

# NOVA POLÍTICA DE GESTÃO DE SOBRESSALENTES CRÍTICOS NA CSN\*

Alexandre José Ramos Valentim <sup>1</sup>

Joselito Gonçalves dos Santos <sup>2</sup>

Lincon Antonio da Silva <sup>3</sup>

Luiz Paulo Souza Rodrigues <sup>4</sup>

Vinicius Dutra Dinalli <sup>5</sup>

## Resumo

Este artigo tem como objetivo mostrar o desenvolvimento de um novo modelo de classificação do estoque de sobressalentes para uma melhor gestão dos estoques, considerando o seu perfil de consumo e sua criticidade. A segmentação do estoque por perfil de consumo em 4 categorias (*fast moving*, intermitente, *slow moving*, *no moving*) e a avaliação da criticidade através de parâmetros qualitativos multicritérios (vital, crítico e não crítico) proporcionaram o emprego de uma nova política de gestão de sobressalentes críticos na CSN mais alinhada aos objetivos do negócio. Os benefícios desta etapa do trabalho também possibilitam a empresa a direcionar ações de médio e longo prazo com foco na melhoria da gestão de sobressalentes que permitam maximizar a disponibilidade destes para a manutenção e minimizar os custos de estoques. Os resultados contribuem para melhoria da competitividade da CSN, uma vez que alivia o fluxo de caixa quando evita a compra de itens que não trazem risco para o negócio gerando economia e redução de estoque de aproximadamente R\$ 17 milhões.

**Palavras-chave:** Política de estoques; Sobressalentes Críticos; Perfil de consumo; Criticidade.

## NEW POLITICS FOR CRITICAL SPARE-PARTS MANAGEMENT IN CSN

### Abstract

This article aims to show the development of a new model for the classification of spare parts for a better inventory management, considering its consumption profile and its criticality. The segmentation of the stock by consumption profile in four categories (*fast moving*, intermittent, *slow moving* and *no moving*) and the criticality evaluation by means of qualitative multi-criteria parameters (vital, critical and non-critical) provided the use of a new management policy of CSN critical parts, more aligned with business objectives. The benefits of this work also enable the company to target medium and long-term actions focused on improving the management of spare parts that allow them to maximize their availability for maintenance and minimize inventory costs. The results contribute to the improvement of CSN's competitiveness, since it reduces cash flow when avoid the purchase of items that do not offer risk to the business, generating savings and reduction of inventory about R\$ 17 million.

**Keywords:** Inventory policies; Critical Spare-parts; Demand profile; Criticality.

- <sup>1</sup> *Economista, Mestre em Gestão e Estratégias de Negócios, Gerente de Planejamento de Materiais, Gerência Geral de Administração de Materiais, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*
- <sup>2</sup> *Administrador, MBA, Coordenador de Planejamento de Materiais, Gerência de Planejamento de Materiais, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*
- <sup>3</sup> *Engenheiro Mecânico, MBA, Engenheiro Especialista, Gerência de Engenharia de Manutenção, Gerência Geral de Projetos e Engenharia, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*
- <sup>4</sup> *Tecnólogo em Logística, Analista de Planejamento de Materiais, Gerência de Planejamento de Materiais, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*
- <sup>5</sup> *Engenheiro Mecânico, MBA, Engenheiro de Desenvolvimento, Gerência de Engenharia de Manutenção, Gerência Geral de Projetos e Engenharia, Companhia Siderúrgica Nacional, Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil.*

## 1 INTRODUÇÃO

A gestão de estoques cada vez mais vem se destacando nas organizações face a sua função estratégica, no que se refere a disponibilização de materiais na quantidade certa, no momento certo e com menor custo de aquisição, dessa forma, contribuindo para a lucratividade da empresa e fortalecendo seu capital de giro. Assim como o excesso de estoque resulta em prejuízos para a empresa, sem necessariamente garantir a disponibilidade dos equipamentos, a falta de peças é igualmente negativa.

Determinar o balanço apropriado entre a disponibilidade e custos de estoques é muito desafiador devido às características particulares da demanda de peças sobressalentes. As demandas são geralmente intermitentes, isto é, ocorrem infreqüentemente e com muitos períodos sem nenhuma demanda (o comprimento médio de seu intervalo interdemandada é grande). [1]. Adicionalmente os tempos de resposta do ressurgimento são longos [2][3][4].

