



## A FUNÇÃO MANUTENÇÃO EM USINAS SIDERÚRGICAS

JOSÉ BARROZO DE SOUZA, JOSÉ BENEDITO SACOMANO, FABIO PAPALARDO

Universidade Paulista

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP)

Rua Dr. Bacelar, 1212 – Vila Clementino – CEP 04026-002 São Paulo-SP/Brasil

*(Recibido 10 de septiembre de 2012, para publicación 14 de noviembre de 2012)*

**Resumo** – O objetivo deste artigo foi identificar e validar os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção em aciarias de usinas siderúrgicas integradas situadas na Região Sudeste do Brasil. Assim, elaborou-se o seguinte problema de pesquisa: Quais os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção eficaz das tarefas da função manutenção em aciarias? Esses atributos e Fatores Críticos de Sucesso foram identificados por meio de pesquisa bibliográfica, posteriormente validados pelos gerentes de aciaria segundo o nível de importância (muito importante, importante, pouco importante e não importante), com base em um estudo de múltiplos casos em três usinas siderúrgicas integradas. Para tanto, este artigo utilizou-se de um procedimento metodológico combinando duas distintas técnicas de coleta de dados: a pesquisa bibliográfica e a realização do trabalho de campo por meio do envio de questionários aos gerentes das aciarias. O estudo foi realizado à luz do conceito, atributos e Fatores Críticos de Sucesso como parâmetros internos ou externos que podem afetar seriamente a organização para melhor ou pior. A pesquisa bibliográfica revelou um conjunto de atributos e Fatores Críticos de Sucesso. A pesquisa de campo demonstrou que muitos dos atributos e Fatores Críticos de Sucesso identificados foram cuidadosamente priorizados e validados pelos gerentes das aciarias segundo o nível de importância para seleção das tarefas da função manutenção. Este estudo, com base nos pressupostos fundamentais do conjunto de atributos e Fatores Críticos de Sucesso apresentados, contribuiu para uma seleção eficaz das tarefas da função manutenção em aciarias.

**Palavras-chave** – Avaliação de desempenho, aprendizagem organizacional, estratégia de produção.

### 1. INTRODUÇÃO

Com a complexidade dos sistemas produtivos modernos, exigências de desempenho, as estratégias da função manutenção se tornaram mais importantes e desempenham um papel essencial diretamente relacionada à competitividade das organizações.

O processo de globalização dos negócios [1] está acelerando o ritmo de mudanças em termos de como a produção de bens e serviços está sendo projetada e implementada.

Pesquisadores corroboram [2] relatando que a competitividade das empresas no mundo globalizado depende da inovação de produtos, processos e de um esforço de P&D tem representado um grande desafio para os dirigentes das empresas.

Na literatura, a evolução dos processos para garantir inovação de produtos, por exemplo, os modelos da função manutenção com base no processo de degradação têm fornecido resultados satisfatórios para as tarefas da função manutenção [3], principalmente a manutenção baseada no tempo e na condição dos sistemas produtivos, considerando o desempenho global dos equipamentos.

No conhecimento científico, existem lacunas no que se refere à identificação dos fatores-chave para implantação de um Modelo para Medição do Desempenho Organizacional (MMDO) [4]. Essas autoras revelam que a literatura especializada enaltece os benefícios e característicos dos MMDOs, sem discorrer com profundidade sobre os fatores-chave essenciais à eficácia da implementação dos referidos modelos no âmbito empresarial.

A necessidade absolutamente imperiosa de se adaptar aos crescentes requisitos do atual cenário globalizado vem obrigando as organizações e as pessoas a desenvolverem e adquirirem novas competências, e a promoverem profundas mudanças nos processos de trabalho e nos mecanismos de gestão [5].

A concepção de programas de melhoria eficazes continua a ser o foco na gestão de operações e nas comunidades da engenharia industrial [6, 7], os autores relatam que o cenário industrial em mudança é cada vez mais competitivo, as empresas estão se esforçando para alcançar a competitividade de classe mundial.

A função manutenção tem uma influência direta sobre o desempenho da produção em sistema de manufatura [8]. Esses mesmos autores afirmam que análise em curto prazo da produção é imperativo para otimizar e permitir que as operações de manufatura respondam às mudanças dinâmicas no comportamento do sistema.

O resultado desse processo, a missão das funções de apoio ao processo produtivo, entre elas a manutenção [9], passou a ter necessidade de estar alinhada com a melhoria contínua, que tem ocorrido em todas as áreas da organização.

O desempenho e a competitividade das empresas de manufatura dependem da confiabilidade, disponibilidade e produtividade de suas instalações de produção [10]. A necessidade de integrar os sistemas de produção é crescente, com uma atenção na função manutenção.

Historicamente, tem havido duas estratégias comuns de manutenção utilizadas na gestão de equipamentos: preventiva e reativa. A estratégia de manutenção preventiva estima a vida útil de equipamentos por meio da estatística de falha dos mesmos componentes ou semelhantes. A manutenção preventiva é realizada com base na disponibilidade de dados estatísticos sobre as piores falhas relevantes para o uso e tempo de serviço [11].

Esse mesmo autor explica, em contraste, que, em uma estratégia de manutenção reativa, o equipamento é operado até falhar e então restaurado para boas condições. Essa estratégia reativa pode reduzir custos de manutenção desnecessários; contudo, quando um componente venha a falhar, pode danificar outros componentes do sistema ou fazer com que todo o sistema saia de serviço.

Considerando as estratégias de manutenção tanto preventiva quanto reativa, que podem resultar em paralisações desnecessárias, risco inaceitável, e uso de recursos ineficientes, destaca que a estratégia preditiva ou manutenção baseada em condição usa evidência objetiva de uma falha ou condição de falha em equipamentos para reduzir os custos de manutenção, minimizar o risco de falhas catastróficas, como ainda maximizar a disponibilidade do sistema [11].

As questões das estratégias ótimas de manutenção e a terceirização têm sido estudadas por diversos autores [12]. As pesquisas existentes têm se concentrado em ambas as situações da terceirização: nas estratégias de manutenção preventiva ou somente na terceirização.

Corroborando [13] ressaltam que o crescimento da complexidade dos sistemas modernos, as estratégias de manutenção se tornaram mais importantes e desempenham um papel essencial diretamente relacionada à competitividade das organizações.

