	1.776	42	182	23	1.959	44	173	26	143	12	64	19
abr/13	1.471	38	189	20	2.222	47	188	25	146	12	67	18
mai/13	1.482	38	187	21	2.482	50	204	24	158	13	70	18
jun/13	1.456	38	192	20	2.526	50	203	25	312	18	76	23
jul/13	554	24	210	11	768	28	217	13	108	10	82	13
ago/13	429	21	207	10	838	29	215	13	127	11	86	13
set/13	504	22	210	11	712	27	211	13	135	12	89	13
out/13	1.657	41	199	20	1.521	39	194	20	144	12	88	14
nov/13	1.719	41	198	21	912	30	177	17	191	14	87	16
dez/13	2.142	46	188	25	1.671	41	164	25	341	18	78	24

Fonte: Elaborada pelo autor

Da mesma forma o Quadro 24 apresenta os valores de variância (Var.), desvio padrão (DP), média (Média) e coeficiente de variação (CV) calculados

entre os anos de 2010 e 2013 para a demanda D_2 existente entre as Comerciais Gerdau e a Usina Riograndense.

Quadro 24 – Valores de tendência central e variabilidade para D_2

Demanda Unidades ABCG e BCCB - Usina Riograndense	6496				6527				725			
	Var.	DP	Media	CV	Var.	DP	Media	CV	Var.	DP	Media	CV
Período												
jan/10	757	28	127	22	848	29	108	27	7.829	88	76	116
fev/10	937	31	131	23	732	27	98	28	8.042	90	73	123
mar/10	917	30	123	25	853	29	96	31	405	20	31	66
abr/10	6.237	79	151	52	2.099	46	114	40	874	30	36	83
mai/10	6.169	79	156	50	1.920	44	111	39	1.491	39	50	77
jun/10	4.797	69	180	38	3.939	63	133	47	1.441	38	52	73
jul/10	5.955	77	172	45	4.967	70	125	56	1.541	39	50	79
ago/10	7.475	86	159	54	4.811	69	126	55	1.755	42	46	91
set/10	7.901	89	156	57	5.271	73	123	59	1.411	38	50	75
out/10	4.061	64	141	45	4.596	68	103	66	1.172	34	47	74
nov/10	4.604	68	125	54	4.435	67	93	72	395	20	33	60
dez/10	2.744	52	104	50	282	17	70	24	671	26	38	68
jan/11	2.707	52	106	49	244	16	77	20	654	26	43	60
fev/11	2.795	53	118	45	281	17	78	22	472	22	47	47
mar/11	3.373	58	136	43	1.058	33	96	34	645	25	58	44
abr/11	2.270	48	116	41	2.182	47	87	54	621	25	56	44
mai/11	1.814	43	126	34	2.667	52	98	53	511	23	67	34
jun/11	1.502	39	131	30	2.892	54	94	58	565	24	63	38
jul/11	3.103	56	154	36	5.784	76	116	65	970	31	73	43
ago/11	3.293	57	148	39	5.812	76	116	66	781	28	75	37
set/11	2.784	53	141	38	5.540	74	112	66	774	28	75	37
out/11	5.907	77	126	61	6.046	78	110	70	1.733	42	66	64
nov/11	6.200	79	118	67	6.233	79	95	84	1.966	44	53	84
dez/11	6.307	79	114	70	5.979	77	101	76	2.264	48	47	102
jan/12	2.957	54	98	56	2.559	51	84	61	1.243	35	37	95
fev/12	4.996	71	112	63	4.146	64	98	65	1.303	36	39	93
mar/12	4.709	69	107	64	3.978	63	85	75	620	25	28	89
abr/12	2.270	48	136	35	3.851	62	118	53	781	28	41	68
mai/12	2.249	47	136	35	2.971	55	125	44	598	24	48	51
jun/12	10.538	103	183	56	4.722	69	148	47	496	22	61	37
jul/12	10.489	102	184	56	4.821	69	160	43	496	22	61	37
ago/12	11.296	106	167	64	6.806	82	137	60	628	25	57	44
set/12	10.802	104	178	58	5.187	72	154	47	428	21	61	34
out/12	12.063	110	193	57	5.962	77	160	48	382	20	60	33
nov/12	12.063	110	193	57	7.461	86	152	57	376	19	60	32
dez/12	4.336	66	153	43	6.556	81	147	55	236	15	58	27
jan/13	4.343	66	153	43	6.237	79	131	60	236	15	58	26
fev/13	3.876	62	167	37	4.490	67	152	44	98	10	62	16
mar/13	6.445	80	183	44	19.950	141	202	70	2.992	55	85	64
abr/13	6.566	81	150	54	26.152	162	164	99	4.229	65	73	89
mai/13	13.036	114	198	58	23.739	154	197	78	4.229	65	81	80
jun/13	12.016	110	214	51	24.782	157	209	75	4.896	70	92	76
jul/13	10.914	104	223	47	22.270	149	224	67	4.726	69	95	72
ago/13	11.112	105	221	48	24.584	157	212	74	4.350	66	105	63
set/13	10.063	100	211	48	10.300	101	165	62	2.494	50	91	55
out/13	5.167	72	233	31	3.767	61	198	31	654	26	104	25
nov/13	854	29	196	15	3.150	56	190	30	1.250	35	95	37
dez/13	688	26	188	14	3.017	55	157	35	1.067	33	77	43

Fonte: Elaborada pelo autor

Por fim, o Quadro 25 apresenta os valores de variância (Var.), desvio padrão (DP), média (Média) e coeficiente de variação (CV) calculados entre os anos de 2010 e 2013 para a demanda D_3 existente entre a Usina Riograndense e Fábrica de Laminados.

Quadro 25 – Valores de tendência central e variabilidade para D₃

Programação de pedidos Usina Riograndense - Fábrica	6496				6527				725			
	Var.	DP	Media	CV	Var.	DP	Media	CV	Var.	DP	Media	CV
jan/10	410	20	108	19	618	25	79	31	85	9	59	15
fev/10	432	21	109	19	230	15	71	21	216	15	66	22
mar/10	617	25	115	22	354	19	79	24	157	13	70	18
abr/10	2.255	47	133	36	343	19	79	23	153	12	71	17
mai/10	2.457	50	131	38	236	15	74	21	197	14	68	21
jun/10	2.520	50	130	39	362	19	81	24	221	15	71	21
jul/10	2.650	51	145	35	384	20	87	22	176	13	75	18
ago/10	2.702	52	149	35	615	25	98	25	283	17	78	22
set/10	3.143	56	141	40	606	25	98	25	293	17	77	22
out/10	1.958	44	131	34	735	27	96	28	693	26	70	38
nov/10	1.362	37	148	25	825	29	95	30	672	26	70	37
dez/10	1.977	44	143	31	989	31	87	36	645	25	66	38
jan/11	1.671	41	129	32	999	32	79	40	1.119	33	54	62
fev/11	1.394	37	123	30	274	17	66	25	509	23	44	52
mar/11	1.940	44	117	38	161	13	65	20	418	20	42	49
abr/11	1.910	44	102	43	273	17	70	24	412	20	47	44
mai/11	662	26	84	31	327	18	75	24	419	20	47	44
jun/11	1.389	37	96	39	529	23	85	27	503	22	49	46
jul/11	1.594	40	100	40	371	19	91	21	151	12	61	20
ago/11	1.604	40	100	40	122	11	96	11	129	11	67	17
set/11	1.654	41	116	35	120	11	97	11	120	11	72	15
out/11	1.078	33	128	26	417	20	104	20	82	9	75	12
nov/11	210	15	137	11	437	21	110	19	17	4	79	5
dez/11	234	15	131	12	458	21	105	20	4	2	80	2
jan/12	695	26	122	22	829	29	100	29	5	2	80	3
fev/12	1.696	41	108	38	942	31	106	29	8	3	80	4
mar/12	1.675	41	90	46	972	31	112	28	42	6	82	8
abr/12	1.095	33	77	43	872	30	111	27	160	13	78	16
mai/12	845	29	73	40	916	30	112	27	194	14	81	17
jun/12	533	23	69	33	1.298	36	124	29	195	14	81	17
jul/12	799	28	74	38	322	18	141	13	253	16	79	20
ago/12	634	25	77	33	369	19	148	13	265	16	80	20
set/12	546	23	89	26	605	25	158	16	259	16	79	20
out/12	460	21	91	24	401	20	165	12	220	15	80	19
nov/12	452	21	90	24	188	14	168	8	185	14	77	18
dez/12	452	21	90	24	1.035	32	156	21	189	14	74	19
jan/13	476	22	83	26	1.718	41	145	29	378	19	71	28
fev/13	539	23	81	28	1.629	40	143	28	372	19	70	27
mar/13	243	16	75	21	1.120	33	137	24	280	17	68	25
abr/13	387	20	71	28	2.444	49	147	34	343	19	73	25
mai/13	2.011	45	83	54	3.635	60	160	38	348	19	74	25
jun/13	2.921	54	95	57	2.811	53	168	32	586	24	82	29
jul/13	3.738	61	88	70	1.420	38	183	21	273	17	95	17
ago/13	3.597	60	90	67	1.247	35	192	18	277	17	98	17
set/13	3.602	60	94	64	1.028	32	196	16	214	15	100	15
out/13	3.480	59	95	62	853	29	193	15	196	14	102	14
nov/13	2.269	48	85	56	520	23	185	12	85	9	108	9
dez/13	1.044	32	71	45	456	21	186	11	88	9	108	9