Por outro lado, a descontinuidade produtiva de um ativo, por falta de um componente, pode gerar lucros cessantes e grandes prejuízos. No caso, além da perda de produção por máquina parada, soma-se o custo da recuperação do ativo por manutenção corretiva. Essa descontinuidade, atrelada aos altos tempos de suprimento das peças sobressalentes, pode, inclusive, levar a ruptura de oferta do produto final, o que possibilita a perda de participação em mercados quando estes apresentam alta competitividade [5].

A continuidade de produção e a otimização de custo em peças sobressalentes são forças contrapostas, nas quais, de um lado, apresenta-se a tendência por geração de despesas e disponibilidade total de materiais para manutenção dos ativos industriais e, de outro, a busca por um estoque mínimo que gere menor custo.

Nota-se, então, que existe uma dicotomia motivada por interesses divergentes e internos das organizações, em que, os setores de Contabilidade e Finanças olham os volumes de capital imobilizados em prateleiras de estoque e pressionam para reduzi-los. E, em contraposição, os setores da Operação, Manutenção e Produção pressionam por segurança operacional e disponibilidade total de seus equipamentos. No meio dessa divergência, o planejamento de materiais se depara com seu principal trade-off: manter o equilíbrio entre aumentar a disponibilidade e reduzir custo [5].

Nem todas as peças sobressalentes têm o mesmo grau de importância para a empresa ou para o processo produtivo, pelo que devem ser geridos de modo diferente, isto é, diferentes peças de sobressalentes representam papéis diferentes no negócio da empresa e como tal necessitam de uma gestão diferenciada. A classificação é uma etapa importante, pois agrupa numa mesma classe peças de sobressalentes de características similares, cujas decisões de aprovisionamento são semelhantes [6]. O principal objetivo da classificação é simplificar a gestão, através da implementação de diferentes tipos ou políticas de gestão de estoque e níveis de serviço a cada classe e não de forma isolada.

Assim, a classificação das peças de sobressalentes é de extrema importância, no sentido em que facilita a tomada de decisão determinando os requisitos de serviço para diferentes classes de sobressalentes e para decisões de previsão e controle de estoque permitindo aos gestores focarem a sua atenção nas que consideram ser mais importantes.

Este artigo tem como objetivo geral mostrar o desenvolvimento de abordagens de classificação do estoque de sobressalentes para uma melhor gestão. Como objetivos específicos destacamos:

- Abordagem de classificação das peças sobressalentes segundo o perfil de consumo.
- Abordagem de classificação das peças sobressalentes segundo a sua criticidade.
- Estabelecimento de políticas de gestão diferenciadas para cada classe.

A importância deste trabalho vem em linha com as diretrizes internas da empresa para a redução dos níveis de estoque através do uso de modelos de auxílio a decisão que permitam uma melhor identificação dos sobressalentes críticos, bem como a priorização de recursos para aqueles que necessitam ser provisionados para uso da manutenção nas unidades de Siderurgia da CSN.

## 1.1 REVISÃO DA LITERATURA

### 1.1.1 GESTÃO DE ESTOQUES DE ITENS SOBRESSALENTES

A gestão de estoques para sobressalentes é uma atividade em desenvolvimento em boa parte das empresas e tem recebido grande atenção do nível estratégico. Com isso, ainda que haja uma metodologia de gestão implantada, deve-se avaliar seus resultados a fim de determinar a eficácia, principalmente porque este processo está sujeito a uma série de equívocos, como do excesso de estoque visando a redução do risco da falta (OLIVEIRA, 2013 apud [7]), ou de erros na programação de reposição do estoque em razão da diversidade de fatores a serem considerados na definição de quando e quanto pedir. O estoque de sobressalentes é aplicado nos equipamentos utilizados no processo produtivo. Por isso, antes de definir quanto se deve ter em estoque, é preciso conhecer o comportamento de consumo dos mesmos.

