ÁREA TEMÁTICA: [Operações e Logística]

MODELO COLABORATIVO DE SUPRIMENTO SEM INTEGRAÇÃO ELETRÔNICA: UMA OPERACIONALIZAÇÃO BASEADA NOS PRINCÍPIOS DO CPFR

Resumo

Este estudo analisa como os princípios do *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) podem ser operacionalizados em um modelo colaborativo de suprimento sem integração eletrônica entre empresas. Trata-se de pesquisa aplicada, exploratório-descritiva, realizada por meio de estudo de caso com abordagem mista em uma empresa do segmento de soluções tecnológicas corporativas. O estudo comparou o modelo vigente com uma configuração colaborativa baseada no compartilhamento de informações, planejamento conjunto, reposição programada e monitoramento contínuo. Os resultados evidenciaram prazo de atendimento de aproximadamente 24 horas, nível de serviço de 100%, *saving* de 28,98% e ausência de deformidades relevantes nos materiais. Conclui-se que os princípios do CPFR podem ser operacionalizados sem integração eletrônica mediante a coordenação de processos, informações e responsabilidades.

Palavras-chave: CPFR; Suprimento Colaborativo; Colaboração Interorganizacional; Integração Eletrônica; Gestão da Cadeia de Suprimentos.

Abstract

This study analyzes how *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) principles can be operationalized in a collaborative supply model without electronic integration between companies. It is an applied, exploratory-descriptive case study with a mixed-methods approach, conducted in a company operating in the corporate technology solutions segment. The study compared the existing supply model with a collaborative configuration based on information sharing, joint planning, scheduled replenishment, and continuous monitoring. Results showed an approximately 24-hour lead time, a 100% service level, 28.98% cost savings, and no relevant material deformation. The study concludes that CPFR principles can be operationalized without electronic system integration through coordinated processes, information, and responsibilities.

Keywords: CPFR; Collaborative Supply; Interorganizational Collaboration; Electronic Integration; Supply Chain Management.

1. Introdução

A crescente competitividade dos mercados tem ampliado a necessidade de integração entre os agentes que compõem as cadeias de suprimentos, tornando a colaboração interorganizacional um dos principais fatores para o aumento da eficiência operacional e da capacidade de resposta às oscilações da demanda. Nesse contexto, modelos colaborativos têm sido amplamente discutidos na literatura por possibilitarem maior compartilhamento de informações, sincronização das atividades logísticas e redução das incertezas inerentes ao planejamento e à reposição de materiais (Christopher, 2024; Pires, 2016; Corrêa, 2019).

Entre as práticas colaborativas mais difundidas destaca-se o *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR), concebido como um modelo capaz de integrar fornecedores e clientes por meio do planejamento conjunto, da construção colaborativa das previsões de demanda e da coordenação dos processos de abastecimento. Desde sua proposição, o CPFR é reconhecido como uma evolução das iniciativas colaborativas anteriormente difundidas, como o *Efficient Consumer Response* (ECR) e o *Vendor Managed Inventory* (VMI), ao ampliar o nível de coordenação entre os membros da cadeia de suprimentos e reduzir as incertezas associadas à demanda e aos tempos de reposição (Ireland; Crum, 2005; Ballou, 2006; Bertaglia, 2020).

A literatura também evidencia que a utilização de tecnologias de informação, como sistemas integrados de gestão (*Enterprise Resource Planning* – ERP), intercâmbio eletrônico de dados (*Electronic Data Interchange* – EDI) e plataformas colaborativas, potencializa a implementação do CPFR ao facilitar o compartilhamento de informações e a sincronização das decisões entre os parceiros da cadeia de suprimentos. Entretanto, diversos autores ressaltam que o sucesso do modelo está fundamentado, sobretudo, na colaboração entre as organizações, sendo a tecnologia um importante mecanismo de apoio, mas não uma condição indispensável para sua aplicação (Ireland; Crum, 2005; Barratt, 2004; Seifert, 2003).

Apesar desse entendimento, observa-se que a maior parte dos estudos concentra sua atenção nos benefícios proporcionados pela integração tecnológica ou em ambientes nos quais ela já se encontra consolidada. Em contrapartida, ainda são escassas as pesquisas que demonstram, de forma aplicada, como os princípios do CPFR podem ser operacionalizados em relações colaborativas nas quais não existe integração eletrônica entre os sistemas das empresas participantes. Dessa forma, permanece uma lacuna quanto aos mecanismos organizacionais capazes de substituir a integração sistêmica e viabilizar a coordenação colaborativa do processo de suprimento.

A partir deste contexto, o presente estudo busca avaliar de que forma os princípios do *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) podem ser operacionalizados para viabilizar um modelo colaborativo de suprimento sem integração eletrônica entre empresas. Para responder a essa questão, foi desenvolvido um estudo de caso em uma empresa brasileira do segmento de soluções tecnológicas corporativas, cujo processo de suprimento de painéis de isolamento termoacústico apresentava limitações operacionais relacionadas ao modelo de abastecimento baseado em pedidos.

A pesquisa estruturou um modelo colaborativo fundamentado nos princípios do CPFR, contemplando mecanismos de planejamento conjunto,

compartilhamento sistemático das demandas, programação colaborativa das entregas, definição de responsabilidades e monitoramento contínuo do desempenho, preservando a independência dos sistemas ERP das organizações envolvidas.