Fonte: Elaborado pelo autor

Finalmente, com todas as informações necessárias puderam-se calcular os valores de Efeito Chicote mensais presentes entre os pedidos enviados

pelas Comerciais Gerdau para a Usina Riograndense e a demanda recebida pelos seus clientes finais, assim como entre os pedidos programados para a Fábrica de Laminados e os pedidos recebidos pela Usina Riograndense.

As Tabelas 1 e 2 apresentam os valores do Efeito Chicote calculados para os níveis 2 e 3, respectivamente.

Tabela 1 – Efeitos Chicotes calculado para o nível 2

Período	EC 6496 Var N2	EC 6496 CV N2	EC 6527 Var N2	EC 6527 CV N2	EC 725 Var N2	EC 725 CV N2
jan/10	3,04	1,71	2,33	1,40	82,25	6,15
fev/10	3,89	1,87	2,01	1,45	81,17	6,30
mar/10	4,91	2,17	2,01	1,45	5,54	3,68
abr/10	21,58	4,00	5,20	2,04	8,76	4,10
mai/10	9,48	2,69	6,12	2,24	22,67	4,52
jun/10	3,37	1,58	1,98	1,26	6,66	2,63
jul/10	3,01	1,50	2,71	1,60	9,99	3,57
ago/10	3,04	1,57	2,34	1,43	10,73	3,98
set/10	3,35	1,78	2,87	1,67	10,67	3,76
out/10	1,69	1,36	2,40	1,80	8,24	3,40
nov/10	2,06	1,60	2,27	1,85	2,78	2,76
dez/10	3,47	2,23	4,52	2,94	21,04	6,26
jan/11	4,07	2,41	4,24	2,58	22,72	5,70
fev/11	3,39	1,94	0,45	0,77	1,99	1,41
mar/11	8,25	2,37	1,18	0,90	1,99	1,00
abr/11	4,79	1,95	2,18	1,19	1,84	0,91
mai/11	4,91	1,68	2,80	1,01	1,47	0,58
jun/11	13,45	2,48	5,88	1,34	3,43	0,75
jul/11	70,79	4,61	87,30	3,34	54,26	2,10
ago/11	55,73	4,16	60,35	2,67	27,00	1,61
set/11	31,40	3,32	44,52	2,20	28,21	1,68
out/11	56,65	4,92	48,03	2,20	55,75	2,49
nov/11	58,13	5,30	47,12	2,61	74,29	3,67
dez/11	28,66	4,01	89,24	3,21	90,49	4,62
jan/12	12,46	3,06	38,14	2,53	46,18	4,05
fev/12	2,69	1,51	2,26	0,80	3,52	1,36
mar/12	2,27	1,54	1,65	1,05	1,57	1,41
abr/12	1,19	0,98	1,37	0,88	1,60	1,21
mai/12	0,82	0,97	1,19	0,91	1,39	1,11
jun/12	3,83	1,73	1,89	1,18	1,34	1,00
jul/12	10,91	3,26	7,05	2,53	3,32	1,86
ago/12	8,70	3,06	8,04	3,08	4,01	2,12
set/12	10,32	3,25	7,24	2,70	5,00	2,29
out/12	11,25	3,12	8,26	2,78	4,33	2,15
nov/12	16,05	3,63	11,82	3,56	5,18	2,39
dez/12	7,22	2,99	9,40	3,31	3,78	2,09
jan/13	6,03	2,56	8,28	3,22	6,01	2,41
fev/13	2,59	1,70	4,81	2,30	1,19	1,08
mar/13	3,63	1,89	10,18	2,73	20,87	3,46
abr/13	4,46	2,67	11,77	3,94	29,02	4,94
mai/13	8,80	2,79	9,56	3,21	26,70	4,46
jun/13	8,25	2,59	9,81	3,05	15,69	3,28
jul/13	19,70	4,17	29,00	5,22	43,72	5,74
ago/13	25,90	4,77	29,32	5,51	34,22	4,79
set/13	19,98	4,45	14,46	4,86	18,50	4,20
out/13	3,12	1,51	2,48	1,54	4,56	1,81
nov/13	0,50	0,71	3,45	1,73	6,56	2,34
dez/13	0,32	0,57	1,81	1,41	3,12	1,80

Fonte: Elaborada pelo autor

Legenda:

EC 6496 Var N2: Efeito Chicote calculado pela definição de Chen (2000) para o material 6496 no nível 2**EC 6496 CV N2:** Efeito Chicote calculado pela definição de Fransoo e Wouters (2000) para o material 6496 no nível 2**EC 6527 Var N2:** Efeito Chicote calculado pela definição de Chen (2000) para o material 6527 no nível 2**EC 6527 CV N2:** Efeito Chicote calculado pela definição de Fransoo e Wouters (2000) para o material 6527 no nível 2**EC 725 Var N2:** Efeito Chicote calculado pela definição de Chen (2000) para o material 725 no nível 2**EC 725 CV N2:** Efeito Chicote calculado pela definição de Fransoo e Wouters (2000) para o material 725 no nível 2

