

APLICAÇÃO DE TÉCNICAS DE CONTROLE DE ESTOQUE EM UM COMPLEXO AGROINDUSTRIAL

Gabriel Sestito Guerra

Celise Röder

Resumo

O objetivo deste estudo é apresentar o processo de análise de matérias-primas de uma indústria do ramo agroindustrial localizada no Estado do Paraná e, por meio da análise, quantificar o Lote Econômico de Compra dos produtos utilizados pela indústria. Utilizando ferramentas de controle e apoio a decisão, o estudo busca compreender os parâmetros e características do gerenciamento de estoque de produtos não-processados da indústria de modo a racionalizar os volumes de ressuprimento visando o menor custo. Foi realizado um levantamento dos materiais consumidos na linha de produção e por meio de uma avaliação qualitativa, os insumos foram separados em grupos de acordo com critérios de similaridade pré-estabelecidos. A classificação dos grupos serviu como ponto de partida para a aplicação da curva ABC que organizou os materiais de acordo com a demanda dentro do processo de modo que, como resultado, apontou as matérias-primas de maior importância dentro de cada conjunto. Os produtos apontados pela ferramenta como pertencentes a categoria A, isto é, os principais responsáveis pela demanda de consumo tiveram seus custos de pedido, de estoque e unitário levantados. Com as informações de custo de cada um dos produtos apontados pela curva, foi possível calcular os valores de lotes econômicos de compra, encontrando assim o volume de pedido ideal que equilibra os custos envolvidos, dada as condições de demanda e necessidade.

Palavras-chave: *lotes de compra; matéria-prima; ferramentas de controle, estoque.*

1. Introdução

O processo produtivo de uma indústria depende de diversos fatores estarem funcionando em conjunto para uma maior fluidez. Logo, é importante alinhar pedidos, necessidades, operações e pessoas de modo que a organização trabalhe em função da produção visando atender as necessidades do cliente. Nesse sentido, a demanda de materiais para o processo produtivo por vezes recebe menos atenção das organizações; é fato que uma indústria necessita de insumos para produzir, mas algumas instalações acumulam grandes volumes de estoque, muito além do ideal.

Organizações que apenas se preocupam com a alta disponibilidade de remessas para o processo produtivo e, dessa forma, mantêm estoques altos acabam subestimando os custos da armazenagem. De acordo com Ballou (2006) o custo anual de se manter um estoque pode

representar até 40% do seu valor de modo que a gerência dos níveis de armazenamento é uma alternativa lógica do ponto de vista econômico.

Sendo assim, este estudo busca analisar e definir parâmetros para uma gestão eficiente dos estoques de matérias-primas de uma indústria; esta situa-se no Paraná e dispõe de centros de distribuição espalhados pelo país.

A indústria conta com uma planta capaz de produzir uma gama superior a 200 tipos diferentes de produtos. Então, é natural deduzir que a empresa demanda os mais variados tipos de matérias-primas, ao mesmo tempo que conta com uma cadeia de suprimentos com fornecedores nacionais e estrangeiros. Para absorver as incertezas e imprevistos inerentes às operações logísticas de compra de insumos, a unidade mantém um estoque de materiais não processados, embalagens e afins. O centro de distribuição localizado na Região Sul é visto como um depósito principal de suporte e, apesar de ter o objetivo de estocar produto acabado, pode ser utilizado para armazenar matérias-primas caso haja necessidade.

A política de estoques possui tratamentos para controle dos níveis de segurança, mas os volumes ainda não possuem ajuste dinâmico de acordo com as necessidades; a decisão é empírica. Os volumes que apresentam maior variação são discutidos em reuniões semanais entre membros das equipes planejamento.

Os estoques de materiais, principalmente em relação ao estoque de segurança, são formulados levando em consideração fatores como média de consumo mensal, pedido de carga padrão do fornecedor, tempo de entrega, entre outros aspectos. No entanto, esse valor acaba por vezes não retratando a atual necessidade. Dessa forma, o estudo busca identificar os recursos mais importantes para os processos, por meio de ferramentas como a curva ABC. Em seguida, é proposta uma avaliação dos lotes de ressuprimento de alguns produtos, ajustando de acordo com as necessidades reais. É importante identificar quais produtos justificam os estoques mais altos dados os riscos e custos envolvidos.

O objetivo deste estudo é elaborar um sistema de controle de matéria-prima levando em consideração a importância dos insumos da indústria de acordo com sua relevância dentro do processo produtivo buscando uma melhor utilização dos recursos. Para isso, serão adotados os objetivos específicos a seguir.

Primeiro, realizar um levantamento de insumos consumidos pela indústria; em seguida, classificar os materiais de acordo com a relevância da demanda por meio da curva ABC; por

fim, utilizar as informações coletadas como base para o cálculo de lote econômico de compra dos produtos mais consumidos.

2. Fundamentação teórica

2.1 Estoques

Estoques são concentrações de produtos não processados, semiacabados ou acabados que são gerados ao longo da cadeia produtiva. São encontrados no chão de fábrica, depósitos, meios de transporte, armazéns e lojas (BALLOU, 2006). Para Giansi e De Biazzi, (2011) estoques surgem à medida que atividades relacionadas aos processos de abastecimento e as necessidades do cliente não podem ser atendidas simultaneamente. Essa incapacidade, causada por falta de recursos para eliminá-la ou consequências naturais derivadas das tarefas, obrigam a empresa a executar ambos os processos de maneira independente.

Ainda de acordo com Ballou (2006), os principais benefícios de se manter estoques são a possibilidade de um melhor atendimento ao cliente, com reações imediatas aos pedidos e alta disponibilidade de serviços por meio de imprevistos; redução de custos de modo a absorver de discrepâncias entre previsão e demanda, garantir uma disponibilidade ininterrupta e prolongada, economia em operações logísticas de transporte, evitar flutuações nos preços dos insumos; melhor prevenção contra riscos, de modo que sejam menores os impactos em atividades por fatores como atrasos, paralisações e outros imprevistos.

Em contrapartida, os estoques causam impactos de modo que o seu custo de manutenção significa capital parado. Além disso, armazenar um produto não agrega valor ao produto, de modo que pode ser considerado um desperdício em vez de custo; os estoques também podem esconder problemas em outros setores, que impactam a produção e por vezes a alternativa mais simples é aumentar os estoques. Além disso, a armazenagem acaba por separar os elos da cadeia de suprimentos de modo que operações não estejam integradas a nível global (BALLOU, 2006).

2.2 Gerenciamento de estoques

Para Silver (2008), a maior parte das empresas toma decisões baseada em um grande número de itens a serem estocados levando em consideração fatores como padrões de demanda, condições e prazos de entrega dos fornecedores ao mesmo tempo que pondera níveis de serviço que se busca alcançar, restrições dos vendedores, limites no orçamento, entre outros fatores. O gerenciamento de estoques busca responder às seguintes questões:

- Com que frequência as condições de estoque devem ser revisadas?

- Quando uma compra de reposição deve ser feita?
- Qual deve ser o volume dessa compra de reposição?

Além disso, os objetivos do gerenciamento de estoques incluem a minimização de custos, maximizando os lucros de modo a obter o máximo retorno dos investimentos e assegurar flexibilidade diante das incertezas ao mesmo tempo que aloca recursos de forma otimizada para armazenagem e controle.

