

# **ESTUDO DE MELHORIA DA EFICIÊNCIA OPERACIONAL DO PLANTIO MECANIZADO**

**Pedro Henrique de Moura Terra**

**Prof. Dr. Paulo Sérgio de Arruda Ignácio**

Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transporte  
Universidade Estadual de Campinas

## **RESUMO**

O presente estudo teve como objetivo elaborar um procedimento para melhorar a eficiência do plantio mecanizado de cana-de-açúcar reduzindo a ociosidade de mão de obra operacional devido à baixa disponibilidade de horas dos equipamentos. Para atingir seu objetivo, utilizou-se a estratégia de reduzir para dois turnos a operação, deixando o terceiro turno para realização de manutenção. O resultado foi alcançado e a eficiência operacional aumentada.

## **ABSTRACT**

This study aimed to develop a procedure to improve the efficiency of mechanical planting of sugarcane reducing idle operational manpower due to low availability of hours of equipment. To achieve its goal, we used the strategy of reducing to two-shift operation, leaving the third shift to carry out maintenance. The result was achieved and the operational efficiency was increased too.

## **1. INTRODUÇÃO**

Atualmente, assuntos como Energia e Sustentabilidade são cada vez mais constantes na agenda dos principais líderes mundiais. Vários países como os da Europa e Estados Unidos, estão conduzindo políticas que buscam no médio prazo, a redução da dependência externa de petróleo, uma das principais fontes de energia.

A produção de cana de açúcar está concentrada em 8 países com uma representatividade de cerca de 75% da produção mundial e o Brasil representou, em 2007, cerca de 25% da produção Mundial (FAOSTAT, 2008).

O Brasil é líder mundial na produção de cana, etanol e açúcar com 572,7 milhões de toneladas, 27, bilhões de litros e 31,3 milhões de toneladas, respectivamente na safra 2008/2009 (MAPA, 2009). A liderança do Brasil no setor foi conseguida graças às significativas reduções nos custos de produção. Especialmente após o lançamento do programa “Proálcool”, resultantes dos ganhos de produtividade e eficiência agrícolas e industriais.

O setor sucroalcooleiro fatura, direta e indiretamente, cerca R\$ 65,8 bilhões por ano (CEPEA, 2009), o que representa 2 % do PIB Nacional, além de ser um dos setores que mais empregam, com mais de 4,5 milhões de empregos diretos e indiretos.

O agronegócio sucroalcooleiro está em expansão em função da forte demanda interna e externa, o que é motivado pelo aumento da capacidade produtiva existente e pela melhoria tecnológica no processo de produção de cana-de-açúcar, com a introdução de novas cultivares adaptadas ao clima, solo e sistema de colheita (manual e mecânico), uso da agricultura de precisão, entre outros. Portanto somente com a aplicação de processos mais eficientes e otimizados para melhoria da produtividade e da qualidade, juntamente com a redução dos custos de produção, será possível para o setor a atuação em mercados cada vez mais competitivos (OMETTO, 1997).

A recente demanda por etanol e açúcar tem contribuído por novas áreas de expansão, além da renovação periódica do canavial. O plantio é uma das primeiras etapas do processo de produção agrícola e afeta as operações posteriores, bem como a produtividade agrícola.

A implantação da cana-de-açúcar envolve uma série de detalhes por se tratar de uma cultura semi-perene. Para que a colheita, principalmente a mecanizada, seja bem realizada, é preciso atentar-se do plantio uma vez que a longevidade do canavial depende de ambas as operações. Inúmeros são os fatores que afetam a qualidade do plantio: variedade, qualidade e idade da muda, paralelismo das entrelinhas, altura de cobertura, época de plantio, entre vários outros.

Dentre os motivos para o aumento na mecanização da colheita e do plantio mecanizado estão à redução dos custos de produção bem como a falta de mão-de-obra, quantitativamente e qualitativamente.

### **1.1 Objetivos**

O objetivo deste trabalho é elaborar um procedimento de uma aplicação prática para aumentar a eficiência operacional do Plantio Mecanizado de Cana-de-Açúcar reduzindo a ociosidade de mão de obra operacional devido à baixa disponibilidade de horas dos equipamentos do Plantio Mecanizado.

### **1.2 Problema**

Atualmente o Plantio Mecanizado de Cana-de-Açúcar é realizado em três turnos de trabalho (operação ocorre 24 horas por dia). O Plantio Mecanizado possui uma complexidade e dependência entre seus processos produtivos, e a baixa indisponibilidade mecânica de um equipamento limita o rendimento do processo, aumentando assim seu custo. O Problema é que além das máquinas não produzirem, o custo fixo de mão-de-obra para operação ocorrer em três turnos é muito alto.

### **1.3 Justificativas do Projeto**

O projeto é motivado pelo impacto financeiro que esta ação ocasiona. Atualmente o Plantio Mecanizado custa cerca de R\$245Mi/Ano e aproximadamente 35% desse custo é composto por Mão de Obra.

Além disso, atualmente as horas efetivas de operações não atingem Sete (7) horas diárias.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Planejamento e Controle de Operações**

Zaccarelli (1982) e Plossl (1993) definem o Planejamento e Controle da Produção (PCP) como sendo um conjunto de funções inter-relacionadas que objetivam comandar o processo produtivo e coordená-lo com os demais setores administrativos, fornecendo informações necessárias para o dia-a-dia do sistema de produção e reduzindo os conflitos existentes entre vendas, finanças, materiais e o chão de fábrica.

Segundo Tubino (2000), o PCP pode ser dividido em níveis: estratégico, tático e operacional.

O nível estratégico é o planejamento agregado da produção, sendo que sua função é o planejamento de recursos, ou seja, como produzir. Neste nível são definidas as políticas estratégicas de longo prazo da empresa e o PCP participa da formulação do Planejamento Estratégico da Produção, gerando um plano de produção.

O nível Tático é o planejamento mestre da produção com a previsão de vendas e sua função é saber o que e quanto produzir. São estabelecidos os planos de médio prazo para a produção e o PCP desenvolve o Planejamento Mestre da Produção, obtendo o Plano Mestre da Produção (PMP).

De acordo com Corrêa (2004), o Planejamento e Controle das Operações possui um horizonte curto (semanas, dias ou horas). Suas principais questões envolvem critérios de sequenciamento, ou seja, quando produzir, onde e quem irá produzir e como acomodar flutuações de demanda.

