APLICAÇÃO DA METODOLOGIA DO CICLO PDCA PARA MELHORIA CONTÍNUA E REDUÇÃO NO CONSUMO DE MADEIRA NUMA INDÚSTRIA DE CELULOSE

Pâmela Regina de Souza Cirino (Unifae) pamelarsouza00@gmail.com.br
Emanuelle Di Carlo Gonçalves Oliveira (Unifae) emanuelle.carlo@yahoo.com.br
Francisco de Assis Bertini Moraes (Unifae) franciscobertini25@gmail.com.br

Resumo:
Este trabalho tem como objetivo adotar uma ferramenta de gestão da qualidade conhecida como método de melhoria - PDCA, que funciona como um instrumento de gerenciamento de processos e ou sistemas. Adotaremos o método PCDA em uma indústria de celulose e papel, diretamente no processo de Consumo Especifico de Madeira (CEM), um dos principais gastos na produção de celulose.
Palavras chave: Celulose, PDCA, Consumo de Madeira.

APPLICATION OF THE PDCA METHODOLOGY FOR WOOD CONSUMPTION REDUCTION IN THE PULP INDUSTRY

Abstract
This work aims to adopt a quality management tool known as a method of improving-PDCA, which acts as an instrument of management and processes or systems. We will adopt the PCDA method in a pulp and paper industry, directly in the process of Specific Consumption (CEM), one of the main expenses in the pulp production.
Key-words: pulp, PDCA, wood consumption

1. Introdução

O Brasil produziu em 2017, um total de 19,5 milhões de toneladas de celulose e de 11,0 milhões de toneladas de papel (IBA, 2017), o que nos permite observar o grande crescimento das indústrias de papel e celulose, e a sua competitividade internacional com a sua influência na economia. O Consumo Especifico de Madeira (CEM), está entre uns dos maiores gastos e com base nestas informações nos damos conta da importância de se ter um plano de administração para o controle de custos. Fatores genéticos e ambientais, como o local que a madeira é plantada, afetam diretamente na densidade da madeira que influenciam na sua qualidade e no rendimento da mesma. O processo de branqueamento e polpação representam mais despesas influenciando essencialmente o CEM, nas fabricas de produção de celulose. (MORAES, 2011).

Geralmente as indústrias medem o CEM em uma base especifica de madeira, em função da entrada da matéria-prima na área de preparação e a saída de celulose após o branqueamento. Nessa contabilização estão computados todos os inventários necessários ao processo

produtivo (MORAES, 2011). O CEM é declarado em m3 de madeira solida para a produção de uma tonelada de celulose.

Portanto, é de especial importância a influência que o CEM exerce nas indústrias e seus altos custos de produção, reconhecendo a relevância econômica que o mesmo tem (SILVA, 2005). E dentro deste cenário que nos é apresentado, temos como o objetivo principal deste projeto avaliar uma ferramenta de gestão, dentre as técnicas já desenvolvidas, o método PDCA, que promove a melhoria continuada, otimizando o fluxo principal para agilizar os processos e mudanças. Para sobreviver no mercado atual, é essencial buscar formas de mudanças e melhorias, se adaptando ao mundo globalizado, e o método PDCA auxilia no planejamento das estratégias de desenvolvimento (LEONEL, 2008).

As siglas de PCDA são formadas por quatro palavras: Plan, Do, Check e Act, que são as ações que serão posteriormente implementadas no processo, garantindo que as empresas se organizem nas melhorias. Por ser um método cíclico, o PDCA oferece melhorias continuadas, renovando os benefícios a cada processo.

O que iremos evidenciar nesse projeto com o plano de ações do método PDCA são as principais causas que afetam diretamente o Consumo Especifico de Madeira (CEM) dentro de uma indústria de papel e celulose.

2. Processo de produção de celulose

O processo de produção de celulose começa com o corte das árvores e em seguida sua preparação, onde são retirados os galhos e as toras são descascadas, depois são cortadas em tamanhos adequados denominados cavacos. Suas cascas e galhos são reutilizados para geração de energia para ser utilizada no processo. Os cavacos então são submetidos para a etapa de extração da lignina, onde irão passar por um processo de cozimento com produtos químicos. (SANTOS & REIS & MOREIRA & BRASILEIRO, 2001). Podemos visualizar melhor o processo na figura 1.