Uma gestão bem sucedida é aquela que conquista vantagens competitivas que gera valor em amplos horizontes de tempo na perspectiva dos gestores [14].

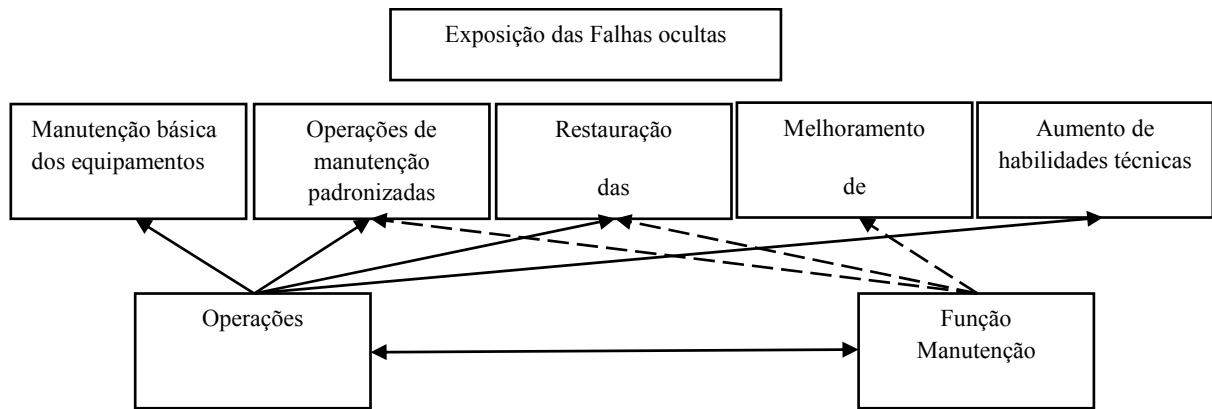
E, por fim, pesquisadores [15] dizem que a utilização da estratégia da manutenção preditiva é particularmente crucial, quando a segurança é crítica (por exemplo, em instalações nucleares) e os equipamentos devem operar com uma disponibilidade, segurança e qualidade perto de 100%.

Este estudo tem como objetivo principal identificar e validar os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção em aciarias de usinas siderúrgicas integradas. Dessa forma, este artigo busca responder à problemática: Quais os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção eficaz das tarefas da função manutenção em aciarias?

Na sequência, são descritos a fundamentação teórica, os procedimentos metodológicos que sustentam o trabalho empírico da pesquisa. A quarta seção do artigo trata da apresentação dos resultados. Por fim, apresentam-se as conclusões da pesquisa.

## 2. A FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As revisões de literaturas que resultam no mapeamento das principais referências, geralmente visam, em geral, a dois objetivos: primeiramente, elas resumem as pesquisas existentes, identificando padrões, temas e assuntos; depois ajudam a identificar os conteúdos conceituais do campo de pesquisa e podem contribuir para o desenvolvimento da teoria [16].



Fonte: Elaborado pelos autores com base no mapeamento da literatura pesquisada (2012).

Fig. 1. Relação entre operações e função manutenção.

## 2.1. Atributos para seleção das tarefas da função manutenção

O processo de Gestão da Manutenção pode ser dividido em duas partes: a definição da estratégia e a implementação da estratégia. A primeira parte, a definição da estratégia de manutenção, requer a definição das tarefas da função manutenção como uma entrada, que se derivará diretamente do plano de negócios.

Esta parte inicial do processo de Gestão da Manutenção de condições de manutenção do sucesso de uma organização determina a eficácia da aplicação posterior dos planos de manutenção, horários, controles e melhorias.

Tal eficácia mostra quanto um departamento ou função encontram seus objetivos e necessidades da empresa, muitas vezes discutidos quanto à qualidade do serviço prestado na perspectiva do cliente. Isso vai nos permitir chegar a uma posição em que nos será possível minimizar os custos de manutenção indireta [17], os custos associados à produção perdas e, finalmente, a insatisfação do cliente.

No caso de manutenção, eficácia pode representar a satisfação geral da empresa com a capacidade e condição de seus ativos [18] ou a redução do custo global da empresa obtida, porque a capacidade de produção está disponível quando necessário [19]. Eficácia concentrada sobre as correções do processo e, em seguida, se o processo produz o resultado necessário.

A segunda parte do processo [20], a implementação da estratégia escolhida - tem um nível de significância diferente. Nossa habilidade para lidar com o problema de implementação de Gestão da Manutenção (por exemplo, a nossa capacidade de assegurar os níveis de qualificação adequada, preparação de trabalho adequado, ferramentas adequadas e o cumprimento do cronograma) nos permitirá minimizar o custo de manutenção direta (trabalho e manutenção de outros recursos necessários).

Nessa parte do processo, lidamos com a eficiência de nossa administração, que deve ser menos importante. Eficiência está atuando ou produzindo com o mínimo de desperdício, gasto ou esforço desnecessário. A eficiência é então, entendida como a associação das Operações e Gestão da Manutenção com o fornecimento da função manutenção igual, ou melhor, pelo mesmo custo [20].

A terceira parte é criar a sinergia para associação das operações e tarefas da função manutenção, pois é importante na formulação das tarefas, das estratégias, planejamento, programação e nas operações diárias. Todavia, a função manutenção também deve ser integrada para toda a indústria transformadora para melhores benefícios em longo prazo [20], conforme mostra a Fig. 1.

A priorização das tarefas da função manutenção é fundamental e importante nos sistemas produtivos [21, 22] para reduzir as atividades de manutenção desnecessária ou inadequada, especialmente quando os números de ordens de trabalhos de manutenção são mais do que os recursos de manutenção disponíveis. Uma boa política de priorização de tarefas da função manutenção pode utilizar eficientemente os recursos e minimizar o custo total de operação do sistema, reduzindo o tempo de inatividade e frequência das falhas e melhorando o rendimento do sistema.

Os métodos de priorização das tarefas da função manutenção, na literatura são baseados em regras heurísticas ou senso comum derivado da experiência dos especialistas. O processo de análise hierárquico foi adotado para determinar a prioridade da ordem de trabalho [23]. Nesse método, todos os fatores de decisão são considerados em conjunto, e a relação de matriz derivada de fatores de decisão fornece os pesos que descrevem a preferência perante um candidato em detrimento de outro.