Para o Controle do Planejamento Operacional, o primeiro passo na ação do acompanhamento é a coleta e o registro dos dados sobre o emprego de máquinas, mão de obra e materiais, as informações devem estar disponíveis, acelerando a identificação de desvios entre o programado e o executado, contudo muita atenção deve ser dada as questões ligadas à integridade dos dados e real necessidade de se coletar tal informação.

Tendo os dados oportunos em mãos, o Plano Operacional pode, então, compará-los com o programa de produção emitido, buscando identificar possíveis desvios que demandem ações corretivas que geralmente envolvem alocação de pessoal entre as áreas da empresa, horas extras, alocação das pessoas ao longo do tempo, e controle de entrada e saída de fluxo por recurso.

Em termos de planejamento, os indicadores possibilitam a fixação de metas físicas e monetárias, globais e setoriais, que permeiam toda a organização. No caso do acompanhamento, os indicadores fornecem elementos fundamentais para a análise crítica e retroanálise do desempenho, comparativamente às metas planejadas. Sendo que os indicadores, no controle, constituem ferramentas para o replanejamento de atividades e reprogramação de metas (CASTELLO BRANCO, 1998).

A comparação via indicadores, pode dar grande contribuição para a identificação de possibilidades mais amplas de melhorias em uma empresa. Desta forma, o conceito de desempenho tem como pressupostos a comparação dos resultados obtidos, interna com metas e padrões, e externamente, com referenciais pertinentes (FNPQ, 1995).

Segundo Tavares (2000), “benchmark” é o indicador usado para comparação, enquanto “benchmarking” é a atividade de comparar um processo, inclusive de outros ramos, para identificar oportunidades de melhoria. “Benchmarking” pode, também, ser definido como a busca das melhores práticas na indústria, as quais conduzem ao desempenho superior. Assim, ele pode contribuir para a organização fixar uma meta de melhoria, superar as expectativas dos clientes, reprojeter o processo e recuperar o atraso tecnológico. O resultado obtido deve ser comparado com a meta e com resultados de períodos passados, além de referenciais de comparação, tais como a média do setor, o melhor concorrente, um concorrente potencial e/ou referencial de excelência.

Os indicadores de desempenho são ferramentas para auxiliar a gestão pela qualidade total. Eles são úteis para que o sistema de gestão possa controlar e identificar necessidades e melhorar o desempenho, fatores estes que estão relacionados à satisfação dos clientes, funcionários e fornecedores da empresa. No momento em que são estabelecidos indicadores de desempenho corporativos, o próximo passo é desdobrá-los para macro e micro processos da organização com coerência entre indicadores utilizados em todos os níveis de gerência da empresa (Martins & Costa Neto, 1998).

## 2.2 Controle de Manutenção de Equipamentos

Faria (1994) enfatiza que os custos em torno de um departamento de manutenção devem ser gerenciados para que seja o mínimo necessário e suficiente. Estes, se mal administrados, poderão gerar falta de capital de giro para a empresa já que são capazes de motivar horas extras desnecessárias e alto estoque de peças com pouco giro.

Sendo assim, é natural que a área de manutenção seja cobrada para reduzir os seus custos e como consequência, os custos da empresa através da utilização de melhores métodos de trabalho, observa-se que quando a manutenção é bem planejada é possível gerar um aumento da disponibilidade dos equipamentos, maior vida útil e menor custo específico.

Segundo Branco Filho (2006), é através de um planejamento adequado de manutenção que se consegue obter melhores níveis de disponibilidade do equipamento e consequentemente do processo produtivo, sendo a disponibilidade operacional o grande indicador da excelência da manutenção e da garantia de produtividade.

O processo de manutenção, cada vez mais tem importância no alcance dos objetivos globais da organização, principalmente aqueles relacionados com a estratégia de produção. O processo de manutenção deve servir de apoio para que a produção consiga atingir seus objetivos, ou seja, ele deve estar adequado às suas necessidades. Este alinhamento desejado entre o processo de manutenção e os objetivos de produção é alcançado com um bom planejamento de manutenção.

De acordo com Faria (1994), o planejamento de manutenção é resultante do processo de manutenção, que deve ser desenvolvido com base nas estratégias de produção e deve estar consequentemente orientado pelo planejamento estratégico da empresa. Assim, tanto o planejamento de manutenção quanto seu processo de gestão, precisa ser constantemente revistos e readequados para o atendimento das necessidades cada vez mais flexíveis da produção.

A manutenção preventiva obedece a um padrão previamente esquematizado, que estabelece paradas periódicas com a finalidade de permitir a troca de peças gastas por novas, assegurando assim o funcionamento perfeito da máquina por um período pré-determinado.

O método preventivo proporciona um determinado ritmo de trabalho, assegurando o equilíbrio necessário ao bom andamento das atividades.

Segundo Xenos (1998) para controlar um processo é preciso ter domínio sobre as suas causas garantindo assim, a satisfação das pessoas através de resultados previsíveis e ao mesmo tempo, a competitividade da organização através da melhoria dos resultados.

Desta forma, sugere-se a medição de alguns indicadores tais como: (i) número de falhas por determinado período de tempo; (ii) tempo de interrupção da produção por determinado período de tempo e (iii) custo de manutenção por período de tempo, como indicadores básicos para promover grandes melhorias no desempenho da manutenção.

Sendo assim, os indicadores de manutenção são utilizados em nível de comparação de uma situação atual em relação a uma situação anterior, servindo para medir o desempenho contra as metas e padrões estabelecidos (BRANCO FILHO, 2006).

A aplicação dos métodos de manutenção de maneira planejada representa o diferencial em relação à disponibilidade dos equipamentos, garantindo a eficiência e qualidade dos serviços e produtos ofertados.