Assim, mais do que discutir a necessidade da integração eletrônica, esta pesquisa busca compreender como mecanismos colaborativos de planejamento, comunicação, definição de responsabilidades e monitoramento podem operacionalizar os princípios do CPFR em um ambiente no qual os sistemas das empresas permanecem independentes. Nessa perspectiva, a principal contribuição do estudo consiste em apresentar uma alternativa metodológica para a implementação de práticas colaborativas de suprimento em organizações que não dispõem de integração eletrônica entre seus sistemas de informação, ampliando as possibilidades de aplicação do CPFR em diferentes contextos organizacionais.

Por fim, este artigo está estruturado em cinco seções. Após esta introdução, apresenta-se a fundamentação teórica sobre colaboração na cadeia de suprimentos, CPFR e integração eletrônica entre empresas. Em seguida, são descritos os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa. Na sequência, são apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da operacionalização dos princípios do CPFR no contexto investigado. Finalmente, são expostas as conclusões, as contribuições da pesquisa, suas limitações e sugestões para estudos futuros.

2. Fundamentação Teórica

2.1 Colaboração na Cadeia de Suprimentos

Na atualidade, a feroz competição nos mercados globais, o aparecimento de produtos com mudanças nos ciclos de vida e maiores expectativas dos clientes forçam as empresas a investir e concentrar esforços logísticos para manterem-se competitivas. Em uma cadeia de suprimentos típica, matérias-primas são compradas, produtos são manufaturados e, então, transportados para os clientes. Todavia, os progressos neste sentido vêm motivando uma constante evolução das técnicas de gerenciamento da cadeia para responder aos clientes com níveis de atendimento cada vez melhores (Kaminsky; Levi; Levi, 2010).

Neste sentido, a gestão da cadeia de suprimentos passou a incorporar, de forma crescente, mecanismos de colaboração entre fornecedores e clientes, ampliando a coordenação para além das atividades de movimentação e armazenamento de materiais. Nesse contexto, o compartilhamento de informações e o alinhamento das decisões entre os participantes constituem mecanismos relevantes para aumentar a eficiência e a responsividade da cadeia de suprimentos (Bertaglia, 2020; Pires, 2016).

A colaboração pressupõe maior interação entre os agentes, permitindo que informações relativas à demanda, ao abastecimento e aos estoques sejam utilizadas de forma conjunta no processo decisório. Essa abordagem busca reduzir as incertezas existentes entre os participantes e melhorar a sincronização entre demanda e suprimento, contribuindo para níveis adequados de disponibilidade e para a redução de ineficiências logísticas (Christopher, 2024).

Entre as iniciativas desenvolvidas nesse contexto, destacam-se o *Efficient Consumer Response* (ECR), o *Vendor Managed Inventory* (VMI) e o *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR). Embora apresentem diferentes níveis e formas de colaboração, essas práticas compartilham a premissa de ampliar a coordenação entre os integrantes da cadeia de suprimentos (Pires, 2016).

2.2 Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment (CPFR)

O *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) surgiu como uma iniciativa voltada à ampliação da coordenação entre fornecedores e clientes, incorporando planejamento conjunto, compartilhamento de previsões de demanda e reposição colaborativa (Ireland; Crum, 2005). Diferentemente de modelos concentrados exclusivamente no gerenciamento dos estoques, o CPFR busca sincronizar decisões relacionadas ao planejamento, à previsão e ao abastecimento, utilizando a informação compartilhada como elemento central da coordenação.

O CPFR apresenta relação com iniciativas colaborativas anteriores, especialmente o *Efficient Consumer Response* (ECR) e o *Vendor Managed Inventory* (VMI). Enquanto essas práticas contribuíram para ampliar a integração entre os participantes da cadeia, o CPFR incorporou uma abordagem mais abrangente, na qual planejamento, previsão e reposição são desenvolvidos de maneira coordenada (Pires, 2016; Bertaglia, 2020).

A evolução dessas práticas é apresentada na Figura 1, que sintetiza a ampliação gradual dos mecanismos de colaboração entre fornecedores e clientes e posiciona o CPFR como uma abordagem de maior abrangência, especialmente pela incorporação da previsão e do planejamento conjunto.

Conforme a Figura 1, a evolução dos modelos colaborativos está associada à ampliação dos mecanismos de coordenação e compartilhamento entre os participantes. No CPFR, essa coordenação alcança o planejamento das necessidades, a previsão da demanda e a programação da reposição, estabelecendo uma dinâmica de revisão e alinhamento entre os parceiros.

Figura 1 – Evolução das práticas colaborativas na cadeia de suprimentos.



Fonte: adaptado de Pires (2016).

Segundo Ireland e Crum (2005), o CPFR pode ser compreendido como um processo estruturado no qual fornecedores e clientes compartilham informações, desenvolvem previsões, coordenam planos de reposição e acompanham os resultados obtidos. Dessa forma, sua aplicação depende menos de uma atividade isolada e mais da articulação contínua entre os participantes da cadeia.

2.3 Integração eletrônica na implementação do CPFR

O compartilhamento de informações constitui elemento fundamental para o funcionamento das estratégias colaborativas. Nesse contexto, as

tecnologias de informação e comunicação (TIC) assumiram papel relevante por facilitarem a obtenção, transmissão e análise de dados utilizados no planejamento da demanda, na reposição de estoques e na coordenação das atividades entre fornecedores e clientes (Pires, 2016; Batalha, 2019).