Tabela 2 – Efeitos Chicotes calculado para o nível 3

Período	EC 6496 Var N3	EC 6496 CV N3	EC 6527 Var N3	EC 6527 CV N3	EC 725 Var N3	EC 725 CV N3
jan/10	0,54	0,86	0,73	1,16	0,01	0,13
fev/10	0,46	0,82	0,31	0,78	0,03	0,18
mar/10	0,67	0,87	0,42	0,78	0,39	0,28
abr/10	0,36	0,68	0,16	0,58	0,18	0,21
mai/10	0,40	0,75	0,12	0,53	0,13	0,27
jun/10	0,53	1,00	0,09	0,50	0,15	0,29
jul/10	0,45	0,79	0,08	0,40	0,11	0,22
ago/10	0,36	0,64	0,13	0,46	0,16	0,24
set/10	0,40	0,70	0,11	0,43	0,21	0,29
out/10	0,48	0,75	0,16	0,43	0,59	0,51
nov/10	0,30	0,46	0,19	0,42	1,70	0,62
dez/10	0,72	0,62	3,51	1,52	0,96	0,56
jan/11	0,62	0,64	4,10	1,96	1,71	1,04
fev/11	0,50	0,68	0,97	1,16	1,08	1,10
mar/11	0,58	0,88	0,15	0,58	0,65	1,12
abr/11	0,84	1,04	0,13	0,44	0,66	0,98
mai/11	0,37	0,91	0,12	0,46	0,82	1,30
jun/11	0,92	1,31	0,18	0,47	0,89	1,21
jul/11	0,51	1,10	0,06	0,32	0,16	0,47
ago/11	0,49	1,03	0,02	0,17	0,17	0,46
set/11	0,59	0,94	0,02	0,17	0,16	0,41
out/11	0,18	0,42	0,07	0,28	0,05	0,19
nov/11	0,03	0,16	0,07	0,23	0,01	0,06
dez/11	0,04	0,17	0,08	0,27	0,00	0,02
jan/12	0,23	0,39	0,32	0,48	0,00	0,03
fev/12	0,34	0,60	0,23	0,44	0,01	0,04
mar/12	0,36	0,72	0,24	0,37	0,07	0,09
abr/12	0,48	1,24	0,23	0,51	0,21	0,24
mai/12	0,38	1,14	0,31	0,62	0,32	0,34
jun/12	0,05	0,60	0,27	0,62	0,39	0,47
jul/12	0,08	0,69	0,07	0,29	0,51	0,55
ago/12	0,06	0,51	0,05	0,22	0,42	0,46
set/12	0,05	0,45	0,12	0,33	0,61	0,60
out/12	0,04	0,42	0,07	0,25	0,58	0,57
nov/12	0,04	0,41	0,03	0,14	0,49	0,55
dez/12	0,10	0,55	0,16	0,37	0,80	0,70
jan/13	0,11	0,61	0,28	0,47	1,60	1,04
fev/13	0,14	0,76	0,36	0,64	3,79	1,70
mar/13	0,04	0,47	0,06	0,35	0,09	0,38
abr/13	0,06	0,51	0,09	0,34	0,08	0,28
mai/13	0,15	0,94	0,15	0,48	0,08	0,31
jun/13	0,24	1,11	0,11	0,42	0,12	0,39
jul/13	0,34	1,49	0,06	0,31	0,06	0,24
ago/13	0,32	1,40	0,05	0,25	0,06	0,27
set/13	0,36	1,34	0,10	0,27	0,09	0,27
out/13	0,67	2,01	0,23	0,49	0,30	0,56
nov/13	2,66	3,77	0,17	0,42	0,07	0,23
dez/13	1,52	3,24	0,15	0,33	0,08	0,20

Fonte: Elaborada pelo autor

Legenda:

EC 6496 Var N3: Efeito Chicote calculado pela definição de Chen (2000) para o material 6496 no nível 3**EC 6496 CV N3:** Efeito Chicote calculado pela definição de Fransoo e Wouters (2000) para o material 6496 no nível 3**EC 6527 Var N3:** Efeito Chicote calculado pela definição de Chen (2000) para o material 6527 no nível 3**EC 6527 CV N3:** Efeito Chicote calculado pela definição de Fransoo e Wouters (2000) para o material 6527 no nível 3**EC 725 Var N3:** Efeito Chicote calculado pela definição de Chen (2000) para o material 725 no nível 3**EC 725 CV N3:** Efeito Chicote calculado pela definição de Fransoo e Wouters (2000) para o material 725 no nível 3

5.5 Análises de Correlação

A partir dos cálculos dos efeitos chicotes, procurou-se verificar a existência ou não de correlação com os valores de estoques médios de cada um dos itens analisados no nível 3 da Cadeia de Suprimentos. Para isso, no entanto, foi necessário o levantamento das informações de estoque médio mensal (retiradas de relatórios gerenciais) durante o mesmo período analisado para as demandas. A Tabela 3 apresenta os estoques por item entre janeiro de 2010 e dezembro de 2013. Por motivos de confidencialidade, os dados apresentados foram mascarados para a elaboração da dissertação.

Tabela 3 – Posição de estoque médio mensal

Período	Estoque médio 6496	Estoque médio 6527	Estoque médio 725
jan/10	82,57	31,77	41,90
fev/10	23,11	25,10	58,25
mar/10	49,29	29,23	63,61
abr/10	55,01	45,31	36,40
mai/10	47,12	29,56	17,17
jun/10	75,10	36,24	10,62
jul/10	76,37	67,96	52,09
ago/10	88,35	91,04	78,41
set/10	66,04	53,53	72,29
out/10	88,03	37,55	50,51
nov/10	64,61	27,12	50,72
dez/10	55,23	15,75	50,08
jan/11	37,92	35,97	29,17
fev/11	42,72	15,46	3,30
mar/11	48,67	50,09	7,22
abr/11	44,98	45,95	11,79
mai/11	54,48	45,54	12,98
jun/11	56,30	45,68	4,40
jul/11	27,02	46,46	16,90
ago/11	42,10	33,40	21,56
set/11	31,54	54,92	25,65
out/11	50,06	41,31	10,03
nov/11	54,77	20,24	28,47
dez/11	62,74	29,99	41,49
jan/12	49,31	25,16	41,36
fev/12	59,20	24,44	43,86
mar/12	38,08	41,54	49,32
abr/12	37,28	20,93	30,80
mai/12	12,67	19,76	40,70
jun/12	24,67	22,04	7,40
jul/12	15,04	18,01	8,16
ago/12	30,11	59,93	12,85
set/12	36,42	35,36	28,41
out/12	35,97	78,98	22,24
nov/12	17,22	63,51	49,52
dez/12	36,22	48,82	33,66
jan/13	48,91	25,09	38,49
fev/13	13,77	17,88	12,16
mar/13	9,98	16,07	5,36
abr/13	43,17	55,51	9,39
mai/13	87,13	17,55	5,92
jun/13	70,12	29,19	11,53
jul/13	28,39	51,17	9,26
ago/13	6,67	63,63	6,36
set/13	7,25	87,74	7,06
out/13	24,45	38,95	14,99
nov/13	10,53	40,10	32,57
dez/13	30,23	40,84	28,60

Fonte: Elaborada pelo autor

Para as análises de correlação, utilizou-se o *software* Statistical Package for Social Sciences (SPSS) versão 21. A hipótese nula defendida, através de valor de *p value* $< 0,05$, é de que existe correlação entre os valores de Efeito Chicote calculados e os valores de estoque observados no mesmo período. A correlação de Pearson foi utilizada para os testes paramétricos e a correlação de Spearman foi utilizada para os testes não paramétricos. A Tabela 4 apresenta os valores de R e *p value* para as variáveis testadas em ambos os testes, sendo que aquelas que apresentaram significância estatística estão grifadas em amarelo.