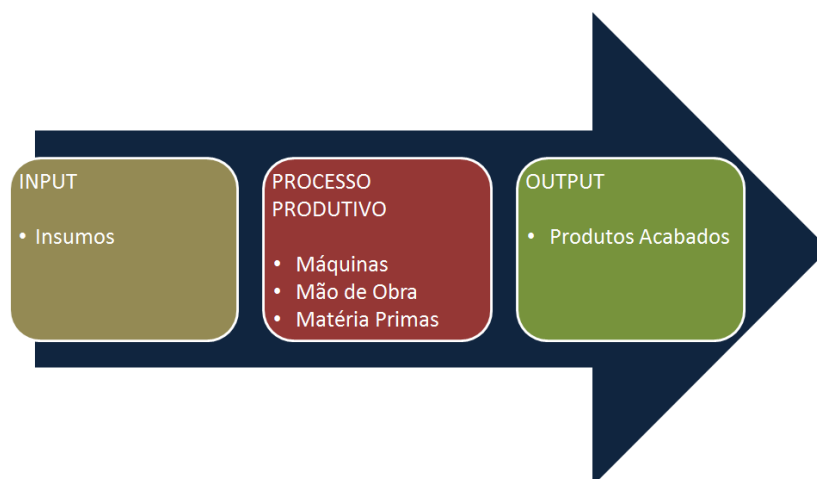
As atividades de manutenção existem para evitar a degradação dos equipamentos e instalações, causada pelo seu desgaste natural e uso. Esta degradação se manifesta de diversas formas, desde a aparência externa até perdas de desempenho, parada do equipamento, produtos com má qualidade e poluição ambiental (Xenos, 1998). Sendo

que estas manifestações possuem forte influência negativa na qualidade e produtividade, principalmente quando os equipamentos influenciam diretamente nos produtos e serviços ofertados.

### 2.3 Eficiência do Processo Produtivo

A eficiência de um sistema pode ser definida como sendo a capacidade desse sistema de utilizar, da melhor maneira possível, os recursos disponíveis e de aproveitar, ao máximo, as condições ambientais para obter o desempenho ótimo em alguma dimensão. Um índice de eficiência pode ser obtido comparando-se um indicador de desempenho com o valor máximo que esse indicador pode alcançar; valor esse definido a partir de algumas condições de contorno (ambiente + recursos disponíveis) (ALMEIDA; MARIANO; REBELATO, 2006). A figura 1 ilustra o fluxo do processo produtivo.

Dentro dos vários tipos de sistemas em que se pode aplicar o conceito de eficiência, tem-se como um dos mais importantes, os sistemas produtivos, que se caracterizam por produzirem um conjunto de saídas (*outputs*) a partir de um conjunto de entradas (*inputs*), e que dão origem ao conceito de eficiência produtiva.



**Figura 1:** Fluxo do processo produtivo.

Fonte: ALMEIDA; MARIANO; REBELATO, 2006.

A eficiência produtiva sempre foi um atributo muito valorizado na sociedade surgida após a revolução industrial, porém nas últimas décadas sua importância cresceu drasticamente, visto que nesse período se intensificou o processo conhecido como globalização, cuja principal característica é a abertura de mercado entre os países o que, gerou um enorme aumento da competitividade entre as empresas. Devido a isso, se tornou imprescindível para a sobrevivência de uma organização, que se opere com eficiência produtiva, pois caso ela opere com ineficiência, será grande o risco de a mesma decretar falência, pois estará usando muitos *inputs* para produzir poucos *outputs*, o que terá impacto direto nos custos, na competitividade e nos rendimentos dessa empresa.

Assim, é de extrema importância para uma empresa conhecer, com máxima antecedência possível, o seu nível de eficiência em relação às suas concorrentes, visto que isso possibilitará, em caso de ineficiência, que a empresa reaja e possa reverter a situação antes de ser esmagada por suas concorrentes.

A eficiência produtiva frequentemente se confunde com o conceito de produtividade, pois produtividade nada mais é do que um indicador da eficiência de um sistema produtivo. Assim, quanto maior a produtividade de um sistema mais eficiente ele será. A grande diferença entre eficiência e produtividade é que a produtividade é um índice que agrega diferentes unidades de medida e que pode assumir qualquer valor real, enquanto a eficiência é sempre um valor adimensional entre 0 e 1.

Segundo Mariano, Almeida e Rebelatto (2006), o índice de eficiência, ou simplesmente eficiência, de um sistema, seja ele qual for, é definido como sendo a divisão entre um indicador de desempenho desse sistema e o valor máximo que esse indicador poderia alcançar, como mostrado na expressão abaixo:

$$\text{Eficiência} = I / I_{\max} \quad (1)$$

Em que:

I: Indicador de desempenho atual de um determinado sistema;

$I_{\max}$ : Máximo valor que o sistema pode alcançar nesse indicador.

A produtividade, segundo Moreira, (2002, p. 599), refere-se ao maior ou menor aproveitamento dos recursos nesse processo de produção, ou seja, quanto se pode produzir partindo de uma certa quantidade de recursos. Considera que a produtividade além de observar que se trata de um conceito principal, dado um sistema de produção, onde insumos após processados são combinados para fornecer uma saída. Um crescimento da produtividade implica em um melhor aproveitamento desses recursos como funcionários, máquinas, da energia e dos combustíveis consumidos, da matéria-prima, etc.

Todas as formulas centralizadas e indexadas numericamente.

$$\text{Produtividade} = y / x \quad (2)$$

Em que:

y: quantidade do *output*;

x: quantidade do *input*.

Segundo Lovell (1993), a eficiência produtiva resulta da comparação entre os valores, observados e o ótimo, em suas relações *input-output* (produtividade). Assim, tendo como base à equação da definição geral de eficiência (relação entre um indicador de desempenho e o máximo valor que esse indicador pode alcançar) sendo a produtividade o indicador de desempenho em questão, como exemplifica a fórmula abaixo:

$$\text{Eficiência Produtiva} = P / P_{\max} \quad (3)$$

Em que:

P: Produtividade atual

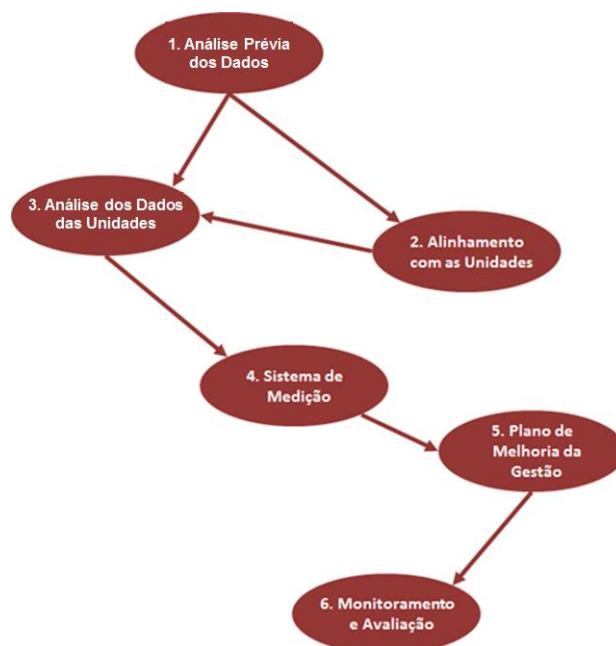
$P_{\max}$ : Produtividade máxima assumida que pode ser alcançada.

