

CICLO PDCA E GESTÃO TÁTICA DE ESTOQUES PARA REDUZIR OS IMPACTOS DO COVID-19

Data de aceite: 01/09/2023

Thiara Ataíde Sodré

Mestra em Desenvolvimento Econômico e Estratégias Empresariais – PPGDEE, da Universidade Estadual de Montes de Claros – Unimontes. Pós-Graduada em Docência na Educação Profissional e Tecnológica. MBA em Consultoria e Planejamento Empresarial. Pós-Graduação em Gestão Pública. Bacharelado em Administração e Ciências Contábeis, Licenciatura em Matemática

RESUMO: A pandemia do coronavírus, designado SARS-CoV-2, gerou interrupções nas cadeias de abastecimento, sendo considerado um risco para empresas de diversos setores que têm vivenciado diferentes tipos de desafios. Os gestores do processo produtivo se preocupam em encontrar o ponto ótimo com relação aos seus estoques. O objetivo geral é implementar uma ferramenta de controle baseada nos parâmetros de gestão de estoque, para proporcionar redução de excesso de estoque e garantia de um nível de segurança na quantidade de lenha disponível, de acordo com o exigido pelo processo. Trata-se de um estudo de caráter descritivo, com método quali-

quantitativo. Aplicou-se uma pesquisa de campo no processo de produção de vapor para uma indústria farmacêutica, em que o principal insumo para o fornecimento desse vapor é a lenha. Aplicou-se o novo método de controle estoque, que foi estruturado através da metodologia PDCA. Os resultados apresentaram uma redução de 7,17% no custo de compra mensal de lenha, e no total dos 5 períodos avaliados, a empresa economizou R\$28.975,00. Conclui-se, que foi possível implementar estratégias com custo baixo para gerenciar a cadeia de abastecimento de uma empresa durante a instabilidade econômica da pandemia do COVID-19 e agregar valor ao empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Pandemia Coronavírus; Ciclo PDCA; Controle de Estoque.

1 | INTRODUÇÃO

A pandemia do coronavírus, designado SARS-CoV-2, gerou interrupções nas cadeias de abastecimento, sendo considerado um risco para empresas de diversos setores que têm vivenciado diferentes tipos de desafios. Para alguns

as demandas são crescentes, por outro lado, o abastecimento de matéria-prima, para produção, foi reduzido devido à falta de oferta (OMS, 2020).

Para responder às necessidades do cliente neste novo contexto e gerenciar a cadeia de abastecimento durante a pandemia do COVID-19, é necessária uma coordenação e colaboração entre processos, organizações, mercados e a economia em geral. Os gestores do processo produtivo se preocupam em encontrar o ponto ótimo com relação aos seus estoques.

Os estoques, por ora são custosos e representam risco de deteriorar, obsoleter e ocupar espaços valiosos, mas por outro lado, se tornam necessários à segurança do processo produtivo, assim, os estoques são uma espécie de garantia contra incertezas. Seguindo essa linha de pensamento, a pesquisa foi aplicada no processo de produção de vapor em uma indústria farmacêutica, em que o principal insumo para o fornecimento desse vapor é a lenha que alimenta a caldeira prioritária, o que torna necessário manter certa segurança na disponibilidade desse estoque, e conseqüentemente na capacidade de fornecer vapor para as áreas produtivas.

A principal hipótese com relação ao processo é de que o estoque poderia estar acima dos níveis ideais gerando custo desnecessário, principalmente no cenário econômico de instabilidade oriundo da crise sanitária. Além de não haver segurança com relação à quantidade de dias que o processo se manteria em casos de problemas com fornecimento, por não ter um monitoramento adequado, justificando-se a elaboração desta pesquisa.

O objetivo geral deste trabalho é implementar uma ferramenta de controle baseada nos parâmetros de gestão de estoque, para proporcionar facilidade no monitoramento, ajuste da quantidade de lenha comprada de acordo com a necessidade ideal do processo, redução de excesso de estoque e a garantia de um nível de segurança na quantidade de lenha disponível de acordo com o exigido pelo processo.

Para isso, definiram-se os valores ideais para estoque de segurança, ponto de ressuprimento e estoque máximo, ambos em metros cúbicos de lenha, além de analisar o comportamento do consumo histórico que será responsável por embasar a definição desses parâmetros. O desenvolvimento deste trabalho está dividido em etapas dentro da metodologia PDCA, que estruturou as análises, a execução e a verificação dos resultados obtidos com a aplicação da ferramenta de controle.

2 | MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo de caráter descritivo, como método quantitativo e qualitativo com análise documental. Realizou-se uma pesquisa de campo aplicada desenvolvida em uma indústria farmacêutica de grande porte, do setor de utilidades industriais. Efetuou-se a observação do fluxo de compra e consumo, e após a análise, aplicado o novo método de controle estoque, que foi estruturado através da metodologia PDCA que em seus quatro

passos possibilitaram a organização das etapas para implementação da gestão de estoque.