Tabela 4 – Resultados dos testes de correlação

Variáveis	Testes	
	Paramétricos	Não Paramétricos
EC 6496 Var N2	R = -0,096 p = 0,516	r = -0,100 p = 0,497
EC 6496 CV N2	R = -0,162 p = 0,270	R = -0,158 p = 0,283
EC 6496 Var N3	R = -0,102 p = 0,491	R = 0,111 p = 0,454
EC 6496 CV N3	R = -0,299 p = 0,039	R = -0,213 p = 0,146
EC 6527 Var N2	R = 0,25 p = 0,865	R = -0,487 p = 0,000
EC 6527 CV N2	R = 0,305 p = 0,035	R = 0,221 p = 0,130
EC 6527 Var N3	R = -0,234 p = 0,110	R = -0,509 p = 0,000
EC 6527 CV N3	R = -0,350 p = 0,015	R = -0,487 p = 0,000
EC 725 Var N2	R = 0,071 p = 0,634	R = 0,083 p = 0,573
EC 725 CV N2	R = 0,286 p = 0,049	R = 0,259 p = 0,075
EC 725 Var N3	R = -0,075 p = 0,613	R = -0,059 p = 0,692
EC 725 CV N3	R = -0,314 p = 0,017	R = -0,328 p = 0,023

Fonte: Elaborada pelo autor

Pode-se perceber que, levando-se em consideração os critérios de nível e definição simultaneamente, para os três itens avaliados, o Efeito Chicote apresentou uma correlação moderada (R entre 0,3 e 0,6) no nível 3 a partir do cálculo pela definição de Fransoo e Wouters (2000). Entretanto, para a validação dos testes paramétricos torna-se necessário que a variável em estudo apresente um comportamento similar à curva normal. Esse comportamento não foi encontrado nas variáveis, sendo necessário então normalizá-las através da transformação logarítmica (CALLEGARI-JACQUES, 2003).

Após a normalização, os novos valores de correlação calculados são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados dos testes de correlação após normalização

Variáveis	Paramétricos
EC 6496 CV N3	$R = -0,308$ $p = 0,033$
EC 6527 CV N3	$R = -0,438$ $p = 0,002$
EC 725 CV N3	$R = -0,377$ $p = 0,008$

Fonte: Elaborada pelo autor

A partir destes dados torna-se possível observar que existe uma correlação moderada negativa entre os valores do Efeito Chicote e do estoque no nível 3. Tal resultado apresenta-se interessante uma vez que a correlação esperada é uma correlação positiva entre Estoque e Efeito Chicote. Para entender um pouco melhor o que está determinando esse comportamento, buscou-se, a partir dos resultados de Efeito Chicote apresentados nas Tabelas 1 e 2, verificar qual o valor médio de Efeito Chicote encontrado nos níveis 2 e 3 para cada um dos itens analisados. Os valores são apresentados na Tabela 6

Tabela 6 – Valores médios do Efeito Chicote entre jan/10 e dez/13

	EC 6496 CV N2	EC 6496 CV N3	EC 6527 CV N2	EC 6527 CV N3	EC 725 CV N2	EC 725 CV N3
Valor médio entre jan/10 e dez/13	2,56	0,91	2,27	0,50	2,94	0,47

Fonte: Elaborada pelo autor

Analisando-se os valores médios do Efeito Chicote, pode-se perceber um comportamento de diminuição de intensidade entre os níveis 2 e 3, sendo que tal comportamento é contrário ao esperado pela literatura, uma vez que se espera um aumento de intensidade do Efeito Chicote a medida que se avançam os níveis na cadeia de suprimentos.

Entretanto, essa correlação negativa, ao mesmo tempo, indica o papel neutralizador que os estoques exercem sobre o Efeito Chicote. Quando ocorre o aumento da variabilidade da demanda entre os níveis 2 e 3, o estoque existente entre esses níveis acaba absorvendo esse aumento e sendo consumido.

Outra possível explicação para a diminuição de intensidade entre os níveis 2 e 3 pode estar relacionada ao fato de no nível 3 existir uma estrutura de S&OP (*Sales and Operation Planning*) centralizada que, de certa forma, pode estar regulando o comportamento natural do Efeito Chicote. Esse resultado vai ao encontro de Merkurjev *et al.* (2002) que descrevem que estruturas com informação centralizada tendem a apresentar uma menor intensidade do Efeito Chicote. O processo de S&OP da empresa em estudo está descrito na Seção 5.6.

Para buscar a quantificação de quanto o processo de S&OP está regulando o Efeito Chicote, procurou-se calculá-lo entre os níveis 3 e 1 diretamente e compará-lo com o Efeito Chicote encontrado entre os níveis 2 e 1. A Tabela 7 apresenta os resultados.

Tabela 7 – Percentual de redução após o processo de S&OP

Valor médio entre jan/10 e dez/13		
EC 6496 CV entre N2 e N1	EC 6496 CV entre N3 e N1	% Redução
2,56	2,06	19,53%
EC 6527 CV entre N2 e N1	EC 6527 CV entre N3 e N1	% Redução
2,27	1,04	54,19%
EC 725 CV entre N2 e N1	EC 725 CV entre N3 e N1	% Redução
2,94	1,13	61,56%

Fonte: Elaborada pelo autor

Os valores encontrados para o Efeito Chicote diretamente entre os níveis 3 e 1 mostram a presença do fenômeno, corroborando a ideia de que a variabilidade da demanda vai aumentando ao longo de uma Cadeia de Suprimentos. Ao se comparar esses valores com o Efeito Chicote existente entre os níveis 2 e 1 pode-se perceber que após o nível 3 houve uma redução de 24,82% na intensidade do Efeito Chicote para o item 6496. Já para os itens 6527 e 725 essa redução foi de 57,38% e 54,80%, respectivamente. Torna-se importante a percepção de que tanto o item 6527 quanto o item 725 possuem demandas médias menores que o item 6496, como se pode verificar no Quadro 26, indicando que, quanto menor a demanda de um determinado material, maior é a regulação feita pelo processo de S&OP. Essa redução pode auxiliar a equilibrar os valores de estoques ao longo da Cadeia de Suprimentos evitando um maior custo para o gerenciamento dos mesmos.

Quadro 26 – Demanda média mensal dos itens

Item	Demanda Média Mensal (t)
6496	146
6527	124
725	58

Fonte: Elaborada pelo autor

5.6 Processo de S&OP

O processo de S&OP na GERDAU é centralizado e funciona de forma dinâmica com a participação dos processos de Marketing, Vendas, Produção e Logística.

O primeiro *input* desse processo vem através da área de Marketing e Vendas com a chamada previsão irrestrita de demanda por Grupo de Previsão de Vendas para o mês atual (M0) e os próximos três meses. Após receber essa previsão, ocorre a chamada “restrição” através do confronto da previsão de vendas irrestrita com as capacidades produtivas em cada unidade.

Em uma primeira rodada, as restrições são identificadas e apresentadas na reunião chamada de Pré-S&OP. Nessa reunião, participam representantes de Logística, Produção, Marketing e Vendas onde, de acordo com as possibilidades, as restrições são minimizadas através de ações estruturadas, como realocação da demanda de uma determinada região para ser atendida pela capacidade produtiva de outra região, necessidade de horas-extras, etc. Essas ações são retroalimentadas no sistema que gera uma nova proposta de plano de produção. Esse plano basicamente contempla as políticas de estoque a serem adotadas para o ciclo, bem como a previsão de vendas restrita por Grupo de Previsão de Vendas e a proposta de produção por Grupo de Produtos. Desta forma, essa nova proposta de plano de produção é apresentada numa segunda rodada na reunião de S&OP, sendo que uma vez validada, acaba sendo liberada através da publicação do plano.

Após a publicação desse plano, o mesmo é encaminhado para os PCP's das unidades, sendo que os valores de necessidades independentes para os grupos de produto já são desagregados no nível de item para que sejam realizadas as etapas de *Pré-Scheduling* e *Scheduling*.

A etapa de *Pré-Scheduling* consiste em analisar os valores desagregados para todos os itens e os respectivos valores de produção sugeridos, após a rodada do MRP, para o próximo mês. Desta forma, incoerências nos valores obtidos devem ser reportadas à equipe de planejamento do S&OP para que essas distorções possam ser corrigidas na rodada do próximo ciclo do plano. Essa etapa tem a duração média de dez dias.