Nos processos de manutenção, encontram-se itens utilizados em larga escala, como parafusos e lubrificantes (graxas e óleos), mas também materiais com baixos consumos como motores elétricos, bombas hidráulicas, redutores de velocidade, etc. Por isso, é necessário que haja uma equipe qualificada encarregada de compreender a abrangência do estoque, segregando-o entre tipo e aplicando a política de gestão adequada em cada caso.

Os sobressalentes de manutenção podem ser previstos quanto às quantidades necessárias nos equipamentos em que são aplicados ou quanto ao número de vezes mínimas que deverão ser consumidos ao longo do ano, através de um estudo de manutenção preventiva, por exemplo. Mas esta análise não deve ser rígida, pois este processo é passível de erros devido à aleatoriedade de falhas e intermitência

de consumo de itens com baixo giro, mas de grande impacto na operação. Por isso, é preciso estabelecer a criticidade que cada item tem na manutenção, o que equivale a dizer o impacto que sua falta gera na continuidade do processo produtivo [7].

### 1.2.2 AVALIAÇÃO DO PERFIL DE CONSUMO

As incertezas causadas pelas variações da demanda de sobressalentes constantemente causam transtornos às organizações, pois sem um entendimento dos perfis de consumo não é possível dimensionar de forma acurada os estoques necessários, obrigando-as a manterem elevados estoques para mitigar os riscos. Classificar o comportamento desta variabilidade ao longo de um período temporal permite então uma gestão diferenciada para cada tipo de perfil de consumo.

Qualitativamente, podemos distinguir os perfis de consumo entre constante, com tendência, sazonal ou irregular (Willians 1984 apud [8]). Também é possível classificá-los em grupos de acordo com o giro do estoque: F- Alto Giro (*Fast Moving*), S- Baixo Giro (*Slow Moving*) e N- Sem Giro (*No Moving*) [9]. No entanto, estes modelos são meramente qualitativos, não definindo claramente os valores de fronteira dos perfis de consumo.

De modo a ser possível classificar de forma clara a procura com diferentes tipos de flutuações, alguns trabalhos propõem modelos que estudam o perfil de consumo segundo duas variáveis independentes: o intervalo médio entre demandas (ADI – *Average Demand Interval*) e o quadrado do coeficiente da variabilidade da procura ( $CV^2$ ) [8]. Estas regras de categorização do perfil de consumo são utilizadas para auxiliar a determinar os métodos de previsão e controle de estoque a serem utilizados para diferentes sobressalentes. Consequentemente, essas regras têm implicações significativas em termos de estoque e satisfação do cliente. No entanto, a categorização do perfil de consumo tem atraído pouco interesse acadêmico e mais pesquisa teórica e empírica faz-se necessária nesta área [8].

### 1.2.3 AVALIAÇÃO DE CRITICIDADE

A criticidade pode ser definida como uma característica que identifica a importância do sobressalente para empresa. A criticidade de um sobressalente está relacionada às consequências causadas pela falha de um sobressalente no processo, no caso de uma substituição não estar prontamente disponível [6].

A criticidade é relevante pois a indisponibilidade de um sobressalente crítico pode implicar um custo superior ao seu valor comercial e provocar elevadas perdas de produção, o que faz por exemplo, a análise ABC uma ferramenta de controle insuficiente. Adicionalmente podemos manter quantidades em estoque mesmo sabendo que dificilmente serão consumidas.

Em termos teóricos, podemos avaliar a criticidade de cada peça sobressalente a partir dos custos de inatividade que estas causam nos sistemas, embora geralmente difíceis de serem determinados na prática [6].

A alternativa é avaliar a criticidade através de parâmetros qualitativos segundo métodos de classificação multicritérios que levam em conta vários fatores. Uma revisão com os principais trabalhos desenvolvidos pode ser encontrada em [10]. Estas abordagens buscam classificar cada peça sobressalente de acordo com seus atributos, fornecendo regras rápidas e estruturadas que ajudam a diminuir o risco de faltar sobressalentes e gerar desperdícios por um estoque demasiado alto.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 METODOLOGIA

Para a elaboração deste trabalho foi montado um grupo com representantes das áreas de Engenharia de Manutenção, Custos, Administração de Materiais, Suprimentos, Orçamento e Consultoria Externa, envolvidos no processo de reposição de itens críticos sobressalentes. Primeiramente foram analisadas as necessidades de cada setor e diretrizes para o projeto, para maximizar a disponibilidade de estoque para a manutenção e minimizar os custos de estoques. As fontes de coletas de dados utilizadas foram documentações internas, registros dos sistemas (SAP e SIGMA), observações e entrevistas com colaboradores envolvidos com a manutenção e gestão de estoques.