Os objetivos e as tarefas da função manutenção incluem a melhoria da disponibilidade, confiabilidade e mantinabilidade do sistema, a redução do tempo de inatividade não planejado e frequência das falhas, bem como o incremento da eficiência do sistema operacional [24].

Geralmente, a manutenção pode ser classificada em duas grandes classes: Manutenção Corretiva e Manutenção Preventiva [25]. A Manutenção Corretiva é executada quando uma máquina falha (política emergencial). Essa política de manutenção geralmente visa a substituir ou reparar o componente que é responsável pelo fracasso do sistema global. O objetivo da Manutenção Preventiva é para promover a produção contínua do sistema e evitar a operação de manutenção não planejada.

Para obter a melhor prioridade das tarefas da função manutenção, da ordem de trabalho de acordo com a situação da produção *on-line*, o *layout* dinâmico dos sistemas de produção e alocação de trabalho em processo, para facilitar uma maior produtividade [26].

Segundo ainda [26], esse método exige a priorização do uso de simulações para avaliar os efeitos de qualquer priorização de manutenção, o que dificulta e atrasa a sua aplicação prática. Além disso, os algoritmos genéticos e métodos de otimização não podem garantir uma ótima sequência de prioridade da ordem de trabalho.

Portanto, para autores, como [26] e [27], as investigações existentes sobre a priorização de tarefas de manutenção têm três limitações importantes: (1) problema de longo prazo só é considerado enquanto a dinâmica de curto prazo é ignorada; (2) a relação entre a produção e a função manutenção, no que tange à ordem de trabalho deve ser clara (3); as decisões são muitas vezes feitas por regras heurísticas.

Uma proposta para o apoio à decisão em curto prazo é apresentada pelos pesquisadores [8, 28] visando à priorização das tarefas da função manutenção, que pode responder a duas importantes perguntas em relação à tomada de decisão: (1) Em quais máquinas serão realizadas as tarefas da função manutenção sem prejuízo para o sistema produtivo? (2) Qual tarefa da função manutenção deve ser realizada primeiramente para que a melhoria obtenha o mais alto índice de transferência?

Os atributos para seleção das tarefas da função manutenção foram pesquisados considerando uma evolução da política reativa (emergencial) para uma política proativa da função manutenção, ou seja, foram consideradas as seguintes alternativas: preventiva baseada no tempo, preventiva baseada nas condições, e até possivelmente a utilização de políticas mais agressivas como a Manutenção Centrada em Confiabilidade e a Manutenção Produtiva Total.

Dentro deste contexto o quadro 1 apresenta os principais atributos para a implementação das tarefas da função manutenção pesquisados na literatura específica.

O propósito fundamental das tarefas da função manutenção é reduzir a utilização da política reativa (emergencial) visando a maximizar a disponibilidade da instalação a custo mínimo

O quadro 1 foi construído para mostrar os atributos selecionados que influenciam a seleção das tarefas da função manutenção em aciarias, com base no mapeamento das referências. Além disso, o artigo tem o propósito de classificar o nível de importância de tais atributos com as indicações dos gerentes das aciarias das usinas apresentadas neste estudo.

Quadro 1. Principais atributos para seleção das tarefas da função manutenção.

Atributos	
1. Eficácia dos custos de manutenção	2. Vida da instalação
3. Segurança das instalações e meio ambiente	4. Qualidade do produto
5. Sustentabilidade empresarial	6. Disponibilidade
7. Confiabilidade	8. Mantenabilidade
9. Nível de criticidade dos equipamentos	10. Produtividade dos equipamentos

Fonte: Adaptado pelos autores com base no mapeamento da literatura pesquisada (2012).

## 2.2. Fatores Críticos de Sucesso

Fatores Críticos de Sucesso (FCS) são definidos como funções que devem ir bem, para garantir o sucesso de uma organização [29]. Segundo [29], muitos são os fatores que influem no desempenho de uma organização. Entretanto, apenas alguns poucos respondem pela maioria das possibilidades de seu sucesso: esses poucos fatores são básicos e vitais para a organização e, por isso, são denominados Fatores Críticos de Sucesso (FCS).

Para [30] de forma geral, os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) podem ser conceituados como número limitado de áreas, setores e departamentos que devem possuir resultados minimamente satisfatórios para garantir o sucesso da competitividade organizacional.

No inicio da década de 90 no Brasil, as empresas, em sua maioria, tanto da indústria como de serviços, projetaram um forte investimento de recursos para a promoção de um requisito latente desses períodos, que se mantém até os dias atuais: a proposta de inovação de seus produtos e serviços com o propósito de competir e sobreviver nos respectivos cenários [31].

Os Fatores Críticos de Sucesso (FCS) são uma relação de itens que devem ser observados durante o planejamento, execução e controle de um projeto, para que seus resultados sejam alcançados [32].

A bibliografia [33] desse tema sugere que mais pesquisas empíricas devam ser conduzidas para identificar os fatores que realmente contribuem para o sucesso das atividades de melhoria contínua e, consequentemente, para o próprio desempenho da organização.

No campo de estudos de gestão, a competição tem sido um paradigma dominante ao longo do século 20, pois legitimou estratégias, atividades gerenciais e de marketing no mundo dos negócios atuais [34].

Considerando uma visão mais específica dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS) que levam a organização a alcançar o seu desempenho ou o fracasso com as iniciativas das tarefas da função manutenção, o quadro 2 destaca os Fatores Críticos de Sucesso.

Nesse contexto os Fatores Críticos de Sucesso são importantes para que a função manutenção conheça onde precisa atuar para alcançar a vantagem competitiva para a empresa no seu mercado de atuação.

Conforme metodologia apresentada por [32], relativamente à utilização dos Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção, foi trabalhada em três passos descritos a seguir.

No primeiro passo, foi elaborada uma lista de Fatores Críticos de Sucesso com base em referências bibliográficas, conforme mostrada no quadro 2, uma vez que não existem pesquisas direcionadas especificamente para a implementação das tarefas da função manutenção.