Uma vez executado o *Pré-Scheduling*, com a determinação das quantidades a serem produzidas no mês seguinte, pode-se realizar a etapa de *Scheduling* onde são feitos os sequenciamentos das ordens planejadas de produção para todos os itens da unidade alocando-as nos recursos produtivos adequados, buscando a otimização desses. A partir daí, os programas de

produção são enviados para as respectivas áreas produtoras e a sua execução é acompanhada diariamente em ciclos mensais.

5.7 Entrevistas de validação

Após o desenvolvimento do trabalho foram realizadas entrevistas com dois executivos de S&OP na empresa para a apresentação dos resultados bem como validação do estudo. Nos Anexos E e F as entrevistas com o Sr. G e Sr. D, respectivamente são apresentadas na íntegra.

Ambos os entrevistados apresentaram conhecimento em relação ao tema do Efeito Chicote, referenciando que a ocorrência do fenômeno vai se propagando na Cadeia de Suprimentos. No que diz respeito à relação esperada entre o Efeito Chicote e os níveis de estoque, o Sr. G citou que o Efeito Chicote influencia os níveis de estoque, porém sem especificar de que forma isso ocorre. No entanto, o Sr. D respondeu que ao não se controlar a propagação do Efeito Chicote o mesmo irá ocasionar uma elevação rápida nos níveis de estoque.

Após a apresentação dos resultados encontrados no estudo, os entrevistados atribuíram o comportamento de redução da intensidade do Efeito Chicote no nível três a influência do processo de S&OP, identificando que o processo de S&OP é fundamental para maximizar a utilização dos recursos da empresa (equipamentos, pessoas, áreas de estocagem, etc.) e manter a estabilização do processo. Outro ponto comum foi o fato de ambos apontarem que a não existência de um processo de S&OP causaria prejuízo a Cadeia de Suprimentos ao passo que levaria a produções desnecessárias com elevação dos estoques, além de subutilização dos recursos e conseqüente falta de coordenação entre as etapas da Cadeia de Suprimentos.

Em relação ao modelo de análise apresentado no trabalho, o Sr. G considerou válido, porém ressaltou que a forma de apresentação poderia ser melhor estruturada para facilitar o entendimento. Já o Sr. D entende que pelas próprias limitações de capacidade e delimitações de estoque que o processo de S&OP impõe a Cadeia de Suprimentos a abordagem adotada não seria a mais adequada.

Essa diferença de percepção por parte dos entrevistados mostra que existe espaço dentro da organização para que o tema do Efeito Chicote seja mais explorado para que possa ser mais bem compreendido entre os envolvidos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho buscou-se alinhar os conceitos teóricos relativos ao Efeito Chicote e a forma como ele atua na propagação da variabilidade ao longo da Cadeia de Suprimentos. Apesar de ser um fenômeno conhecido, são poucos os trabalhos encontrados que abordam casos de quantificação do Efeito Chicote nas empresas.

Inicialmente, a etapa de priorização do segmento de vendas estudado já trouxe um resultado interessante, pois não se imaginava que a participação da Distribuição, nos produtos para a construção civil, tinha crescido consideravelmente no intervalo de cinco anos. Isso não contribuiu somente para a priorização do estudo, mas também para que as futuras análises relacionadas às Comerciais Gerdau sejam mais detalhadas em função da sua relevância para o negócio.

A priorização dos itens a serem analisados igualmente trouxe alguma surpresa para o pesquisador uma vez que, empiricamente, a expectativa é de que diferentes itens fossem os mais significativos. Tal descoberta reforçou a importância de se realizar com mais frequência a revisão dos itens A, B e C na empresa.

Na etapa de delimitação da Cadeia de Suprimentos, buscou-se contemplar níveis suficientes que captassem a transferência da informação da demanda desde o cliente final até a fábrica de laminados. Com isso se tornou possível medir o Efeito Chicote em dois pontos distintos nesta cadeia analisada, possibilitando a comparação entre esses valores.

As entrevistas realizadas com os gestores das Comerciais Gerdau indicaram, de forma geral, que existe um processo de previsão de vendas com técnicas quantitativas e qualitativas e uma cobertura de estoques pré-estipulada. Além disso, é ponto comum para os dois gestores que o processo de comunicação entre os elos da Cadeia de Suprimentos poderia ser melhorado.

Para o cálculo do Efeito Chicote foram utilizadas as definições de Chen (2000) que aborda a razão entre a variância dos pedidos realizados por um nível da Cadeia de Suprimentos e a variância da demanda recebida por esse mesmo nível, e a definição de Fransoo e Wouters (2000) que aborda a razão

entre o coeficiente de variação dos pedidos gerados por um nível da Cadeia de Suprimentos e o coeficiente de variação recebido por esse mesmo nível.

A partir da mensuração do Efeito Chicote, pretendeu-se identificar a correlação estatística entre este e os níveis de estoque dos produtos analisados. O resultado encontrado chamou a atenção, pois a correlação com intensidade moderada foi negativa em um dos níveis. Desta forma, atentou-se ao fato de que no nível em que houve essa correlação existe um processo de S&OP com informação centralizada que exerce de alguma maneira um caráter regulador no comportamento do Efeito Chicote.

Procurando entender um pouco mais desse comportamento, se buscou verificar a intensidade do fenômeno entre os níveis. Pôde-se perceber a ocorrência do fenômeno entre os níveis 2 e 1 da Cadeia de Suprimentos. No entanto, entre os níveis 3 e 2 os valores médios encontrados foram menores que 1 o que não caracterizou a ocorrência do Efeito Chicote entre esses níveis. Porém, ao se calcular o Efeito Chicote, entre o nível 3 e o nível 1 da Cadeia de Suprimentos, novamente foi possível encontrar a ocorrência desse. Com isso, tornou-se possível estimar o quanto percentualmente o processo de S&OP agia regulando a intensidade do Efeito Chicote na Cadeia de Suprimentos analisada.

Esse resultado vai ao encontro de Lee, Padmanabhan e Whang (1997) que abordam que o compartilhamento dos dados sobre vendas, capacidade de produção e estoque, entre os participantes da Cadeia de Suprimentos, auxilia na atenuação do Efeito Chicote. É justamente no processo de S&OP que esse compartilhamento de informações acontece.

Após o detalhamento desse processo de S&OP na empresa, foram realizadas entrevistas para verificar a percepção dos entrevistados em relação ao tema do Efeito Chicote e a importância do processo de S&OP para a empresa, além de validar a proposta de modelo de análise feita pelo pesquisador.

Em termos acadêmicos, o estudo apresentado visa contribuir com mais casos de mensuração do Efeito Chicote a partir de dados reais, pois a maior parte dos trabalhos encontrados na literatura utiliza-se de dados sintéticos. Com essa análise de dados reais, inferências em relação ao comportamento do

Efeito Chicote junto a outras variáveis na Cadeia de Suprimentos tornam-se possíveis.

Para a empresa, um dos maiores ganhos trazidos pela pesquisa diz respeito a encontrar novas formas de se analisar a contribuição do processo de S&OP para o ganho da Cadeia de Suprimentos. Apesar de esse não ser o objetivo principal do trabalho, a análise do caráter regulador do S&OP no comportamento do Efeito Chicote pode, a partir desse viés, permitir uma análise mais profunda da relação custo benefício deste processo para a empresa.

6.1 Limitações do estudo

Uma das primeiras limitações do trabalho diz respeito à análise de apenas uma das famílias de produtos da empresa em análise. Escolheu-se a família de produtos para a construção civil, por ser uma das mais significativas para o negócio. Desta forma, os resultados encontrados são válidos para os três itens detalhados, não podendo necessariamente afirmar que estes itens reproduzem o comportamento de todos os outros.