### 3 METODO

A partir de análises prévias de resultados operacionais e custos, realizou-se a alteração de 3 turnos operacionais para 2 turnos, deixando o turno noturno exclusivamente para a manutenção. O método consiste na comparação de resultados entre as duas operações e buscando a melhoria do processo em 2 turnos para que o resultado seja ao menos igual à operação de 3 turnos.

#### 3.1 Fluxo de Ações para desenvolvimento do trabalho

Para o desenvolvimento do trabalho, o fluxo das ações encontra-se abaixo.



**Figura 2:** Fluxo de ações para desenvolvimento do trabalho

Com base nas informações previamente coletadas, foi definida a estratégia de reduzir 3 turnos para 2 turnos o Plantio Mecanizado em duas unidades do grupo. Para iniciar o trabalho, faremos uma reunião de alinhamento com as unidades (atividade 2) para definição de estrutura para realização da operação. Em paralelo, a atividade 3 se iniciará com as análises dos dados do plantio em 3 turnos (realizado até o momento). Com posse dos dados, será possível definir o sistema de medição (Atividade 4) e os respectivos indicadores que faremos o no comparativo. Após os primeiros dados da operação em 2 turnos, faremos um comparativo prévio e executaremos um plano de melhoria da Gestão (Atividade 5) e após 6 meses de operação, faremos a avaliação final do trabalho (atividade 6).

#### 3.2 Método PDCA

O PDCA foi criado na década de 20 por Walter A. Shewart, mas foi William Edward Deming, o “guru do gerenciamento da qualidade”, quem disseminou seu uso no mundo todo (por isso, a partir da década de 50, o ciclo PDCA passou a ser conhecido como “Ciclo Deming”).

O PDCA é um método amplamente aplicado para o controle eficaz e confiável das atividades de uma organização, principalmente àquelas relacionadas às melhorias, possibilitando a padronização nas informações do controle de qualidade e a menor probabilidade de erros nas análises ao tornar as informações mais entendíveis.

“PDCA” é a sigla as palavras em inglês que designam cada etapa do ciclo: “Plan”, planejar; “Do”, fazer ou agir; “Check”, checar ou verificar; e “Action”, no sentido de corrigir ou agir de forma corretiva.

Neste trabalho, utilizaremos o PDCA para garantir que ao mudarmos a operação para 2 turnos operacionais, os resultados devem ser no mínimo igual à operação em 3 turnos.

## **4 APLICAÇÃO PRÁTICA**

### **4.1 Perfil da Empresa**

A Empresa se destaca como uma das empresas do setor de energia mais competitivas do mundo, sendo a principal fabricante de etanol de cana-de-açúcar do país e a maior exportadora individual de açúcar de cana no mercado internacional.

Com cerca de 40 mil funcionários a empresa possui um processo totalmente integrado do setor sucroenergético, com atuação em todas as etapas: cultivo da cana, produção de açúcar e etanol, logística interna e de exportação, distribuição e comercialização. Os negócios da empresa são divididos em 4 grandes blocos: Açúcar, Etanol, Distribuição de combustíveis e Cogeração de Energia.

A Empresa possui 22 unidades produtoras espalhadas no estado de São Paulo, e produz por ano cerca de 2 bilhões de litros de Etanol e 4 milhões de toneladas de açúcar.

### **4.2 Plantio de Cana-de-Açúcar**

O objetivo final de uma exploração agrícola comercial sempre é a lucratividade, sendo que a mesma deve ser maximizada, respeitando aspectos sociais, ambientais e éticos. Desta forma sempre que possível, os fatores da produção devem ser adequadamente manejados e gerenciados pelo homem através do sistema de planejamento, execução e controle (Orlando Filho et al., 1994). No entanto quaisquer estratégias visando aumentos de rendimento agrícola devem ser consideradas do ponto de vista técnico-econômico (Peixoto et al.; 1988).

Para o autor supracitado, dentre os aspectos a serem considerados, estão à densidade do plantio e o espaçamento entre sulcos, os quais podem proporcionar relativamente grandes aumentos de rendimento sem onerar o custo de produção, ou mesmo reduzindo-os. Entretanto, há necessidade de se considerar as opções técnicas adequadas à obtenção de altos rendimentos nos diferentes casos, tais como qualidade de muda, umidade do solo, condições físicas, químicas e biológicas do solo além da qualidade das operações nas diferentes etapas do preparo, do plantio, do cultivo e da colheita.

Em complemento a Peixoto et al. (1988), Simões Neto (1986) afirma que, dentre muitos fatores que causam alterações na produtividade agrícola da cana-de-açúcar, podem ser citados também: emergência deficiente, nutrição inadequada, teor de água disponível insuficiente e ataque de pragas e doenças.