No segundo passo, os gerentes de aciaria das três usinas siderúrgicas integradas estudadas procederam à análise e validação dos Fatores Críticos de Sucesso. A validação foi realizada por meio da aplicação de

Quadro 2. Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção.

Fatores Críticos de Sucesso	
1. Estratégia	2. Envolvimento da alta administração
3. Elementos de decisão estratégica da manutenção	4. Seleção e priorização das estratégias de manutenção
5. Integração Gestão da Manutenção e Gestão da Produção	6. Treinamento e aprendizagem
7. Cultura da qualidade	8. Cultura organizacional
9. Liderança	10. Sistema de informação
11. Compartilhamento de informações e conhecimentos	12. Satisfação dos <i>stakeholders</i>
13. Envolvimento das gerências das organizações com a função manutenção	14. Capacidade tecnológica dos terceirizados
15. Conquista da rentabilidade	16. Confiabilidade humana
17. SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde)	18. Estratégias e prioridades competitivas da organização
19. Políticas de incentivos à melhoria contínua	

dois questionários em que cada respondente definiu o nível de importância de cada um dos atributos e Fatores Críticos de Sucesso mapeados nas referências pesquisadas, de acordo com as alternativas: muito importante, importante, pouco importante e não importante.

No terceiro passo, foram analisadas as características dos Fatores Críticos de Sucesso validados e feito o agrupamento deles. A validação dos Fatores Críticos de Sucesso (FCS), dentro do nível de importância e com as respectivas características, foi realizada com base nas opiniões integradas dos gerentes e no mapeamento da literatura. O resultado é apresentado na seção de Análise dos resultados.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este artigo tem o objetivo de identificar e validar os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção em três aciarias de usinas siderúrgicas integradas localizadas na Região Sudeste do Brasil. Dessa forma, este artigo busca responder à pergunta de pesquisa: Quais os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção eficaz das tarefas da função manutenção em aciarias?

Para tanto, este artigo utilizou-se de um procedimento metodológico combinando duas distintas técnicas de coleta de dados, sendo elas: a pesquisa bibliográfica, com base nas principais indicações da literatura pesquisada acerca dos assuntos, e a realização do trabalho de campo, por meio do envio de dois questionários aos gerentes das aciarias de três usinas siderúrgicas integradas, localizadas na Região Sudeste do Brasil, caracterizando-se como um estudo de múltiplos casos [35].

A utilização dos referidos questionários não buscava fazer um diagnóstico pessimista ou otimista, mas, sim, um diagnóstico de priorização e validação dos atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção nas aciarias, ou seja, compreender os pontos de vista das diversas funções desenvolvidas no ambiente da aciaria que intervêm no desempenho da função manutenção.

E, para alcançar o propósito e consequentemente responder ao problema, determinaram-se as seguintes fases específicas:

- Identificação os atributos e Fatores Críticos de Sucesso por meio de pesquisa bibliográfica.
- Realização de um estudo de múltiplos casos em três usinas siderúrgicas integradas, situadas na Região Sudeste do Brasil, por meio de envio de dois questionários com dez atributos e dezenove Fatores Críticos de Sucesso (ver quadros 3 e 4) identificados mediante a pesquisa bibliográfica, quando foram priorizados e validados pelos gerentes das aciarias, segundo o nível de importância (extremamente importante = 5, muito importante = 4, razoavelmente importante = 3, não muito importante = 2, e nada importante = 1), na implementação das tarefas da função manutenção.
- Construção de uma equação para o cálculo do Índice de Importância Relativa (IIR) [34].

$$IIR = \frac{\sum_{i=1}^5 Wi \cdot Xi}{\sum_{i=1}^5 Xi} \quad (1)$$

Onde,

$Wi$  = a nota dada a cada fator pelos respondentes que varia de 1-5;

$Xi$  = número de respondentes para cada nota ( $Wi$ );

$i$  = o número de ordem dos respondentes.

- Construção de uma escala para análise do Índice de Importância Relativa (IIR).

Nada importante	Não muito importante	Razoavelmente importante	Muito importante	Extremamente importante
1,80	2,60	3,40	4,20	

- Identificar e validar os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção em aciarias de usinas siderúrgicas integradas.

Quadro 3. Atributos para seleção das tarefas da função manutenção.

Atributos	Extremamente importante	Muito importante	Razoavelmente importante	Não muito importante	Nada importante
Eficácia dos custos de manutenção					
Vida das instalações					
Segurança das instalações e Meio Ambiente					
Qualidade do produto					
Sustentabilidade empresarial					
Disponibilidade					
Confiabilidade					
Mantenabilidade					
Nível de criticidade dos equipamentos					
Produtividade das instalações					

Fonte: Adaptado pelos autores com base no levantamento bibliográfico (2012).

Quadro 4. Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção.

Fatores Críticos de Sucesso	Extremamente importante	Muito importante	Razoavelmente importante	Não muito importante	Nada importante
Estratégia					
Envolvimento da alta administração					
Elementos de decisão estratégica da manutenção					
Seleção e priorização das estratégias de manutenção					
Integração Gestão da Manutenção e Gestão da Produção					
Treinamento e aprendizagem					
Cultura da qualidade					
Cultura Organizacional					
Liderança					
Sistema de Informação					
Compartilhamento de informações e conhecimento					
Satisfação dos <i>stakeholders</i>					
Envolvimento das gerências da organização com a função manutenção					
Capacidade tecnológica dos terceirizados					
Conquista da rentabilidade					
Confiabilidade humana					
SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde)					
Estratégias e prioridades competitivas da organização					
Políticas de incentivos a melhoria contínua					

Fonte: Adaptado pelos autores com base no levantamento bibliográfico (2012).

A fim de alcançar resultados robustos, um estudo de caso deve ter múltiplas fontes de dados, que podem ser triangulados para garantir a validade dos resultados esperados [35]. A escolha dessa abordagem metodológica se justifica pela natureza das questões de pesquisa (questionários).

Quadro 5. Classificação das tarefas da função manutenção.

Atributos	Extremamente importante	Muito importante	Razoavelmente importante	Não muito importante	Nada importante
Eficácia dos custos de manutenção					
Vida das instalações					
Segurança das instalações e Meio Ambiente					
Qualidade do produto					
Sustentabilidade empresarial					
Disponibilidade					
Confiabilidade					
Mantenabilidade					
Nível de criticidade dos equipamentos					
Produtividade das instalações					

Fonte: Adaptado pelos autores com base no levantamento bibliográfico (2012).