Na etapa “*plan*”, foi feita a análise do processo em seu estado atual, levantando dados e identificando o problema no controle do estoque. Na etapa “*do*”, foram realizados os cálculos e definidos os parâmetros de controle aplicados na ferramenta de monitoramento. A etapa “*check*” apresentou a ferramenta e verificou o funcionamento do controle, bem como da aplicação dos novos valores de compra, estoque de segurança e ponto de ressuprimento. Por sua vez, o “*action*” avalia a necessidade de uma nova rodada do PDCA, com a análise do resultado obtido na etapa anterior.

A ferramenta utilizada para tratar os dados da pesquisa foi o *software* Microsoft Office Excel, onde foram tratados os dados levantados na etapa *plan* e criada a planilha de controle e monitoramento com todas as suas funcionalidades. Os valores relacionados à lenha foram apresentados em unidade de medida metros cúbicos (m³), sendo essa uma unidade de volume.

Ressalta-se, como limitação, a definição da quantidade de dias para o cálculo do estoque de segurança, que já foi requerida pelo responsável do processo de fornecimento de vapor. O acordo contratual de um pedido de compra mensal também foi considerado como um limite para o cálculo do ponto de ressuprimento e estoque máximo, visto que não seria possível solicitar essa alteração em tempo hábil para realização dessa pesquisa.

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o fornecimento de vapor, o departamento conta com três caldeiras que utilizam óleo como combustível e uma caldeira que utiliza lenha, somando no total, quatro caldeiras. Para atender a demanda de vapor da fábrica, é necessário o funcionamento de apenas uma caldeira, ficando as outras três como *backup* em caso de necessidade de parada para manutenção programada ou falha do equipamento que está em operação. Para a caldeira à lenha, existem duas paradas programadas durante o ano, com duração de sete dias cada. A seguir, será apresentado o estudo feito através da metodologia PDCA em suas etapas *plan*, *do*, *check* e *action*, onde foi feita a definição dos parâmetros de controle e a implementação da ferramenta.

3.1 Implementação Do PDCA: *Plan*

Na primeira fase do PDCA analisa-se o comportamento das variáveis relacionadas ao estoque de lenha, com o objetivo de assegurar a viabilidade da implementação do controle sem comprometer o fornecimento de vapor para as áreas, uma vez que a falta de lenha para queima pode acarretar a parada de produção de vapor até que seja possível colocar as caldeiras a óleo em operação.

Em novembro de 2020, foram levantados dados de consumo de lenha da caldeira referentes ao período de janeiro a outubro de 2019, e comparados com o mesmo período do ano de 2020. Um evento sazonal foi levado em consideração, pois poderia influenciar

na variação dos dados. O evento é uma parada programada para manutenção e limpeza das caldeiras, que ocorre semestralmente nos meses de abril e setembro com duração de cinco dias, onde a caldeira a lenha é colocada fora de operação, ou seja, não há consumo de lenha nesse período, mas a produção de vapor não para, pois são utilizadas as caldeiras a óleo como *backup*.

Essa parada foi realizada em abril e setembro dos anos de 2019 e 2020 com a mesma quantidade de dias, o que proporciona confiabilidade na comparação do consumo nesses dois anos. O Gráfico 1 ilustra os dados comparando o consumo mensal em unidade de medida m³, da caldeira a lenha no período de janeiro a outubro dos anos de 2019 e 2020.



Gráfico 1- Gráfico comparativo de consumo em 2019 e 2020

Fonte: Elaboração própria (2023).

No Gráfico 1 é possível identificar visualmente a redução considerável no consumo mensal dos períodos avaliados, e que inclusive nos meses sazonais manteve-se o mesmo comportamento dos dados. Após a identificação visual da redução do consumo em relação ao ano anterior, foi quantificada a variação de consumo para comprovar quantos m³ de lenha foram consumidos a menos. A tabela 1 apresenta os valores em m³ do consumo mensal e a variação em relação aos períodos citados.

Meses	Consumo 2019 (m³)	Consumo 2020 (m³)	Var 2019 a 2020 (m³)
Janeiro	1045	834	-211
Fevereiro	899	781	-117
Março	944	852	-92
Abril	708	561	-147
Mai	983	859	-124
Junho	879	767	-113
Julho	1043	815	-229
Agosto	1017	842	-175
Setembro	800	679	-121
Outubro	967	903	-64

Total Geral	9.285	7.893	-1.392
-------------	-------	-------	--------

Tabela 1 - Variação de consumo 2019 x 2020

Fonte: Elaboração própria (2023).

A variação é calculada pela subtração entre o consumo de 2020 e o consumo de 2019. Observa-se em todos os meses avaliados, que as variações foram negativas, ou seja, o valor negativo indica quantos m³ foram consumidos a menos no ano de 2020, em relação ao mesmo período de 2019. No total dos meses avaliados, observa-se que o consumo de 2020 reduziu 15% em relação ao ano de 2019, o que reforça a possibilidade de reduzir o valor de compra e definir parâmetros de reposição e segurança.