Para Bowersox e Closs, (2007) existem diferentes tipos de abordagens da gestão de estoques. A abordagem reativa usa os dados da demanda para posicionar o produto ao longo da rede de suprimentos; uma opção, abordagem de planejamento, busca antecipar o posicionamento alinhando de acordo com a demanda. Há ainda uma terceira, abordagem híbrida, que busca mesclar ambas as abordagens anteriores de modo a realizar um gerenciamento de estoques que reage aos ambientes de mercado e dos produtos.

2.3 Curva ABC

O princípio de Pareto é um conceito formulado pelo economista, engenheiro e sociólogo Vilfredo Pareto no fim do século XIX. Com base em estudos de renda da época, o cientista observou que cerca de 80% da renda se concentrava com apenas 20% da população; a teoria se consolidou ao longo do tempo de modo que, de uma maneira geral, é ilustrada como “80% dos efeitos são frutos de 20% das causas”. O princípio também é conhecido como regra 80/20 (VIANA, 2006).

Viana (2006) ainda afirma que, em gerenciamento de estoques, o princípio foi adaptado com contribuições iniciais da General Electric (GE) e ao longo do tempo e recebe a denominação de curva ABC. O modelo propõe identificação e designação dos materiais de modo a estabelecer prioridades. O nome ABC é devido as três categorias gerais propostas:

- Classe A: Grupo mais relevante, requer máxima atenção;
- Classe B: Grupo de relevância média, demanda atenção moderada;
- Classe C: Grupo de menor relevância, exigem pouca atenção.

Para Gianesi; De Biazzi, (2011) a ferramenta apresenta seus pontos positivos, mas também fazem críticas ao modelo, de modo que ao agrupar os produtos tira-se o foco de um importante aspecto da gestão de estoques: oferecer tratamento unitário aos produtos.

2.4 Lote Econômico de compra

Lote Econômico de Compra (LEC) é um ponto estabelecido para o reabastecimento de insumos que busca o menor custo de manutenção de estoques e diminuição na emissão de pedidos (BOWERSOX; CLOSS, 2007). Esse princípio parte da premissa que os níveis de demanda e custos de estocagem são constantes. Além disso, devido ao lote ser calculado para cada tipo de produto, não há influência da demanda de outros produtos no resultado. O Lote Econômico de Compra pode ser obtido com a Equação 1:

$$LEC = \sqrt{\frac{2 C_o D}{C_i U}} \quad (1)$$

Onde:

LEC = Lote Econômico de Compra;

C_o = Custo do pedido;

D = Demanda;

C_i = Custo de estocagem;

U = Custo unitário.

O LEC busca encontrar um equilíbrio entre o custo de estoque e o custo de processamento de pedido. A ferramenta por si só não estabelece níveis ideais de estoque de segurança. O objetivo é equilibrar aspectos de estoque e pedido encontrando o ponto em que minimiza os custos de ambos.

3. Metodologia

3.1 Classificação do estudo

Segundo Silva e Menezes (2005) uma pesquisa aplicada deve buscar acúmulo de conhecimentos no intuito de resolver um problema real, o autor também classifica pesquisas com objetivo de expressão numérica dos resultados de modo a usá-los para identificar alternativas e formular conceitos como pesquisas quantitativas.

A pesquisa de cunho exploratório pode ser classificada segundo Gil (1991). Para o autor, esse tipo de trabalho busca conhecer o problema, evidenciá-lo e construir hipóteses. Para isso, é necessário pesquisa bibliográfica aliada com o conhecimento prático de pessoas que vivenciaram o impasse. Outro ponto de vista abordado é no que diz respeito aos procedimentos;

o estudo de caso procura selecionar um problema e estudá-lo a fundo de modo a expandir o que se sabe sobre o tema.

Nesse sentido, o estudo é tido como um estudo de caso exploratório de caráter aplicado e quantitativo, visando a análise e melhoria nos planos de gerenciamento de estoque de uma indústria por meio de ferramentas de decisão e prioridade em relação ao custo.

Ainda segundo Silva e Menezes (2005), as etapas de pesquisa são expressas como um processo de procura pela solução das dificuldades propostas. Para tal fim, são propostas 11 etapas que devem ser especificadas de modo a gerar um resultado sistematizado.

A primeira etapa é a escolha da tese, seguida da revisão de literatura, justificativa, elaboração dos problemas e fixação de objetivos. Em seguida, deve ser elaborada a metodologia que especificará o padrão como o estudo é conduzido. A seguir é feita a coleta de dados, seguida de uma etapa de tratamento dos dados de modo que mais adiante seja feita a análise e discussão dos resultados. As etapas finais envolvem a elaboração das conclusões bem como a etapa de redação e apresentação do trabalho científico (dissertação ou tese).

Para aplicação do modelo estrutural etapas de pesquisa de um trabalho científico ao presente estudo, algumas adaptações foram realizadas, de modo que a estrutura detalhada de todas as etapas da metodologia pode ser ilustrada a seguir.

3.2 Aplicação no estudo

A primeira etapa do trabalho é constituída pela introdução e apresentação geral da pesquisa, seguida pela justificativa e contextualização dos fatores envolvidos no estudo. Logo após, é executada a definição e delimitação do problema, precedida pela fixação de objetivos. Em seguida, é apresentada a revisão de leitura, seguida da metodologia. O desenvolvimento se inicia com a coleta de dados para posterior análise dos dados e elaboração do plano de ação. Por fim, o estudo se dá com a análise e discussão dos resultados e as conclusões do projeto.

Em relação ao desenvolvimento, este se dá iniciado pelo levantamento de dados em relação aos materiais utilizados pela indústria no processo produtivo. Em seguida, os materiais foram selecionados e divididos para aplicação da curva ABC, por meio de uma análise qualitativa que considera características físicas dos produtos (sólidos, líquidos, granel, etc.), fornecedores, similaridades em tratamentos logísticos, (tipo de armazenagem, movimentação, tratamentos prévios pré-consumo, etc.)

Essa análise qualitativa nos permite agrupar produtos considerando os critérios citados anteriormente, de modo a criar conjuntos com materiais; estes grupos foram submetidos a análise por meio da ferramenta Curva ABC, classificando-os pela demanda, de modo que fosse possível identificar os principais produtos de cada grupo.

Com os principais produtos de cada agrupamento identificados, propôs-se o cálculo do Lote Econômico de Compra de tais materiais, seguida de uma análise em relação aos fatores que influenciaram os volumes de lotes.

4. Estudo de caso

Como dito anteriormente, a indústria se localiza no Paraná e trabalha no ramo agroindustrial. Do ponto de vista dos insumos para a produção de produtos acabados, são utilizados diversos materiais, a maioria consistindo de líquidos ou pó. Por conta do grande volume de produto movimentado, a cadeia de suprimentos da indústria conta com diversos fornecedores no estado e no país, além de alguns fornecedores estrangeiros. Algumas matérias-primas utilizadas também são produzidas pela indústria, que depois de processadas, são usadas como base para outros produtos.