A utilização de recursos tecnológicos pode aumentar a velocidade e a confiabilidade da troca de informações, contribuindo para reduzir discrepâncias e apoiar o processo decisório. Entretanto, a tecnologia deve ser compreendida como mecanismo de suporte à colaboração, e não necessariamente como seu elemento constitutivo. Nesse sentido, a literatura também questiona até que ponto as TIC são condição determinante para o sucesso da integração entre os participantes da cadeia (Kracklauer; Mills; Seifert, 2004). Isso porque, sob essa perspectiva, a efetividade do compartilhamento de informações em operações colaborativas depende não apenas da capacidade tecnológica, mas também de fatores relacionais e organizacionais. A capacidade de tecnologia da informação e a confiança entre os parceiros influenciam a construção de mecanismos de compartilhamento de informações, reforçando a natureza multidimensional da colaboração (Wang; Chi, 2021).

Fica evidente, dentro do contexto apresentado, que é a gestão coordenada e o estreitamento das relações de suprimento que possibilitam ao CPFR minimizar os impactos das oscilações no fluxo de materiais, sejam eles causados por demandas emergentes ou pelo efeito chicote. Apesar de as tecnologias de informação continuarem tendo uma contribuição relevante para o CPFR, os resultados positivos oriundos da implementação desta prática vão muito além da utilização das TICs. Isso porque a base do sucesso do CPFR está na mudança cultural que leva as empresas a trabalharem de maneira colaborativa e no desenvolvimento de processos que tornem o modelo atrativo e funcional (Enarsson, 2006; Bertaglia, 2020).

Essa distinção é particularmente relevante para o presente estudo. Embora a integração eletrônica possa favorecer a velocidade e a automação do intercâmbio de informações, a colaboração depende também da existência de mecanismos de compartilhamento, responsabilidades definidas e coordenação das decisões entre os participantes. Assim, torna-se pertinente investigar a possibilidade de operacionalização dos princípios do CPFR por meio de processos estruturados de colaboração, mesmo na ausência de integração eletrônica entre os sistemas das empresas.

2.4 Operacionalização dos princípios do CPFR

A literatura sobre colaboração na cadeia de suprimentos evidencia que o compartilhamento de informações constitui um dos principais mecanismos para a coordenação das atividades entre fornecedores e clientes. As tecnologias de informação e comunicação podem ampliar a velocidade, a confiabilidade e a disponibilidade dessas informações, favorecendo o planejamento e a tomada de decisão conjunta. Entretanto, a existência de integração eletrônica entre os sistemas das organizações não deve ser confundida com a própria colaboração, uma vez que esta também depende de processos, responsabilidades e mecanismos de coordenação estabelecidos entre os participantes (Pires, 2016; Kracklauer; Mills; Seifert, 2004).

Essa distinção é relevante porque a integração tecnológica pode representar uma barreira à adoção de práticas colaborativas quando os

parceiros apresentam diferentes níveis de maturidade tecnológica, sistemas de gestão incompatíveis ou restrições para investimentos em integração. Nesses contextos, a ausência de conexão eletrônica entre os sistemas não elimina a possibilidade de compartilhamento de informações, desde que sejam estabelecidos mecanismos capazes de assegurar a comunicação das necessidades, a atualização das previsões, o alinhamento das decisões e o acompanhamento dos resultados.

Sob essa perspectiva, os princípios do CPFR podem ser operacionalizados por meio de procedimentos estruturados de colaboração. O Planejamento Colaborativo estabelece as condições do relacionamento e as responsabilidades de cada participante; a Previsão Colaborativa organiza o compartilhamento e a revisão das informações relacionadas à demanda; a Reposição Colaborativa transforma essas informações em programação de abastecimento e coordenação das entregas; e o Monitoramento e a Melhoria Contínua permitem acompanhar o desempenho e ajustar o processo.

A operacionalização desses princípios não pressupõe, portanto, que todas as informações sejam necessariamente transmitidas de forma automática entre os sistemas de gestão. O requisito fundamental é que as informações necessárias estejam disponíveis aos participantes e sejam utilizadas de maneira coordenada no processo decisório. Nesse sentido, mecanismos de comunicação estruturados podem desempenhar a função de conectar os processos das organizações, ainda que seus sistemas permaneçam independentes.

A literatura recente confirma a evolução dos estudos sobre colaboração para ambientes cada vez mais apoiados por tecnologias digitais. Revisões sobre *collaborative commerce* identificam o CPFR entre os principais mecanismos de colaboração estudados e destacam a necessidade de aproximar os modelos analíticos das demandas observadas nas operações reais. Paralelamente, estudos recentes propõem a integração de tecnologias da Indústria 4.0 às diferentes etapas do CPFR, evidenciando o potencial de recursos como *cloud computing*, *big data*, Internet das Coisas e inteligência artificial para ampliar sua capacidade de coordenação. Embora essa evolução tecnológica represente um importante avanço, ela também reforça a pertinência de investigar situações nas quais a colaboração precisa ser estruturada sem integração direta de plataformas de gestão entre os parceiros (Xu *et al.*, 2023; Da Silva *et al.*, 2024).

Essa abordagem permite compreender a colaboração sob uma perspectiva predominantemente processual, na qual a tecnologia atua como facilitadora, mas não como condição suficiente ou necessariamente indispensável para a coordenação. O foco desloca-se, assim, da integração dos sistemas para a integração das decisões, mediante o estabelecimento de rotinas de compartilhamento de informações, responsabilidades claramente definidas, programação conjunta e mecanismos de acompanhamento.

