

# OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE CADASTRAMENTO DE MATERIAIS NA CSN <sup>1</sup>

*Leônidas Rostirolla Cesar Junior*<sup>2</sup>

*Camila Santos da Rosa*<sup>3</sup>

*Alexandre José Ramos Valentim*<sup>4</sup>

*Fausto Kunioshi*<sup>5</sup>

*Guilherme Chaves Corrêa*<sup>6</sup>

## **Resumo**

Uma das atividades essenciais à gestão efetiva de uma cadeia de suprimentos é o cadastro de materiais. Organizações que contam com uma gestão eficiente, utilizam um cadastro de materiais padronizado e unificado de modo a reduzir custos na cadeia de suprimentos e aumentar a eficácia na automação do processo. O presente trabalho apresenta os resultados da análise da teoria das filas na otimização do processo de cadastramento de materiais na Companhia Siderúrgica Nacional, buscando o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, diminuindo o tempo e melhorando a qualidade do atendimento aos usuários.

**Palavras-chave:** Cadastro de materiais; Administração de materiais; Teoria das filas.

## **OPTIMIZATION PROCESS OF MATERIALS REGISTRATION IN CSN**

### **Abstract**

One of the essential activities related to an effective supply chain management is the material register. Organizations that count on an efficient administration use a standardized and unified material register, in order to decrease the supply chain costs and increase the automation process efficacy. The present work shows the results of the queueing theory analysis, regarding the optimization process of materials registration in CSN, seeking the best use of the available resources, saving time and improving the quality of the service to users.

**Key words:** Materials registration; Materials management; Queueing theory.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 28º Seminário de Logística, 17 e 18 de junho de 2009, Belo Horizonte, MG*

<sup>2</sup> *Engenheiro; Coordenador do Cadastro de Materiais da Companhia Siderúrgica Nacional.*

<sup>3</sup> *Engenheira; Gerência de Administração de Materiais da Companhia Siderúrgica Nacional.*

<sup>4</sup> *Mestre em Gestão e Estratégias de Negócios; Coordenador de Armazenagem da CSN.*

<sup>5</sup> *Engenheiro; Gerente de Administração de Materiais da Companhia Siderúrgica Nacional.*

<sup>6</sup> *Engenheiro; Universidade Federal Fluminense.*

## **1 INTRODUÇÃO**

O cadastro de materiais, apesar de ser constantemente relegado ao segundo plano, tem um papel fundamental na gestão efetiva da cadeia de suprimentos. Podemos citar como exemplo alguns problemas gerados por um cadastro de materiais impreciso: duplicidades de registros, compras erradas, paradas desnecessárias de máquinas, dificuldades para unificação do cadastro entre unidades, dificuldades para compras conjuntas, retrabalho em compras e na gestão dos estoques, estoques de materiais inservíveis, elevação dos custos de manutenção, elevação dos custos por pedido, e elevação dos custos de estoque.

É improdutivo pensar na automação da cadeia de suprimentos, quando a empresa possui um cadastro de materiais, ponto de partida deste processo, contendo descrições erradas, incompletas, confusas, duplicadas e amarradas a fornecedores exclusivos, que possam comprometer os custos, a qualidade, a eficácia e a produtividade da área de suprimentos.

Atualmente, organizações que contam com uma gestão eficiente, utilizam um cadastro de materiais padronizado e unificado de modo a reduzir custos na cadeia de suprimentos e aumentar a eficácia na automação do processo.

Trata-se de um investimento barato, tendo em vista o retorno alto e rápido.

Este trabalho visa apresentar a aplicação da Teoria das Filas na otimização do processo de cadastramento de materiais da CSN, buscando o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, diminuindo o tempo e melhorando a qualidade do atendimento ao usuário.

## **2 METODOLOGIA DO TRABALHO**

Para desenvolver esse trabalho foi realizada inicialmente uma breve revisão crítica da literatura disponível sobre o tema, em seguida foi apresentado o caso CSN: a dinâmica de funcionamento do seu cadastro de materiais, fluxo do processo, suas limitações e os pontos críticos analisados.

As fontes de coletas de dados utilizadas foram documentações internas, registros, observação e entrevistas.

Ao final do trabalho foram apresentados os resultados com a correlação entre a teoria acadêmica e a realidade prática da empresa, no sentido de que haja um enriquecimento recíproco destas duas visões.