### 2.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 2.2.1 CLASSIFICAÇÃO DO PERFIL DE CONSUMO

Primeiramente foi desenvolvido a classificação do perfil de consumo das peças sobressalentes de forma qualitativa considerando o histórico de consumo no intervalo dos últimos 5 anos, ou seja, a quantidade de vezes que um item foi demandado no estoque.

Dessa forma, foram segmentadas as categorias em quatro perfis de consumos distintos conforme tabela 1.

**Tabela 1.** Classificação dos perfis de consumo

<b>Perfil de Consumo</b>	<b>Demandas</b>
<i>No Moving</i>	Itens sem consumo nos últimos 5 anos
<i>Slow Moving</i>	Itens que possui um ou mais consumo em 5 anos
<i>Intermitente</i>	Itens que possui um ou mais consumo ano, nos últimos 3 anos
<i>Fast Moving</i>	Itens que possui seis consumos ou mais no último ano

Foram avaliados 22.523 itens considerados importantes para a organização e que são estocáveis. A classificação destes conforme o perfil de consumo encontra-se na figura 1.

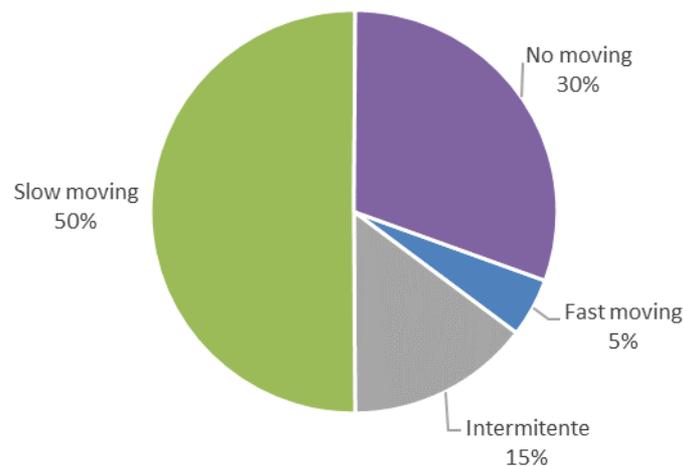


Figura 1. Resultados do perfil de consumo para 22.523 itens.

## 2.2.2 ANÁLISE DE CRITICIDADE

A definição de quais sobressalentes devem ser mantidos em estoque, são feitas a partir da análise de Criticidade. Esta análise identifica a importância do sobressalente para empresa, estabelecido a partir de uma avaliação multicritérios que considera atributos de todos os aspectos diretamente envolvidos na gestão de estoques: Manutenção, Gestão de Materiais, Finanças, Produção. Nesta análise, os sobressalentes foram classificados em três níveis: Vital, Crítico e Não Crítico.

- Vital – itens de máxima criticidade com grande impacto na produção, qualidade, segurança dos colaboradores ou ao meio ambiente. Necessitam de maior acompanhamento na reposição e maior nível de serviço (disponibilidade) em relação aos demais itens de estoque.
- Crítico – itens de média criticidade com impacto significativo na produção, qualidade, segurança dos colaboradores ou ao meio ambiente. Necessitam de uma avaliação mais criteriosa para reposição dos estoques.
- Não crítico – itens de baixa criticidade, exigindo menor nível de atenção devido aos riscos serem toleráveis para a organização.

O modelo de avaliação de criticidade utilizado foi uma matriz de ponderação de atributos e de uma escala de avaliação. Cada atributo possui um peso que permite relativizar a importância dos atributos para a empresa. Estes pesos são definidos pela alta direção e passíveis de serem ajustados conforme o cenário. O quadro 1 sumariza os atributos, critérios e pesos utilizados no modelo de avaliação.

