



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

ANÁLISE DE VIABILIDADE FINANCEIRA PARA AQUISIÇÃO DE UM SOFTWARE DE MONITORAMENTO DAS ATIVIDADES DE MANUTENÇÃO PRODUTIVA DE INJETORAS DE ALUMÍNIO

GUSTAVO FURTADO DA SILVA (UDESC) -gustavofurtado2@gmail.com

EVANDRO BITTENCOURT (UDESC) -evandro.bittencourt@udesc.br

VALDÉSIO BENEVENUTTI (UDESC) -valdesio.benevenutti@udesc.br

Resumo:

Este trabalho tem a eficiência da produção como tema central, outros conceitos são trabalhados para dar suporte teórico. O TPM, termo inglês para Manutenção Produtiva Total tem como objetivo a redução dos custos através da eliminação da ociosidade, manter a máquina funcionando e a mão-de-obra trabalhando, evitando a falta e o excesso. Para controle é utilizado o Índice de Eficiência Global dos Equipamentos - OEE, que utiliza diversos dados da manufatura para identificar o valor percentual da eficiência atual do sistema produtivo em comparação com um sistema sem desperdícios. O trabalho, em especial, apresenta um exemplo de Sistema de Execução da Manufatura, conhecido como MES. Que é um software com a função de enviar os dados da manufatura para a administração em tempo real e sem desvios a fim de evidenciar a situação atual da fábrica, para uma melhor implantação de melhorias, através de relatórios e indicadores visuais. Depois de realizadas pesquisas bibliográficas, a fundamentação teórica é utilizada em um estudo de caso no setor de injeção de uma fundição de alumínio localizada na cidade de Joinville para analisar a viabilidade financeira da aquisição deste software e definir o tempo de retorno deste investimento. O modelo utiliza uma coleta de dados para identificar a economia de utilização de um sistema automático de gerenciamento da produção. Como resultado da viabilidade financeira obteve-se um valor presente líquido de R\$ 22.288,42, com tempo de retorno do investimento igual há 11 meses.

Palavras Chave:

Manutenção Produtiva Total. Software de Monitoramento. Retorno de Investimento

1. Introdução

A função básica de um Engenheiro de Produção é a implantar técnicas e ferramentas que visam otimizar a utilização dos recursos da empresa. A importância de um

profissional especializado nessa tarefa é justificada pelo fato de que a má utilização dos recursos pode causar custos inapropriados para a empresa.

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi estudar a viabilidade financeira para aquisição da licença de um software de monitoramento em tempo real da produção, para melhorar a eficiência global da empresa estudada.

O Planejamento e Controle da Produção (PCP) é o setor que coordena todos os outros setores servindo como o principal vínculo entre produção e vendas, assim como empresa e cliente.

Slack (2009) estabelece que o PCP deva garantir que a produção ocorra eficazmente e produza produtos e serviços como se deve na quantidade adequada, no momento adequado e no nível de qualidade adequado.

O PCP, definido por Tubino (2000), é um conjunto de funções do sistema desenvolvidas por um departamento de apoio a Produção para atingir as metas e estratégias, formulando planos, direcionando a ação dos recursos humanos sobre os físicos e acompanhando a ação que permite a correção de prováveis desvios. Ou seja, o setor de PCP é responsável por atividade como controle da carteira de pedidos, da produção e de estoques, planejamento das necessidades de materiais, da capacidade e da produção, além da elaboração do Plano Mestre da Produção.

Prover a capacidade de satisfazer a demanda atual e futura é uma responsabilidade fundamental da administração da produção. Um equilíbrio adequado entre capacidade e demanda pode gerar altos lucros e clientes satisfeitos, enquanto um desajuste pode ser potencialmente desastroso (SLACK, 2009).

2 Fundamentação teórica

A fundamentação teórica fornece o suporte bibliográfico das ferramentas utilizadas neste trabalho.

2.1 Capacidade

A capacidade definida pelo PCP possui uma dimensão diferente a do uso comum. Nos ambientes fabris o tempo é a principal dimensão de capacidade. Ou seja, a capacidade é o número de peças transformadas num intervalo de tempo sob condições normais de operação.