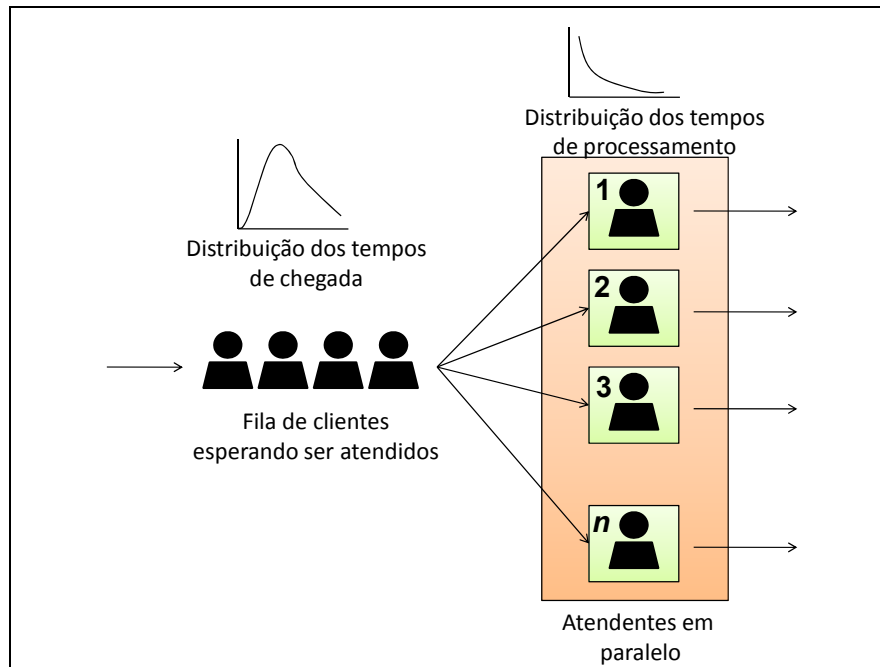
## **3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1 Teoria das Filas**

A abordagem matemática das filas se iniciou em 1908 em Copenhague, Dinamarca, através de A.K.Erlang, considerado o pai da Teoria das Filas, quando trabalhava em uma companhia telefônica, Somente a partir da segunda guerra mundial que a teoria foi aplicada a outros problemas de filas.

Segundo Slack, Chambers e Johnston,<sup>(1)</sup> mesmo que as operações de serviços façam previsões de sua demanda, elas não conseguem prever exatamente quando cada cliente ou pedido chegará. Uma distribuição que descreve a probabilidade de chegada dos clientes pode ser conhecida, mas não cada chegada individual, o que dificulta a provisão da capacidade adequada. Além disso, temos a incerteza do momento de chegada e do tempo gasto com cada cliente.

A Figura 1 mostra essa questão de capacidade, onde os clientes chegam de acordo com alguma distribuição de probabilidade, esperam para ser processados, são processados por um dos  $n$  “atendentes” que trabalham em paralelo (com tempo de processamento descrito por uma distribuição de probabilidade) e deixam a operação.



**Figura 1.** Forma geral da decisão de capacidade em sistemas com fila.<sup>(1)</sup>

Assim, as formações de filas ocorrem porque a procura pelo serviço é maior do que a capacidade do sistema de atender a esta procura. Dessa forma, a Teoria das Filas tenta através de análises matemáticas detalhadas, encontrar um ponto de equilíbrio que satisfaça o cliente e seja viável economicamente para o provedor do serviço.

Existem muitas aplicações respeitáveis da teoria, a maioria das quais tem sido documentadas na literatura de probabilidade, pesquisa operacional e engenharia industrial. Alguns exemplos são fluxos de tráfego (veículos, aeronaves, pessoas, comunicações), escalonamento (pacientes em hospitais, jobs em máquinas, programas em computadores) e projetos de atendimentos a serviços (bancos, correios, parques de diversão, restaurantes fast-food).

Existem diversos modelos matemáticos para prever o comportamento de diferentes tipos de sistemas de filas, por isso, será apresentado à seguir os principais modelos utilizados no trabalho.