3. Metodologia

A pesquisa caracteriza-se como de natureza aplicada, caráter exploratório-descritivo, desenvolvida por meio de estudo de caso, com utilização de dados documentais e análise quantitativa descritiva dos indicadores operacionais e econômicos, tendo como foco a avaliação da

viabilidade econômico-operacional da operacionalização dos princípios do CPFR sem integração eletrônica entre os sistemas dos parceiros. Os dados foram analisados descritiva e comparativamente, considerando custos unitários, *saving*, *lead time*, frequência de entregas, nível de serviço, volume movimentado e reprogramações, entre os modelos anterior e o colaborativo.

Neste estudo, a ausência de integração eletrônica refere-se especificamente à inexistência de comunicação sistema a sistema, como EDI, API ou integração direta entre plataformas, não impedindo o uso de recursos digitais básicos, como e-mail e planilhas, para o compartilhamento de informações e a coordenação das atividades, sem buscar isolar o efeito individual dos componentes da configuração de suprimento.

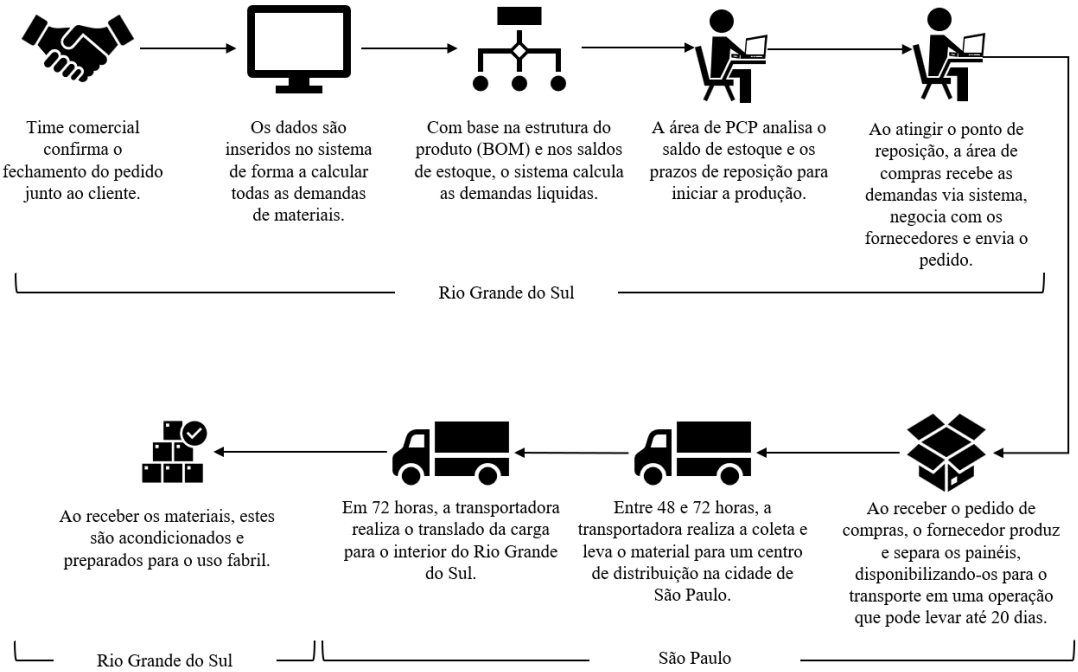
O estudo foi realizado em uma empresa do segmento de soluções tecnológicas corporativas, localizada no Rio Grande do Sul, tendo como unidade de análise o processo de suprimento de painéis de isolamento termoacústico de alta densidade. A seleção do caso ocorreu de forma intencional, considerando a criticidade do material para a continuidade da produção, sua sensibilidade a condições de transporte e armazenamento, as limitações observadas no modelo vigente e a disponibilidade de dados operacionais e econômicos para comparação.

A escolha do material decorreu de suas características físicas e funcionais e de sua relevância para a operação, uma vez que práticas inadequadas de transporte, armazenamento e manuseio podem comprometer suas propriedades, característica que exige cuidados específicos na gestão logística de materiais sensíveis (Rushton; Croucher; Baker, 2017). A investigação concentrou-se, portanto, nas relações estabelecidas entre a empresa compradora e os fornecedores envolvidos no abastecimento.

Inicialmente, foi caracterizado o modelo de suprimento vigente, baseado em pedidos e estruturado segundo a lógica do ponto de ressuprimento (*Reorder Point* – ROP), mecanismo de reposição utilizado para determinar o momento de emissão de novos pedidos a partir da posição dos estoques e das necessidades projetadas (Ballou, 2006). Nesse processo, o ingresso de um novo pedido no sistema produtivo desencadeia o cruzamento das informações com a estrutura do produto (*Bill of Materials* – BOM), gerando as demandas líquidas de materiais. Essas necessidades são posteriormente confrontadas com o ponto de ressuprimento cadastrado no sistema de gestão, determinando as quantidades a serem negociadas e os respectivos prazos de atendimento. O fluxo identificado apresentava duração entre 25 e 30 dias e é apresentado na Figura 2.

A caracterização do modelo vigente também considerou as condições físicas de armazenamento e transporte dos painéis, os volumes adquiridos e os efeitos decorrentes da consolidação das cargas. O levantamento permitiu identificar que o fornecimento em lotes maiores, associado ao transporte desde o Fornecedor A, contribuía para a concentração de materiais na empresa compradora e para condições de movimentação incompatíveis com as características do produto. Esses aspectos constituíram referências para a estruturação da alternativa colaborativa.

Figura 2 – Fluxo ROP do modelo de suprimento vigente.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para a avaliação econômica, adotou-se o custo industrial como critério de comparação entre as fontes de suprimentos. Esse custo considera o *net price* do material, após os créditos tributários aplicáveis, acrescido dos gastos necessários à sua disponibilização na planta da empresa compradora. A adoção desse critério permitiu comparar os fornecedores sob uma mesma base econômica, considerando o enquadramento tributário não cumulativo de ambas as fontes. A Tabela 1 apresenta a composição do custo industrial referente ao Fornecedor A.