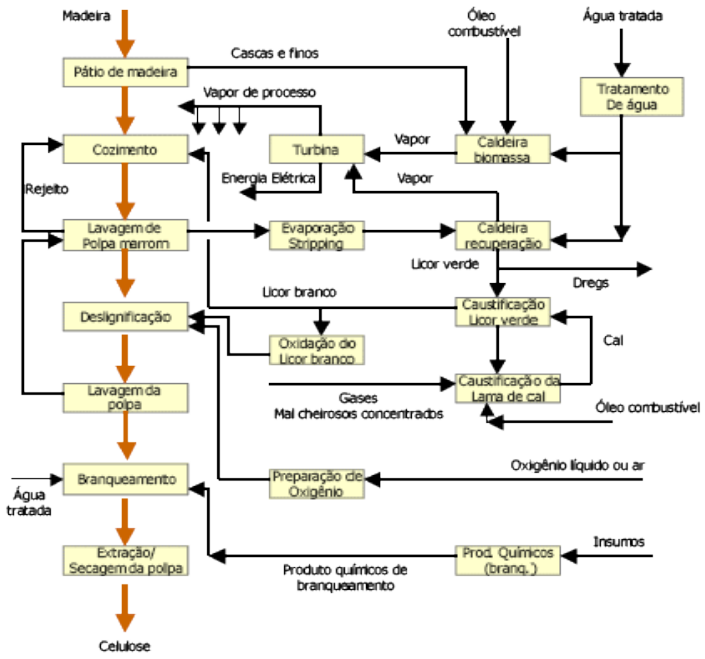

Figura 1 – Fluxograma simplificado da produção de celulose pelo método Kraft
Fonte: PIOTTO (2003)

Muito utilizado, o processo Kraft consiste em extrair a lignina da madeira para obtenção das fibras de celulose com a menor perca possível. Dentro de um equipamento com alta pressão e temperaturas elevadas (digestores) os cavacos são adicionados em uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) e sulfeto de sódio (Na2S) para reagir com a lignina, resultando em uma polpa de cor amarronzada. Esta polpa posteriormente será submetida a diversas etapas de lavagem para melhor extração da lignina das fibras e também por um processo de branqueamento e de deslignificação por O2 (MORAES, 2013; SANTOS & REIS & MOREIRA & BRASILEIRO, 2001).

Diante do processo, a densidade básica da madeira (DB) classificada como matéria prima, o rendimento (REND) da mesma nos processos de polpação e branqueamento, que provocam a dissolução dos materiais fibrosos junto com a lignina e as perdas de madeira (PERDAS) no processo devido à quebra das toras no tambor descascador e rejeitos dos cavacos na peneiragem são fatores que afetam diretamente o consumo especifico de madeira (CEM). Os fatores genéticos e ambientais, como o local que a madeira é plantada, mudam sua DB e o seu REND. Enquanto no processo de fabricação, a dissolução de fibras com a lignina no processo de polpação e as quebras de toras, alteram o REND e PERDAS, influenciando diretamente no CEM.

Para a comercialização da madeira sua unidade de medida é dada em volume (m^3-solido), enquanto na produção de celulose é mensurada em unidade de peso (tsa, tonelada seca ao ar). Por isso a densidade da madeira tem grande relevância e influência diretamente no CEM, em volume, pois quanto maior a DB da madeira, menor volume é requerido para uma mesma massa de madeira, o que diminui o CEM (GOMIDE, 2008; MORAES, 2013).

“De um total de 70% de celulose e hemicelulose contidas na madeira, somente entre 49% e 56% serão transformados em polpa branqueada, ou seja, celulose” (MORAES, 2013, p. 715).

As perdas de madeira se dão principalmente as quebras das toras no processo de descascamento, perdas nos rolos aceleradores na saída do tambor descascador, e ao alto nível de rejeição de cavacos na sua peneiragem podem provocar alto nível de perdas de madeira para celulose, variando de 12 a 20 % da madeira consumida para celulose, sendo neste caso desviado para a produção de energia na fábrica.

3. Método PDCA

A metodologia PDCA tem como função obter um diagnóstico e análise de problemas organizacionais, controle dos processos, para alcançar uma solução diante das necessidades de cada um. Podemos observar de uma maneira clara na Figura 1, como o método PDCA é definido para sua aplicação, dividido em quatro fases que são elas: PLAN, DO, CHECK e ACT. Respectivamente suas traduções: PLANEJAR, EXECUTAR, VERIFICAR e ATUAR.