Confirmado com a análise de dados que o consumo realmente havia reduzido, foi definido pelo setor de engenharia da empresa que o estoque mínimo deveria ser de dezesseis dias, ou seja, para qualquer eventualidade, o estoque de lenha teria que suprir 16 dias de produção de vapor. A partir do valor de estoque definido em dias, identificou-se a necessidade de avaliar a média de consumo diário em 2020, pois esse valor seria usado como base para cálculo da quantidade de metros cúbicos necessária para atender 16 dias de consumo. A tabela 2 mostra o consumo médio diário no período de janeiro a outubro de 2020.

Mês	Média de consumo diário m ³
Janeiro	27
Fevereiro	28
Março	28
Abril	21
Mai	27
Junho	25
Julho	25
Agosto	25
Setembro	25
Outubro	27
Média do período	26

Tabela 2 - Média de consumo diário agrupado por mês

Fonte: Elaboração própria (2023).

Na Tabela 2, a média de consumo do período de janeiro a outubro do ano de 2020 foi de 26m³ por dia, sendo esse dado utilizado para calcular a quantidade de lenha necessária em estoque de segurança para atender 16 dias de produção, conforme limitação da empresa.

Após identificar que o consumo havia reduzido, foi avaliada a relação entre compra

e consumo no período de janeiro a outubro de 2020, para identificar como o volume de compra estava impactando no comportamento do estoque, visto que o valor não era estipulado de acordo com as variáveis de consumo, e não havia nenhuma definição de estoque mínimo. Era estipulado pelo analista da área ao comprador, um valor fixo mensal de 850m³ de lenha a serem adquiridos mensalmente, e assim era feito. Identificou-se os dados compra *versus* consumo, conforme a Tabela 3:

Meses	Compra 2020	Consumo 2020	Varição compra x consumo
Janeiro	850	834	16
Fevereiro	850	781	69
Março	850	852	-2
Abril	850	561	289
Maio	850	859	-9
Junho	850	767	83
Julho	850	815	35
Agosto	850	842	8
Setembro	850	679	171
Outubro	850	903	-53
Total Geral	9285	7893	607

Tabela 3 - Compra x consumo de lenha 2020

Fonte: Elaboração própria (2023).

Na Tabela 3, entre os meses de janeiro e outubro de 2020 pode-se observar que o estoque foi alimentado com 607m³ de lenha, pois era o valor que sobrava na relação entre compra e consumo. É possível observar que a compra não levava em consideração o valor em estoque, nem as variações do consumo, o que ocasionou o descontrole da quantidade de lenha já estocada.

O preço cobrado por metro cúbico de lenha é de R\$95,00. Essa compra tabelada em 850m³ representa mensalmente um custo de R\$80.750,00 para a empresa, e a implementação do controle objetiva também, reduzir esse valor, visto que a definição de parâmetros de compra evita o excesso de estoque. Ao final do ano de 2019, havia sobrado 203m³ de lenha no estoque, conforme contagem feita pelo operador de caldeira no mês de janeiro de 2020, ou seja, a situação do estoque de lenha em novembro de 2020 estava conforme Tabela 4.

Sobra de 2019 (m ³)	Estoque gerado em 2020 (m ³)	Estoque em novembro 2020 (m ³)
203	607	810

Tabela 4 - Estoque em novembro de 2020

Fonte: Elaboração própria (2023).

Pode-se observar que o estoque em novembro de 2020 foi calculado pela soma dos valores de sobra em 2019 mais o estoque gerado pela relação entre compra e consumo de 2020 que foi evidenciado na Tabela 4, indicando que havia 810 m³ de lenha no estoque contabilizados até o final de outubro de 2020.

O *lead time* médio do tempo de entrega de lenha pelo fornecedor é de 5 dias a partir da data do pedido de compra, que é feito todos os meses no valor de 850m³, conforme Tabela 4. Por contrato com o fornecedor, é definido um pedido de compra por mês, sendo essa a periodicidade de compra. A partir destes dados, serão definidos o estoque de segurança, ponto de ressuprimento e estoque máximo mensal de lenha.

3.2 Implementação do PDCA: DO

Com base nos dados levantados na etapa *plan* do PDCA e a identificação do problema de falta de controle dos níveis de estoque, foram calculados os valores ideais para compor a ferramenta de controle em Excel. Para isso, foi necessário primeiramente realizar os cálculos de estoque de segurança, ponto de ressuprimento e estoque máximo mensal de lenha. Nessa etapa, será implementada a ferramenta a partir desses parâmetros.