#### 4. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Foram selecionadas três usinas siderúrgicas integradas, situadas na Região Sudeste do Brasil para a realização dos múltiplos estudos de casos. As entrevistas aos gerentes das aciarias foram feitas por intermédio do envio de questionários para validação dos atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção nas aciarias estudadas.

Verificou-se que o relacionamento entre os gerentes das aciarias tem forte influência na seleção das tarefas da função manutenção e os resultados mostraram que as tarefas da função manutenção nas interfaces do modelo entrada-transformação-saída são geradoras de sinergia e podem propiciar eficácia, eficiência, produtividade, qualidade, inovação e lucratividade (rentabilidade) nas operações e processos desenvolvidas na aciria.

Para delinear uma discussão aprofundada da veracidade participativa dos gerentes da unidade de produção (aciaria), usina (A) e usinas (B e C) nos resultados, o artigo considera que os questionários podem ser analisados sob duas dimensões - usina (A) e usinas (B e C) - conforme os procedimentos dos estudos de casos estruturados e das tarefas da função manutenção selecionadas com base no levantamento bibliográfico. As tarefas foram relacionadas, como mostra o quadro 5.

Na primeira e segunda dimensão de análise, abordaremos os resultados sobre o agrupamento dos atributos e dos Fatores Críticos de Sucesso na análise dos resultados, tendo como foco principal apresentar o nível de importância de cada um dos atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção em aciarias, mapeados com base nas referências pesquisadas, e posteriormente selecionadas pelos gerentes de acordo com as alternativas: muito importante, importante, pouco importante e não importante, conforme o quadro 5.

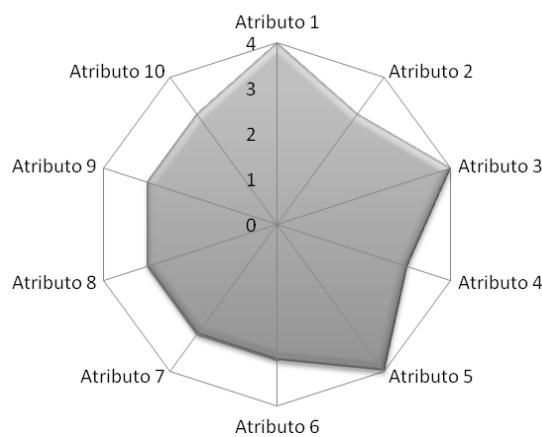
Em relação à caracterização dos resultados os gerentes que responderam aos questionários opinam sobre o nível de importância dos atributos e Fatores Críticos de Sucesso usados para a seleção das tarefas da função manutenção, conforme demonstradas nas Fig. 4, 5 e 6 (usina A) e 7, 8 e 9 (usinas B e C), respectivamente validados com base nos quadros 1 e 2.

Após análise dos resultados apresentados nas Fig. 4 e 5, com base nas opiniões dos gerentes da unidade de produção (aciaria) usina (A) foram selecionadas as tarefas da função manutenção, conforme mostra a Fig. 6.

O quadro 6 apresenta as tarefas da função manutenção selecionadas pelos gerentes da unidade de produção aciaria (usina A)

Conforme resultados das análises a usina (A) apresenta uma estrutura de gestão de manutenção que comprehende as seguintes orientações estratégicas:

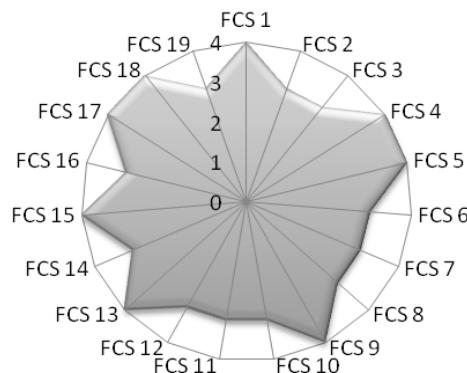
#### Atributos para seleção das tarefas da função manutenção



Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

Fig. 4. Classificação quanto ao nível de importância dos atributos para seleção das tarefas da função manutenção (usina siderúrgica A).

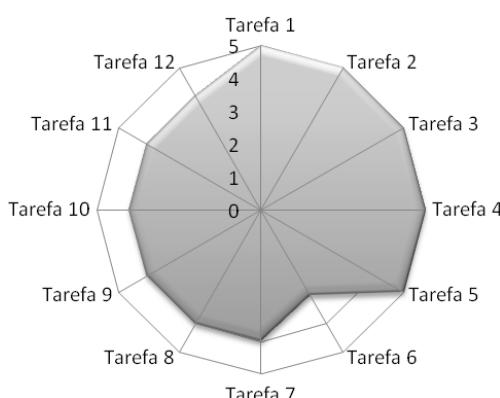
#### Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção



Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

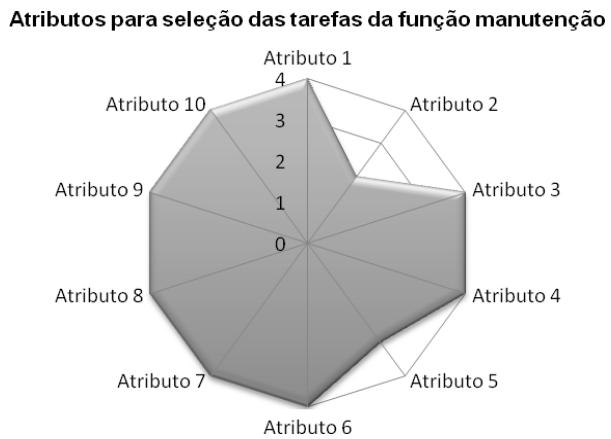
Fig. 5. Classificação quanto ao nível de importância dos Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção (usina siderúrgica A).