#### **4.2.1 Plantio Mecanizado**

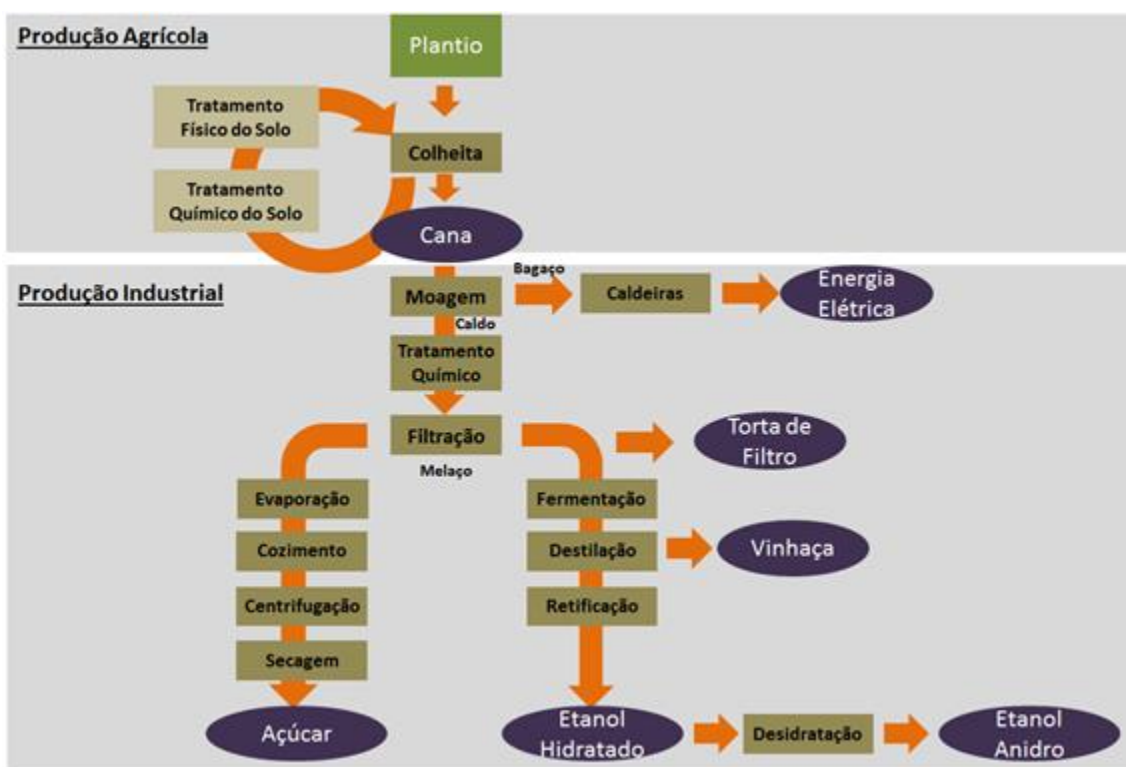
O plantio mecanizado possibilita a mecanização total das operações do plantio, executando de uma só vez a sulcação, adubação, distribuição da muda, aplicação de produtos químicos e cobertura da muda, eliminando assim, a mão-de-obra utilizada no corte manual da muda e parte do pessoal envolvido no plantio convencional, o que implica na redução do custo e maior facilidade de gerenciamento do sistema.



Com os avanços da colheita mecanizada, impulsionada pela constante busca de redução de custos e a escassez de mão-de-obra, o plantio também está se mecanizando, evitando a migração de mão-de-obra, melhorando a qualidade e eficiência do plantio, visto que as plantadoras de cana picada permitem plantar durante os períodos diurno e noturno reduzindo os custos operacionais.

A mecanização do plantio de cana picada demandou bom tempo de desenvolvimento e envolveu monitoramento de operações, desenvolvimento e aprimoramento de máquinas, melhoria da qualidade do plantio, otimização e redução de custos.

O Plantio Mecanizado é o primeiro processo do fluxo de produção da cana-de-açúcar.



**Figura 3:** Fluxo completo da produção da cana

#### 4.2.2 Composição de uma frente de Plantio

A Frente de Plantio Mecanizado é subdividida em duas partes. A primeira é composta pela Operação de Colheita da Muda e Transporte, e a segunda é composta pela operação do Plantio.



**Figura 4:** Estrutura Geral do Plantio Mecanizado

A Operação de Colheita e Transporte de Mudanças de Cana-de-Açúcar possui duas colhedoras e 7 Caminhões-Transbordos que precisam operar de forma sincronizada.



**Figura 5:** Operação de Colheita e Transporte de Mudanças de Cana-de-Açúcar

Este Mesmo Caminhão-Transbordo é responsável por transportar a Muda até a fazenda onde o plantio ocorrerá e deverá carregar as Plantadoras para que o plantio seja executado.



**Figura 6:** Operação de Plantio Mecanizado de Cana-de-Açúcar

#### 4.2.3 Computador de Bordo no Plantio

As Operações de Plantio Mecanizado são monitoradas utilizando computadores de bordo instalados nos tratores que rebocam a plantadora. Estes dados são enviados por GPRS e são compilados em quatro principais grupos de apontamento, sendo eles:

- **Tempos produtivos:** tempos despendidos na operação produtiva do conjunto trator/plantadora, correspondendo ao tempo de plantio mecanizado, carregamento de mudas e manobra do conjunto;

- **Tempos auxiliares:** tempo despendido em operações auxiliares que o processo necessita para ter continuidade correspondendo às seguintes operações: abastecimento de adubos e herbicidas, check list, deslocamento, limpeza ou lavagem, recebendo instruções, regulagem de implemento e troca de motorista ou operador.

- **Tempos de manutenção:** tempo correlacionado com a manutenção e demais ajustes nos equipamentos e implementos, correspondendo aos seguintes apontamentos: abastecimento e lubrificação, aguardando manutenção em implemento, aguardando borracheiro, aguardando eletricitista, aguardando peças, aguardando mecânico, falta de comboísta/lubrificação, manutenção mecânica externa, manutenção borracheiro, manutenção de implemento, manutenção elétrica, manutenção elétrica plantadora, manutenção mecânica, manutenção no RTK, revisão implemento, visita técnica-manutenção.

- **Tempos perdidos:** tempos que afetam diretamente as operações produtivas correspondendo as seguintes ocorrências: aguardando transporte/prancha, aguardando abertura de área, aguardando sequência de trabalho, chuva/solo úmido/seco, embuchamento, encalhado, falta de implemento, falta de insumo, falta de motorista/operador, falta de mudas motivo colhedora, falta de mudas motivo transporte, outras atividades (processos), pneu furado, pátio/reserva, refeição/café, sem apontamento, sem atividade/final de semana, sem atividade no próximo turno, sem sinal do RTK, sendo transportada, tempo indeterminado e verificação geral.

Os tempos produtivos são apontados automaticamente conforme o funcionamento dos equipamentos, e os demais apontamentos são realizados pelos próprios tratoristas conforme a ocorrência.