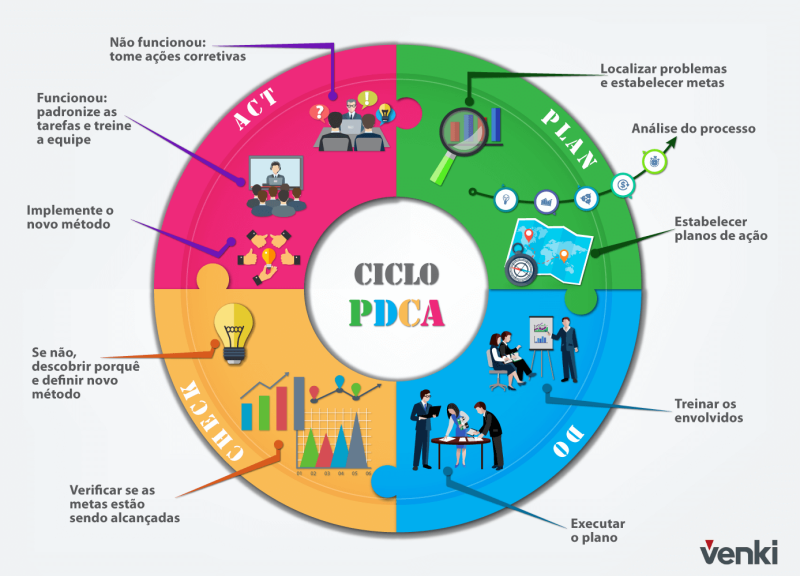

Figura 2: Quatro etapas do ciclo PDCA
Fonte: Blog VENKI

A primeira fase PLAN - PLANEJAR ocorre à identificação do problema, logo em seguida o estabelecimento das metas que querem ser alcançadas para melhoria ou resolução deste. Após esse estudo, então se começa a criação do Plano de Ação. Na segunda fase DO - EXECUTAR, consiste em pôr em prática todo o plano de ação estabelecido, também ocorre o treinamento e a capacitação de todos os envolvidos para acontecer a implementação das melhorias (PACHECO).

A terceira fase, CHECK - VERIFICAR verifica-se e compara os dados obtidos na execução com o que foi estabelecido no plano de ação. Diante da diferença entre o planejado com o que foi realizado, obtemos mais um problema a ser resolvido sendo assim nessa etapa coleta-se dados do processo e do padrão a ser seguido, para se fornecer um suporte importante para se seguir na próxima etapa. Na última etapa do PDCA, ACTION - ATUAR/AGIR, se estabelece na melhoria continua até se atingir um padrão adequado, aqui ocorre às correções necessárias com objetivo de impedir a repetição do problema, muitas das vezes podem ser ações definidas na fase anterior - CHEK.

4. Metodologia

Através de uma modelagem simplificada de uma realidade sobre o Consumo Especifico de Madeira (CEM) de uma indústria de celulose e papel do interior do estado de São Paulo, utilizada como estudo neste trabalho, foi possível reconhecer o CEM como um dos maiores responsáveis que afetam os gastos dentro da indústria, e identificar alguns elementos que influenciam nessa variação nos custos, podendo assim nos dar a chance de aplicar os métodos de estudos sobre o gerenciamento do método PDCA. (MORAES, 2011)

Através de estudos quantitativos, estudos descritivos, estudos dos processos técnicos, reunimos dados reais e uma análise foi feita exigindo que a ideia teórica do problema seja testada em larga escala com a metodologia do ciclo PDCA sendo aplicada para fins de testes. Para isso sugerimos os seguintes itens:

a) O Conhecimento dos problemas;
b) A aplicação das técnicas do ciclo de PDCA;
c) A Descrição do processo de produção da celulose e papel;
d) O resultado da redução do CEM.

5. Elaboração do PDCA para o estudo de caso

De acordo com MORAES, 2011, que realizou uma modelagem estatística para os dados sobre consumo específico de madeira (CEM) de uma indústria de celulose e papel, os principais fatores que afetam o CEM, promovendo grande variabilidade nos custos de produção, objetivou-se determinar os valores adequados (condições ideais) que minimizam a resposta CEM no processo produtivo através de técnicas de regressão linear múltipla. Os resultados mostraram que a densidade básica da madeira (DB), o rendimento da madeira no processo (REND) e as perdas na produção (PERDAS) influenciam significativamente o CEM, conforme modelo abaixo (MORAES, 2011):

$$(10.000/CEM) = - 2.404{,}10 + 5{,}90\ (DB) - 23{,}30\ (PERDAS) + 43{,}49\ (REND)$$

A partir desse modelo foram identificadas as condições ideais para se obter o menor consumo específico de madeira:

DB > 500 kg-seco/m^3-sólido; REND > 57%; PERDAS < 14%.