Segundo Pires *apud* Amato Neto (2001), o PCP é uma atividade que procura estipular quais devem ser os níveis de produção máximos que os recursos produtivos possuem em um determinado horizonte de tempo e toma providências para que a capacidade planejada seja realizada corretamente.

O cálculo da capacidade de produção é um dos maiores desafios do PCP pela necessidade de informações acuradas. A determinação da capacidade correta é de extrema importância para o sequenciamento das atividades da produção. Como requisitos para a realização desse cálculo, é necessário definir o tempo de ciclo como sendo a unidade básica da capacidade, também conhecido como o tempo necessário para produzir uma peça ou realizar uma operação.

O tempo de ciclo é um elemento vital, pois tem influência significativa sobre a maioria das outras decisões detalhadas de projeto e é definido como o tempo que decorre entre a finalização de dois produtos (SLACK, 2002).

Existem diversas maneiras de formular a capacidade de produção. Neste artigo optou-se pela equação (1) sugerida por Tubino (2000).

$$\text{Capacidade de Produção} = \frac{\text{Tempo disponível para Produção}}{\text{Tempo de Ciclo}} \quad (1)$$

2.2 Eficiência nas empresas

A gestão da manutenção nas empresas passou por diversos ciclos. Em 1950, nos Estados Unidos, foi criada a Manutenção Preventiva, que foi refinada pelos japoneses no período de 1970, sendo denominada então Manutenção Produtiva Total (Total

Productive Maintenance – TPM), que visa envolver todos os funcionários para o gerenciamento coerente das máquinas e equipamentos (TAKAHASHI, 1993).

O TPM tem como desafio aprimorar o índice de eficiência global dos equipamentos, ou o OEE (Overall Equipment Effectiveness), que representa o porcentual de fato utilizado em produção pelo equipamento. Ele é formado por três componentes representados por equações simples:

- Disponibilidade - equação (2): tempo que a máquina esteve disponível para trabalho, onde são subtraídas as paradas do tempo total do turno de trabalho;

$$\text{Disponibilidade} = \frac{\text{Tempo total} - \text{Paradas não programadas}}{\text{Tempo total}} \quad (2)$$

- Performance – equação (3): o ritmo em que as operações são realizadas que diminui em função de quedas de velocidade e pequenas paradas não registradas;

$$\text{Performance} = \frac{\text{Tempo de ciclo} \times \text{Ciclo realizados}}{\text{Tempo de produção}} \quad (3)$$

- Qualidade – equação (4): a razão de peças dentro dos padrões de qualidade, onde são desconsideradas as peças refugadas e retrabalhadas.

$$\text{Qualidade} = \frac{\text{Peças boas}}{\text{Peças produzidas}} \quad (4)$$

Cada um desses fatores representa um percentual de uma produção perfeita, sem desperdícios, sendo o OEE o produto desses três valores, mostrado na equação (5), consequentemente um valor entre “zero” e “um”, onde “zero” representa nenhuma operação realizada com sucesso e “um” representa uma produção sem desperdícios, 100% do potencial.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} \times \text{Performance} \times \text{Qualidade} \quad (5)$$

Com o índice OEE podem-se definir empresas diferenciadas. É possível também a utilização do índice TEEP ao invés do OEE. O TEEP (*Total Effective Equipment Productivity*) segue o mesmo princípio do OEE para mensurar a eficiência, a diferença é que o TEEP considera todas às 24 horas do dia, de todos os dias do calendário.

WCM (*World Class Manufacturing*) é o termo utilizado para descrever as melhores fábricas do mundo. Nakajima (1989) calcula que as empresas WCM tenham 85% como valor ideal do OEE, sendo, como indicadores parciais, 90% de disponibilidade, 95% de *performance* e 99% de qualidade.

2.3 Sistema de execução da manufatura (MES)

A indústria está passando para uma nova fase, onde a tecnologia começa a atuar no apoio a tomada de decisões reduzindo a imprecisão e imprevisibilidade das ações humanas.