### 3.1.1 Características dos PROCESSOS DE FILAS

Segundo Prado,<sup>(2)</sup> Na maioria dos casos, oito características básicas de processos de filas fornecem uma descrição adequada de um sistema de filas:

- **clientes e tamanho da população**, refere-se ao cliente que é proveniente de uma população, sendo a população muito grande considerada infinita;
- **processo de chegada dos clientes**, onde é necessário conhecer a distribuição de probabilidade descrevendo os tempos entre as sucessivas chegadas dos clientes, também é necessário saber se os clientes podem chegar simultaneamente (chegada batch), e se assim, qual a distribuição de

probabilidade do tamanho do batch. A letra grega  $\lambda$  é usada para significar o ritmo de chegada;

- **processo de atendimento**, onde o mais importante é conhecer a distribuição de probabilidade necessária para descrever a seqüência de tempos de serviços dos clientes. Os serviços podem ser simples ou batch. A letra grega  $\mu$  é usada para significar o ritmo de atendimento;
- **número de servidores**, refere-se a quantidades de servidores disponíveis para atendimento;
- **disciplina de filas**, refere-se à maneira como os clientes são escolhidos para entrar em serviço após uma fila ser formada. A maioria utiliza-se o FIFO (*First-In-First-Out*), ou seja, o primeiro a chegar é o primeiro a ser atendido, entretanto, existem outras disciplinas, tais como, LIFO (*Last-In-First-Out*);
- **tamanho médio da fila**, onde o tamanho da fila não é constante e quando os ritmos médios de chegada e de atendimento são constantes, o tamanho da fila oscila em torno de um valor médio;
- **tamanho máximo da fila**, refere-se à limitação física da quantidade de espaço na fila, de modo que, se as filas alcançarem certo comprimento, nenhum novo cliente poderá entrar no sistema até que espaço disponível seja obtido;
- **tempo médio de espera na fila**, refere-se ao tempo que os clientes esperam, calculado com base na duração média de atendimento e tamanho médio da fila.

As oito características de sistemas de filas apresentadas nesta seção são suficientemente gerais para descrever um processo sob estudo. Assim, antes de realizar qualquer análise matemática, é necessário descrever adequadamente o processo sendo modelado, de forma que, o conhecimento das oito características básicas é essencial nesta tarefa.

### 3.1.2 Notação

A notação de processos de filas mais utilizada, atualmente, foi proposta por Kendall, em 1953, e é descrita por uma série de símbolos, tais como,  $A/B/m/k/M$ , onde A indica a distribuição de interchegada dos clientes; B, o padrão de serviço de acordo com uma distribuição de probabilidade para o tempo de serviço; m, o número de servidores; k, a capacidade do sistema; e M, a disciplina de filas. Alguns símbolos padrões para estas características são mostrados na Tabela 1. Por exemplo, a notação  $M/D/2/\infty/FCFS$  indica um processo de filas com tempos de interchegada exponenciais, tempos de serviço determinísticos, dois servidores paralelos, capacidade ilimitada e disciplina de fila *First-Come-First-Served* (equivalente ao FIFO).

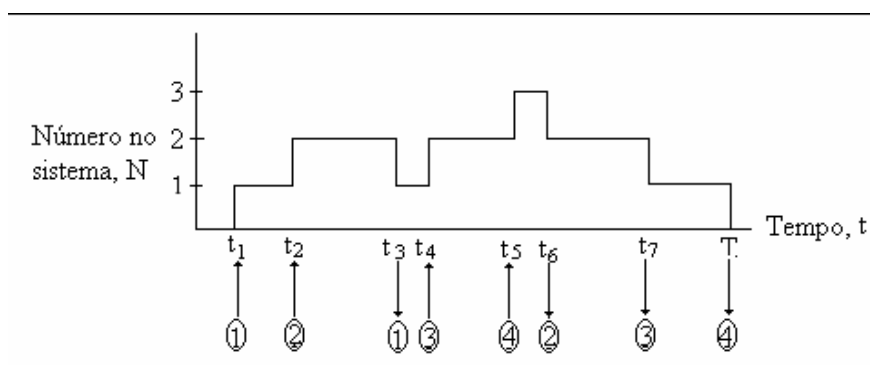
**Tabela 1.** Notação de Fila – A/B/m/k/M.

| Características  | Símbolo             | Explicação                        |
|--|---------------------|-----------------------------------|
| Distribuição de Tempo de Interchegada (A) e Distribuição de Tempo de Serviço (B) | M                   | Exponencial                       |
|  | D                   | Determinístico                    |
|  | $E_k$               | Tipo k-Erlang ( $k = 1,2,\dots$ ) |
|  | $H_k$               | Mistura de k exponenciais         |
|  | PH                  | Tipo Fase                         |
|  | G                   | Geral                             |
| Número Paralelo de Servidores (m)  | $1,2,\dots, \infty$ |                                   |
| Restrição na capacidade do sistema (k)   | $1,2,\dots, \infty$ |                                   |
| Disciplina da fila (M)   | FCFS                | First Come First Served           |
|  | LCFS                | Last Come First Served            |
|  | RSS                 | Seleção Aleatória por Serviço     |
|  | PR                  | Prioridade                        |
|  | GD                  | Disciplina Geral                  |