É impossível definir quais tempos seriam ideais para realizar a operação pois os tempos do plantio variam de acordo com o terreno em que se está plantando, comprimento, dificuldade de se realizar a manobra e etc. Porém quando se analisa uma gama grande de dados com diversos ciclos do plantio, eles tornam-se comparáveis.

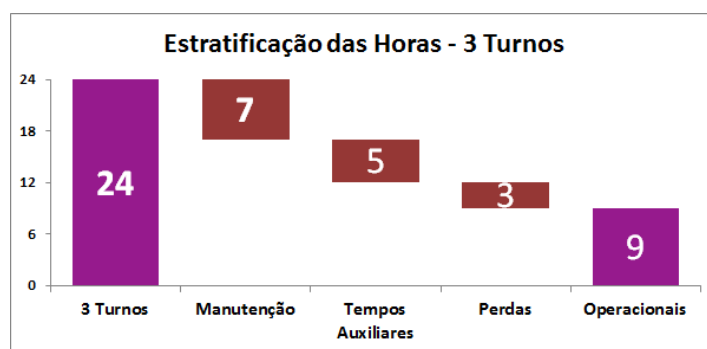
### 4.3 Situação Atual das Operações do Plantio Mecanizado

As Operações do Plantio Mecanizado operam em 3 turnos e sua necessidade de mão de obra está contemplada na figura abaixo:

**Tabela 1:** Quadro de Mão de Obra necessário para 3 Turnos.

CARGO GRUPO	Turnos				TT
	A	B	C	R	
Fiscal Operações Mecanizadas	1	1	0	1	3
Líder Produção Agrícola	1	0	1	0	2
Motorista - Bazuca	1	1	1	3	6
Operador Plantadora (Casinha)	3	3	3	3	12
Operador de Máquina - Trator Plantadora	3	3	3	3	12
Operador de Máquina - Plantio	0	0	0	0	0
Operador de Máquina - Muda	3	3	3	3	12
Motorista - Caminhão Transbordo	7	7	7	6	27
Fiscal Operações Mecanizadas	1	1	1	1	4
Operador de Colhedora	2	2	2	3	9
					87

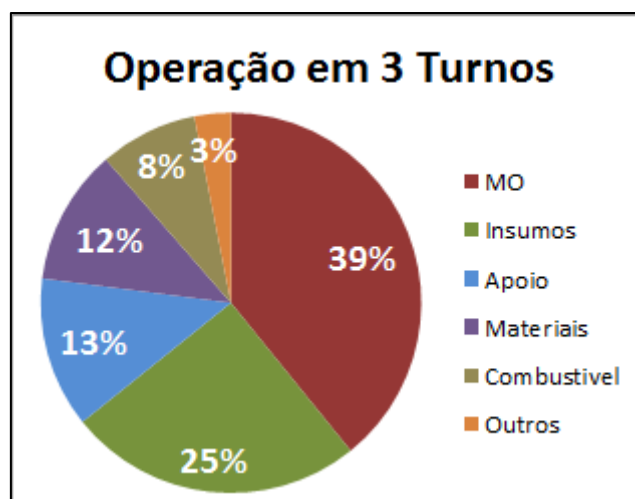
Analisando a base de dados de apontamento dos computadores de bordo, em média, nas 24 horas de operação, conseguimos 9 horas produtivas por máquina por dia, o que permite a plantadora ter uma produtividade de 7,8 Hectares diários por máquina.



**Figura 7:** Estratificação das Horas Produtivas.

#### 4.3.1 Custos Operacionais do Plantio Mecanizado

Analisando os relatórios financeiros da empresa e se dividirmos por categoria os custos da operação do Plantio Mecanizado que compreende à 100%, verifica-se que o custo de mão de obra é o mais relevante, e por isso, espera-se que o ganho na redução dos turnos seja relevante.



**Figura 8:** Divisão dos Custos Operacionais do Plantio Mecanizado

#### 4.4 Situação Futura das Operações do Plantio Mecanizado

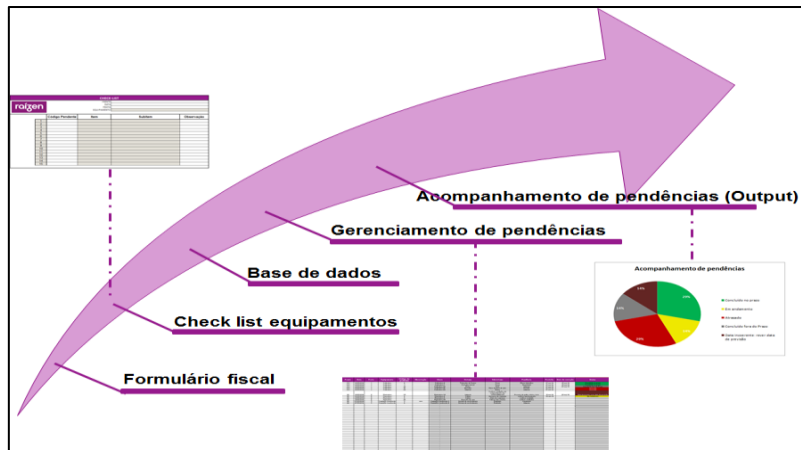
As Operações do Plantio Mecanizado passarão a trabalhar em dois turnos. Para definir qual será a estrutura de mão de obra necessária, foi preciso definir qual a estrutura da frente (figura 5) e quais funcionários são imprescindíveis no terceiro turno (turno c). Sendo assim, o quadro de mão de obra necessário será:

**Tabela 2:** Quadro de Mão de Obra Necessário para 2 Turnos de Operação

CARGO GRUPO	Turnos				
	A	B	C	R	TT
Fiscal Operações Mecanizadas	1	1	0	1	3
Líder Produção Agrícola	1	0	0	0	1
Motorista - Bazuca	1	1	1	2	5
Operador Plantadora (Casinha)	3	3	0	2	8
Operador de Máquina - Trator Plantadora	3	3	1	2	9
Operador de Máquina - Plantio	0	0	0	0	0
Operador de Máquina - Muda	3	3	0	1	7
Motorista - Caminhão Transbordo	7	7	1	3	18
Fiscal Operações Mecanizadas	1	1	0	1	3
Operador de Colhedora	2	2	1	3	8
					62