Para que fosse possível a realização do trabalho, tornou-se necessária a delimitação da Cadeia de Suprimentos a ser estudada. Com isso, representou-se uma fração de quatro níveis dessa cadeia, sendo que desta forma, igualmente, o comportamento apresentado entre os níveis do estudo não necessariamente reproduzem o comportamento dos demais níveis na empresa.

Apesar de atualmente a empresa possuir um mesmo sistema *ERP* entre os níveis, a dificuldade para a obtenção dos dados foi outro fator limitante para a execução do trabalho. Se essa dificuldade não fosse presente, talvez fosse possível aumentar o número de itens a serem estudados ou os níveis da Cadeia de Suprimentos a serem analisados.

Por fim, os dados referentes ao 1º semestre de 2014 não puderam ser adicionados ao trabalho, pois a empresa estava passando por uma mudança de sistema, não estando os mesmos na mesma base dos demais anos.

6.2 Sugestão de trabalhos futuros

Ao longo deste trabalho e a partir dos resultados encontrados algumas ideias e sugestões para trabalhos futuros foram sendo geradas.

A primeira delas diz respeito à identificação da importância de um processo de S&OP com informações centralizadas na regulação do Efeito Chicote. A partir desses resultados preliminares, tornar-se-ia interessante comparar o caso em estudo com outras empresas que não possuem o mesmo processo, para desta forma ser possível verificar o comportamento do Efeito Chicote sem uma estrutura reguladora agindo sobre o mesmo.

Outra sugestão consequente do trabalho é a análise dentro da empresa de outras “frações” da Cadeia de Suprimentos. Isso pelo fato de, ao se estudar outros clientes da linha de distribuição que não somente as unidades apresentadas no trabalho pode-se identificar um comportamento com intensidade diferente do Efeito Chicote por tipo de clientes. Com isso, podem-se utilizar, ao longo do tempo, estratégias distintas de acordo com cada segmentação.

Além disso, uma vez identificado que o processo de S&OP auxilia na atenuação do Efeito Chicote, apresenta-se como oportuno o estudo da precificação do processo de S&OP para empresa. Desta forma, a partir da igual precificação dos estoques, pode-se traçar uma relação custo benefício em relação a manter-se um processo de S&OP *versus* a economia gerada pelo mesmo através do controle dos níveis de estoque.

REFERÊNCIAS

ALTIPARMAK, F.; GEN, M.; PAKSOY, T.; LIN, L. A genetic algorithm approach for multi-objective optimization of supply chain networks. **Computer & Industrial Engineering**, v. 51, p. 196-215, 2006.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos/logística empresarial**. 5. ed., Porto Alegre: Bookman, 2006, 29p.

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

CALLEGARI-JACQUES, S.M. **Bioestatística: princípios e aplicações**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CHEN, F.; DREZNER, Z.; RYAN, J. K.; SIMCHI-LEVI, D. Quantifying the bullwhip effect in a simple supply chain: the impact of forecasting, lead times, and information. **Management Science**, v. 46, n. 3, p. 436-433, 2000.

CHOPRA, S.; MEINDL, P. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. São Paulo: Prentice Hall, 2003.

CRESWELL, J. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman e Artmed, 2010.

DAVIS, M.; AQUILANO, N.J.; CHASE, R.B. **Fundamentos da administração da produção**. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ELSAYED, E. A.; BOUCHER, T. O. **Analisis and control of production systems**. 2. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1994.

FIORIOILLI, J. C. **Modelagem matemática do Efeito Chicote em cadeias de abastecimento**. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

FRANSOO, J. C.; WOUTERS, M. J. F. Measuring the bullwhip effect in the supply chain. **Supply Chain Management**, v. 5, n. 2, p. 78-79, 2000.

FOGLIATTO, F. S. **Apostila da Matéria de Programação da Produção II**. PPGEF, 2000, Porto Alegre, RS.

GERDAU. **Site Institucional**. Disponível em: www.gerdau.com.br. Acesso em: 20/08/13.

GHIANI, G.; LAPORTE, G.; MUSMANNO, R. **Introductions to logistics systems planning and control**. New York: Wiley; 2004.

IABR. **Site do Instituto Aço Brasil**. Disponível em: www.acobrasil.org.br. Acesso em: 28/04/2014.

IBGE. **Site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em www.ibge.gov.br. Acesso em 13/08/2014.

JOHNSON, M. E.; PYKE, D. F. Supply chain management, **Working Paper**, The Tuck School of Business, 1999.

KRAJEWSKI, L. J.; RITZMAN, L. P. **Operations management, strategy and analisys**, 5. ed. Massachusetts, Addison-Wesley, Reading: 1994.

LEE, H.; PADMANABHAN, V.; WHANG, S. The bullwhip effect in supply chains. **Sloan Management Review**, n. 38, p. 93-102, 1997.

MERKURYEV, Y. A.; PETUHOVA, J. J.; VAN LANDEGHEM, R.; VANSTEENKISTE, S. Simulation-based analysis of the bullwhip effect under different information sharing strategies. **Proceedings 14th European Simulation Symposium**, p 1-6, 2002.

MONTGOMERY, D. C.; JOHNSON, L. A.; GARDNER, J. S. **Forecasting and time series analysis**. 2. ed, Nova York: McGraw-Hill, Inc., 1990.

MOREIRA, D. A. **Administração da produção e operações**. 4. ed. São Paulo: Pioneira, 1999.

PELLEGRINI, F. R. **Metodologia para a implementação de um sistema de previsão de demanda**. Dissertação de Mestrado, PPGEP, 2000, Porto Alegre, RS.

POLLICK, M. What is Lead Time? **Wise Geek**, 2010. Disponível em <<http://w.wisegeek.com/what-is-lead-time.htm>>. Acesso em 07/01/2013.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; HARLAND, C.; HARRINSON, A. ; JOHNSTON, R. **Administração da produção**. São Paulo: Atlas, 2002.

WARBURTON, R. D. H. An analytical investigation of the bullwhip effect. **Production and Operations Management**, v. 13, n. 2, p. 150-160, 2004.

ANEXO A – Classificação ABC das Unidades da Distribuição¹

Unidade	Entrega Acumulada (t)	Entrega Acumulada (%)
BBCJ	6.121,93	10,5%
BBCI	6.083,77	10,4%
ABCG	5.525,73	9,5%
ABC5	5.014,31	8,6%
ABC3	4.978,58	8,5%
BBCB	4.727,97	8,1%
BBCK	3.326,40	5,7%
ABC1	3.083,52	5,3%
BBCH	2.448,16	4,2%
ABCX	2.324,33	4,0%
770449	1.839,83	3,2%
BBCL	1.706,44	2,9%
430875	1.557,94	2,7%
ABCH	1.236,81	2,1%
BBC	1.101,45	1,9%
ABCU	1.001,91	1,7%
948231	776,82	1,3%
ABCA	540,27	0,9%
BBCO	452,13	0,8%
BBCM	396,44	0,7%
ABCD	354,69	0,6%
911775	345,38	0,6%
979093	329,61	0,6%
ABCM	322,66	0,6%
BBCN	288,15	0,5%
ABCQ	278,30	0,5%
ABC7	260,50	0,4%
ABC2	257,00	0,4%
ABCT	248,77	0,4%
ABCV	217,55	0,4%
ABC4	196,19	0,3%
ABC8	186,84	0,3%
ABC9	147,24	0,3%
912581	134,37	0,2%
911831	101,50	0,2%
989764	62,34	0,1%
BBC7	54,69	0,1%
ABCN	51,00	0,1%
ABCE	26,63	0,0%
ABCF	26,41	0,0%
ABCS	21,67	0,0%

¹ Por motivos de confidencialidade, os dados de volumes de entrega foram mascarados para a elaboração da dissertação.