O estoque de segurança pode ser estabelecido de acordo com a quantidade de dias de consumo médio, que é igual à demanda diária multiplicada pela quantidade de dias. Sendo assim, como foi determinado que o estoque de segurança deveria suprir dezesseis dias de produção de vapor, ficou determinado conforme fórmula (1) abaixo o cálculo de estoque de segurança para lenha:

$$ES = CMD \times QD \quad (1)$$

Sendo: ES: Estoque de Segurança; CMD: Consumo Médio Diário; QD: Quantidade de Dias. Conforme evidenciado na Tabela 2, o consumo médio diário era de 26m³ no período avaliado, o que deixaria o cálculo conforme apresentado na fórmula (2):

$$ES = 26 \times 16 \Rightarrow ES = 416 \quad (2)$$

No cálculo acima, foi identificado que o estoque de segurança necessário para atender dezesseis dias de produção é de 416m³ de lenha, de acordo com quantidade de dias estabelecidos pela empresa, e a média de consumo diário. Sendo assim, ficou definido que o estoque mínimo, ou de segurança, será de 416m³ de lenha.

Sendo obtido o valor do estoque de segurança, calcula-se o ponto de ressuprimento, sendo este o valor do estoque que vai disparar a necessidade de aquisição ao comprador. Antes de realizar o cálculo, é importante mencionar que não é esperado haver ruptura do estoque de segurança, ou seja, ele não deveria ser consumido no dia a dia de produção normal de vapor, nem mesmo durante o *lead time* de reposição da lenha, que é de cinco dias a contar da data do pedido de compra. Para isso, será utilizada a fórmula (3) de cálculo do ponto de ressuprimento da seguinte maneira:

$$PR=(CMM \times L)+ES \quad (3)$$

Sendo: PR: Ponto de Ressuprimento; CMM: Consumo Médio Mensal; L: *Lead time* de reposição; ES: Estoque de Segurança.

Os dados acima mencionados foram apresentados na etapa *plan* do PDCA, e serão utilizados para o cálculo. O valor do *lead time* que é de cinco dias, será convertido para a unidade de meses, considerando o mês com trinta dias para se adequar ao período de compra, que é mensal. Sendo assim, o cálculo do ponto de ressuprimento se dá conforme fórmula 4:

$$PR=(789 \times 0,17)+416 \Rightarrow PR= 550 \quad (4)$$

Conforme equação acima, o ponto de ressuprimento do estoque de lenha é de 550m³ utilizando arredondamento, ou seja, quando o estoque chegar a esse volume, o comprador deverá solicitar o pedido de compra, para garantir que não seja consumido o estoque de segurança dentro tempo de reposição, que é de 5 dias, ou 0,17 meses, como está na equação. A diferença entre o ponto de ressuprimento e o estoque de segurança é de 134m³, sendo esse aproximadamente o valor referente a cinco dias de consumo médio de lenha, conforme fórmula 5.

$$\text{Consumo médio em 5 dias}=5 \times 26 \Rightarrow \text{Consumo em 5 dias}=130 \quad (5)$$

Comparando o valor de consumo em cinco dias com o ponto de ressuprimento, pode-se comprovar que o valor do PR é capaz de garantir a manutenção do estoque de segurança em caso de desabastecimento como foi solicitado pela empresa, ou seja, haverá no mínimo 416m³ de lenha no estoque. Como citado, a periodicidade de compra é de um mês, ou seja, o estoque máximo precisa ser definido levando em consideração o consumo médio mensal e o período definido de compra. A fórmula 6 para o cálculo de estoque máximo fica da seguinte maneira:

$$EM=ES+ LC \quad (6)$$

Sendo: EM: Estoque Máximo; LC: Lote de Compra.

Como nos dados anteriores já foi calculado o estoque de segurança, calcula-se o lote de compras, que é dado pela fórmula 7 abaixo:

$$LC=P \times CMM \quad (7)$$

Onde P é a periodicidade de compra, e CMM como já informado, é o consumo médio mensal. Logo, o valor do lote de compra é dado pela fórmula 8.

$$LC=1 \times 789 \Rightarrow LC=789 \quad (8)$$

Descoberto o valor do lote de compra, tem-se o estoque máximo conforme fórmula 9:

$$EM=416+ 789 \Rightarrow EM=1205 \quad (9)$$

O estoque máximo será de 1.205m³, que é composto pelo consumo médio mais o estoque de segurança, o que garante que a reposição será feita com base no lote de compra, e não mais no valor estipulado anteriormente de 850m³ que não levava em conta as variáveis do estoque. Com base nos dados calculados anteriormente, foram definidos os parâmetros do estoque de lenha para caldeira, que ficaram resumidos conforme Tabela 5.

Parâmetros	Valor em m ³
Estoque de segurança	416
Ponto de ressuprimento	550
Estoque máximo:	1205
Lote de compra	789

Tabela 5 - Resumo de dados do estoque

Fonte: Elaboração própria (2023).

Os dados da Tabela 5 possibilitaram montar um gráfico dente de serra adaptado ao modelo desenhado para o estoque de lenha, que é fundamental para visualização das flutuações. Com ele é possível ver como ponto de ressuprimento é importante para determinar a compra, pois é seguido um padrão de reposição de acordo com o consumo e todas as demais variáveis calculadas anteriormente. O Gráfico 2 dente de serra montado a partir dos parâmetros definidos com os dados de consumo médio diário.