#### Tarefas da função manutenção



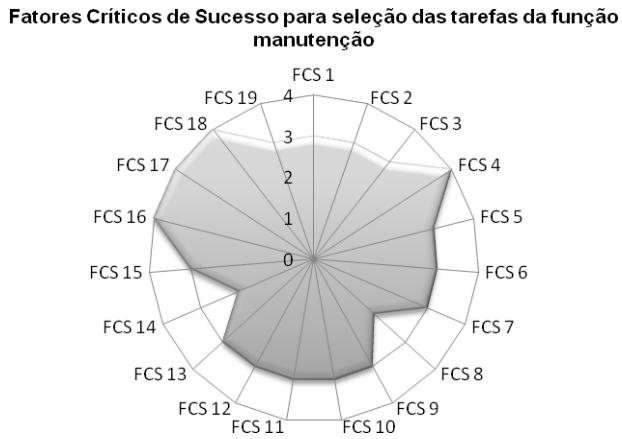
Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

Fig. 6. Seleção das tarefas da função manutenção quanto ao nível de importância - (usina siderúrgica A).



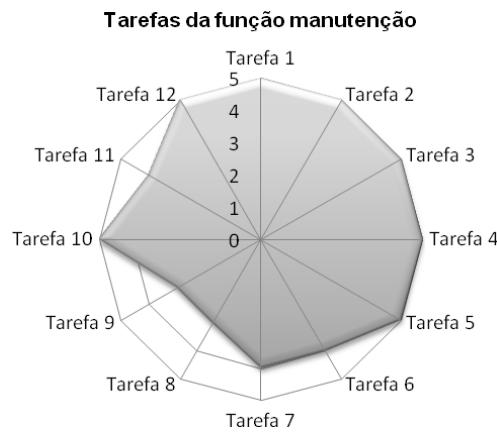
Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

Fig. 7. Classificação quanto ao nível de importância dos atributos para seleção das tarefas da função manutenção (usinas siderúrgicas B e C).



Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

Fig. 8. Classificação quanto ao nível de importância dos Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção (usinas siderúrgicas B e C).



Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

Fig. 9. Seleção das tarefas da função manutenção quanto ao nível de importância (usinas siderúrgicas B e C).

Quadro 6. Classificação das tarefas da função manutenção – (usina A).

<b>Tarefas da função manutenção selecionadas</b>
1. Monitoração do estado de equipamentos de produção
2. Analisando as causas e efeitos das falhas dos equipamentos
3. Restaurar a operação de equipamentos
4. Manter o equipamento em operação
5. Executando preventiva/Trabalho de manutenção preditiva

Fonte: Adaptado pelos autores com base nas análises dos resultados da pesquisa de campo (2012).

Quadro 7. Classificação das tarefas da função manutenção – usinas (B e C).

<b>Tarefas da função manutenção selecionadas</b>
1. Monitoração do estado de equipamentos de produção
2. Analisando as causas e efeitos das falhas dos equipamentos
3. Restaurar a operação de equipamentos
4. Manter o equipamento em operação
5. Executando preventiva/Trabalho de manutenção preditiva
10. A manutenção participa formalmente na concepção das novas instalações e nas decisões de investimentos
12. As estratégias de manutenção são utilizadas voltadas para a “Falha Zero”

Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

- Consolidar a estabilidade operacional
- Reduzir as variabilidades
- Prolongar a vida útil das unidades
- Desenvolver parcerias estratégicas
- Manter atualização tecnológica
- Segurança e saúde dos empregados
- Minimizar impactos ambientais
- Sedimentação na gestão da rotina

Analogamente, os resultados da segunda dimensão de análise foram tratados como apresentados para a primeira dimensão de análise, ou seja, os aspectos que foram inseridos na primeira dimensão de análise não estão “desligados” daqueles que foram considerados na segunda dimensão de análise. Em verdade, são complementares e compartilhados, pois fazem parte de um mesmo contexto de análise. As Fig. 7, 8 e 9 apresentam os resultados sobre os atributos e Fatores Críticos de Sucesso e tarefas da função manutenção respectivamente.

Conforme apresentação dos resultados analisados pelos gerentes da unidade de produção aciaria (usinas B e C), o quadro 7 apresenta as tarefas selecionadas.

## 5. CONCLUSÕES

As tarefas da função manutenção, à medida que influenciam a capacidade de produção e a diminuição do custo operacional dos equipamentos, isto é, quando alcança esse equilíbrio, significam a maximização da sua contribuição na rentabilidade da empresa.

Dessa forma, a usina, como um sistema aberto, estuda, cria uma sistematização prévia das tarefas da função manutenção e, consequentemente, eleva os índices de disponibilidade, confiabilidade e manutenabilidade dos equipamentos e ou do seu sistema produtivo.

Quadro 8. Atributos para seleção da função manutenção quanto ao nível de importância.

Atributos para seleção das tarefas da função manutenção	Índice de Importância Relativa	Nível de importância
1. Eficácia dos custos de manutenção	5,00	Extremamente importante
2. Vida da instalação	3,00	Razoavelmente importante
3. Segurança das instalações e Meio Ambiente	5,00	Extremamente importante
4. Qualidade do produto	5,00	Extremamente importante
5. Sustentabilidade empresarial	4,00	Muito importante
6. Disponibilidade	5,00	Extremamente importante
7. Confiabilidade	5,00	Extremamente importante
8. Mantenabilidade	5,00	Extremamente importante
9. Nível de criticidade dos equipamentos	5,00	Extremamente importante
10. Produtividade dos equipamentos	5,00	Extremamente importante

Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

Quadro 9. Fatores Críticos de Sucesso para seleção da função manutenção quanto ao nível de importância.

Fatores Críticos de Sucesso para seleção das tarefas da função manutenção	Índice de Importância Relativa	Nível de importância
1. Estratégia	4,30	Extremamente importante
2. Envolvimento da alta administração	4,00	Muito importante
3. Elementos de decisão estratégica da manutenção	4,00	Muito importante
4. Seleção e priorização das estratégias de manutenção	5,00	Extremamente importante
5. Integração Gestão da Manutenção e Gestão da Produção	4,30	Extremamente importante
6. Treinamento e aprendizagem	4,00	Muito importante
7. Cultura da Qualidade	4,00	Muito importante
8. Cultura Organizacional	4,00	Muito importante
9. Liderança	4,30	Extremamente importante
10. Sistema de informação	4,00	Muito importante
11. Compartilhamento de informações e conhecimentos	4,00	Muito importante
12. Satisfação dos <i>stakeholders</i>	4,00	Muito importante
13. Envolvimento das gerências das organizações com a função manutenção	4,30	Extremamente importante
14. Capacidade tecnológica dos terceirizados	3,33	Razoavelmente importante
15. Conquista da rentabilidade	4,30	Extremamente importante
16. Confiabilidade humana	4,67	Extremamente importante
17. SMS (Segurança, Meio Ambiente e Saúde)	5,00	Extremamente importante
18. Estratégias e Prioridades Competitivas da organização	5,00	Extremamente importante
19. Políticas de incentivos a melhoria contínua	3,33	Razoavelmente importante

Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

Outra consideração identificada pelos gerentes é que os métodos, os processos e as tarefas da função manutenção estão permanentemente sendo aperfeiçoados.