Quadro 1. Elementos da Matriz de Criticidade

Atributos	Critérios	Peso
Atributos de demanda e suprimentos: informações obtidas a partir de dados do sistema ERP.		
<b>Lead-time:</b> Compreende o tempo de provisionamento do material conforme cadastro no mestre de materiais.	1 (LT<=45 dias) a 5 (LT>=120 dias)	3
<b>Variabilidade de consumo (CV):</b> Ponderada pelo coeficiente de variação (CV) que é obtido pela razão entre o desvio-padrão e a média dos consumos do sobressalente conforme a magnitude (quantidade solicitada) e o número de vezes que ocorreu (periodicidade mensal).	1 (CV <= 0,5 ou Não identificado) a 5 (CV>=3)	2
<b>Custo de aquisição:</b> É o custo apontado no mestre de materiais referente ao valor máximo entre o valor unitário do sobressalente (Preço interno periódico) ou ao montante do lote mínimo de compra (tamanho mínimo lote) – como por exemplo, cabos elétricos.	1 (CA<=R\$ 5 mil) a 5 (CA>=R\$ 500 mil)	2
<b>Forma de ressurgimento:</b> Diz respeito as alternativas de fornecimento existentes para os profissionais de manutenção e planejamento de materiais.	1 (Of. Interna) a 4 (Importação)	3
Atributos para avaliação de risco operacional: Este atributo permitirá avaliar o risco operacional através das consequências da falha ou mal funcionamento do sobressalente em seu local de aplicação.		
<b>Segurança:</b> Uma falha tem consequência na segurança se causar uma perda de função ou outro dano que poderia ferir ou matar alguém.	1 (Não) ou 5 (Sim)	5
<b>Meio – Ambiente:</b> Uma falha tem consequência no meio ambiente se causar uma perda de função ou outro dano que poderia levar a violação de qualquer regulamentação ou padrão ambiental conhecido.	1(Nenhum) a 5 (Catastrófico)	3
<b>Qualidade:</b> Uma falha tem consequência na qualidade se causar uma perda de função ou outro dano que provoque problemas na qualidade do produto ou serviço e que quando detectados podem ser resolvidos através de retrabalhos ou reprocesso ou descarte. Quando não detectado, gera reclamações do cliente (entidade – consumidor, processo produtivo - que adquire ou utiliza produto ou serviço).	1(Nenhum) a 5 (Catastrófico)	4
<b>Produção:</b> Uma falha tem consequência na produção se causar uma perda de função ou outro dano que interrompa a produção.	1(Nenhum) a 5 (Catastrófico)	5

A avaliação da criticidade ocorre por meio de um índice obtido pela soma de produtos da escala de avaliação e o peso de cada atributo conforme a equação 1 [11].

$$C(j) = \sum_{i=1}^N A_i * P_i \quad \text{Equação (1)}$$

Onde C(j) se refere à medida de criticidade do sobressalente j, N é o número de atributos para cada sobressalente (o modelo emprega 8 atributos), A<sub>i</sub> se refere à nota do i-ésimo atributo de cada sobressalente j segundo as escalas adotadas e P<sub>i</sub> se refere ao i-ésimo peso de cada atributo que é definido pela alta gerência. Isto mostra que o modelo inclui dois públicos complementares que são (1) os profissionais operacionais que fornecem as notas de cada atributo de acordo com as

escalas adotadas e (2) os profissionais estratégicos / táticos fornecem os pesos de cada atributo [11].

Ao se inserir as informações dos atributos e pesos dos sobressalentes, pode-se encontrar os valores extremos denominados de mín (menor) e máx (maior). Depois, pode-se realizar uma normalização, de modo que os valores se encontrem entre 0 e 100. Se  $C(j)$  for o valor da criticidade de um determinado sobressalente, então a sua a criticidade normalizada deste sobressalente  $CR(j)$  será:

$$CR(j) = \frac{100}{(máx-mín)} * C(j) \quad \text{Equação (2)}$$

A classificação de criticidade foi efetuada através da segmentação destes índices nas faixas conforme a tabela 2.