### 3.1.3 Fórmulas de Little

Um dos mais poderosos relacionamentos em teoria das filas foi desenvolvido por John Little no início dos anos 60. Little relacionou o tamanho médio do sistema em estado de equilíbrio com o tempo médio de espera dos clientes, também em estado de equilíbrio, da seguinte forma. Uma vez que  $T_q$  é o tempo que um cliente gasta esperando na fila antes de entrar em serviço e  $T$  o tempo total que um cliente gasta no sistema ( $T = T_q + S$ , onde  $S$  é o tempo de serviço, e  $T$ ,  $T_q$  e  $S$  são variáveis aleatórias), duas medidas de performance do sistema freqüentemente utilizadas com respeito aos clientes são  $W_q = E[T_q]$  e  $W = E[T]$ , ou seja, o tempo médio de espera na fila e o tempo médio de espera no sistema, respectivamente. Partindo desse princípio, as fórmulas de Little são:  $L = \lambda W$  e  $L_q = \lambda W_q$

Assim, só é necessário encontrar uma dos quatro valores esperados, em vistas das fórmulas de Little e do fato de que  $E[T] = E[T_q] + E[S]$ , ou, equivalentemente,  $W = W_q + 1/\mu$ , onde  $\mu$ , é a taxa média de serviço.



**Figura 2.** Percurso do período de ocupação.

O exemplo da Figura 2 ilustra os conceitos das fórmulas de Little por considerar um intervalo de ocupação de um servidor. O número de clientes ( $N_c$ ) que chega no período  $(0, T)$  é 4.

Na Tabela 2 está sumarizado as fórmulas utilizadas no trabalho.

**Tabela 2.** Sumário dos Resultados Gerais para Filas G/G/c.

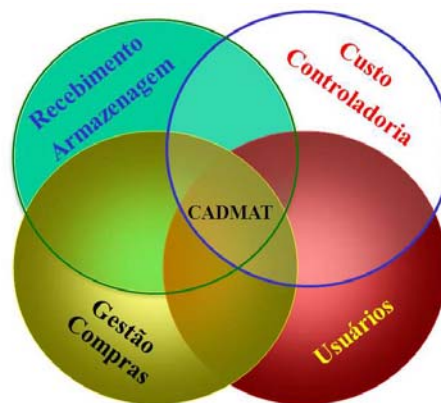
|                             |  |
|-----------------------------|--|
| $\rho = \lambda/c\mu$       | Intensidade de Tráfego; Taxa de Carga de Trabalho oferecida para um servidor |
| $L = \lambda W$             | Fórmulas de Little   |
| $L_q = \lambda W_q$         | Fórmulas de Little   |
| $W = W_q + 1/\mu$           | Argumento de valor esperado  |
| $p_b = \lambda/c\mu = \rho$ | Probabilidade de ocupação de um servidor qualquer                            |
| $r = \lambda/\mu$           | Número esperado de clientes em serviço; Taxa de carga de trabalho oferecida  |
| $L = L_q + r$               | Resultado combinado  |
| $p_0 = 1 - \rho$            | Probabilidade de um sistema G/G/1 estar vazio.                               |
| $L = L_q + (1 - p_0)$       | Resultado combinado para G/G/1   |

Onde:  $c$  = Número de servidores do sistema;  $L$  = Número total de clientes;  $L_q$  = Número de clientes na Fila;  $W$  = Tempo total de um cliente no servidor;  $W_q$  = Tempo gasto por um cliente na fila;  $\mu$  = Taxa média de atendimento;  $\lambda$  = Taxa média de chegada de clientes;  $\rho$  = Taxa de utilização do servidor.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Sistema de Cadastro Atual

A Companhia Siderúrgica Nacional tem uma área responsável pelo cadastro de materiais para todas as empresas do grupo, chamada de CADMAT, vinculada a Gerência de Administração de Materiais, utiliza o Sap R/3 com o objetivo de estabelecer, de forma organizada, uma linguagem única quanto à especificidade dos produtos adquiridos pela organização; colaborando desta forma na melhoria do processo de pesquisa, comparação e requisição de materiais, redução do lead time de compras, redução nas compras erradas e devoluções aos fornecedores, eliminação de itens obsoletos e redução no valor de estoque - otimizando assim os processos adjacentes, tais como: gestão, compras, recebimento e armazenagem, conforme Figura 3.