Por conta de toda a flexibilidade quanto aos produtos oferecidos aos seus clientes, sendo um portfólio com mais de 200 itens, a indústria precisa se preparar para todos os cenários se tratando de seus insumos. Dessa forma, inicialmente, foi preciso realizar um mapeamento de todos os produtos utilizados para os próximos tratamentos de informações, de cunho quantitativo e qualitativo.

Foi realizado um levantamento dos materiais e, posteriormente, estes foram submetidos a uma análise qualitativa para classificação em grupos. O critério de seleção de produtos adotado considerou como “matéria-prima” os materiais que podem ser consumidos nas linhas de produção e não podem ser produzidos pela indústria.

O levantamento dos materiais que podem ser usados na produção permitiu que estes produtos tivessem as demandas no ano de 2018 analisadas. Definiu-se como “demanda” o peso em quilogramas dos produtos manipulados como:

- a) Consumo interno nos processos produtivos;
- b) Revendas.

Utilizando tais critérios como base, a tabela 1 retrata a lista de insumos na indústria no ano de 2018, bem como suas demandas anuais em quilogramas. Para preservar o sigilo dos materiais

utilizados pela organização de estudo, as matérias-primas analisadas tiveram seus nomes preservados, sendo substituídos por nomes genéricos.

De um total de 139 materiais, 46 desses produtos não obtiveram nenhum registro de consumo ou venda, o que representa um total de 33,09% de todos os analisados. Os produtos zerados não serão considerados para os posteriores tratamentos analíticos da curva ABC.

Tabela 1 – Demanda de matéria-prima no ano de 2018.

Nome do produto	Demanda 2018 (Kg)						
Produto 1	1.650	Produto 36	0	Produto 71	0	Produto 106	2.400
Produto 2	50	Produto 37	43.400	Produto 72	1	Produto 107	1.900
Produto 3	700	Produto 38	0	Produto 73	7.125	Produto 108	533.775
Produto 4	1.250	Produto 39	87.650	Produto 74	2.450	Produto 109	9.121.050
Produto 5	7.000	Produto 40	0	Produto 75	0	Produto 110	220.300
Produto 6	7	Produto 41	114.225	Produto 76	0	Produto 111	7.650
Produto 7	0	Produto 42	0	Produto 77	0	Produto 112	50
Produto 8	100.500	Produto 43	318.950	Produto 78	30.750	Produto 113	225
Produto 9	0	Produto 44	4.550	Produto 79	21.825	Produto 114	741.400
Produto 10	0	Produto 45	200	Produto 80	0	Produto 115	29.000
Produto 11	136.650	Produto 46	9.825	Produto 81	274.650	Produto 116	154.625
Produto 12	0	Produto 47	13.650	Produto 82	41.525	Produto 117	0
Produto 13	103.350	Produto 48	150	Produto 83	2	Produto 118	0
Produto 14	2.875	Produto 49	14.200	Produto 84	101.075	Produto 119	0
Produto 15	2.875	Produto 50	0	Produto 85	0	Produto 120	0
Produto 16	0	Produto 51	850	Produto 86	2.725	Produto 121	0
Produto 17	3.425	Produto 52	550	Produto 87	1.825	Produto 122	0
Produto 18	250	Produto 53	73.375	Produto 88	33.800	Produto 123	0
Produto 19	1.200	Produto 54	500	Produto 89	175	Produto 124	0
Produto 20	350	Produto 55	3.775	Produto 90	1.149.925	Produto 125	0
Produto 21	0	Produto 56	125	Produto 91	0	Produto 126	60.025
Produto 22	10.100	Produto 57	7.150	Produto 92	450	Produto 127	0
Produto 23	47.100	Produto 58	8.400	Produto 93	0	Produto 128	0
Produto 24	6.525	Produto 59	800	Produto 94	30.900	Produto 129	0
Produto 25	850	Produto 60	379.950	Produto 95	1.525	Produto 130	0
Produto 26	93.050	Produto 61	0	Produto 96	1.525	Produto 131	0
Produto 27	200	Produto 62	575	Produto 97	0	Produto 132	50
Produto 28	0	Produto 63	0	Produto 98	0	Produto 133	0
Produto 29	69.050	Produto 64	925	Produto 99	2.225	Produto 134	0
Produto 30	24.000	Produto 65	1.250	Produto 100	0	Produto 135	0
Produto 31	123.925	Produto 66	225	Produto 101	162.125	Produto 136	0
Produto 32	200.550	Produto 67	10.475	Produto 102	9.075	Produto 137	0
Produto 33	841.595	Produto 68	0	Produto 103	4.050	Produto 138	2.075
Produto 34	272.100	Produto 69	2.125	Produto 104	5.050	Produto 139	0
Produto 35	48.075	Produto 70	100	Produto 105	3.300	Total	15.959.806

Fonte: Dados da organização.

Os demais componentes da lista serão classificados em grupos de similaridades para estudo por meio da curva ABC, de modo a definir os materiais que terão o Lote Econômico de Compra calculados.

4.1 Classificação dos materiais

Pelo grande volume de produtos disponíveis a lista total de insumos foi dividida, levando em consideração alguns critérios relevantes, em 5 grupos: Alpha, Beta, Gamma, Delta e Epsilon. O Produto 109 não fará parte da análise da curva ABC, pois por ter uma demanda

muito superior aos demais, é de fato um produto relevante que deve ter o Lote Econômico de Compra definido. Aos demais, a classificação é dada a seguir.

Os materiais da tabela 1 foram levantados e organizados de acordo com critérios de similaridade, consumo, características físicas e fornecedores. Desse modo, os grupos de materiais são dados pela tabela 2.

Tabela 2 – Grupos de produtos e seus intervalos.

Grupo	Intervalo de produtos	Nº de produtos	Soma da demanda
Alpha	1-30	30	613.007
Beta	31-35	5	1.486.245
Gamma	36-44	9	568.775
Delta	45-91	47	2.197.029
Epsilon	92-139	47	1.973.700
Total			6.838.756

Fonte: Autor, 2019.

Cada um dos grupos será analisado por um diagrama e os produtos de maior demanda de cada grupo serão elegíveis ao cálculo do LEC.

4.2 Aplicação da curva ABC

A curva ABC é uma técnica analítica que verifica por meio de um diagrama que grande parte dos problemas são originários de poucas causas. No contexto deste trabalho, o diagrama busca constatar que grande parte da demanda é proveniente de poucos materiais disponíveis no processo.

De modo a classificar as matérias-primas, o quadro 1 é apresentado. Nele são especificados os critérios de análise da curva e em quais categorias os produtos pertencem dado o valor da demanda em relação ao todo.

Quadro 1 – Categorias da Curva ABC.

% Acumulada da demanda	Classificação
Até 75%	A
Acima de 75% até 95%	B
Acima de 95%	C

Fonte: Adaptado de Viana, 2006.

Os produtos que representarem demanda acumulada de até 75% em cada grupo serão categorizados como produtos “A” e, em seguida, serão explorados. Os grupos da tabela 2 serão abordados, um a um elencando pontos importantes.

4.2.1 Grupo Alpha

Os produtos do grupo Alpha são de difícil gerenciamento de estoques e, portanto, acabam tendo os volumes mais altos em relação a porcentagem efetivamente necessária. Diversos produtos possuem pouco volume de utilização no processo como um todo assim como são utilizados em produtos específicos de menor demanda ao longo do ano. Dos 30 selecionados, 7 (23,33%) não apresentaram demanda no ano de 2018.