##### 4.4.1 Processo de Acompanhamento das Manutenções Preventivas

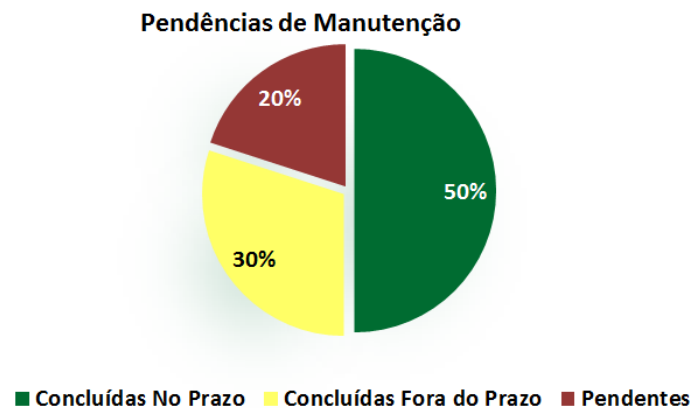
Com o objetivo de melhorar a qualidade no atendimento das manutenções preventivas dos equipamentos, estabeleceu-se um fluxo de informações e um indicador para acompanhamento das conclusões das pendências de manutenção, uma vez que todas as máquinas estarão disponíveis no 3º turno para qualquer intervenção.



**Figura 9:** Macro-Fluxo do Processo de Manutenção Preventiva

O fluxo se inicia com o fiscal da frente recebendo de cada operador o check-list do seu equipamento identificando assim, existência de alguma pendência de manutenção. A pendência é codificada e passada via rádio para a central de monitoramento que adiciona a uma base de pendências. Diariamente, os supervisores de manutenção e operação se reúnem e definem os prazos para eliminar as pendências.

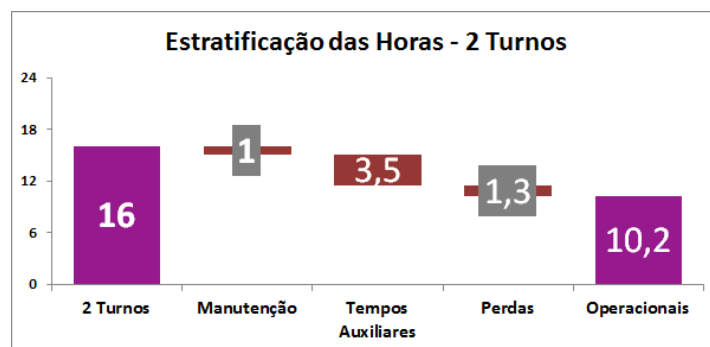
Posteriormente, é medido o cumprimento das pendências de manutenção e esse indicador interfere na bonificação dos mecânicos.



**Figura 10:** Indicador de cumprimento de pendências da manutenção.

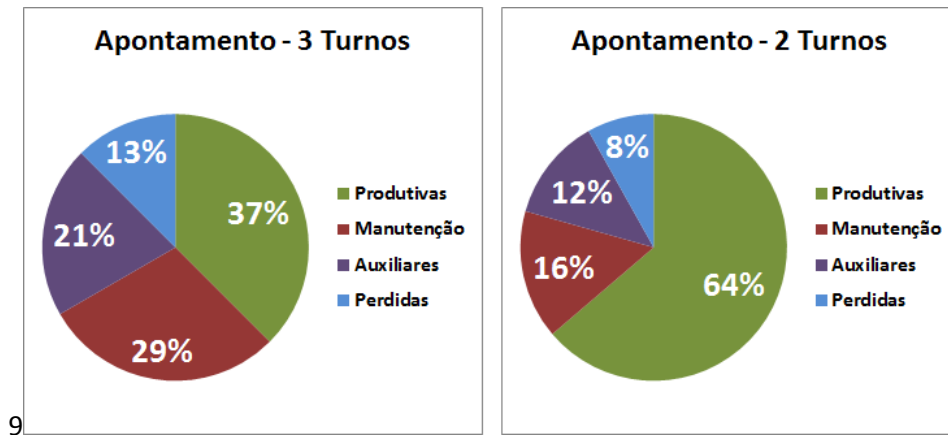
#### 4.5 Análise do Resultado

Após alteração para 2 turnos, comparando os apontamentos de computador de bordo, percebe-se que as máquinas conseguem trabalhar uma hora a mais por dia.



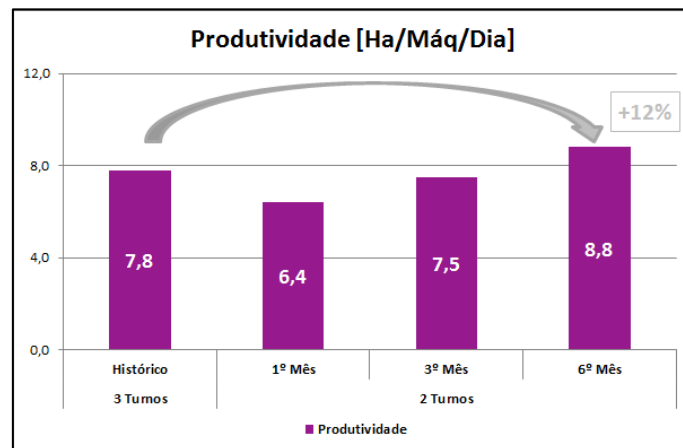
**Figura 11:** Estratificação das Horas Produtivas.

Se compararmos as horas produtivas dentro do total de horas possíveis em cada um dos cenários, observa-se que a hora produtiva saltou para 64% das horas operacionais totais.



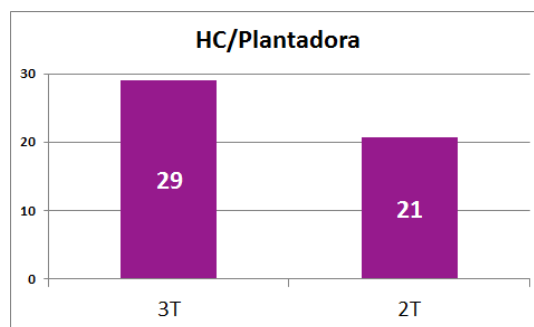
**Figura 12:** Apontamento das Horas Operacionais

Além disso, a produtividade diária de cada máquina evoluiu 12% após 6 meses de projeto, aumentando a produtividade para 8,80 Hectares diários por máquina.