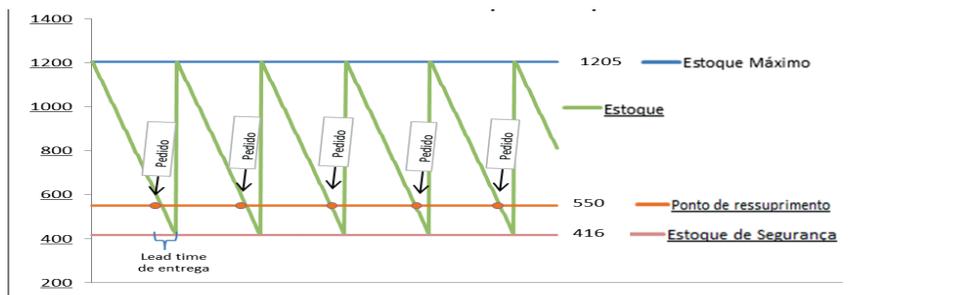


Gráfico 2 - Simulação dente de serra para estoque de lenha

Fonte: Elaboração própria (2023).

O Gráfico 2 acima retrata o estado ideal, considerando o consumo regular de 26m³ por dia e os parâmetros definidos na Tabela 5. Esses dados apenas mostram como o processo foi desenhado para se comportar a partir deste estudo, visto que o valor de consumo é apenas uma média feita com base em dados históricos. Após elaborar visualmente o estado ideal, foi criado um gráfico dente de serra do período de janeiro a maio de 2020, contabilizando cinco períodos para mostrar como o estoque divergia dos parâmetros ideais

que foram definidos neste estudo, conforme Gráfico 3.

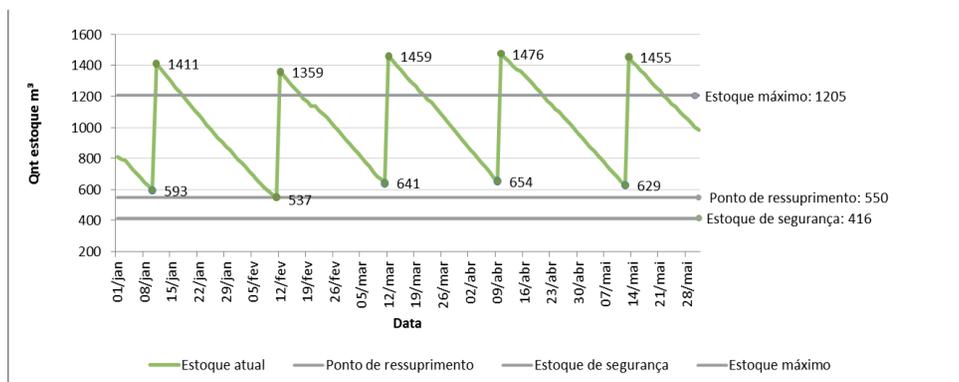


Gráfico 3 - Dente de serra sem implementação do controle – Janeiro a Maio de 2020

Fonte: Elaboração própria (2023).

Observa-se que o estoque sempre ficava acima do nível de segurança requerido, não seguia o ponto de ressuprimento e estava sempre maior do que o estoque máximo ideal. No Gráfico 3, as linhas dos parâmetros estão em cinza para demonstrar que esses valores ainda não faziam parte do processo antes da pesquisa, tampouco eram seguidos para definir os valores de compra, seu objetivo é mostrar o quanto o estoque divergia dos níveis ideais. No total dos cinco períodos avaliados, foi feito o cálculo da diferença entre os níveis de estoque máximo, e a variação estava conforme a Tabela 6.

Total Estoque máximo do período	Total estoque máximo ideal	Variação
7160	6025	1135

Tabela 6 -Variação estoque máximo

Fonte: Elaboração própria (2023).

Observa-se na Tabela 6 que o estoque estava 1135m³ acima do ideal nesse período, o que significa um excesso de 18% em relação ao estoque máximo necessário de acordo com os parâmetros definidos para o processo. O estoque elevado representa um gasto desnecessário naquele momento, que poderia ser melhor investido em outros processos da empresa.

Após a definição dos parâmetros de controle, foi dado início à criação da ferramenta em Excel para a gestão do estoque. Para sua composição, foram utilizados os dados de consumo somados aos de compra, e assim mantém atualizados os valores de estoque e consumo de lenha sempre até o dia atual. A fórmula 10 demonstra o cálculo de estoque no Excel.

$$\text{Estoque atual} = (\text{Estoque dia anterior} - \text{Consumo dia atual}) + \text{Lenha recebida} \quad (10)$$

Para dar início ao acompanhamento do saldo de lenha em estoque, foi feita uma contagem utilizada como valor base, e a partir dela, foi implementada a fórmula para automatizar o cálculo, conforme Figura 1 retirada da planilha em Excel.