Tabela 3 – Produtos analisados do grupo Alpha.

Grupo Alpha	Demanda 2018 (Kg)	Grupo Alpha	Demanda 2018 (Kg)
Produto 1	1.650	Produto 17	3.425
Produto 2	50	Produto 18	250
Produto 3	700	Produto 19	1.200
Produto 4	1.250	Produto 20	350
Produto 5	7.000	Produto 21	0
Produto 6	7	Produto 22	10.100
Produto 7	0	Produto 23	47.100
Produto 8	100.500	Produto 24	6.525
Produto 9	0	Produto 25	850
Produto 10	0	Produto 26	93.050
Produto 11	136.650	Produto 27	200
Produto 12	0	Produto 28	0
Produto 13	103.350	Produto 29	69.050
Produto 14	2.875	Produto 30	24.000
Produto 15	2.875	Total	613.007
Produto 16	0		

Fonte: Dados da organização.

Por se tratar de um grupo ainda com muitos produtos, os que apresentaram demanda inferior à 2.000kg no ano foram agrupados no item “Outros”; 10 produtos foram incorporados ao rearranjo.

Para a confecção da curva ABC do grupo Alpha, calculou-se a porcentagem representativa de cada produto, bem como o valor da porcentagem acumulada, organizando-os por ordem decrescente.

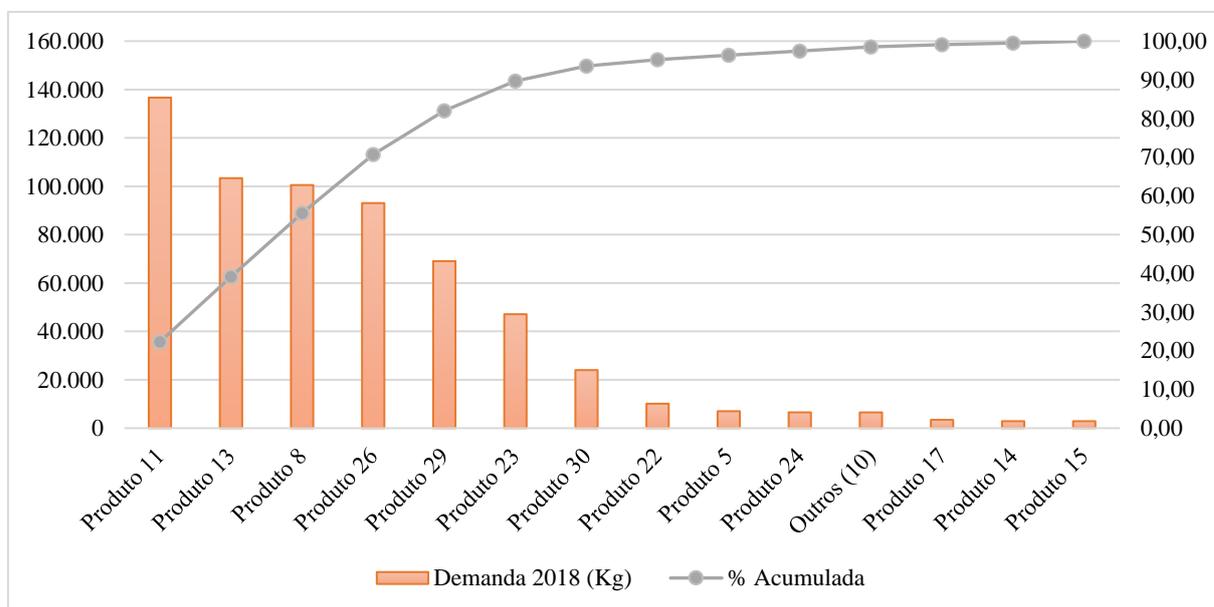
Tabela 4 – Produtos, demanda e porcentagens do grupo Alpha.

Grupo Alpha	Demanda 2018 (Kg)	%	% Acumulada
Produto 11	136.650	22,29	22,29
Produto 13	103.350	16,86	39,15
Produto 8	100.500	16,39	55,55
Produto 26	93.050	15,18	70,73
Produto 29	69.050	11,26	81,99
Produto 23	47.100	7,68	89,67
Produto 30	24.000	3,92	93,59
Produto 22	10.100	1,65	95,24
Produto 5	7.000	1,14	96,38
Produto 24	6.525	1,06	97,44
Outros (10)	6.507	1,06	98,50
Produto 17	3.425	0,56	99,06
Produto 14	2.875	0,47	99,53
Produto 15	2.875	0,47	100,00

Fonte: Autor, 2019.

E, com base nos dados apresentados na tabela 4, o diagrama da curva ABC para o grupo Alpha é apresentado.

Figura 1 – Curva ABC para o grupo Alpha.



Fonte: Autor, 2019.

Sendo assim, 5 produtos dos 23 analisados correspondem a aproximadamente 82% da demanda e são classificados como produtos “A”. Três produtos são considerados “B” enquanto os demais correspondem a classificação “C”.

4.2.2 Grupo Beta

O grupo de produtos Beta é representado por apenas 5 produtos, de maior semelhança entre si que nos demais grupos e são amplamente utilizados em vários produtos. Por conta disso, apesar de poucos integrantes, é um conjunto altamente representativo e conta com alto volume de consumo ao longo do ano.

Tabela 5 – Produtos analisados do grupo Beta.

Grupo Beta	Demanda 2018 (Kg)
Produto 31	123.925
Produto 32	200.550
Produto 33	841.595
Produto 34	272.100
Produto 35	48.075
Total	1.486.245

Fonte: Dados da organização.

Pelo fato de o conjunto não apresentar nenhum produto com demanda zerada, a tabela 5 apresenta os valores de demanda reorganizados em ordem decrescente, junto com os valores de porcentagem e porcentagem acumulada para o grupo.

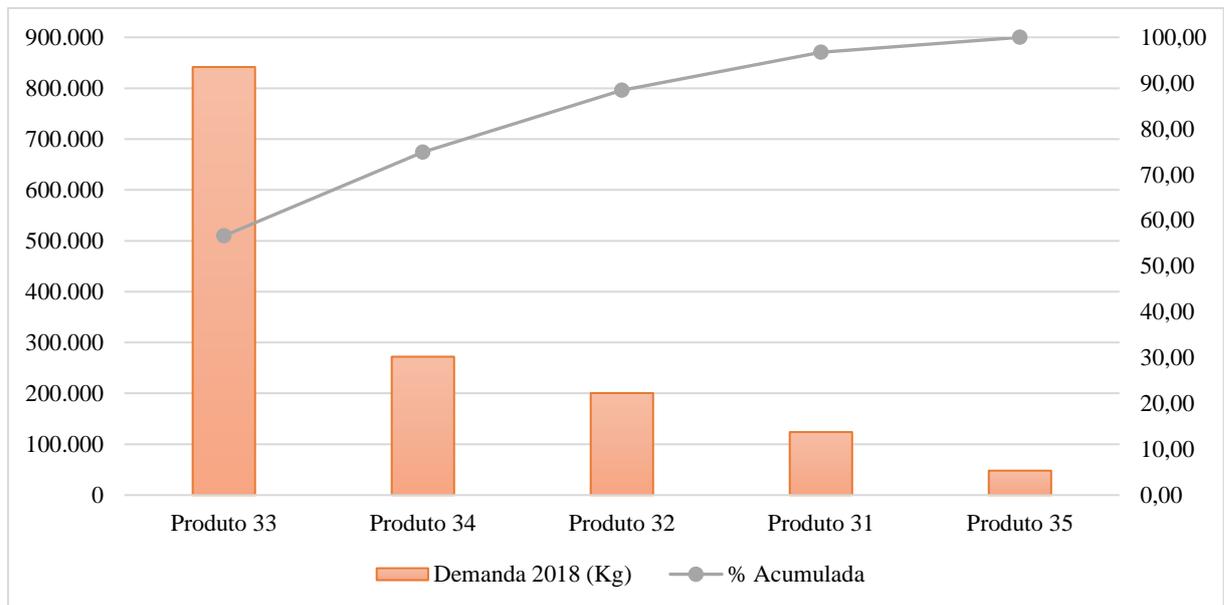
Tabela 6 – Produtos, demanda e porcentagens do grupo Beta.