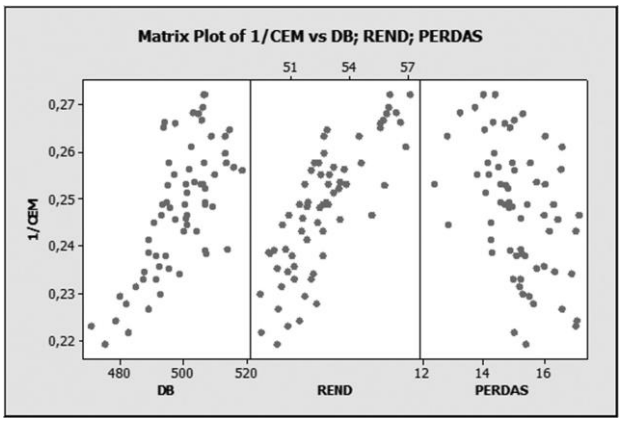

Figura 3: Consumo específico de madeira versus fatores de influência
Fonte: Moraes, 2011

Desta forma, o PDCA foi conduzido para identificar as principais causas de variações e influencias nestes fatores (DB, PERDAS e REND) tendo-se como metas os valores de condições ideais acima descritos para atingir consumos específicos de madeira da ordem de 3,7 m³/ton.cel, considerado de melhor resultado em *benchmarking.*

No estudo de caso, uma equipe de 10 funcionários de diferentes setores da empresa, cujo líder foi escolhido pela sua grande experiência prática e facilidade de comunicação, foi responsável pelo desenvolvimento do projeto. As áreas envolvidas foram: Pesquisa Florestal, Exploração Florestal, Transporte de Madeira, Operação Celulose, Operação Preparação de Madeira, Manutenção de Equipamentos, Engenharia de Processos e Recursos Humanos. Na fase *"PLAN* (PLANEJAMENTO)", foram realizadas reuniões de *brainstorming* e enumeradas todas as ideias e sugestões ("Definir") para a solução do problema, incluindo a realização de treinamento com pessoal especializado das áreas envolvidas.

Ainda na fase *"PLAN"* foram organizadas as variáveis que surgiram das ideias ("Medir" e "Analisar") numa matriz de causa e efeito de acordo com a Figura 4, e a engenharia de processos realizou o levantamento gráfico e estatístico destas variáveis para verificação de possível correlação com os fatores DB, REND e PERDAS.

MATRIZ DE CAUSA E EFEITO - DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA (DB)				
A : ALTO , M : MÉDIO , B : BAIXO				
Variável Causa		Impacto em Correlaçao com DB	Esforço de Controle da Variável Causa	Quadrante Esforço/Impacto
D1	Espécie de eucalipto plantada e utilizada	A	B	1
D2	Melhoramento genético da espécie	A	M	2
D3	Pesquisa de novas espécies	M	A	6
D4	Idade de corte das árvores	A	B	1
D5	Espaçamento de plantio	B	A	9
D6	Qualidade e déficit hídrico do solo	A	A	3
D7	Temperatura do ambiente de plantio	B	A	9
D8	Tempo de armazenagem após corte	B	B	7
D9	Madeiras de 1a. e 2a. rotaçao	M	B	4
D10	Diâmetro médio da madeira consumida	A	M	5

MATRIZ DE CAUSA E EFEITO - RENDIMENTO DA MADEIRA (REND)				
A : ALTO , M : MÉDIO , B : BAIXO				
Variável Causa		Impacto com RENDIMENTO	Esforço de Controle da Variável Causa	Quadrante Esforço/Impacto
D1	Espécie de eucalipto plantada e utilizada	A	M	2
D2	Melhoramento genético da espécie	A	A	3
D3	Pesquisa de novas espécies	M	A	6
D4	Idade de corte das árvores	A	B	1
D10	Diametro médio da madeira consumida	A	B	1
R1	Tamanho e espessura dos cavacos	A	B	1
R2	Temperatura e tempo de cozimento	A	M	2
R3	Carga de álcali	A	M	2
R4	Sulfidez	A	B	1
R5	Condiçoes de processo deslignificação O2	M	B	4
R6	Condiçoes do processo de branqueamento	B	B	7
R7	Perda Fibras no branqueamento e secagem	A	M	2

MATRIZ DE CAUSA E EFEITO - PERDAS DE MADEIRA (PERDAS)				
A : ALTO , M : MÉDIO , B : BAIXO				
Variável Causa		Impacto com PERDAS	Esforço de Controle da Variável Causa	Quadrante Esforço/Impacto
D1	Espécie de eucalipto plantada e utilizada	M	A	6
D2	Melhoramento genético da espécie	A	A	3
D3	Pesquisa de novas espécies	A	A	3
D4	Idade de corte das árvores	A	B	1
D10	Diametro médio da madeira consumida	A	B	1
P1	Madeira fora dos padroes de comprimento	A	B	1
P2	Umidade da madeira fora de especificaçao	M	M	5
P3	Espaçamento entre rolos aceleradores	M	M	5
P4	Rolinhos de apoio entre rolos aceleradores	A	B	1
P5	Excesso de rejeitos na peneira de cavacos	M	B	4
P6	Transbordo de cavacos da primeira peneira	A	B	1
P7	Nível de toras no tambor descascador	A	B	1
P8	Rotaçao inadequada tambor descascador	M	B	4