**Tabela 2 – Classificação de Criticidade**

<b>Classificação</b>	<b>Faixas (IN)</b>
Não crítico	(IN < 40)
Crítico	(40 <= IN < 70)
Vital	(IN >= 70)

### 2.2.3 ESTABELECIMENTO DE POLÍTICAS DE GESTÃO CONFORME CRITICIDADE E PERFIL DE CONSUMO

Após a classificação de criticidade e perfil de consumo, foram estabelecidas as políticas de ressurgimento para direcionamento no processo de gestão de sobressalentes, auxiliando a tomada de decisão do que deve ser estocado e na determinação do momento de reposição. A política contempla ainda a delegação de responsabilidades para o emprego de previsões de demanda entre as áreas de manutenção e planejamento de materiais. A política é demonstrada na tabela 3.

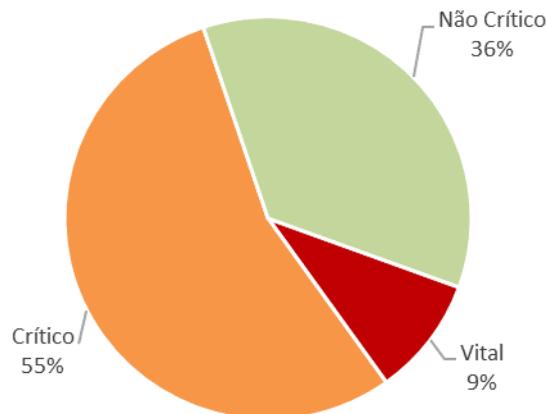
**Tabela 3 - Política de ressurgimento para estoques**

<b>Criticidade (IN)</b>	<b>Perfil consumo</b>	<b>Demandas</b>	<b>Decisão estocar?</b>	<b>Quando?</b>	<b>Responsável pela análise</b>
VITAL (70 a 100)	No Moving	Sem consumo nos últimos 5 anos	Sim	Segundo Risco Tolerável – Análise Qualitativa	Manutenção
	Slow Moving	Até 1 consumo em 5 anos			
	Intermitente	>=1 consumo/ano nos últimos 3 anos	Sim	Imediato – 1 ou 2 ocorrências conforme modelos estatísticos	Gestão de estoques
	Fast Moving	>=6 consumos/ano	Sim	Imediato	Gestão de estoques
CRÍTICO (40 a 70)	No Moving	Sem consumo nos últimos 5 anos	Sim	Segundo Risco Tolerável – Análise Qualitativa	Manutenção
	Slow Moving	Até 1 consumo em 5 anos			

Criticidade (IN)	Perfil consumo	Demandas	Decisão estocar?	Quando?	Responsável pela análise
	Intermitente	>=1 consumo/ano nos últimos 3 anos	Sim	Imediato – 1 ou 2 ocorrências conforme modelos estatísticos	Gestão de estoques
	Fast Moving	>=6 consumos/ano	Sim	Imediato	Gestão de estoques
NÃO-CRÍTICO (<40)	No Moving	Sem consumo nos últimos 5 anos	Não	Sob demanda	-
	Slow Moving	Até 1 consumo em 5 anos	Não	Sob demanda	-
	Intermitente	>=1 consumo/ano nos últimos 3 anos	Não	Sob demanda	-
	Fast Moving	>=6 consumos/ano	Sim	Imediato	Gestão de estoques

## 2.2.4 CRITICIDADE

A medida que os itens se tornem desabastecidos (saldo em estoque menor que o estoque de segurança) são sujeitos a análise de criticidade para posterior adequação da nova política de ressuprimento. Dos 22.523 itens, 32,6% (7.349 itens) já foram submetidos a análise de criticidade e os resultados consolidados estão apresentados na figura 2.



**Figura 2.** Resultados da análise de criticidade para 7.349 itens.

Aplicando a política de ressuprimento conforme perfil de consumo e a criticidade, observamos que os 36% de itens não críticos deixarão de ser estocados. Isto gerará uma economia nos custos de aquisição e redução de estoques no valor de R\$ 17.042.006,32.