Grupo Beta	Demanda 2018 (Kg)	%	% Acumulada
Produto 33	841.595	56,63	56,63
Produto 34	272.100	18,31	74,93
Produto 32	200.550	13,49	88,43
Produto 31	123.925	8,34	96,77
Produto 35	48.075	3,23	100,00

Fonte: Autor, 2019.

Com isso, o diagrama da curva ABC para o grupo Beta é apresentado a seguir. Apesar do baixo número de produtos, é possível observar que os produtos 33 e 34 somados ultrapassam os 1.000.000 quilogramas de demanda, de modo que esses 2 principais produtos do conjunto acumulam a grande maioria da necessidade de materiais do grupo.

Figura 2 – Curva ABC para o grupo Beta.



Fonte: Autor, 2019.

Dessa forma, para o grupo Beta, a curva ABC indica que 2 produtos são responsáveis por cerca de 75% de toda a demanda do conjunto; sendo assim, estes são classificados como itens “A”. Dos restantes, 2 podem ser considerados produtos “B” enquanto o restante é tido como um produto “C”.

4.2.3 Grupo Gamma

O grupo Gamma foi organizado em um conjunto de 9 produtos similares entre si, de origem semelhante. São utilizados com menor frequência, mas quando são requeridos possuem consumo considerável.

Tabela 7 – Produtos analisados do grupo Gamma.

Grupo Gamma	Demanda 2018 (Kg)
Produto 36	0
Produto 37	43.400
Produto 38	0
Produto 39	87.650
Produto 40	0
Produto 41	114.225
Produto 42	0
Produto 43	318.950
Produto 44	4.550
Total	568.775

Fonte: Dados da organização.

A lista de produtos apresentou 4 representantes (44,44%) que não registraram nenhum tipo de demanda no ano em questão. Eliminando tais produtos, a demanda decrescente expressa em função da porcentagem, bem como o valor da porcentagem acumulada são dados a seguir.

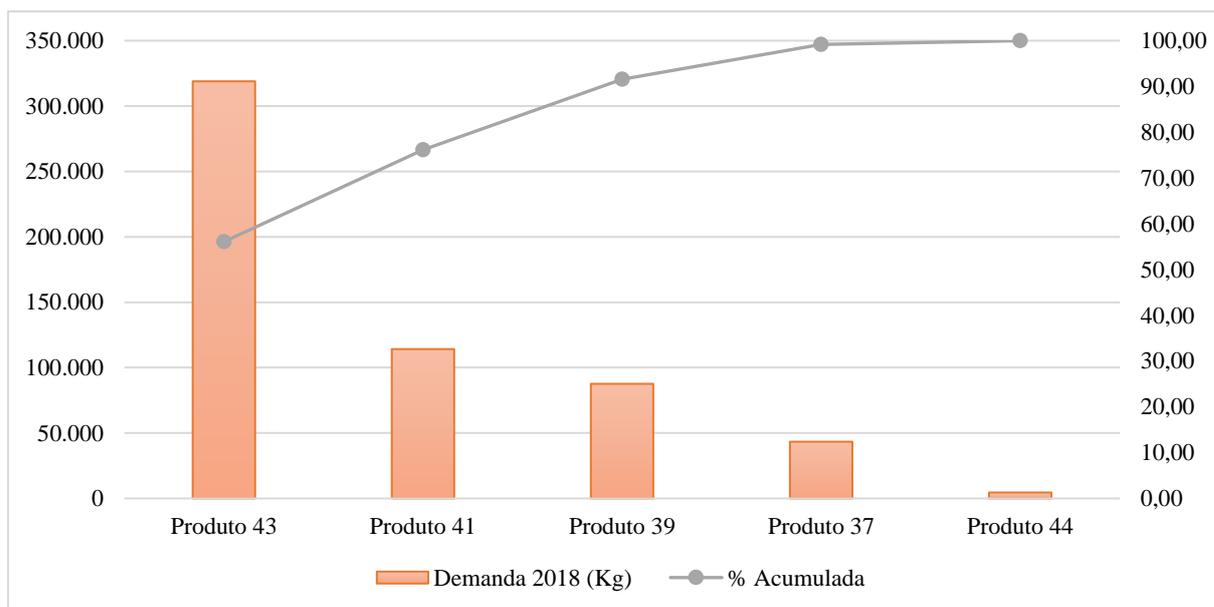
Tabela 8 – Produtos, demanda e porcentagens do grupo Gamma.

Grupo Gamma	Demanda 2018 (Kg)	%	% Acumulada
Produto 43	318.950	56,08	56,08
Produto 41	114.225	20,08	76,16
Produto 39	87.650	15,41	91,57
Produto 37	43.400	7,63	99,20
Produto 44	4.550	0,80	100,00

Fonte: Autor, 2019.

Com os dados do grupo levantados na tabela 8, é proposto o diagrama da curva ABC para o intervalo de produtos contidos grupo Gamma.

Figura 3 – Curva ABC para o grupo Gamma.



Fonte: Autor, 2019.

Assim como observado no grupo Beta, 5 produtos foram analisados pela curva ABC para o grupo Gamma. De maneira similar, o grupo apresentou 2 produtos classificados como “A”, aqui somados em cerca de 76% da necessidade anual do conjunto. Também foram classificados como “B” 2 produtos, e um único produto como classe “C”.

4.2.4 Grupo Delta

O grupo Delta, assim como o grupo Epsilon que será abordado em seguida, é composto por 47 produtos que possuem pouca ou nenhuma semelhança entre si. A formação do conjunto

foi realizada de modo a agrupar produtos que não poderiam ser agregados aos demais grupos e não possuíam relevância suficiente para constituir um novo grupo.

Tabela 9 – Produtos analisados do grupo Delta.