Tabela 1 – Custo industrial do painel termoacústico no modelo de suprimento vigente.

Descrição	Unidade	Montante
(v) Número total de contentores a serem produzidos	un	16
(x) Quantidade de painéis por contentor	un	84
(=) Total de Painéis	**un**	**1.344**
(v) Painel de isolamento termoacústico de alta densidade (0,6 x 1,20m)	m²	0,72
(x) Total de painéis	un	1.344
(=) Metragem quadrada total	**m²**	**967,68**
(v) Preço praticado - Fornecedor A	R$/m²	R$ 18,99
(-) ICMS	%	12,00%
(=) Base para PIS/COFINS		**R$ 16,71**
(-) PIS/COFINS	%	9,25%
(=) *Net price* - Fornecedor A		**R$ 15,17**
(v) *Net price* da quantidade total do fornecimento - Fornecedor A	R$	R$ 14.675,27
(+) Frete (*Full Truckload*)	FTL	R$ 8.200,00
(=) Custo industrial total dos painéis - Fornecedor A		**R$ 22.875,27**
(÷) Metragem quadrada total	m²	967,68
(=) Custo industrial unitário do painel - Fornecedor A	**m²**	**R$ 23,64**

Fonte: elaborado pelo autor.

A análise do fluxo vigente e dos custos associados orientou a busca por uma alternativa de suprimento que proporcionasse maior responsividade e melhores condições de abastecimento. Para isso, foi realizado processo estruturado de concorrência entre fornecedores, considerando a equivalência técnica dos produtos e o enquadramento tributário não cumulativo. A seleção resultou no Fornecedor B, cuja localização possibilitou trabalhar com maior frequência de entregas e menores volumes por abastecimento.

Embora a proximidade geográfica não constitua um princípio do CPFR, sua adoção foi considerada um critério de aderência à proposta, por favorecer a redução do *lead time*, a frequência de abastecimento e a capacidade de resposta da cadeia. Assim, o *Local Sourcing* foi utilizado como condição de suporte à estruturação do modelo, e não como elemento constitutivo do CPFR.

Definida a nova fonte de suprimentos, os princípios do CPFR foram operacionalizados de acordo com as características do processo analisado. As quatro dimensões consideradas no referencial teórico — Planejamento Colaborativo, Previsão Colaborativa, Reposição Colaborativa e Monitoramento e Melhoria Contínua — foram traduzidas em práticas e responsabilidades aplicáveis à relação entre a empresa compradora e o Fornecedor B, conforme sintetizado no Quadro 1.

Quadro 1 – Princípios para operacionalização do CPFR.

Princípio	Aplicação no estudo	Práticas e mecanismos utilizados
Planejamento colaborativo (*Collaborative Planning*)	Definição conjunta da política de suprimento e das responsabilidades dos participantes.	Reuniões de alinhamento; definição da frequência de abastecimento; programação conjunta; compartilhamento de informações sobre necessidades futuras.
Previsão colaborativa (*Collaborative Forecasting*)	Construção compartilhada da previsão utilizada para orientar o abastecimento.	Compartilhamento de previsões; atualização periódica das necessidades; comunicação de alterações na demanda; revisão das previsões.
Reposição colaborativa (Collaborative Replenishment)	Programação das entregas de acordo com as necessidades previstas e acordadas entre os participantes.	Emissão/programação de pedidos; definição de lotes; programação das entregas; manutenção de estoque no fornecedor; reposição conforme demanda programada.
Monitoramento e melhoria contínua (*Continuous Monitoring and Improvement*)	Avaliação sistemática dos resultados econômicos e operacionais da proposta.	Controle de KPIs; acompanhamento do nível de serviço; análise de custos; avaliação do TCO; reuniões de acompanhamento; identificação de desvios e oportunidades de melhoria.

Fonte: elaborado pelo autor.

A operacionalização foi estruturada de modo a transformar os princípios do CPFR em mecanismos concretos de coordenação. No Planejamento Colaborativo, foram definidas conjuntamente as condições de abastecimento, a frequência das entregas e as responsabilidades dos participantes. Na Previsão Colaborativa, foram estabelecidos o compartilhamento das necessidades da produção, a atualização das informações e a revisão das programações. A Reposição Colaborativa foi associada à definição dos lotes e à coordenação das entregas, enquanto o Monitoramento e a Melhoria Contínua

foram relacionados ao acompanhamento dos indicadores econômicos e operacionais.

Para a avaliação do modelo colaborativo foram acompanhados 12 ciclos de entrega, realizados à frequência programada de duas entregas semanais, com 20 pacotes por entrega, correspondentes a 240 placas por semana. A demanda total associada aos 16 contêineres foi de 1.344 placas, considerando 84 placas por contêiner, equivalentes a 224 pacotes de seis placas, correspondendo a aproximadamente 5,6 semanas de abastecimento.

A programação das entregas foi estruturada para conclusão em até seis semanas, enquanto a produção dos 16 contêineres possuía horizonte de até dez semanas, estabelecendo margem para ajustes na programação e revisão das necessidades ao longo do processo. É importante destacar que, no período analisado, não ocorreram entregas entre a metade de dezembro e o início de janeiro, em razão da interrupção das atividades.