MES (*Manufacturing Execution System*) é uma categoria de *softwares* para gerenciamento do chão de fábrica considerados como uma “tecnologia chave” para melhoria da capacidade fabril de curto prazo, pois são capazes de providenciar a informação certa em tempo real e mostrar ao tomador de decisões como as condições atuais da manufatura podem ser otimizadas (MESA, 1997).

Kletti (2007) define como principal função do MES a gestão integrada dos diversos setores da organização, incluindo atividades como planejamento da produção, garantia de qualidade, controle de mão-de-obra, análise de ciclo de vida do produto, acompanhamento do OEE, definição de rota e rastreio de material. Esses sistemas servem de intermediador, eliminando as fronteiras entre ERP e chão-de-fábrica, logo essa unificação permite que implantações e controles de processos e melhorias vindas dos setores administrativos cheguem ao chão de fábrica sem ruídos, sem informações falsas ou inconsistentes e com um número consideravelmente reduzido de procedimentos burocráticos.

2.4 Análise de retorno do investimento

Esse tópico apresenta os conceitos de matemática financeira e custos de produção necessários para a realização da análise do retorno do investimento no estudo de caso. Em um trabalho sobre a eficiência de produção de lotes de peças, é preciso classificar os custos do produto em função das oscilações das atividades.

- **Custo Fixo:** “É constante no total, na faixa de volume relevante da atividade esperada que está sendo considerada” (LEONE, 1989, p.69);
- **Custo Variável:** “É um custo que é proporcional ao nível de atividade – o custo total aumenta à medida que a atividade aumenta” (LEONE, 1989, p.69);
- **Centro de Custo:** “É uma unidade que a Contabilidade de Custos cria, dentro da organização, como um dos meios para obter dados e acumular custos” (LEONE, 1989, p.487).

Com os conceitos devidamente entendidos, é feita a identificação de um modo de recolher os dados usados nos cálculos. Kletti (2007) utiliza uma metodologia para provar o retorno de investimento de um sistema MES, em que ele discrimina o custo adicional da gestão manual em cinco tópicos:

- a) Custo de aquisição e estimativa de dados;
- b) Perda de eficiência;
- c) Custo de planejamento;
- d) Custos evitáveis de refugo;
- e) Redução de serviços administrativos e de manutenção.

Em seguida é considerada a desvalorização do capital no tempo. O Valor Presente Líquido (VPL) considera os valores financeiros no tempo descontados os juros usando a taxa mínima de atratividade que é a tradução do mínimo ganho que a empresa gostaria de receber com o novo projeto.

3 Metodologia

Inicialmente foi realizada uma pesquisa bibliográfica a fim identificar todos os conceitos necessários para a realização de análise eficaz do problema.

Em seguida, através de informações disponibilizadas pela empresa foi traçado o perfil da mesma, mostrando um pouco da história e do planejamento. Na empresa também foi realizada uma coleta de dados através de uma versão de demonstração de um software de monitoramento da produção.

A última etapa é a análise de retorno do investimento, quando são aplicados os conceitos de custos de produções nas ferramentas de análise de investimento, principalmente o VPL.

4 Análise do problema e resultados

4.1 A empresa

A empresa estudada é familiar, fundada há 80 anos em Joinville, possui grande experiência em fornecimento de peças para o mercado automotivo e *know-how* técnico em fundição de ferro e alumínio atuando historicamente no ramo de autopeças. Na última década a empresa a canalizou seus investimentos para o setor da construção civil, com a distribuição de produtos para instalações elétricas com uma carteira de centenas de clientes do varejo.

Atualmente a empresa está trabalhando com três turnos de segunda-feira a sexta-feira, os quais o primeiro turno de 8,8 horas, o segundo de 8,55 horas e o terceiro de apenas 6,3 horas, sendo realizadas horas extras para conseguir atender picos de demanda e/ou quedas de produtividade. O setor estudado foi a fundição sob pressão, onde são realizadas as operações de injeção de alumínio através de quinze injetoras de 60 a 280 toneladas de capacidade, seguindo a programação definida pelo PCP.

4.2 Carga máquina

As primeiras informações foram obtidas com o PCP da empresa, que disponibilizou a carga-máquina programada para o setor de fundição sob pressão nos meses de dezembro de 2012 e janeiro de 2013 (Tabelas 1 e 2).