	A	B	C	D	E	F
	Consumo	Data	Estoque atual	Ponto de ressuprimento	Estoque de segurança	Estoque máximo
2	15	01/nov	810	550	416	1205
3	9	02/nov	795	550	416	1205
4	29	03/nov	786	550	416	1205
5	30	04/nov	757	550	416	1205
6	27	05/nov	726	550	416	1205
7	24	06/nov	699	550	416	1205
8	28	07/nov	675	550	416	1205
9	25	08/nov	647	550	416	1205
10	28	09/nov	622	550	416	1205
11	32	10/nov	593	550	416	1205
12	30	11/nov	561	550	416	1205
13	29	12/nov	532	550	416	1205
14	33	13/nov	503	550	416	1205
15	31	14/nov	470	550	416	1205
16	31	15/nov	1227	550	416	1205
17	29	16/nov	1196	550	416	1205
18	29	17/nov	1167	550	416	1205
19	33	18/nov	1138	550	416	1205
20	28	19/nov	1105	550	416	1205
21	31	20/nov	1077	550	416	1205
22	28	21/nov	1045	550	416	1205
23	29	22/nov	1017	550	416	1205
24	31	23/nov	988	550	416	1205
25	31	24/nov	957	550	416	1205
26	28	25/nov	926	550	416	1205
27	27	26/nov	898	550	416	1205
28	27	27/nov	870	550	416	1205
29	28	28/nov	843	550	416	1205
30	24	29/nov	815	550	416	1205
31	26	30/nov	791	550	416	1205
32	29	01/dez	765	550	416	1205
33	34	02/dez	735	550	416	1205
34	37	03/dez	712	550	416	1205
35	44	04/dez	640	550	416	1205

Figura 1 - Planilha do Excel para cálculo de estoque

Fonte: Elaboração própria (2023).

A coluna A da planilha puxa os dados de consumo que são alimentados pelos operadores diariamente, a coluna B é o dia referente ao consumo e saldo do estoque, e a coluna C contém as células onde é feito o cálculo do estoque em tempo real, com base no consumo e recebimento da lenha. As demais colunas mostram os parâmetros de controle, que serão utilizados na ferramenta de forma visual, como será mostrado a seguir. Pode-se observar também, que o valor em estoque no dia 1 de novembro é exatamente o que foi calculado na Tabela 4, pois ele foi utilizado como base na planilha para os posteriores cálculos de estoque em tempo real.

Esses valores são o que compõem a ferramenta de controle e monitoramento de estoque, que será apresentada nos Gráficos 3, 4 e 5. A primeira parte é o controle do saldo em estoque, comparado aos valores de ressuprimento e estoque de segurança, conforme Gráfico 3.

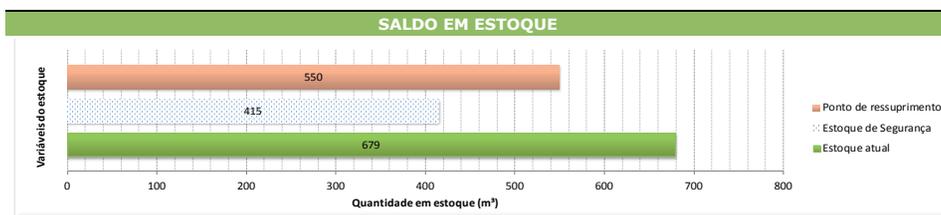


Gráfico 3 - Controle de saldo

Fonte: Elaboração própria (2023).

O Gráfico 3 possibilita ao comprador e gestor do processo, facilidade para

identificar quando é necessário efetivar a compra, pois o dado fica de fácil interpretação. O monitoramento do saldo em estoque proporciona segurança ao processo, uma vez que antes da ferramenta, não havia a informação de quantidade de lenha disponível ou se o estoque atual suportaria algum risco de não receber a entrega do fornecedor.

Dessa forma, a barra verde vai reduzindo na medida em que o estoque é consumido, e aumenta proporcionalmente quando uma carga de lenha é recebida. Outro ponto da ferramenta de controle, é o acompanhamento dos consumos mensal e médio diário, como mostra o Gráfico 4.

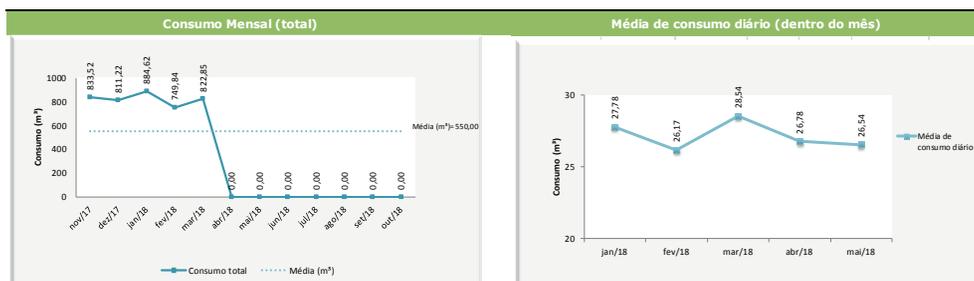


Gráfico 4 - Monitoramento de consumo e média

Fonte: Elaboração própria (2023).