Também foi definida a utilização de veículo do tipo furgão, com empilhamento limitado a três *layers* por transporte. Embora o fabricante admita até quatro camadas, adotou-se o limite de três como margem operacional de segurança, visando reduzir os esforços mecânicos sobre os painéis durante o transporte.

A observação dos ciclos teve como objetivo analisar o cumprimento da programação, o nível de serviço, as ocorrências de reprogramação, as condições de transporte e a integridade dos materiais recebidos. Os registros obtidos foram confrontados com os parâmetros do modelo de suprimento anterior, possibilitando a comparação dos desempenhos operacional e econômico.

Outra premissa do modelo foi a manutenção do estoque na origem. O Fornecedor B passou a assumir a armazenagem, o controle e o manuseio dos materiais, além do acondicionamento e da realização das entregas. A empresa compradora, por sua vez, permaneceu responsável pelo compartilhamento das necessidades da produção e pela comunicação das alterações na programação. Dessa forma, as responsabilidades foram distribuídas de maneira a permitir a coordenação do abastecimento sem depender da integração eletrônica entre os sistemas das organizações.

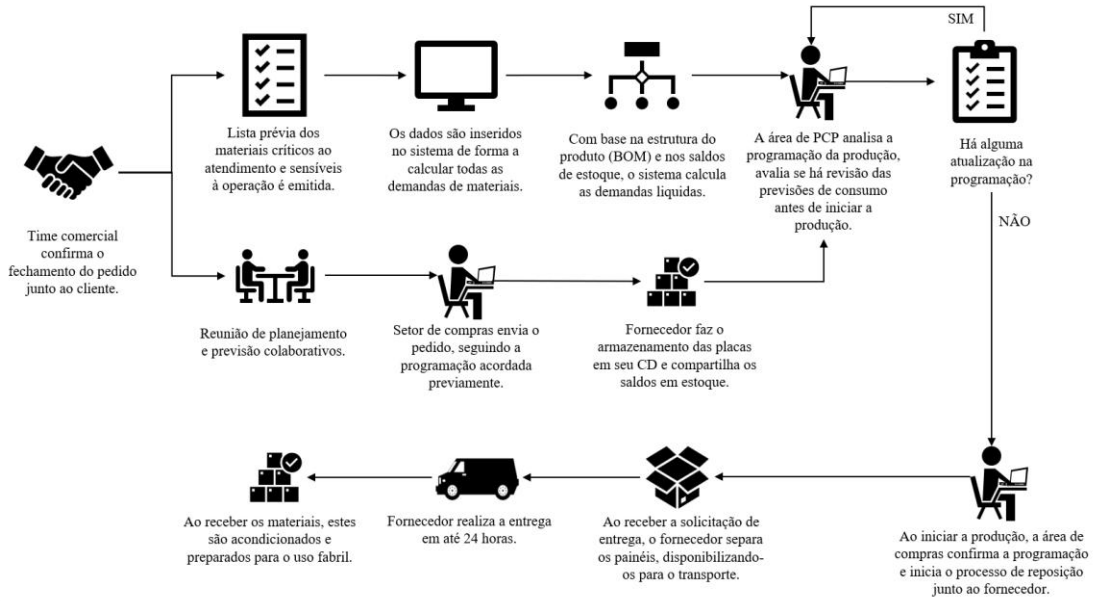
A partir dessas práticas, foi estruturado o fluxo colaborativo apresentado na Figura 3. Nele, as informações relativas às necessidades da produção são compartilhadas pela empresa compradora, revisadas conforme alterações identificadas e utilizadas para orientar a programação dos abastecimentos. Paralelamente, o fornecedor mantém o estoque na origem e coordena a preparação e a entrega dos lotes acordados.

A configuração apresentada evidencia que o elemento integrador do modelo não foi a conexão entre os sistemas de gestão, mas o fluxo estruturado de informações e responsabilidades estabelecido entre os participantes. A comunicação das necessidades e das alterações na programação permitiu revisar os abastecimentos ao longo do horizonte de fornecimento, mantendo a coordenação entre produção, estoque e transporte.

Nesse sentido, a ausência de integração eletrônica não significou ausência de compartilhamento de informações. A operacionalização do modelo utilizou mecanismos de comunicação disponíveis entre as empresas, mantendo independentes os respectivos sistemas de gestão. Essa configuração permitiu que os princípios do CPFR fossem aplicados por meio

de processos e responsabilidades compartilhados, sem a necessidade de investimentos específicos para integração dos sistemas.

Figura 3 – Fluxo do modelo colaborativo de suprimento sem integração eletrônica.



Fonte: elaborado pelo autor.

Para complementar a comparação, foram aplicadas ao Fornecedor B as mesmas premissas utilizadas na formação do custo industrial do Fornecedor A. A Tabela 2 apresenta o mapeamento dos custos associados à nova configuração de suprimento. A comparação entre as fontes considerou, portanto, tanto os custos industriais quanto os aspectos operacionais associados ao abastecimento. Como critério mínimo de viabilidade econômica, adotou-se *saving* de 10% em relação ao modelo vigente, conforme prática utilizada pela companhia em projetos de suprimentos e logísticos.

Tabela 2 – Custo industrial do painel termoacústico no modelo colaborativo proposto.