Os dados são retirados do sistema ERP, que calcula as horas-homem em função da quantidade de peças no romaneio de faturamento e de seus respectivos tempos de ciclo. É estipulado como meta 80% de produtividade, onde o resultado aparece na terceira coluna da Tabela 3 como horas necessárias de produção para suprir a demanda do mês.

Tabela 1 – Carga-Máquina de Dezembro

Célula	Programação (peças)	Horas Necess.	Turno	Horas por turno	Máquinas por Turno	Operadores Necessários	Dias Necess. de Produção
Injetoras 60 ton.	1.916.082	2219,06	1º	8,80	10	9,14	14,21
			2º	8,55	10	9,14	14,21
			3º	6,30	10	0,00	0,00
Injetoras 180 ton.	600.631	567,96	1º	8,80	2	1,98	13,85
			2º	8,55	2	1,98	13,85
			3º	6,30	2	0,99	13,85
Injetoras 280 ton.	124.294	1222,18	1º	8,80	3	3,69	17,23
			2º	8,55	3	3,69	17,23
			3º	6,30	3	3,69	17,23

Fonte: PCP da empresa, adaptado (2012)

Tabela 2 – Carga-Máquina de Janeiro

Célula	Programação (peças)	Horas Necess.	Turno	Horas por turno	Máquinas por Turno	Operadores Necessários	Dias Necess. de Produção
Injetoras 60 ton.	1.768.058	2048,6	1º	8,80	10	6,17	18,50
			2º	8,55	10	6,17	18,50
			3º	6,30	10	1,03	18,50
Injetoras 180 ton.	356.020	444,6	1º	8,80	2	1,42	12,81
			2º	8,55	2	1,42	12,81
			3º	6,30	2	0,00	12,81
Injetoras 280 ton.	450.698	1481,9	1º	8,80	3	3,48	20,89
			2º	8,55	3	3,48	20,89
			3º	6,30	3	3,48	20,89

Fonte: PCP da empresa, adaptado (2013)

Em seguida é calculado o número de operadores, em função das horas por turno, das máquinas e operadores disponíveis e da taxa de absenteísmo de 4% e por último, os dias necessários de produção, em função da quantidade de operadores alocados nas injetoras.

No final do período é retirada a produção total do ERP (Tabela 3) em quantidade de peças e em horas teóricas para produzi-las, segundo a equação (6):

$$\text{Horas de produção} = \sum_{\text{itens}} \text{Quantidade produzida} \times \text{Tempo padrão} \quad (6)$$

Em seguida é possível comparar a produção real com a produção programada gerando uma porcentagem de atendimento (também na Tabela 3).

Tabela 3 – Razão Produzido/Planejado

Máquina	Pçs. Prod.	Hrs. Prod.	Pçs. Plan.	Hrs. Plan.	Atend.
Injetora 60 ton.	3.672.283	3.600,5	3.684.140	4.267,7	84,4%
Injetora 180 ton.	918.948	940,9	956.651	1.012,6	92,9%
Injetora 280 ton.	393.211	1.496,3	256.123	2.704,0	55,3%

Fonte: Primária (2015)

Calcular a taxa de atendimento utilizando apenas indicadores básicos (programação e produção) não é o suficiente para mapear os problemas dentro da manufatura, mas já é possível identificar baixas e altas de produção categorizadas por máquina ou turno. A seguir será demonstrado como utilizar recursos tecnológicos para monitorar períodos de produção, descobrir a produtividade e capacidade real e identificar os pontos críticos da eficiência global dos equipamentos.

4.3 Software de monitoramento da produção

Para obter precisão nos dados recolhidos, foi instalado um *software* de monitoramento na injetora com o maior histórico de paradas durante as operações. O *software* esteve com uma licença para testes, pois era necessário primeiramente construir argumentos através dos resultados obtidos durante esse período de testes que garantissem a viabilidade financeira da licença do *software*.