Fonte: CSN

**Figura 3.** Interfaces do Cadastramento.

A CSN, já passou por um processo de saneamento e padronização do seu cadastro de materiais, em função de aquisições, reestruturações e mudanças de tecnologia, e atualmente investe na revisão e manutenção do seu processo de cadastro, permitindo a implantação rápida de novas políticas, sistemas e procedimentos, que garantem produtividade concreta e duradoura no seu processo de suprimentos.

O processo de cadastro se inicia quando o usuário detecta a necessidade de material. Após verificação da não existência de código no sistema e a identificação do PDM, o usuário preenche a solicitação de cadastramento no sistema desenvolvido na intranet da empresa.

À partir desse momento, essas solicitações, denominadas WEB, são direcionadas as caixas dos analistas, de maneira que, o próprio sistema localiza as caixas vazias e encaminha as WEB's, de forma aleatória.

Começa então, a análise da WEB, onde o analista verifica o correto preenchimento dos padrões de especificação (PDM's); similaridade, equivalência ou alternativas de materiais; consistência das informações técnicas; referência citada no catálogo do fabricante; a revisão do desenho; e se há informações conflitantes. Após análise concluída, a WEB segue para a codificação, onde é feita a criação do código do material.

Na próxima fase, onde o material já possui um código específico, é feita toda padronização das informações técnicas da especificação desse material no sistema SAP/R3.

Concluindo o processo, é feita a ampliação do código do material para as plantas industriais do grupo terem visão no sistema SAP/R3, e no caso de material reparável, para plantas específicas de reparo. A Figura 4 representa o processo em questão.

Esse processo conta com 14 funcionários. Sendo 10 responsáveis pela análise das WEB's, um para criar a codificação, um para padronização e um para ampliação do material.

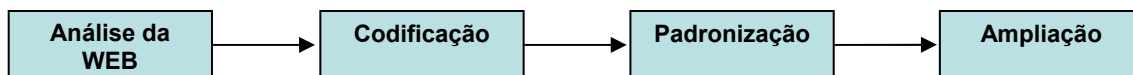


Figura 4. Fluxo do processo.

## 4.2 O Problema - Proposta de Alteração do Cadastro

Atualmente há um grande volume de solicitações ao CADMAT. Verificou-se que grande parte do atendimento dessas solicitações ultrapassa os 10 dias de prazo, chegando até 20 dias ou mais, resultando na ineficiência do processo.

Há também a necessidade de se preparar para eventuais contingências futuras relativas a crises que podem trazer mudanças em relação ao quadro de funcionários ou até expansões da empresa, o que acarretaria num aumento da demanda de solicitações ao cadastro de materiais.

Com esse intuito, tem-se como objetivo realizar uma análise de sensibilidade em relação ao número de funcionários, à mudança da meta esperada pelo tempo de processo e um possível aumento do número de cadastramentos mensais.

## 4.3 Cálculo do Tempo Padrão

Para os cálculos de tempo padrão serão utilizadas ferramentas relacionadas à teoria de estudo de tempos e movimentos e teoria das filas. Os dados utilizados nos cálculos foram coletados no período de janeiro a junho de 2008.

Inicialmente foi calculada a quantidade necessária de tomadas de tempo para o nível de confiança desejado de acordo com as Tabelas 3 e 4.

**Tabela 3.** Coeficientes de distribuição normal.

| Probabilidade | 90%  | 91%  | 92%  | 93%  | 94%  | 95%  | 96%  |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Z             | 1,64 | 1,70 | 1,75 | 1,81 | 1,88 | 1,96 | 2,05 |

**Tabela 4.** Coeficiente para calcular o número de cronometragens.

| N  | 2     | 3     | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| D2 | 1,128 | 1,693 | 2,059 | 2,326 | 2,534 | 2,704 | 2,847 | 2,970 | 3,078 |

Para o cálculo em questão foi utilizado um nível de confiança de 95% de acordo com a distribuição Z de probabilidades (Tabela 3) e um índice de erro de 10%. O número de amostras necessárias é mostrado na Tabela 5.

**Tabela 5.** Resultado do cálculo do número de amostras necessárias.

|                    | Análise | Codificação | Padronização | Ampliação |
|--------------------|---------|-------------|--------------|-----------|
| Coeficiente Z      | 1,96    | 1,96        | 1,96         | 1,96      |
| Amplitude          | 9       | 2,4         | 6,1          | 3,1       |
| Erro               | 0,1     | 0,1         | 0,1          | 0,1       |
| Coeficiente d2     | 3,078   | 3,078       | 3,078        | 3,078     |
| Média              | 9,43    | 4,01        | 6,67         | 4,9       |
| Número de amostras | 37      | 15          | 34           | 16        |

A tolerância foi estimada de acordo com Laugeni e Martins<sup>(3)</sup>, de modo que a tolerância para as necessidades pessoais foi considerada em 5% do tempo total, e a tolerância para alívio e fadiga de 10%, relativo a um dia de trabalho (8 horas e 15 minutos ou 495 minutos).