Descrição	Unidade	Montante
(v) Número total de contentores a serem produzidos	un	16
(x) Quantidade de painéis por contentor	un	84
(=) Total de Painéis	**un**	**1.344**
(v) Painel de isolamento termoacústico de alta densidade (0,6 x 1,20m)	m²	0,72
(x) Total de painéis	un	1.344
(=) Metragem quadrada total	**m²**	**967,68**
(v) Preço praticado - Fornecedor B	R$/m²	R$ 22,29
(-) ICMS	%	17,00%
(=) Base para PIS/COFINS		**R$ 18,50**
(-) PIS/COFINS	%	9,25%
(=) *Net price* - Fornecedor B		**R$ 16,79**
(v) *Net price* da quantidade total do fornecimento - Fornecedor B	R$	R$ 16.246,75
(+) Frete (*Full Truckload*)	-	R$ -
(=) Custo industrial total dos painéis - Fornecedor B		**R$ 16.246,75**
(÷) Metragem quadrada total	m²	967,68
(=) Custo industrial unitário do painel - Fornecedor B	**m²**	**R$ 16,79**

Fonte: elaborado pelo autor.

A partir desses procedimentos, a análise dos resultados foi estruturada em duas dimensões complementares: a primeira relacionada aos efeitos econômicos da substituição da fonte de suprimentos e a segunda aos efeitos operacionais decorrentes da adoção do modelo colaborativo. Em ambas, buscou-se verificar não apenas a redução de custos e a melhoria do fluxo de materiais, mas também a capacidade de operacionalização dos princípios do CPFR sem integração eletrônica entre as empresas.

4. Análise e Discussão dos Resultados

A implementação do modelo colaborativo apresentou resultados positivos tanto sob a perspectiva operacional quanto econômica. A comparação com o modelo de suprimento vigente evidencia que a proposta não apenas manteve o nível de atendimento requerido pela produção, mas também alterou a dinâmica de abastecimento, reduzindo o tempo de resposta, aumentando a frequência das entregas e deslocando a manutenção dos estoques para o fornecedor. Esses resultados indicam que a operacionalização dos princípios do CPFR produziu efeitos concretos sobre o fluxo de suprimentos analisado.

Do ponto de vista operacional, o principal resultado observado foi a redução do prazo de atendimento. Enquanto o modelo vigente apresentava duração entre 25 e 30 dias, o modelo colaborativo permitiu que o material fosse disponibilizado em aproximadamente 24 horas após a solicitação. Essa alteração foi favorecida pela manutenção do estoque no fornecedor e pela programação de entregas em lotes menores e com maior frequência. Durante o período analisado, o nível de serviço alcançou 100%, sem ocorrência de rupturas de abastecimento.

A maior frequência de entregas também proporcionou maior capacidade de adaptação às necessidades da produção. Durante a operação, foram realizadas três reprogramações decorrentes de alterações nas necessidades dos projetos. As mudanças foram absorvidas pelo modelo sem ocorrência de falta ou excesso de materiais, evidenciando que o compartilhamento das informações e a revisão conjunta da programação contribuíram para a flexibilidade do abastecimento. Esse comportamento é compatível com a lógica do CPFR, na qual as decisões de planejamento, previsão e reposição são revistas à medida que novas informações se tornam disponíveis.

Outro resultado relevante esteve relacionado à preservação das características físicas dos materiais. No modelo anterior, a consolidação de cargas e a compressão durante o transporte representavam riscos à integridade dos painéis. Na configuração colaborativa, a utilização de veículo tipo furgão e a limitação do empilhamento a três *layers*, associadas à manutenção do estoque na origem, contribuíram para reduzir esses riscos. No período analisado, não foram registradas entregas com deformidades relevantes nos painéis, indicando melhoria das condições operacionais de transporte e manuseio.

Sob a perspectiva econômica, a comparação demonstrou resultado superior ao critério mínimo de viabilidade estabelecido. Considerando o custo industrial total para o fornecimento dos 16 contêineres, conforme apresentado nas Tabelas 1 e 2, o modelo colaborativo apresentou *saving* de 28,98%, correspondente a R$ 6.628,52 em relação ao modelo de suprimento vigente.

A referência utilizada pela empresa para avaliação de projetos de suprimentos era de 10%. O resultado evidencia que a alteração da configuração do abastecimento não produziu apenas ganhos operacionais, mas também uma redução econômica significativa.

A combinação dos resultados permite observar que o desempenho obtido não decorreu exclusivamente da substituição do fornecedor. A mudança envolveu uma reconfiguração do processo de suprimento, na qual informações de demanda, programação das entregas, manutenção dos estoques e responsabilidades operacionais passaram a ser coordenadas entre os participantes. Dessa forma, o ganho econômico esteve associado a uma configuração logística que também produziu maior responsividade e estabilidade no abastecimento.

Entretanto, o resultado mais relevante para o objetivo deste estudo está relacionado à forma como essa colaboração foi operacionalizada. Apesar de o CPFR ser frequentemente associado ao compartilhamento estruturado de informações e ao uso de tecnologias de informação, a implementação analisada não envolveu integração eletrônica entre os sistemas de gestão das empresas. As informações necessárias ao planejamento e à reposição foram compartilhadas por mecanismos de comunicação estruturados, enquanto os sistemas de cada organização permaneceram independentes.

Esse resultado não permite afirmar que a integração eletrônica seja desnecessária para a colaboração em qualquer contexto. O que o caso evidencia é que, nas condições analisadas, a integração entre os sistemas não constituiu uma condição necessária para a operacionalização dos princípios do CPFR. A colaboração foi sustentada pela definição de responsabilidades, pelo compartilhamento das informações de demanda, pela revisão das programações, pela coordenação das entregas e pelo acompanhamento dos resultados.