Grupo Delta	Demanda 2018 (Kg)	Grupo Delta	Demanda 2018 (Kg)
Produto 45	200	Produto 69	2.125
Produto 46	9.825	Produto 70	100
Produto 47	13.650	Produto 71	0
Produto 48	150	Produto 72	1
Produto 49	14.200	Produto 73	7.125
Produto 50	0	Produto 74	2.450
Produto 51	850	Produto 75	0
Produto 52	550	Produto 76	0
Produto 53	73.375	Produto 77	0
Produto 54	500	Produto 78	30.750
Produto 55	3.775	Produto 79	21.825
Produto 56	125	Produto 80	0
Produto 57	7.150	Produto 81	274.650
Produto 58	8.400	Produto 82	41.525
Produto 59	800	Produto 83	2
Produto 60	379.950	Produto 84	101.075
Produto 61	0	Produto 85	0
Produto 62	575	Produto 86	2.725
Produto 63	0	Produto 87	1.825
Produto 64	925	Produto 88	33.800
Produto 65	1.250	Produto 89	175
Produto 66	225	Produto 90	1.149.925
Produto 67	10.475	Produto 91	0
Produto 68	0	Total	2.197.029

Fonte: Dados da organização.

Dos 47 produtos divididos para o grupo Delta, 11 (23,40%) não registraram nenhuma demanda em 2018. Além disso, por se tratar de um grupo extenso, os materiais que somavam necessidades menores que 3.000kg foram agrupados na denominação “Outros”, dessa forma agrupando um total de 19 itens.

A demanda organizada em ordem decrescente, os valores de porcentagem e acumulado em relação à demanda para o grupo Delta são apresentados na tabela 10.

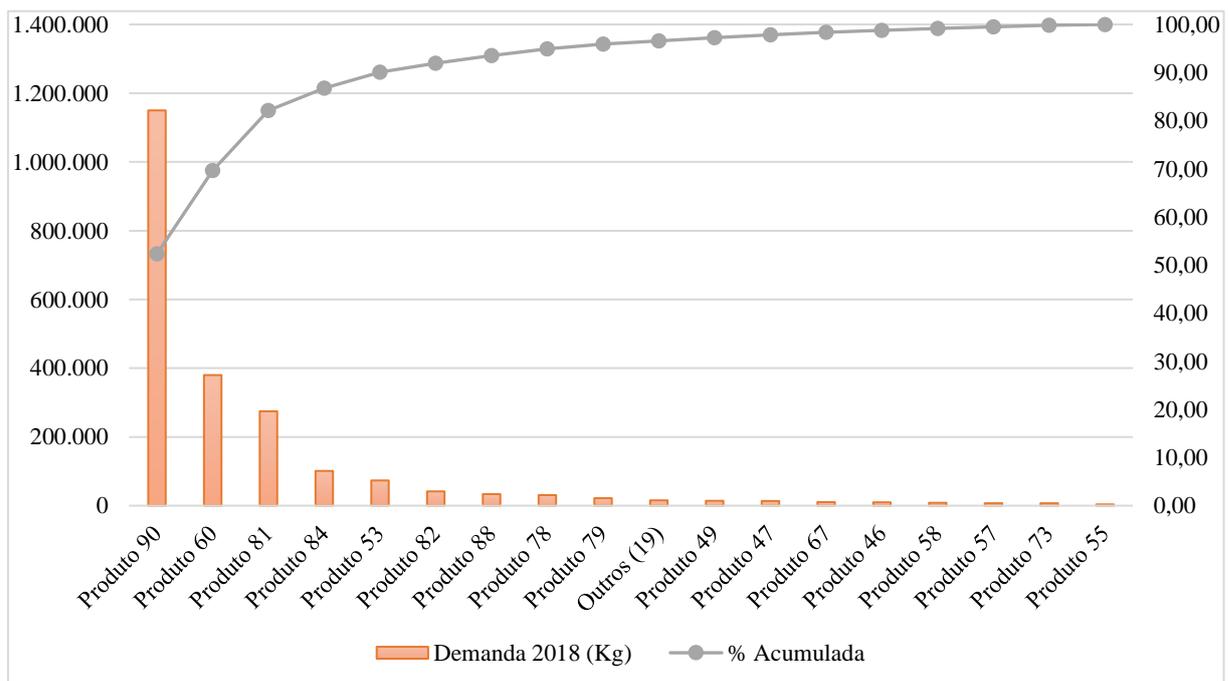
Tabela 10 – Produtos, demanda e porcentagens do Grupo Delta.

Grupo Delta	Demanda 2018 (Kg)	%	% Acumulada
Produto 90	1.149.925	52,34	52,34
Produto 60	379.950	17,29	69,63
Produto 81	274.650	12,50	82,13
Produto 84	101.075	4,60	86,74
Produto 53	73.375	3,34	90,08
Produto 82	41.525	1,89	91,97
Produto 88	33.800	1,54	93,50
Produto 78	30.750	1,40	94,90
Produto 79	21.825	0,99	95,90
Outros (19)	15.553	0,71	96,60
Produto 49	14.200	0,65	97,25
Produto 47	13.650	0,62	97,87
Produto 67	10.475	0,48	98,35
Produto 46	9.825	0,45	98,80
Produto 58	8.400	0,38	99,18
Produto 57	7.150	0,33	99,50
Produto 73	7.125	0,32	99,83
Produto 55	3.775	0,17	100,00

Fonte: Autor, 2019.

E, com base nos valores apresentados na tabela 10, é proposto o modelo de curva ABC para a grupo Delta, como mostrado na figura 4.

Figura 4 – Curva ABC para o grupo Delta.



Fonte: Autor, 2019.

Da análise do diagrama da Curva ABC do grupo Delta, é possível perceber que 3 produtos dos 47 representados pelo grupo são correspondentes a uma demanda estimada em 82%. Além disso, 6 produtos são classificados como do tipo “B”.

4.2.5 Grupo Epsilon

Como citado anteriormente, o grupo Epsilon, tal como o grupo Delta, é composta por 47 produtos e, de maneira análoga, são agrupados com base nos mesmos critérios de seleção; agrupamento de produtos que não constituem relevância para um grupo autônomo ou produtos com poucas características em comum com os demais. Vale lembrar que, por conta da alta demanda, o produto 109 não está ilustrado e será abordado posteriormente.

Tabela 11 – Produtos analisados do Grupo Epsilon.

Grupo Epsilon Demanda 2018 (Kg)	Grupo Epsilon Demanda 2018 (Kg)
Produto 92	450
Produto 93	0
Produto 94	30.900
Produto 95	1.525
Produto 96	1.525
Produto 97	0
Produto 98	0
Produto 99	2.225
Produto 100	0
Produto 101	162.125
Produto 102	9.075
Produto 103	4.050
Produto 104	5.050
Produto 105	3.300
Produto 106	2.400
Produto 107	1.900
Produto 108	533.775
Produto 110	220.300
Produto 111	7.650
Produto 112	50
Produto 113	225
Produto 114	741.400
Produto 115	29.000
Produto 116	154.625
Produto 117	0
Produto 118	0
Produto 119	0
Produto 120	0
Produto 121	0
Produto 122	0
Produto 123	0
Produto 124	0
Produto 125	0
Produto 126	60.025
Produto 127	0
Produto 128	0
Produto 129	0
Produto 130	0
Produto 131	0
Produto 132	50
Produto 133	0
Produto 134	0
Produto 135	0
Produto 136	0
Produto 137	0
Produto 138	2.075
Produto 139	0
Total	1.973.700

Fonte: Dados da organização.