Com as informações acima, os responsáveis pelo processo conseguem monitorar as variações de consumo dos meses e a média de consumo diária, que é um dado fundamental para manter o controle de estoque em perfeito funcionamento, pois uma grande variação pode afetar os parâmetros definidos como ideais, e disparar a necessidade de rever os dados.

O Gráfico 5 apresenta a aderência do estoque aos parâmetros definidos de ponto de ressuprimento e estoque máximo, e evidencia caso haja risco de alguma ruptura no estoque, pois quando a linha azul começa a ficar abaixo da linha verde, isso significa que a caldeira já está consumindo do estoque de segurança, e alguma ação deve ser tomada pois, o carregamento de lenha não chegou até a data prevista, ou o consumo médio aumentou consideravelmente, reforçando ao gestor a necessidade de rever os dados.

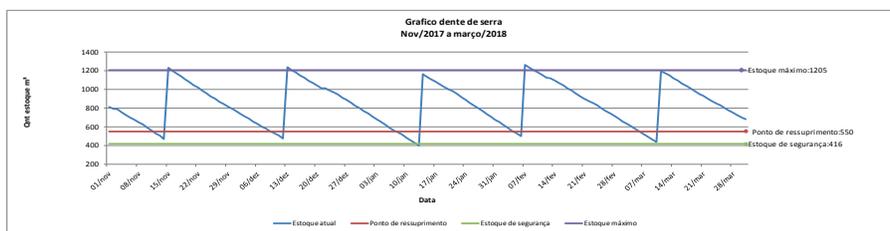


Gráfico 5 - Dente de Serra

Fonte: Elaboração própria (2023).

Portanto, o Gráfico 5, Dente de Serra, também é atualizado diariamente, para que seja possível ao gestor acompanhar as flutuações do processo de recebimento e consumo, baseadas no ponto de ressuprimento, estoque de segurança e estoque máximo definidos.

3.3 Implementação do PDCA: Check

Nessa etapa do PDCA, foram checados os resultados obtidos após aplicação da ferramenta de controle de estoque de lenha. O período analisado para verificar os resultados foi de novembro de 2020 a março de 2021, pois em novembro começou a ser utilizada a planilha de estoque. Para a análise, foi criado um gráfico dente de serra com o cenário do estoque após a aplicação dos parâmetros definidos na etapa “do” da metodologia PDCA, e comparados com o estado anterior à aplicação do controle.

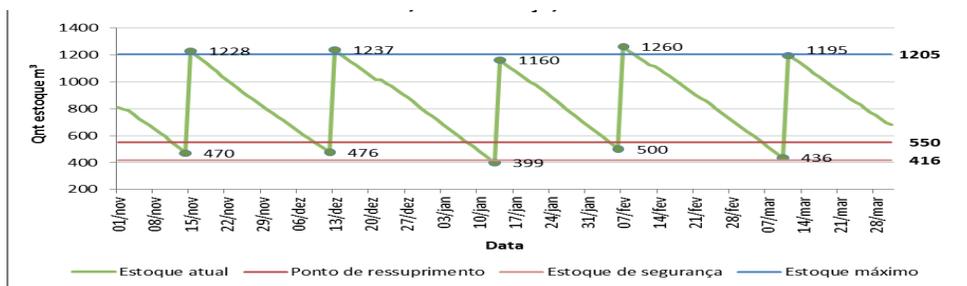


Gráfico 6 - Dente de Serra para estoque de lenha – Novembro de 2020 a Março de 2021 Fonte: Elaboração própria (2023).

É possível observar com o Gráfico 6, que o comportamento do estoque se diferencia consideravelmente do Gráfico 2 que não utilizava os parâmetros de controle, e seguia um lote de compra de 850m³ mensais sem considerar o consumo médio para definir o valor ideal de reposição. Essa prática causava um volume excessivo de estoque, além do que seria necessário para suprir a produção, que conforme evidenciado na Tabela 5, estava 18% acima do ponto máximo ideal dentro do período analisado. Mesmo estando controlado, o Gráfico 6 também mostra pequenas variações em relação aos níveis ideais, e isso acontece devido às variações normais do processo como o consumo e *lead time* de entrega do fornecedor. Após a implementação do controle, a variação do nível máximo nos 5 períodos ficou conforme a Tabela 7.

Total Estoque máximo do período	Total estoque máximo ideal	Variação
6080	6025	55

Tabela 7 - Variação estoque máximo

Fonte: Elaboração própria (2023).