Dadas as cronometragens realizadas alcança-se o tempo médio, que considera a velocidade de operação de 100%. Portanto, pelas observações, convencionou-se para o cálculo uma velocidade de 90%. Em seguida, levando-se em consideração o fator de tolerância já calculado, determina-se o Tempo Padrão, conforme tabela 6.

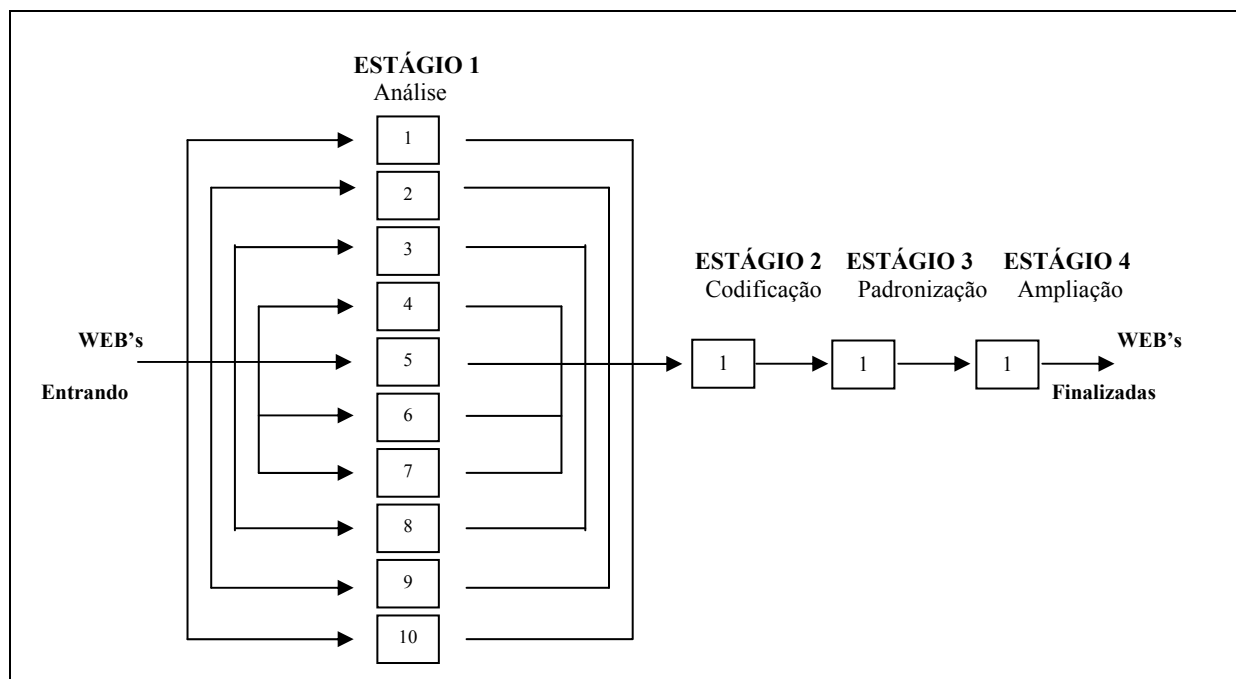
**Tabela 6.** Cálculo do tempo padrão.

|              | Tempo Médio | Ritmo | Tolerância | Tempo Normal | Tempo Padrão |
|--------------|-------------|-------|------------|--------------|--------------|
| Analistas    | 14,7        | 0,9   | 1,15       | 16,3         | 18,8         |
| Codificação  | 3,7         |       |            | 4,1          | 4,7          |
| Padronização | 6,1         |       |            | 6,8          | 7,8          |
| Ampliação    | 4,8         |       |            | 5,3          | 6,1          |

#### 4.4 Análise da Teoria das Filas

O sistema de filas do Cadmat está representado na Figura 5. Sendo o estágio 1 composto por 10 servidores, e os restantes dos estágios por apenas 1 servidor. E todos eles tendo uma única fila de entrada em cada estágio.





**Figura 5.** Sistema de Filas do Cadastramento de Materiais.

A disciplina de fila é FCFS ou FIFO, onde a primeira WEB a chegar é a primeira a ser analisada, considerando infinita a capacidade do sistema.