Do total de insumos presentes no conjunto, 24 (51,06%) apresentaram valores zerados em relação à demanda de consumo durante o ano. Além disso, 13 produtos com consumo

inferior a 6.000kg foram agrupados como “Outros”. Sendo assim, desconsiderando os produtos não-representativos, os materiais são reorganizados em demanda decrescente, e sua demanda percentual é expressa a seguir.

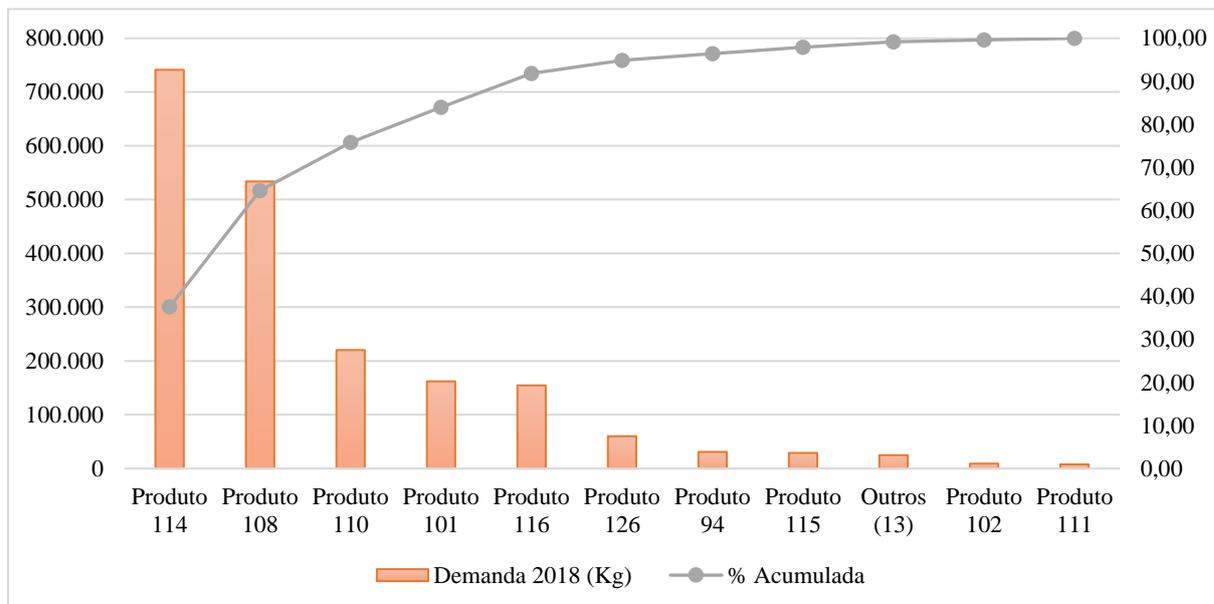
Tabela 12 – Produtos, demanda e porcentagens do grupo Epsilon.

Grupo Epsilon	Demanda 2018 (Kg)	%	% Acumulada
Produto 114	741.400	37,56	37,56
Produto 108	533.775	27,04	64,61
Produto 110	220.300	11,16	75,77
Produto 101	162.125	8,21	83,98
Produto 116	154.625	7,83	91,82
Produto 126	60.025	3,04	94,86
Produto 94	30.900	1,57	96,43
Produto 115	29.000	1,47	97,89
Outros (13)	24.825	1,26	99,15
Produto 102	9.075	0,46	99,61
Produto 111	7.650	0,39	100,00

Fonte: Autor, 2019.

E com base na tabela 12, o diagrama da curva ABC para o grupo Epsilon de produtos é ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Curva ABC para o grupo Epsilon.



Fonte: Autor, 2019.

O diagrama aponta 3 produtos do tipo “A”, 4 produtos do tipo “B” e os demais representados pela categoria “C”.

Conhecidos todos os produtos relevantes de todos os grupos elencados, agora é proposto um resumo dos resultados por meio de uma visão geral de todas as classificações de acordo com os diagramas.

4.2.6 Resultado dos diagramas

Realizadas as análises de todos os grupos por meio dos diagramas da curva ABC, os resultados observados são dados a seguir. A tabela 13 aponta os percentuais de número de representante de cada uma das classificações da curva ABC.

Tabela 13 – Grupos, número de itens e percentuais de cada classificação.

Grupo	Número total de itens	Número de itens considerados	Percentual de produtos "A"	Percentual de produtos "B"	Percentual de produtos "C"
Alpha	30	23	21,74%	13,04%	65,22%
Beta	5	5	40,00%	40,00%	20,00%
Gamma	9	5	40,00%	40,00%	20,00%
Delta	47	36	8,33%	16,67%	75,00%
Epsilon	47	23	13,04%	17,39%	69,57%

Fonte: Autor, 2019.

Os produtos de maior significância para a demanda, apontados por meio da análise de dados com a ferramenta curva ABC, são retratados a seguir. A tabela 14 traz os 15 produtos que foram classificados como tipo A, além do produto 109.

Tabela 14 – Produtos, demanda e porcentagens da demanda dos grupos analisados.

Nome do produto	Demanda 2018 (Kg)	Grupo	% da demanda acumulada da classe
Produto 109	9.121.050	-	-
Produto 11	136.650	Alpha	
Produto 13	103.350	Alpha	
Produto 8	100.500	Alpha	81,99
Produto 26	93.050	Alpha	
Produto 29	69.050	Alpha	
Produto 33	841.595	Beta	74,93
Produto 34	272.100	Beta	
Produto 43	318.950	Gamma	76,16
Produto 41	114.225	Gamma	
Produto 90	1.149.925	Delta	
Produto 60	379.950	Delta	82,13
Produto 81	274.650	Delta	
Produto 114	741.400	Epsilon	
Produto 108	533.775	Epsilon	75,77
Produto 110	220.300	Epsilon	

Fonte: Autor, 2019.

Logo, os itens da tabela 14 terão Lote Econômicos de Compra calculados e interpretados, buscando obter os volumes de lotes alinhado com os padrões de consumo da indústria e que equilibram alguns dos custos envolvidos no processo. Outro ponto importante de se ressaltar é que o produto 109, que havia sido desconsiderado da classificação por já apresentar elevada demanda, também terá seu Lote Econômico de Compra calculado.

5. Lote Econômico de Compra (LEC)

Uma vez encontrados os produtos de maior importância no processo, é proposto realizar o levantamento de custos e encontrar o volume de lote que, considerando as necessidades da indústria, equilibra os custos de pedido e estocagem.

Nesse sentido, a tabela 15 reúne os dados de custo logísticos de armazenamento (em função do percentual do preço do produto), custo de pedido, custo unitário do material e apresenta o valor do lote econômico utilizando a equação 1, vista anteriormente na página 5.

O preço de custo de pedido foi estimado considerando o produto do custo envolvido nas operações de compra e transporte em 2018 pelo volume máximo possível para compra; o resultado foi então dividido pela demanda anual. O custo de estocagem é uma porcentagem do custo unitário, atribuída de modo que: produtos paletizados possuem custo atribuído de 7%; produtos não-paletizados que requerem maior especificidade na movimentação possuem custo atribuído de 11%; produtos especiais de muito volume físico e difícil manuseio possuem custo atribuído em 17%; e produtos com alta rotatividade possuem custo atribuído em 5%.