Para produzirem um elevado nível de qualidade, os equipamentos de produção devem operar dentro das especificações que são alcançadas por meio de ações pró-ativas de manutenção. Um sistema é uma coleção de componentes que trabalham compartilhados em direção a um objetivo comum. A função manutenção pode ser considerada como um sistema com um conjunto de atividades ou tarefas realizadas em paralelo com os sistemas de produção.

Quadro 10. Classificação das tarefas da função manutenção.

Tarefas da função manutenção	Índice de Importância Relativa	Nível de importância
1. Monitoração do estado de equipamentos de produção	5,00	Extremamente importante
2. Analisando as causas e efeitos das falhas dos equipamentos	5,00	Extremamente importante
3. Restaurar a operação de equipamentos	5,00	Extremamente importante
4. Manter o equipamento em operação	5,00	Extremamente importante
5. Executando preventiva/Trabalho de manutenção preditiva	5,00	Extremamente importante
6. Instalação de novos equipamentos	3,70	Muito importante
7. Ajudar a melhorar o processo de produção	4,00	Muito importante
8. Ajudar na elaboração do processo de produção	4,20	Muito importante
9. Ajudar o departamento de compras na seleção e na compra do equipamento original	4,20	Muito importante
10. A manutenção participa formalmente na concepção das novas instalações e nas decisões de investimentos	4,70	Extremamente importante
11. As estratégias de manutenção utilizadas são de caráter proativo	4,00	Muito importante
12. Utilizar estratégias voltadas para a “Falha Zero”.	4,70	Extremamente importante

Fonte: Adaptado pelos autores com base nos resultados da pesquisa de campo (2012).

A análise qualitativa sobre os atributos e os Fatores Críticos de Sucesso validados pelos gerentes de aciaria (usina A) e (usinas B e C) quanto ao nível de importância pode ser considerada crítica, pois exerce impactos positivos nos resultados nas atividades das tarefas da função manutenção. Conforme mostram os quadros 8 e 9.

As tarefas foram inicialmente selecionadas com base no mapeamento bibliográfico e posteriormente enviadas aos gerentes da unidade de produção (aciaria) usina (A) e usinas (B e C) para serem classificadas quanto ao nível de importância. Como conclusão, o quadro 10 mostra a seleção das tarefas da função manutenção.

Os resultados das análises indicam que existem fortes relações entre as tarefas da função manutenção (tarefas 1, 2, 3, 4 e 5) selecionadas pelos gerentes das usinas A, B e C.

Os atributos e Fatores Críticos de Sucesso identificados e validados para a seleção das tarefas da função manutenção podem ser considerados como sinergia para:

- Expandir a competitividade
- Garantir a vantagem competitiva em longo prazo
- Evidenciar os pontos fortes do sistema produtivo
- Produzir baixos custos operacionais
- Garantir a sustentabilidade empresarial por mitigar as não conformidades, tornando o processo de manufatura mais eco eficiente.

Com base no estudo de múltiplos casos, que entrevistou os gerentes de aciaria das três usinas siderúrgicas integradas situadas na Região Sudeste do Brasil mostrou que os resultados da pesquisa foram apresentados na Seção 4 deste trabalho, garantindo assim o alcance de seu objetivo, ou seja, o estudo respondeu à problemática: Quais os atributos e Fatores Críticos de Sucesso para seleção eficaz das tarefas da função manutenção em aciarias?

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio dos gerentes de aciaria das três usinas siderúrgicas integradas, utilizadas neste estudo de múltiplos casos, que, direta ou indiretamente, colaboraram para o desenvolvimento deste estudo.