Nesse sentido, os resultados reforçam a distinção estabelecida no referencial teórico entre integração tecnológica e integração dos processos decisórios. A tecnologia pode ampliar a velocidade e a automação do intercâmbio de informações, mas a experiência analisada demonstra que a ausência de integração eletrônica não impediu a construção de uma dinâmica capaz de produzir resultados econômicos e operacionais positivos.

A principal contribuição do estudo, portanto, está em evidenciar uma possibilidade de operacionalização do CPFR em contextos nos quais a integração dos sistemas de gestão ainda não esteja disponível ou não seja economicamente justificável. O caso analisado demonstra que a colaboração pode ser estruturada de forma gradual, tendo como ponto de partida a integração dos processos, das informações e das responsabilidades entre os participantes. Essa possibilidade é particularmente relevante para organizações que enfrentam limitações tecnológicas ou financeiras para implementar soluções de integração eletrônica, mas que buscam desenvolver práticas colaborativas de suprimento.

5. Conclusão e Contribuições

O estudo demonstrou que os princípios do *Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment* (CPFR) podem ser operacionalizados em um modelo colaborativo de suprimento sem integração eletrônica entre os

sistemas de gestão das empresas. No caso analisado, a definição de responsabilidades, o compartilhamento estruturado das informações, a revisão das necessidades e a coordenação das entregas permitiram estabelecer uma dinâmica colaborativa capaz de produzir resultados econômicos e operacionais positivos.

Os resultados evidenciaram redução do prazo de atendimento para aproximadamente 24 horas, nível de serviço de 100%, ausência de deformidades relevantes nos materiais e *saving* de 28,98%, superior à meta de 10% estabelecida como referência. Esses resultados indicam que a colaboração foi capaz de contribuir simultaneamente para a responsividade do abastecimento, a preservação dos materiais e a eficiência econômica da operação.

Como contribuição, o estudo evidencia que a integração eletrônica pode atuar como facilitadora da colaboração, mas não constituiu, nas condições analisadas, requisito indispensável para a operacionalização dos princípios do CPFR. O Quadro 1 sintetiza os princípios e condições observados para essa operacionalização, podendo servir como referência inicial para organizações que pretendam estruturar processos colaborativos em contextos nos quais não esteja disponível a integração direta entre os sistemas. O caso demonstra, assim, uma possibilidade de implementação gradual de práticas colaborativas, na qual a integração dos processos, das informações e das responsabilidades pode preceder a integração tecnológica.

Por se tratar de um estudo de caso, os resultados não devem ser generalizados para todos os contextos de suprimento. Recomenda-se que pesquisas futuras investiguem a aplicação do modelo em diferentes setores, níveis de complexidade e relações interorganizacionais, bem como comparem os resultados obtidos em modelos colaborativos com e sem integração eletrônica.

Referências

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**: logística empresarial. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

BARRATT, Mark. *Understanding the Meaning of Collaboration in the Supply Chain*. ***Supply Chain Management: An International Journal***, v. 9, n. 1, p. 30–42, 2004.

BATALHA, Mário O. **Gestão da Produção e Operações**. Rio de Janeiro: Atlas, 2019.

BERTAGLIA, Paulo Roberto. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Abastecimento**. 4. ed. São Paulo: Saraiva, 2020.

CORRÊA, Henrique L. **Administração de Cadeias de Suprimentos e Logística**: integração na era da indústria 4.0. 2. ed. Rio de Janeiro: Atlas, 2019.

CHRISTOPHER, Martin. **Logística e Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos**. 4. ed. Porto Alegre: +A Educação - Cengage Learning Brasil, 2024.

DA SILVA, Gustavo Adoolffo Francisco Ramos; BAIERLE, Ismael Cristofer; GOMES, Leonardo de Carvalho; CORREA, Ricardo Gonçalves de Faria; PERES, Fernanda Araújo Pimentel. *A Comprehensive Roadmap for Connecting Industry 4.0 Technologies to the Basic Model of Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment* (CPFR). ***Administrative Sciences***, v. 14, n. 6, 108, 2024.

ENARSSON, Leif. ***Future Logistics Challenges***. 1. ed. Copenhagen: Copenhagen Business School Press, 2006.

IRELAND, Robert; CRUM, Colleen. ***Supply Chain Collaboration****: how to implement CPFR and other collaborative practices*. Boca Raton: J. Ross Publishing, 2005.

KAMINSKY, Philip; LEVI, Edith S.; LEVI, David S. **Cadeia de Suprimentos Projeto e Gestão**: conceito, estratégias e estudos de caso. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KRACKLAUER, Alexander; MILLS, David Q.; SEIFERT, Dirk. ***Collaborative Customer Relationship Management****: taking CRM to the next level*. Berlin: Springer, 2004.

PIRES, Sílvio R. I. **Gestão da Cadeia de Suprimentos***:* conceitos, estratégias, práticas e casos. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2016.

RUSHTON, Alan; CROUCHER, Phil; BAKER, Peter. ***The Handbook of Logistics and Distribution Management***. 6th ed. London: Kogan Page, 2017.

SEIFERT, Dirk. ***Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment****: How to Create a Supply Chain Advantage*. New York: AMACOM, 2003.

XU, Xiaoyan; CHOI, Tsan-Ming; CHUNG, Sai-Ho; GUO, Shu. *Collaborative-commerce in Supply Chains: a review and classification of analytical models.* ***International Journal of Production Economics***, v. 263, 108922, 2023

WANG, Weibin; CHI, Renyong. *Dynamic Modeling and Simulation of How Information Sharing Influences Supply Chain Performance.* ***Discrete Dynamics in Nature and Society***, v. 2021, ID 2877467, 2021.