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

A principal função do *software* é o acompanhamento on-line da produção, onde as informações são enviadas instantaneamente da injetora ao computador em que o *software* foi instalado. O programa é alimentado com dados do sistema ERP da empresa, como tempo de ciclo e número de cavidades, que são utilizados no cálculo dos indicadores representados por gráficos e relatórios gerados automaticamente. Dentre os indicadores gerados, alguns deles são:

- Tempo de ciclo médio e a comparação com o tempo de ciclo meta;
- Tempo total e porcentagem de paradas;
- Eficiência de ciclo (índice de *performance*);
- Cavidades ativas durante a operação;
- Paradas mais frequentes e duração de cada tipo de parada;
- Produtividade (índice OEE);
- Refugo.

Esses indicadores possuem uma ótima precisão, por serem gerados sem a necessidade de fichas de controle preenchidas pelo operador da máquina, além de identificar a diferença entre paradas e variações de ciclo. O único apontamento que ainda é solicitado ao operador é o código de parada e de refugo. Todas essas funções são requisitos para o cumprimento dos seguintes objetivos:

- Calcular a capacidade e eficiência real;
- Apoiar no planejamento da produção;
- Identificar problemas críticos;
- Viabilizar projetos de melhoria.

As vantagens podem ocorrer na área de manufatura, mas também podem ocorrer melhorias na produtividade dos setores administrativos da empresa. O *software* realiza, em poucos segundos, as tarefas manuais que chegam há consumir um dia ou mais de trabalho, como criar relatórios de atendimento, relatórios de qualidade ou relatórios de

eficiência da produção, eliminando a necessidade de várias fichas de apontamento e controle de produção.

4.3.1 Levantamento de Dados

Os dados da Tabela 4 exibem uma visão geral da eficiência da injetora dentro de período de dois meses, de 01/12/2012 a 31/01/2013, mostrando os três índices formadores da eficiência global, além do índice TEEP.

É evidente que não foi atingida a meta da empresa de 80%, muito menos a meta *World Class* de 85%, além de que nenhum dos três índices obteve um resultado aceitável.

Tabela 4 - Dados de Dezembro e Janeiro

	Disponibilidade	Performance	Qualidade	TEEP
Primeiro Turno	56,27%	93,28%	96,42%	50,61%
Segundo Turno	55,98%	91,70%	96,50%	49,53%
Terceiro Turno	41,00%	95,17%	97,34%	37,98%

Fonte: Primária (2015)

A coleta eletrônica dos dados economiza o tempo da manipulação manual dessas informações. Com isso é proposto uma análise investimento no sistema MES.

4.4 Retorno do investimento

Para realizar a análise foi necessário retirar algumas taxas de custos de injeção do sistema ERP. A empresa categoriza a hora trabalhada em seis componentes: mão-de-obra, insumos de produção, energia elétrica, depreciação (amortização), custos diretos de fabricação e custos indiretos de fabricação. Dos quais é preciso apenas o custo horário da mão-de-obra (R\$ 33,50) e o valor total da taxa horária de fabricação (R\$ 171,96).

A metodologia de Kletti (2007) foi adaptada em função da realidade da empresa e dos dados disponíveis para os cálculos. São apresentados três tópicos, onde os dados foram,

em sua grande maioria retirada dos sistemas MES e ERP do setor de fundição sob pressão.

4.4.1 Custo do transporte de dados

Esses são os custos baseado no tópico “Custo de aquisição e estimativa de dados” que Kletti (2007) sugere. Eles consistem em todo o tempo gasto em preenchimento, transporte e tradução de dados da produção para o sistema ERP. Em outras palavras, é o tempo que os dados levam para atravessar o fluxo de informação. A totalidade dos valores desta categoria serão considerados como economia, visto que um sistema MES realiza todas essas operações automaticamente, sem necessidade de interferência manual.

Primeiramente é somado o tempo gasto com o preenchimento das fichas de apontamento da produção. Cada máquina precisa de uma média de duas fichas por turno (pode variar dependendo do *mix* de produção), logo as 15 máquinas em três turnos utilizam uma média de 90 fichas. Cada ficha leva em média dois minutos para ser preenchida, podendo variar em função da quantidade de paradas e refugos apontados, portanto é gasto 180 minutos por dia apenas para preencher as fichas.