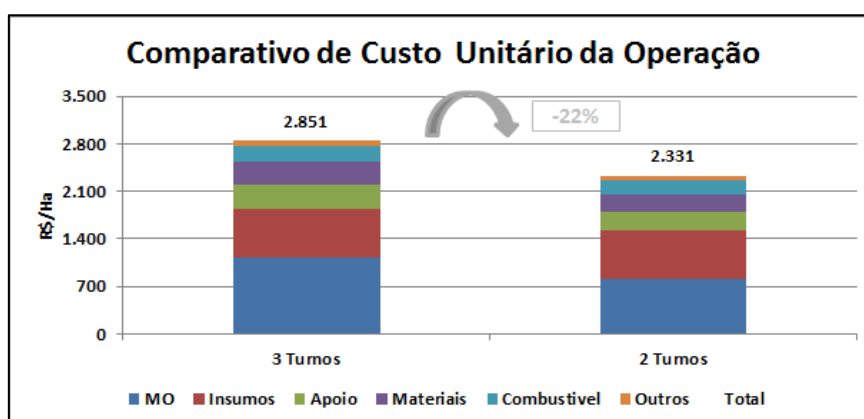
**Figura 13:** Produtividade Diária por Máquina

Como já era esperado, com a decisão de reduzir um turno de operação, o número de Pessoas por Plantadora caiu 29% (de 29 para 21 pessoas).



**Figura 14:** Headcount por Plantadora

Analisando os dados financeiros, antes e depois do projeto, os custos unitários de produção, isto é, o quanto custa para se plantar 1 hectare, sofreu uma redução de 22% fruto da redução de custo de mão de obra e aumento de rendimento das plantadoras.



**Figura 15:** Comparativo do Custo Unitário da Operação do Plantio Mecanizado

De forma sintetizada, podemos dizer que o presente trabalho obteve os seguintes resultados:

#	Indicadores	Resultado Obtido
1.	Horas Operacionais	↑ 13%
2.	Produtividade por Plantadora por dia	↑ 12%
3.	Mão de Obra Necessária para Operação	↓ 29%
4.	Custo Unitário do Plantio Mecanizado	↓ 12%

**Figura 16:** Resumo dos Resultados Obtidos

## 5 CONCLUSÃO

A busca por melhorar a eficiência é algo que deve ser sempre perseguida. Neste presente trabalho, com toda a aplicação prática acima citada podemos observar um aumento nas horas operacionais diárias e conseqüentemente, um aumento da quantidade que cada plantadora consegue produzir em um dia de trabalho. Além disso, a redução da quantidade de turnos operacionais fez com que a mão de obra necessária para a execução da operação fosse reduzida. O aumento de produtividade somado à redução de mão de obra foram determinantes para redução do Custo Unitário do Plantio, e o trabalho obteve um resultado significativamente positivo atingindo o objetivo do projeto.

Para a empresa a contribuição foi válida e estamos no processo de transição das outras 19 plantas para a operação em 2 turnos.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9000: Sistema de Gestão da Qualidade - Fundamento e Vocabulário: Informação e Documentação. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 9001: Sistema de Gestão da Qualidade - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

BRANCO FILHO, Gil. A organização, o planejamento e o controle da manutenção. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna, 2008

CARVALHO, M. M. Gestão da Qualidade: Teoria e casos. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

CASTELLO BRANCO, J. E. S. Indicadores da Qualidade e Desempenho de Ferrovias (Carga e Passageiro). Rio de Janeiro: Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários – ANTF, 1998.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA, Carlos A. Administração da produção e operações: manufatura e serviços: uma abordagem estratégica. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2004.

DAVENPORT, T. H. Process innovation: reengineering work through information technology. 1. ed. Boston: Harvard Business School Press, 1993. 337 p.

FARIA, José Geraldo de Aguiar. Administração da manutenção: sistema P.I.S. São Paulo: Edgard Blücher, 1994

GONÇALVES, J. E. L. As empresas são grandes coleções de processos – Sistema de Gestão da Qualidade - Revista de Administração de empresas, v.40, São Paulo, 2000.

ISHIKAWA, K. Controle de qualidade total à maneira japonesa. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1997. 221 p.

ITO, M. A. O. Estudos dos Processos de uma Empresa de Serviços: Uma Metodologia de Implementação da Gestão por Processos, São Carlos, 2004.

LOVELL, C. A. K. Productions frontiers and productive efficiency. In The measurement of productive efficiency. Techniques and applications. New York, Oxford: Oxford University Press, 1993

MARIANO, E.B.; ALMEIDA M.R. ; REBELATTO D.A.N. Princípios Básicos para uma proposta de ensino sobre análise por envoltória de dados. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia (COBENGE), Passo Fundo. Anais, 2006.

MENTZER, J. T. Defining supply chain management. Journal of Business Logistics, v. 22, n. 2, p. 1-25, 2001.

MOREIRA, Daniel Augusto. Administração da Produção e Operações. São Paulo: Pioneira Thonson Learning, 2002.

PINTO, S. H. B.; CARVALHO, M. M.; HO, L. L. Implementação de Programas de Qualidade: Um Survey em Empresas de Grande Porte no Brasil, Revista gestão e Produção, v.13, n.2, p.191-203, mai.-ago. 2006.

SIPPER, D.; BULFIN JR., R. L. Production Planning, Control and Integration. New York (USA): McGraw Hill, 1997.

SLACK, N.; CHAMBER, S.; JOHNSTON, R. Administração da Produção. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

TUBINO, Dálvio F. Manual de planejamento e controle da produção. 2. ed. São Paulo.

WERKEMA, Cristina. Métodos PDCA e DMAIC e suas ferramentas analíticas. Campis, 2012.

XENOS, Harilaus Georgius d'Philippus. Gerenciando a manutenção produtiva. Belo Horizonte: Editora de Desenvolvimento Gerencial, 1998.

YIN, R. K. Estudo de caso: planejamento e métodos. Robert K. Yin; trad. Daniel Grassi. 2ª edição. Porto Alegre: Brookman, 2001

ZACCARELLI, Sergio Baptista. Programação e controle da produção. 6. ed. rev. e aum. São Paulo: Pioneira, 1982.