ABCY	19,70	0,0%
ABCB	18,04	0,0%
ABCK	16,70	0,0%
ABCP	15,18	0,0%
402231	5,64	0,0%
931096	5,62	0,0%
BBCE	5,07	0,0%
199608	5,04	0,0%
ABCR	4,91	0,0%
229471	2,98	0,0%
ABCJ	2,55	0,0%
BBCS	0,42	0,0%
ABCO	1,05	0,0%
1107676	0,00	0,0%
914166	0,00	0,0%
BBCU	0,00	0,0%
Total geral	58.260,81	100,0%

ANEXO B – Classificação ABC dos aços para a construção civil²

Item	Entrada (T)	Margem de Contribuição (R\$)	Entrada (T) x Mrg. Cntr. (R\$)	% individual	% acumulado	
6527	7.109,68	219,23	311.729,46	12,76%	12,76%	A
6496	7.142,06	212,65	303.749,27	12,43%	25,20%	
725	4.855,16	222,03	215.596,83	8,83%	34,02%	
6543	4.591,26	219,98	201.997,50	8,27%	42,29%	
6462	4.544,10	188,60	171.403,14	7,02%	49,31%	
6438	2.930,84	243,13	142.513,90	5,83%	55,14%	
6569	2.610,94	217,75	113.708,16	4,65%	59,80%	
660	2.750,08	196,01	107.806,61	4,41%	64,21%	
6470	2.036,56	254,86	103.807,19	4,25%	68,46%	
6446	1.959,76	248,73	97.491,49	3,99%	72,45%	
652	2.226,00	207,58	92.414,18	3,78%	76,23%	
6501	2.280,82	183,40	83.660,70	3,42%	79,66%	
733	1.402,90	222,07	62.307,91	2,55%	82,21%	
414071	1.479,32	192,32	56.901,70	2,33%	84,54%	B
414322	1.251,20	204,79	51.245,96	2,10%	86,64%	
678	993,96	220,27	43.788,03	1,79%	88,43%	
6535	1.029,12	170,49	35.090,53	1,44%	89,87%	
6608	692,64	212,22	29.398,36	1,20%	91,07%	
414526	632,72	197,36	24.975,31	1,02%	92,09%	
327423	399,36	263,64	21.057,62	0,86%	92,95%	
133780	520,20	194,02	20.186,07	0,83%	93,78%	
133829	426,40	201,82	17.211,46	0,70%	94,49%	
741	645,40	130,62	16.859,95	0,69%	95,18%	
225846	294,54	208,35	12.273,75	0,50%	95,68%	
6551	243,12	233,69	11.362,71	0,47%	96,14%	
625371	863,72	63,68	11.000,68	0,45%	96,59%	
133748	272,44	198,86	10.835,40	0,44%	97,04%	
249816	256,32	201,84	10.347,14	0,42%	97,46%	
229890	222,20	201,74	8.965,24	0,37%	97,83%	
229882	196,64	198,74	7.816,24	0,32%	98,15%	
229913	198,50	196,41	7.797,58	0,32%	98,47%	
625355	128,78	186,28	4.797,85	0,20%	98,66%	C
500733	188,10	119,37	4.490,60	0,18%	98,85%	
302452	126,40	174,60	4.413,98	0,18%	99,03%	
701038	82,80	220,55	3.652,37	0,15%	99,18%	
775	121,54	140,34	3.411,40	0,14%	99,32%	
759	75,84	216,86	3.289,27	0,13%	99,45%	
394653	104,22	156,64	3.264,96	0,13%	99,59%	

² Por motivos de confidencialidade, os dados de entrada de pedidos e margem de contribuição foram mascarados para a elaboração da dissertação.

394645	53,20	184,31	1.961,05	0,08%	99,67%
394611	41,40	219,96	1.821,27	0,07%	99,74%
394661	28,80	203,88	1.174,34	0,05%	99,79%
937626	21,00	191,66	804,99	0,03%	99,82%
767	13,00	199,05	517,54	0,02%	99,84%
4371	10,00	213,76	427,52	0,02%	99,86%
500741	20,10	106,09	426,49	0,02%	99,88%
4355	10,00	208,45	416,90	0,02%	99,89%
935242	4,80	344,10	330,34	0,01%	99,91%
937618	7,20	220,59	317,64	0,01%	99,92%
181681	6,40	189,00	241,92	0,01%	99,93%
396419	4,40	271,08	238,55	0,01%	99,94%
4274	5,02	211,60	212,44	0,01%	99,95%
625397	15,54	64,95	201,88	0,01%	99,96%
181699	4,20	218,48	183,52	0,01%	99,96%
701012	4,00	208,80	167,04	0,01%	99,97%
864	4,00	156,66	125,33	0,01%	99,98%
640300	2,40	250,10	120,05	0,00%	99,98%
396396	1,80	275,04	99,01	0,00%	99,99%
937600	2,00	227,89	91,16	0,00%	99,99%
414584	1,40	210,74	59,01	0,00%	99,99%
181592	2,18	128,74	56,13	0,00%	99,99%
476764	1,60	171,33	54,82	0,00%	100,00%
830	1,20	150,53	36,13	0,00%	100,00%
181712	0,60	259,39	31,13	0,00%	100,00%
701020	0,40	234,46	18,76	0,00%	100,00%
Total geral	58.152,28		2.442.755,50	100,00%	

ANEXO C - Entrevista com a Sra. V da unidade BBCB

Como funciona o processo de Previsão de Vendas da unidade BBCB?

“O processo de PV pode ser dividido em duas partes. No ciclo de planejamento anual (do ano anterior) é realizada uma pesquisa de mercado junto aos principais clientes de cada segmentação: Lojas, Construção Civil, Indústria e Pessoa Física. Após a pesquisa são levados em consideração os dados históricos de vendas e o número é repassado, agrupado por tipo de produtos, ao MKT de onde retorna com algumas alterações, seja com acréscimo ou decréscimo. A partir dessa consolidação é criada a previsão anual de vendas que servirá como norteador ao longo do ano seguinte. Durante o ano corrente, mensalmente é realizada uma revisão com uma percepção mais real do mercado, levando em consideração os valores realizados nos meses recentes. Essa revisão ocorre a partir de 60 dias até 180 dias. Desta forma, mantém-se inalterada a previsão de M0 e M1.”

Existe alguma técnica padrão utilizada no processo de Previsão de Vendas?

“Normalmente utilizamos a média móvel e a média simples. A sazonalidade é levada em consideração empiricamente. Não há software específico.”

Como funciona o processo de implantação de pedidos?

“Os pedidos são implantados com uma antecedência entre 30 e 45 dias, sendo priorizadas as unidades pelo critério de localização, linha de produtos e disponibilidade.”

Existe alguma definição quanto à cobertura de estoque?

“A orientação é de 30 dias de estoque para produtos longos e 60 dias para planos.”

Qual a principal dificuldade, a seu ver, no gerenciamento dos pedidos e dos estoques ao longo da Cadeia de Suprimentos?

“Creio que a principal dificuldade enfrentada diz respeito à comunicação entre a unidade BBCB, Marketing/Vendas e unidade produtora. Muitas vezes a demora para informação atravessar esses elos faz com que a tomada de decisão fique mais demorada assim como oportunidades de negócio sejam perdidas. Como exemplo, posso citar alguns casos onde a unidade produtora está enfrentando uma situação de stockover (excesso de estoque em relação à capacidade de armazenagem) e ao mesmo tempo a unidade BBCB está enfrentando uma situação de stockout (falta de material para atender a demanda). Se a informação fluísse de forma mais rápida, a unidade BBCB poderia auxiliar a unidade produtora de “desafogar” seu estoque e conseqüentemente oferecer um nível de serviço melhor aos seus clientes.”