Então é adicionado o tempo para transportar as fichas preenchidas da produção para a administração. As fichas depois de preenchidas são acumuladas na sala de supervisão da produção e em seguida, uma vez por turno, todas as fichas são levadas para a administração. A máquina mais próxima da supervisão está a cinco metros de distância, enquanto a mais distante está a 25 metros, então utilizando uma distância média de 15 metros, multiplicando por 90 fichas e dobrando o resultado, devido à ida e volta do operador para a máquina, obtemos uma viagem total de 2700 metros por dia. A uma velocidade de um metro por segundo, são necessários 45 minutos de caminhada por dia para transportar todas as 90 fichas para a sala de supervisão.

É possível ainda somar mais 15 minutos por dia a esse total considerando o tempo para levar todas as fichas da supervisão para a administração, organiza-las e armazena-las uma vez por turno. Já na administração, cada ficha leva em média dois minutos para

repassar os valores descritos na ficha de apontamento da produção. Como a quantidade de fichas ainda é a mesma, a conta será semelhante ao tempo para preenchê-las manualmente na produção, adicionando mais 180 minutos diários.

A Tabela 5 agrupa as informações e dá um resultado final, considerando 80% de eficiência exigida pela empresa no setor e um custo de mão-de-obra na fundição de R\$ 33,50:

Tabela 5 – Custo Atual de Transporte de Dados

Custo de Transporte de Dados	
Tempo de preenchimento manual de fichas por dia	180 minutos
Tempo de transporte de fichas para a administração por dia	60 minutos
Tempo de digitalização dos dados para o sistema ERP por dia	180 minutos
Tempo total de transporte de dados por dia	420 minutos
Eficiência exigida	80%
Dias de trabalho por mês	22 dias
Horais totais por mês	193 horas
Custo da Mão-de-Obra por hora	R\$ 33,50
CUSTO MENSAL DE TRANSPORTE DE DADOS	R\$ 6.448,75

Fonte: Primária (2015)

4.4.2 Custo de refugo

Para descobrir a economia total na redução de refugo, foi preciso primeiro calcular o gasto atual. Apesar de a empresa trabalhar com 2% de meta, o setor de fundição atinge 3,25% de refugo. Multiplicando às 4.000 horas planejadas de produção por mês, segundo a tabela de carga-máquina, pelo o custo de produção por hora de 171,96 reais, obtemos um custo total de R\$ 687.840,00 por mês, sendo 3,25% desse valor gasto na produção de refugo (R\$ 22.354,80).

MESA (1997) afirma que as empresas reduzem em média 22% da produção de refugo após a utilização de um sistema MES, que reduziria o valor atual de 3,25% para 2,5%, sendo possível uma redução muito maior, caso a empresa foque em alcançar a média de 2%. Para esse estudo é usado o valor de 2,85%, pois segundo Kletti (2007), esse 0,4% é

a redução de refugo que será obtida apenas com o uso do *software* de monitoramento, devido a uma resposta mais rápida e precisa de registro e análise do processo.

Um índice de refugo de 2,85% gera um custo de R\$ 19.603,44 que, comparado ao valor anterior, cria uma economia de R\$ 2.751,36 ao mês.

4.4.3 Custo de atraso na detecção de problemas

Um setor de fundição é suscetível a vários problemas, que geram paradas. A questão desse tópico é que a falta de um alerta gera um atraso na transmissão de informação, ou sequer é transmitida.

Como detectado pelo *software*, há uma média de 355 horas paradas por mês por máquina, e Kletti (2007) sugere que pelo menos 0,5% destas paradas é detectado com um atraso que poderia ser evitado com a resposta em tempo real de um MES. Essa porcentagem em 355 horas de 15 máquinas representam 26,6 horas de atraso na detecção da parada. Caso essas 26,6 horas sejam multiplicadas pela taxa de produção horária, obtém-se a quantia de R\$ 4.578,44.