O sistema de filas como mostra a figura 5, apresenta vários estágios, caracterizando um sistema de filas multi-estágio, sendo cada um deles analisado separadamente.

As medidas de desempenho são apresentadas na Tabela 7.

**Tabela 7.** Medidas de desempenho dos estágios

|                             |  | Análise                                 | Codificação | Padronização | Ampliação |           |           |
|-----------------------------|--|---|-------------|--------------|-----------|-----------|-----------|
| <b>c</b>                    | Número de servidores do sistema                  | 10                                      | 1           | 1            | 1         | analistas |           |
| <b><math>\lambda</math></b> | Taxa média de chegada de Webs                    | nº chegadas/ tempo                      | 0,4         | 0,3          | 0,2       | 0,1       | web's/min |
| <b><math>\mu</math></b>     | Taxa média de atendimento (serviço) por servidor | 1/Ws                                    | 0,1         | 0,2          | 0,1       | 0,2       | web's/min |
| <b>a</b>                    | Número de servidores necessários para o serviço  | $\lambda \cdot W_s$                     | 7           | 2            | 2         | 1         | analistas |
| <b><math>\rho</math></b>    | Taxa de utilização do servidor                   | $\lambda/c \cdot \mu$                   | 68%         | 120%         | 139%      | 76%       | %         |
| <b>Wq</b>                   | Tempo gasto por uma Web na fila                  | $\rho \cdot W$                          | 40,2        | $\infty$     | $\infty$  | 19,168    | min       |
| <b>Ws</b>                   | Tempo gasto por um cliente durante atendimento   | $W \cdot (1-\rho)$                      | 18,8        | 4,7          | 7,8       | 6,1       | min       |
| <b>W</b>                    | Tempo total de uma Web no servidor               | $W_s / (1-\rho)$                        | 59,0        | $\infty$     | $\infty$  | 25,3      | min       |
| <b>Lq</b>                   | Número de Webs na fila                           | $\lambda \cdot W_q = \rho^2 / (1-\rho)$ | 14,6        | $\infty$     | $\infty$  | 2,4       | web's     |
| <b>Ls</b>                   | Número de Webs em atendimento (serviço)          | $\lambda \cdot W_s$                     | 6,8         | 1,2          | 1,4       | 0,8       | web's     |
| <b>L</b>                    | Número total de Webs                             | $\lambda \cdot W = \rho / (1-\rho)$     | 21,4        | $\infty$     | $\infty$  | 3,1       | web's     |

As taxas de utilização apresentadas nas medidas de desempenho da tabela 7 demonstram uma ociosidade no 1º e 4º estágios, 68% e 76% respectivamente, e uma grande taxa de ocupação no 2º e 3º estágios, 120% e 139% respectivamente, confirmado pela grande necessidade de horas-extras desses profissionais.

#### 4.4.1 Análise para projeção em dia de pico

Considerando um aumento na demanda em dias de maior movimento, onde há um número maior de solicitações de cadastro de materiais, o número de servidores se mantém o mesmo. Abordaremos esta situação no estágio 1, mantendo a taxa de atendimento constante  $\mu = 0,066$  web's por minuto e considerando a nova demanda, equivalente a  $\lambda = 0,535$  web's por minuto.

Conforme tabela 8, pode-se verificar que ocorre um aumento nos resultados dos tempos e de números de clientes no sistema, em função deste aumento de demanda.

**Tabela 8.** Medidas de desempenho do estágio 1 em dias de pico

|                             |  |   |                                      |           |
|-----------------------------|--|---|--------------------------------------|-----------|
| <b>c</b>                    | Número de servidores do sistema                  |   | 10                                   | analistas |
| <b><math>\lambda</math></b> | Taxa média de chegada de clientes                | nº chegadas/ tempo                      | 0,6                                  | web's/min |
| <b><math>\mu</math></b>     | Taxa média de atendimento (serviço) por servidor | 1/Ws                                    | 0,1                                  | web's/min |
| <b>a</b>                    | Número de servidores necessários para o serviço  | $\lambda \cdot W_s$                     | 10,433 $\approx$ <b>11 analistas</b> |           |
| <b><math>\rho</math></b>    | Taxa de utilização do servidor                   | $\lambda/c \cdot \mu$                   | 104%                                 | %         |
| <b>Wq</b>                   | Tempo gasto por um cliente na fila               | $\rho \cdot W$                          | $\infty$                             | min       |
| <b>Ws</b>                   | Tempo gasto por um cliente durante atendimento   | $W \cdot (1-\rho)$                      | 18,8                                 | min       |
| <b>W</b>                    | Tempo total de um cliente no servidor            | $W_s / (1-\rho)$                        | $\infty$                             | min       |
| <b>Lq</b>                   | Número de clientes na fila                       | $\lambda \cdot W_q = \rho^2 / (1-\rho)$ | $\infty$                             | web's     |
| <b>Ls</b>                   | Número de clientes em atendimento (serviço)      | $\lambda \cdot W_s$                     | 10,4                                 | web's     |
| <b>L</b>                    | Número total de clientes                         | $\lambda \cdot W = \rho/(1-\rho)$       | $\infty$                             | web's     |