ANEXO D - Entrevista com a Sr. T da unidade ABCG

Como funciona o processo de Previsão de Vendas da unidade ABCG?

“O processo de Previsão de Vendas é realizado mensalmente pela unidade, com horizonte de 60 a 180 dias, e encaminhado ao Marketing, por subgrupo de produto, para validação. Se necessário, são propostas reduções ou aumentos da previsão. Os dados e informações levados em consideração para a realização dessa previsão são os históricos de vendas dos produtos, a carteira de pedidos já implantada e uma análise de mercado junto aos clientes mais representativos. Durante o andamento do mês são realizados dois checks quinzenais para verificar a aderência dos volumes vendidos junto à previsão de vendas efetuada. Além do check efetuado para as previsões mensais, também são efetuados checks com as previsões de vendas anuais”

Existe alguma técnica padrão utilizada no processo de Previsão de Vendas?

“Não há uma técnica padrão para o processo de previsão de vendas, porém normalmente utiliza-se a média simples e média móvel para se prever o comportamento das vendas em períodos futuros. Além disso, utiliza-se uma planilha que apresenta os resultados dos últimos meses bem como as previsões realizadas em ciclos anteriores”

Como funciona o processo de implantação de pedidos?

“O processo de implantação é realizado pelo rodada de um MRP que cria os pedidos conforme parametrização do sistema através de pontos de reposição. Quando o estoque chega a um determinado nível, o sistema dispara a criação de um pedido. Quando já se conhece uma demanda futura, acima do que normalmente é vendido, os pedidos spots são implantados manualmente. Além disso, existe uma gestão de carteira realizada por cada “facilitador” de linha de produto. Desta forma fica-se atento para a tratativa de desvios”

Existe alguma definição quanto à cobertura de estoque?

“Hoje procuramos trabalhar com 30 dias de estoque para produtos longos e entre 90 e 120 dias de estoque para produtos planos em função da diversidade de mix.”

Qual a principal dificuldade, a seu ver, no gerenciamento dos pedidos e dos estoques ao longo da Cadeia de Suprimentos?

“Não existe uma principal dificuldade, mas sim alguns fatores dificultadores. O primeiro deles é o processo de previsão de vendas que muitas vezes não apresenta uma acuracidade tão grande devido à falta de informações no sistema. Atualmente estamos implantando um novo sistema que permitirá trabalharmos os dados em uma mesma plataforma operacional. Outro fator que dificulta é, em algumas situações, a falta de otimização da cadeia como um todo. Por exemplo, temos situações em que a Usina entrega cargas fracionadas a clientes próximos da unidade ABCG, enquanto a unidade ABCG entrega pedidos fechados a outros clientes mais distantes. Deveria existir um direcionamento para que o trabalho fracionado fosse realizado pela unidade ABCG e não pela usina. Outra situação corriqueira, porém também com impactos, é a falta de informação entre algumas partes da Cadeia de Suprimentos. Já tivemos situações em que a fábrica de laminado dentro da usina estava parando por falta de lugar para estocar material, enquanto nós na unidade ABCG estávamos precisando desses produtos para atender aos nossos clientes.”

ANEXO E - Entrevista com o Sr. G, Gerente de S&OP Sul

Você já ouviu falar sobre o Efeito Chicote? Se sim, o que você sabe sobre ele?

“Sim já ouvi falar sobre o Efeito Chicote, mas não conseguiria dar uma resposta mais acadêmica sobre o que é, mas enfim é alguma ação que se faz em um lado da Cadeia de Suprimentos e que vai se propagando até chegar na outra ponta, simulando o efeito de um chicote.”

Qual a relação esperada entre o Efeito Chicote e os níveis de Estoque?

“O que eu imagino é que tenhamos um trabalho que ocorre no meio da cadeia que absorve o trabalho dessa variação e isso acaba gerando uma influência nos níveis de estoque.”

Uma vez que o resultado encontrado foi este (apresenta-se o resultado), a que você atribui esse comportamento?

“Eu acho que a visão que nós temos é de tentar normalizar as coisas, pois consideramos todos os recursos, equipamentos que são limitados, pessoas, principalmente de pessoas, áreas de estocagem e metas que precisamos cumprir. Por tudo isso a grande tendência que o S&OP tem é fazer com que a produção seja o mais estabilizada possível.”

Qual a importância do processo de S&OP na sua visão?

“Acho que toda a importância está relacionada à normalização das oscilações para otimizar os recursos.”

O que você acha que aconteceria se o processo de S&OP não fosse eficiente?

“Se não conseguíssemos fazer a redução dessa variação teríamos recursos subutilizados em muitos momentos, pagando hora extra em demasia em outro momento, teríamos que desligar pessoas, enfim, não teríamos a otimização dos recursos.”

Você acha válido o modelo de análise apresentado na execução do trabalho?

“Muito válido sim. A minha recomendação é que tivéssemos alguma coisa mais direta para a apresentação dos resultados conforme a ultima tabela que apresenta o Efeito Chicote entre clientes das unidades da Distribuição e a própria Distribuição, assim como entre as unidades da Distribuição e o nível que possui a atuação do S&OP.”

ANEXO F - Entrevista com o Sr. D, Assessor Técnico de S&OP.

Você já ouviu falar sobre o Efeito Chicote? Se sim, o que você sabe sobre ele?

“Já ouvi falar sim, estudei ele na faculdade e ele é causado pela não comunicação da demanda e uma reação excessiva de diversos pontos da cadeia que vão aumentando o efeito. Digamos, se o elo mais próximo do cliente tem um aumento de demanda de 10%, ele é refletido para o fornecedor num aumento de 20%, que reflete para o fornecedor dele com 30% e assim por diante, semelhante a um chicote”

Qual a relação esperada entre o Efeito Chicote e os níveis de Estoque?

“Para um empresa que não se previne em relação ao Efeito Chicote ele pode ser bastante drástico se tu considerar que se tem muitos níveis na cadeia ele vai rapidamente crescer os níveis de estoque e às vezes ele vai causar uma necessidade de não produzir, pois se tu tens uma queda na demanda o estoque já vai ser bastante grande e já vai suprir toda a necessidade de estoque de ressuprimento.”

Uma vez que o resultado encontrado foi este (apresenta-se o resultado), a que você atribui esse comportamento?

“Eu acho que o comportamento é muito guiado pelo próprio processo do S&OP de determinar os níveis de estoque e os níveis de produção.”

Qual a importância do processo de S&OP na sua visão?

“O processo de S&OP é muito importante para determinar os níveis de produção e níveis de estoque e ele fica ainda mais importante nesse caso em função da empresa ter a característica de ser de capital intensivo, então a maximização da utilização dos ativos é fundamental mesmo em momentos de

queda de demanda. Se há uma previsão de no mês seguinte haver uma recuperação, manter o nível constante de produção é fundamental, pois às vezes num momento futuro de explosão de demanda não vai haver a possibilidade de produzir mais e atender a toda a demanda que o mercado tem em função de restrições de capacidade e da impossibilidade de tu ter uma produção externa ou como na literatura uma espécie de subcontratação de produção.”

O que você acha que aconteceria se o processo de S&OP não fosse eficiente?

“Haveria uma criação grande de estoque provavelmente totalmente desbalanceada aumentando o nível de produção e estoque de itens desnecessários e causando falta nos itens que mais vende por uma completa desconexão e trabalho independente de todas as etapas da cadeia.”

Você acha válido o modelo de análise apresentado na execução do trabalho?

“Pelo processo de S&OP ser muito forte e a indústria se tratar de capital intensivo talvez não seja o mais adequado devido a limitações de capacidade de produção e também às limitações que o próprio processo de S&OP impõe a formação de estoque e aos níveis de produção.”