4.4.4 Valor presente líquido

A partir dos dados obtidos, pode-se calcular o valor que será economizado por mês após a implantação de um *software* de monitoramento on-line da produção. Vale ressaltar algumas considerações antes de partir para o cálculo do VPL:

- O valor encontrado a seguir é resultado da implantação do software. É uma consequência da melhoria na qualidade do fluxo de informação;
- Os dados foram retirados de uma versão de demonstração do fornecedor durante um período de dois meses;
- O setor de engenharia da empresa utilizava a taxa básica nacional como taxa mínima de atratividade, que no dia 1º de setembro de 2013 estava a 0,71% ao mês;

- O investimento inicial é a compra da licença de R\$ 10.000,00 por máquina, sendo um total de R\$ 150.000,00 para as 15 máquinas;
- Os custos do transporte de dados, do refugo e do atraso na detecção de problemas são suficientes para essa análise, mas é importante ressaltar outros custos não apontados devido à falta de dados ou terem apresentado valor muito pequenos, como exemplo: eliminação de materiais de escritório; redução do tempo de monitoramento do processo pelos setores de supervisão e manutenção; encurtamento de *lead times*; redução do tempo com planejamento da produção.

Considerando um retorno líquido mensal resumido igual a R\$ 15.000,00, num período de 12 meses, o VPL será igual a R\$ 22.288,42, com tempo de retorno do investimento igual há 11 meses, conforme se pode ver na Tabela 6.

Tabela 6 – Fluxo de caixa do investimento

Período (mês)	Investimento	Retorno	Descontado	Saldo
0	150.000,00		150.000,00	-150.000,00
1	0	15.000,00	14.898,56	-135.101,44
2	0	15.000,00	14.797,83	-120.303,61
3	0	15.000,00	14.697,81	-105.605,80
4	0	15.000,00	14.598,50	-91.007,30
5	0	15.000,00	14.499,89	-76.507,42
6	0	15.000,00	14.401,97	-62.105,45
7	0	15.000,00	14.304,74	-47.800,71
8	0	15.000,00	14.208,20	-33.592,51
9	0	15.000,00	14.112,34	-19.480,17
10	0	15.000,00	14.017,15	-5.463,01
11	0	15.000,00	13.922,64	8.459,63
12	0	15.000,00	13.828,79	22.288,42

Fonte: Primária (2015)

5 Considerações finais

Os sistemas de execução da manufatura (MES) são o suporte para melhorias, pois fornecem informações das atividades fabris e conectam os sistemas gerenciais com as ações no chão de fábrica.



III Simpósio de Engenharia de Produção

GESTÃO DE INFORMAÇÕES COMO APORTE DE COMPETITIVIDADE PARA ORGANIZAÇÕES PRODUTIVAS

Com um investimento de R\$ 150.000,00 na implantação do sistema MES em 15 máquinas é possível obter um retorno de R\$ 15.000,00 por mês num período de 12 meses. Usando uma taxa mínima de atratividade de 0,71% a.m. o VPL ficou igual a R\$ 22.288,42, com retorno do investimento num tempo igual há 11 meses.

Isso demonstra que a utilização de um sistema automático ao invés do manual é o suficiente para pagar as licenças do *software* num período de um ano.

REFERÊNCIAS

AMATO NETO, J. et al. Manufatura Classe Mundial: Conceitos, Estratégias e Aplicações. 1^a ed. São Paulo: Editora Atlas, 2001.

KLETTI, J. Manufacturing Execution System – MES. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007.

LEONE, G. S. G. Custos: Planejamento, implantação e controle. 2^a ed. São Paulo: Editora Atlas, 1989.

MESA. The Benefits of MES: A Report from the Field, White Paper Number 1, 1997.

NAKAJIMA, S. Introdução ao TPM. São Paulo: IMC Internacional Sistemas Educativos, 1989. 110p.

SLACK, N. et al. Administração da Produção: Edição Compacta. 1^a ed. Tradução: Sônia Corrêa et al. Revisão Técnica: Henrique Corrêa; Irineu Ganesi. São Paulo: Editora Atlas, 2009.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2^a ed. Tradução: Maria Teresa Corrêa de Oliveira; Fábio Alher. Revisão Técnica: Henrique Luiz Corrêa. São Paulo: Editora Atlas, 2002.

TAKAHASHI, Y.; OSADA, T. TPM/MPT: Manutenção Produtiva Total. São Paulo: Instituto IMAM, 1993.

TUBINO, D. F. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2^a ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.