## 3 CONCLUSÃO

O desenvolvimento de novas abordagens de classificação do estoque de peças sobressalentes apresentadas no presente trabalho suporta a tomada de decisão

com foco na identificação dos sobressalentes críticos e uma melhor priorização de recursos permitindo redução dos níveis de estoque e uma economia de aproximadamente R\$ 17 milhões.

Os resultados contribuem para melhora da competitividade da CSN, uma vez que alivia o fluxo de caixa quando evitamos a compra de itens que não trazem risco para o negócio.

A segmentação do estoque por perfil de consumo em quatro categorias (*fast moving*, *intermitente*, *slow moving*, *no moving*) e a classificação da criticidade (vital, crítico e não crítico) proporcionaram o emprego de uma nova política de gestão de sobressalentes críticos na CSN mais alinhada aos objetivos do negócio. Os benefícios desta etapa do trabalho também possibilitam a empresa a direcionar ações de médio e longo prazo com foco na melhoria da gestão de sobressalentes que permitam maximizar a disponibilidade destes para a manutenção e minimizar os custos de estoques.

## Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio e patrocínio dos gestores da:

- Diretoria Executiva de Produção: Márcio Lins, Pedro Gutemberg, Carlos Frederico Rangel Xavier, Cleverson Stocco, Álvaro Coelho Del Blanco, Júlio Marinho Falcão Neto e Fernando Barreto Xavier.
- Diretoria Executiva Suprimentos: Thiago Bechara Espinoza e Fausto Kunioishi.
- Gerencia Geral de Controle de Orçamento: Sergio Henrique Vieira Vianna e Alberto David Justus Cury.

Os autores também agradecem aos times de Manutenção e Gestão de Materiais pelo empenho no uso das novas abordagens. Estes são estendidos aos srs. Gabriel Alves da Costa Lima e Celso Luiz Santiago Figueirôa da consultoria AREMAS pelo suporte no desenvolvimento destas abordagens.

## REFERÊNCIAS

- 1 Turrini L, Meissner J. Spare parts inventory management: new evidence from distribution fitting. *European Journal of Operational Research*, 2017. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S037722171730886X>.
- 2 Gomes AVP, Wanke P. Modelagem da gestão de estoques de peças de reposição através de cadeias de Markov. *Gestão e Produção*, 2008. Disponível em: <http://www.scopus.com/inward/record.url?eid=2-s2.0-45549087116&partnerID=tZOtx3y1>.
- 3 Filho AMT, Schroeder MA, Ignácio PSA, Costa Lima GA. Modelo para determinar as quantidades em estoque de peças sobressalentes em uma planta de geração de energia. *Revista Eletrônica de Eng<sup>a</sup> de Produção e Correlatas*, 2017.
- 4 Costa JDC, Gonçalves MB, Giacobbo F. Gestão de estoque de materiais de baixíssimo giro considerando processos críticos para a organização. In: VIII SEMEAD – Seminários em administração, USP -2005.
- 5 Santos MR da S. Aplicação da distribuição de Poisson para determinação de estoque mínimo de itens de MRO de baixo giro aplicados em manutenção de ativos industriais,

- (Dissertação de Mestrado). Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia; 2015.
- 6 Huiskenon J. Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. International Journal of Production Economics, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527300001122>.
  - 7 Silva NAGS, Silva TA, Rodrigues AC. Análise do nível de serviço e do custo de estoques MRO de uma mineradora. Revista Petra, 2015. Disponível em: <http://pe.metodistademinas.edu.br/ojs/index.php/ptr/article/view/818/0>.
  - 8 Hu Q, Boylan JE, Chen H, Labib A. OR in spare parts management: A review. European Journal of Operational Research, 2018. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0377221717307014>.
  - 9 Bosnjakovic M. Multicriteria Inventory Model for Spare Parts. Technical Gazette, 2010.
  - 10 Roda I, Macchi M, Fumagalli L, Viveros P. A review of multi-criteria classification of spare parts. Journal of Manufacturing Technology Management. 2014. Disponível em: <http://www.emeraldinsight.com/doi/10.1108/JMTM-04-2013-0038>.
  - 11 AREMAS – Relatório de projeto de consultoria em estoques de sobressalentes, In CSN. Volta Redonda, 2017.