## REFERÊNCIAS

- [1] Fleury, A.C.C., Fleury, M.T.L., “Estratégias competitivas e competências essenciais: Perspectivas para a internacionalização da indústria no Brasil”, *Gestão & Produção*, **10**(2), 129-144 (2003)
- [2] Vasconcelos, M.C.R.L., Milagres, R., Nascimento, E., “Estratégia de relacionamento entre os membros da cadeia produtiva no Brasil: Reflexões sobre o tema”, *Gestão & Produção*, **2**(3), 393-404 (2005)
- [3] Pandey, M., Yuan, X., Van Noortwijk, J., Gamma process model for reliability analysis and replacement of aging structural components, *Annals: ICOSSAR*, 2439-2444 (2005)
- [4] Lima, A.C.C., Ponte, V.M.R., “Um estudo sobre os fatores-chave na implantação de modelos de medição do desempenho organizacional”, *Revista de Administração e Contabilidade da Unisinos*, **3**(3), 285-296 (2006)
- [5] Peres, C.R.C., Lima, G.B.A., “Proposta de modelo para controle de custos de manutenção com enfoque na aplicação de indicadores balanceados”, *Gestão & Produção*, **15**(1), 149-158 (2008)
- [6] Chakravorty, S.S., “Six Sigma programs: an implementation model”, *International Journal of Production Economics*, **119**(1), 1-16 (2009)
- [7] Waeyenbergh, G., Pintelon, L., “A framework for maintenance concept development”, *International Journal of Production Economics*, **77**, 299-313 (2002)
- [8] Li, L., Ni, J. “Short-term decision support system for maintenance task prioritization”, *International Journal of Production Economics*, **121**, 195-202 (2009)
- [9] Alves, R.P., Falsarella, O.H., “Modelo conceitual de inteligência organizacional aplicada à função manutenção”, *Gestão & Produção*, **16**(2), 313-324 (2009)
- [10] Muchiri, P., Pintelon, L., Gelders, L., Martin, H., “Development of maintenance function performance measurement framework and indicators”, *International Journal Production Economics*, **131**, 295-302 (2011)
- [11] Hashemian, H.M., “Wireless sensors for predictive maintenance of rotating equipment in research reactors”, *Annals of Nuclear Energy*, **38**, 665-680 (2011)
- [12] Shaomin, W., “Assessing maintenance contracts when preventive maintenance”, *Reliability Engineering and System Safety*, **98**, 66-72 (2012)
- [13] Huynh, K.T., Castro, I.T., Barros, A., Bérenguer, C., “Modeling age-based maintenance strategies with minimal repairs for systems subject to competing failure modes due to degradation and shocks”, *European Journal of Operational Research*, **218**, 140-151 (2012)
- [14] Lacerda, R.T.O., Ensslin, L., Ensslin, S.R., “Uma análise bibliométrica da literatura sobre estratégia e avaliação de desempenho”, *Gestão & Produção*, **19**(1), 59-78 (2012)
- [15] Bana, C.A., Costa, E., Carnero, M.C., Duarte Oliveira, M., “A multi-criteria model for auditing a Predictive Maintenance Programme”, *European Journal of Operational Research*, **217**, 381-393 (2012)
- [16] Harland, C.M., Lamming, R.C., Walker, H., Philips, W.E., Caldwell, N.D., Johnson, T.E., *et al.*, “Supply management: is it a discipline?”, *International Journal of Operations & Production Management*, **26**(7), 730-53 (2006)
- [17] Vagliasindi, F., *Gestire la manutenzione. Perche e Come*, Franco Angeli, Milan (1989)
- [18] Wireman, T., *Developing Performance Indicators For Managing Maintenance*, Industrial. Press, New York, NY (1998)
- [19] Palmer, D., *Maintenance planning and scheduling handbook*, New York-EUA. McGraw-Hill (1999)
- [20] Yamashina, H., “Japanese manufacturing strategy competing with tigers”, *Business Strategy Review*, **7**(2), 22-36 (1996)
- [21] Mann, L.J. *Maintenance Management*. Lexington Books, Lexington, Massachusetts (1983)
- [22] SAATY.T.L. *The analytical hierarchy process planning, priority setting, resource allocation*, Annals RWS Publications, University of Pittsburgh (1990)

- [23] Waeyenbergh, G., Pintelon, L., "CIBOCOF: A framework for industrial maintenance concept development", *International Journal Production Economics*, **121**, 633–640 (2009)
- [24] Li, J.R., Khoo, L.P., Tor, S.B., "Generation of possible multiple components disassembly sequence for maintenance using a disassembly constraint graph," *International Journal of Production Economics*, **102**, 51–65 (2006)
- [25] Yang, Z., Chang, Q., Djurdjanovic, D., Ni, J., Lee, J., "Maintenance priority assignment utilizing on-line production information", *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, **129**, 435–446 (2007)
- [26] Pintelon, L., Gelders, L., Vanpuyvelde, F., *Maintenance Management*, second ed. Acco Belgium, Leuven (2000)
- [27] Levitt, J., *The Handbook of Maintenance Management*, Industrial Press, New York - EUA (1997)
- [28] Rockart, J., "Chief Executives Define Their Own Data Needs", *Harvard Business Review*, **57**, 81-83 (1979)
- [29] Fortune, J., White, D., "Framing of project success factors by a system model", *International Journal of Project Management*, **24**(1), 53-65 (2006)
- [30] Souza, J.B., Marçal, R.F.M., Pilatti, L.A., Inteligência competitiva e Quality Function Deployment como ferramentas para a gestão da inovação: Requisitos para a manutenção classe mundial, *Anais: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção Foz do Iguaçu, PR, Brasil* 9 a 11 de outubro de 2007.
- [31] De Carli, P.C., Delamaro, M.C., Salomon, A.P., "Identificação e priorização dos fatores críticos de sucesso na implantação de fábrica digital", *Produção*, **20**(4), 549-564 (2010)
- [32] Oprime, P.C., Mendes, G.H.S., Pimenta, M.L., "Fatores críticos para a melhoria contínua em indústrias brasileiras", *Produção*, **21**(1), 1-13 (2011)
- [33] Kylänen, M., Rusco, R., "Unintentional coopetition in the service industries: The case of Pyhä-Luosto tourism destination in the Finnish Lapland", *European Management Journal*, **29**, 193– 205 (2011)
- [34] Soekimann, A., Pribadi, K.S., Soemardi, B.W., Wirahadikusumah, R.D., "Factors relating to labor productivity affecting the project schedule performance in Indonésia", *Procedia Engineering*, **14**, 865 – 873, (2011)
- [35] Yin, R.K., *Estudo de Caso: Planejamento e Método*, 2. ed. Bookman (2009)

## ATTRIBUTES AND CRITICAL SUCCESS FACTORS FOR TASKS SELECTION OF THE MAINTENANCE FUNCTION: A MULTIPLE CASE STUDY IN INTEGRATED STEEL MILLS

**Abstract** – The objective of this article was to identify and validate the attributes and Critical Success Factors for tasks selection of the maintenance function in integrated steel mills located in southeastern of Brazil. Thus, the following research problem was elaborated: What are the attributes and Critical Success Factors for effective tasks selection of the maintenance function in steel plants? These attributes and Critical Success Factors were identified by means of literature, subsequently validated by the mills managers according to the level of importance (very important, important, less important, and not important at all), based on a study of multiple cases in three integrated steel mills. Therefore, the methodological approach used in this article combined two different techniques of data collection: a literature review and a field research by sending questionnaires to the managers of the steel plants. The study was conducted under the concept, attributes and Critical Success Factors as internal or external parameters which can seriously affect the organization for better or worse. The literature research revealed a set of attributes and Critical Success Factors. The field research demonstrated that many of the attributes and Critical Success Factors identified were carefully prioritized and validated by the managers of steel mills, according to the level of importance for the tasks selection of maintenance function. This study, based on the fundamental assumptions of the set of presented attributes and Critical Success Factors, contributes to an effective tasks selection of the maintenance function in steel plants.

**Keywords** – Performance Evaluation, Organizational Learning, Production Strategy.