O número de analistas para dias de pico relativo aos estágios seguintes não foi calculado, já que todos os três contam com apenas um funcionário, facilitando a organização do processamento, permitindo que partes das WEB'S dos dias mais movimentados fossem resolvidas previamente, antes do vencimento da meta de 20 dias, tornando a taxa de chegada mais regular de modo geral.

#### 4.5 Melhorias Implementadas

Uma das dificuldades encontradas no trabalho foi precisar exatamente a quantidade de WEB'S processadas, e quantas passaram de uma etapa a outra do processo, já que o índice de retrabalho era muito grande (30%), e as informações sobre esse índice não é exata, pois algumas vezes, itens retrabalhados foram contados mais de uma vez na quantidade final de WEB'S apuradas, relativas aos meses em questão. Para isso, foi aprimorado o sistema de treinamento dos usuários de todas as plantas industriais, além de serem agendadas reciclagens de conhecimento periódicas, já que muitas das dúvidas a respeito do sistema só surgiram após o tempo de utilização.

Outra melhoria implementada com o trabalho foi a redistribuição dos recursos, pois foi observado que os pontos críticos do processo são o 2º e 3º estágios, codificação e padronização.

Assim, as atividades desenvolvidas na ampliação (4º estágio) foram acumuladas com as atividades de codificação (2º estágio), e foi feita a transferência de um analista da análise (1º estágio) para a padronização (3º estágio), conforme apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9.** Medidas de desempenho dos estágios após reestruturação.

|                           | <b>Análise</b> | <b>Codificação e Ampliação</b> | <b>Padronização</b> |
|---------------------------|----------------|--------------------------------|---------------------|
| Webs/mês                  | 3593           | 2515                           | 1761                |
| Dias úteis/mês            | 20             | 20                             | 20                  |
| <b>Analistas</b>          | <b>9</b>       | <b>2</b>                       | <b>2</b>            |
| Chegadas / dia            | 180            | 126                            | 88                  |
| Chegadas / min            | 0,36           | 0,25                           | 0,18                |
| Capac. Proc/analista/hr   | 3,19           | 7,79                           | 7,69                |
| Capac. Proc/analista/dia  | 26,36          | 64,29                          | 63,46               |
| Capac. Proc/dia           | 237,23         | 128,57                         | 126,92              |
| <b>Tempo Padrão (min)</b> | <b>18,8</b>    | <b>7,7</b>                     | <b>7,8</b>          |
| <b>Taxa de Ocupação</b>   | <b>75,73%</b>  | <b>97,81%</b>                  | <b>69,36%</b>       |

Essa redistribuição da equipe proporcionou o melhor balanceamento das atividades em relação à taxa de ocupação dos analistas, eliminando a ociosidade e gargalos do processo.

## **5 CONCLUSÃO**

Ao término da análise do processo de cadastramento de materiais da Companhia Siderúrgica Nacional verificou-se sua eficácia para cumprir a missão de agilizar e flexibilizar a produção da CSN.

O trabalho desenvolvido proporcionou um enriquecimento recíproco da correlação entre a realidade prática da empresa com a teoria acadêmica.

Ao final do presente trabalho, conclui-se que a metodologia utilizada pela empresa contribuiu para o melhor aproveitamento dos seus recursos humanos e melhor nível de serviço prestado aos usuários.

Destaca-se ainda a importância do cadastro de materiais para maior eficiência do gerenciamento da cadeia de suprimentos no caso aplicado ao Grupo CSN.

## **Agradecimentos**

Renato Costa Santos Carreira, Luis Alberto Duncan Rangel, Luiz Antonio Monteiro Estefânio, Gerson Lemos dos Santos e Hernani Marcelo da Silva.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. São Paulo: Atlas, 2002, cap. 11, p. 368 – 373.
- 2 PRADO, D. Teoria das filas e simulação. Belo Horizonte: Desenvolvimento Gerencial, 1999, p. 24 – 59.