Tabela 15 – Custos dos produtos e Lote Econômico de Compra.

Nome do produto	Grupo	Demanda	Custos de Pedido	Custo Estocagem	Custo Unitário	Lote Econômico
Produto 8	Alpha	100.500	R\$ 532,76	7%	R\$ 28,04	7.386
Produto 11	Alpha	136.650	R\$ 343,08	7%	R\$ 28,59	6.845
Produto 13	Alpha	103.350	R\$ 346,37	7%	R\$ 18,23	7.490
Produto 26	Alpha	93.050	R\$ 294,08	7%	R\$ 13,07	7.734
Produto 29	Alpha	69.050	R\$ 247,00	7%	R\$ 12,35	6.281
Produto 33	Beta	841.595	R\$ 71,80	11%	R\$ 3,59	17.494
Produto 34	Beta	272.100	R\$ 22,14	11%	R\$ 0,82	11.558
Produto 41	Gamma	114.225	R\$ 56,70	7%	R\$ 2,10	9.387
Produto 43	Gamma	318.950	R\$ 80,73	7%	R\$ 2,99	15.686
Produto 60	Delta	379.950	R\$ 44,40	7%	R\$ 1,85	16.141
Produto 81	Delta	274.650	R\$ 12,10	7%	R\$ 1,08	9.375
Produto 90	Delta	1.149.925	R\$ 59,52	7%	R\$ 2,48	28.081
Produto 108	Epsilon	533.775	R\$ 29,58	17%	R\$ 3,16	7.667
Produto 109	-	9.121.050	R\$ 28,08	5%	R\$ 1,17	93.575
Produto 110	Epsilon	220.300	R\$ 13,43	17%	R\$ 0,75	6.811
Produto 114	Epsilon	741.400	R\$ 4,48	7%	R\$ 0,14	26.036

Fonte: Dados da organização.

A partir da tabela 15, é possível perceber que os produtos são normalmente tratados por volume e como as operações requerem produtos paletizados, o percentual de estocagem é tido como igual entre produtos padrões. Produtos que requerem maior atenção/tratamento possuem percentual de estocagem mais elevado.

A tabela 15 também nos mostra que produtos do grupo Alpha possuem representantes com os maiores custos unitários em relação aos produtos analisados; os valores de demanda dos produtos Alpha, sendo os menores em relação ao restante dos itens, também contribuem para tornar o Lote Econômico do grupo o menor dentre os considerados.

Os produtos do grupo Beta possuem custo de estocagem ligeiramente maior em relação ao grupo Alpha por conta da necessidade de maior especificidade nas movimentações dos materiais em questão; o custo do pedido oscila consideravelmente de acordo com o produto. O custo unitário menor em relação ao grupo Alpha, aliado com as demandas maiores que as do grupo anterior, faz com que o Lotes Econômico de Compra acabem tendo valores mais elevados comparados com o grupo Alpha.

Os produtos do grupo Gamma são armazenados e tratados de modo padrão, isto é, possuem percentual de estocagem atribuído em 7%; são também baixo custo comparando com o grupo Alpha. Os valores do LEC acabam sendo intermediários, ficando entre os grupos Alpha e Beta, por conta de os custos fixos de pedido da demanda ficarem entre os valores dos produtos dos dois grupos.

Analisando o grupo Delta, o conjunto possui valor de estocagem padrão (7%) e menor custo unitário em relação aos grupos Alpha e Gamma. Os maiores valores de demanda em relação ao grupo Alpha acabam se configurando fator decisivo, tornando o LEC do grupo Delta superior ao deste conjunto.

Olhando para os produtos do grupo Epsilon, é possível notar que dois dos três do grupo possuem tratamentos diferentes em relação ao estoque; possuem custo de armazenagem atribuído mais elevado (17% do custo unitário) devido ao maior espaço físico ocupado pelos produtos. O agrupamento apresenta a menor média de custo unitário e custo de pedido, mas o custo elevado de estoque mantém os valores do LEC semelhante aos grupos Alpha (com exceção do produto 114, que possui estocagem padrão).

Por fim, o produto 109 possui a menor taxa de armazenagem de todos os produtos analisados, por conta da grande rotatividade de modo que seu custo logístico se concentra

principalmente nas movimentações. No entanto, o custo unitário e a altíssima demanda tornam o lote econômico de compra também muito alto em relação aos demais produtos.

6. Considerações Finais

É certo dizer que manter níveis de estoques mais baixos, condizentes com a realidade da indústria e suficientes para atender apenas o giro de mercadorias pode apresentar benefícios do ponto de vista de operações, que lidam com menos material e portanto mais espaço no depósito, como também do ponto de vista financeiro quando consideramos o capital parado e o custo de manutenção dos estoques. Entretanto, diversos fatores envolvendo o ambiente em que se encontram as indústrias do Brasil interferem na decisão de como gerenciar os materiais; logística de transporte de remessas, custos envolvidos no processo, demanda, nível de disponibilidade que se deseja alcançar, entre outros.

Como uma alternativa matemática para gerenciar estoques de maneira dinâmica e adaptada para a realidade da indústria, o Lote Econômico de Compra apresenta-se como uma base para controle e acompanhamento dos níveis de estoques, servindo de parâmetro para desempenho, apontando oportunidades de melhoria e permitindo um melhor uso dos recursos à disposição.

No estudo de caso analisado, a segregação dos materiais em grupos para análise pela curva ABC permitiu identificar necessidades e prioridades do processo produtivo. Isto é, os produtos classificados como categoria A precisam de maior atenção; tais produtos A, pelo resultado da curva ABC, tiveram lotes econômicos calculados e padrões de custo de pedido, custo de estocagem e unitário puderam ser identificados. Uma alternativa que pode ser explorada para o futuro é avaliar a viabilidade de utilizar os valores ótimos de lote de compra como níveis de estoque de segurança.

7. Referências

BALLOU, Ronald H. **Gerenciamento da Cadeia de Suprimentos: Logística Empresarial**. 5. ed. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006. 616 p.

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. **Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimento**. 1. ed.-5. reimp. São Paulo: Editora Atlas. 2007. 581 p.

GIANESI, Irineu Gustavo Nogueira; DE BIAZZI, Jorge Luiz. **Gestão estratégica dos estoques**. Revista de Administração, v. 46, n. 3, p. 290-304, 2011.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 1991.

ROSA, Hobed; MAYERLE, Sérgio Fernando; GONÇALVES, Mirian Buss. **Controle de estoque por revisão contínua e revisão periódica: uma análise comparativa utilizando simulação**. Production, v. 20, n. 4, p. 626-638, 2010.

SILVA, Edna Lúcia da; MENEZES, Estera Muszkat. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação**. 4. ed. Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

SILVER, Edward A. Inventory management: **An overview, Canadian publications, practical applications and suggestions for future research**. INFOR: Information Systems and Operational Research, v. 46, n. 1, p. 15-27, 2008.

VIANA, João José. **Administração de materiais: um enfoque prático**. 1. ed.-6. reimp. São Paulo: Editora Atlas, 2006. 443 p.