Ou seja, nos períodos avaliados, o estoque ficou apenas 0,9% acima do estoque máximo ideal, o que representa uma redução de 17,1% no nível do estoque sem comprometer

o fornecimento de lenha para caldeira, liberando espaço físico e tratando o excesso de estoque, que é considerado pelo *lean* um desperdício para o processo produtivo.

Com relação ao estoque de segurança, é possível observar que foi mantido sem ruptura, o que indica que os parâmetros definidos foram suficientes para o processo no período avaliado, garantindo os dezesseis dias de estoque sem que houvesse risco de falta de lenha para caldeira. O ponto principal com relação ao controle é que os riscos de falta de estoque, e consequente parada de produção são mitigados, pois o gestor consegue acompanhar as flutuações em tempo real e tomar ação caso necessário.

A alteração no valor do lote de compra também trouxe ganhos para o processo, antes da aplicação da ferramenta, o valor definido para compra era de 850m³ de lenha, que não era baseado no consumo e gerava estoque excessivo. Após a definição dos parâmetros de controle, o lote de compra foi reduzido para 789m³ e adequado à necessidade real de nível máximo do estoque. Essa alteração implicou na redução do custo mensal de aquisição de lenha, conforme Tabela 8.

Custo mensal antes do controle	Custo mensal depois do controle	Redução
R\$ 80.750	R\$ 74.955	R\$ 5.795

Tabela 8 - Variação estoque máximo

Fonte: Elaboração própria (2023).

Esse valor representa uma redução de 7,17% no custo de compra mensal de lenha, e no total dos 5 períodos avaliados, a empresa deixou de desembolsar R\$28.975,00 para aquisição de lenha que estava apenas alimentando um estoque excessivo, sem causar nenhum impacto negativo no processo de produção de vapor.

3.4 Implementação do PDCA: *Action*

Após a aplicação satisfatória da ferramenta de controle, é necessário um acompanhamento crítico pelos gestores do processo, para identificar e corrigir possíveis interferências que possam alterar significativamente a eficácia dos parâmetros definidos. Nessa etapa do PDCA, foram sugeridas ações futuras para o processo de estoque de lenha, com a intenção de manter o controle de acordo com as alterações das variáveis do processo.

O primeiro ponto, é que em uma próxima rodada do PDCA sejam revisados os dados de consumo médio, a fim de atualizar a quantidade de lenha necessária em estoque para suprir dezesseis dias de consumo e continuar garantindo segurança ao processo produtivo.

Como ação futura, também é importante revisar o contrato com o fornecedor utilizando os dados de consumo médio atualizados, pois eles influenciam na negociação de valor mínimo de compra com o fornecedor, o que é de grande importância caso haja uma redução no consumo, e posterior possibilidade de reduzir ainda mais o lote de compra.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se, que o objetivo geral deste trabalho foi alcançado. A partir dos resultados satisfatórios obtidos com a gestão de estoque estruturados com a metodologia PDCA, foi possível implementar estratégias com custo baixo para gerenciar a cadeia de abastecimento da empresa durante a instabilidade econômica da pandemia do COVID-19, e, agregar valor ao empreendimento. Além disso, a implementação do *dashboard* proporciona a análise em tempo real dos dados, o que facilita a identificação de grandes alterações nos valores calculados, e a necessidade de fazer um novo cálculo de acordo com as alterações do cenário de consumo de lenha, consumo de vapor pelas áreas produtivas, *lead time* de entrega do fornecedor, dentre outras.

REFERÊNCIAS

CAMPOS, Vicente Falconi. *Gerenciamento da Rotina do Trabalho do Dia a Dia*. 6ª ed., Belo Horizonte, Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1994.

_____. *TQC – Controle da Qualidade Total* (no estilo japonês). Fundação Cristiano Ottoni/Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 1992.

COSTA, Antônio Fernando Branco; EPPRECHT, Eugênio Kahn; CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro Carpinetti. *Controle estatístico de qualidade*. São Paulo: Atlas, 2003.

ISHIKAWA, Kaoru. *Introduction to Quality Control*. 3A Corporation, Tokyo. 1989.

_____. *Controle de Qualidade Total: à maneira japonesa*, Editora Campos, Rio de Janeiro, 1993.

OHNO, Taiichi. *Sistema Toyota de Produção – Além da Produção em Larga Escala*. Porto Alegre: Bookman, 1997.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE - OMS. **Doença do coronavírus 2019** (Covid-19): relatório de situação 51. Gênova, 2020. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/331475/nCoVsitrep11Mar2020-eng.pdf>. Acesso em 10 de fevereiro de 2021.

SHINGO, Shingeo. *O Sistema Toyota de Produção*. Tradução de Eduardo Schann. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino. *Criando a cultura seis sigma*. 4. Ed. São Paulo: Prentice-hall, 2003.

_____. *Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos*. v. 2. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, 1995.

DAYCHOUW, Merhi. *40 ferramentas e técnicas de gerenciamento*. Rio de Janeiro: Brasport, 2007.