Figura 3 – Matriz de Causa & Efeitos para os fatores de influencia no CEM
Fonte : Autores

Foram assim enumeradas as principais causas e construído um diagrama de esforço e impacto conforme Figura 4:

DIAGRAMA ESFORÇO / IMPACTO
DENSIDADE BÁSICA

IMPACTO				
	A	D1,D4 1	D2 2	D6 3
	M	D9 4	D10 5	D3 6
	B	D8 7	8	D5, D7 9
		B	M	A
		ESFORÇO		

DIAGRAMA ESFORÇO / IMPACTO
RENDIMENTO

IMPACTO				
	A	D4,D10 R1, R4 1	D2, R2 R3, R7 2	D2 3
	M	R5 4	5	D3 6
	B	R6 7	8	9
		B	M	A
		ESFORÇO		

DIAGRAMA ESFORÇO / IMPACTO
PERDAS

IMPACTO				
	A	D4,D10 P1, P4 P6, P7 1	2	D2, D3 3
	M	P5, P8 4	P2, P3 5	D1 6
	B	7	8	9
		B	M	A
		ESFORÇO		

Figura 4 – Diagrama de Esforço/Impacto para os fatores de influencia no CEM
Fonte: Autores

A partir deste diagrama de esforço/impacto, foi elaborado o plano de ação ainda dentro da etapa *"PLAN",* utilizando a partir de então, da metodologia para planejamento, execução e controle das ações de resolução do problema. Na fase "*PLAN"* foram priorizadas as ações através da matriz esforço/impacto, partindo das que teoricamente causam maior impacto no controle do *CEM* exigindo um baixo esforço nas atividades. A sequência das ações, bem

como seus prazos e responsáveis são apresentados pelas figuras 5, 6 e 7 para a DB, REND e PERDAS a seguir:

Plano de Ação para Reduzir o CEM						
Fator	**Imp/Esf**	**Causa**	**Ação**	**Setor Responsável**	**Prazo**	**Função**
DB	1	D1	Plantar espécie que favoreça DB	Planejamento Florestal	3 mêses	Eng. de Planejamento Florestal
DB	1	D4	Idade de corte maior que 7 anos	Manejo Florestal	1 mês	Eng. de Operações Florestais
DB	2	D2	Melhorar espécie favorecendo DB	Pesquisa Florestal	8 anos	Eng. de Pesquisa florestal
DB	3	D6	Não plantar em locais alto déficit hídrico	Planejamento Florestal	6 meses	Eng. de Planejamento Florestal
DB	4	D9	Evitar manejo madeira de 1a/2a. rotaçao	Planejamento Florestal	1 ano	Eng. de Planejamento Florestal
DB	5	D10	Diâmetro médio maior que 12 cm	Manejo Florestal	3 meses	Eng. de Operações Florestais
DB	6	D3	Pesquisar novas espécies de > DB	Pesquisa Florestal	10 anos	Eng. de Pesquisa florestal
DB	7	D8	Evitar madeira armazenada no campo	Manejo Florestal	1 mês	Eng. de Operações Florestais
DB	9	D5	Encontrar adequado espaçamento > DB	Pesquisa Florestal	1 ano	Eng. de Pesquisa florestal
DB	9	D7	Priorizar areas de climas tropicais	Planejamento Florestal	3 meses	Eng. de Planejamento Florestal

Figura 5 – Plano de Ação para a DB
Fonte: Autores

Plano de Ação para Reduzir o CEM						
Fator	**Imp/Esf**	**Causa**	**Ação**	**Setor Responsável**	**Prazo**	**Função**
REND	1	D10	Diâmetro médio maior que 12 cm	Manejo Florestal	3 meses	Eng. de Operações Florestais
REND	1	R1	Medir e controlar diariamente espessura	Preparação Madeira	1 mês	Eng. de Produçao Celulose
REND	1	R4	Manter sufidez maior que 28 % sAA	Caustificação	1 mês	Eng. de Produçao Celulose
REND	2	D1	Plantar espécie que favoreça REND	Planejamento Florestal	3 mêses	Eng. de Planejamento Florestal
REND	2	R2	Manter > Kappa com <T e >tempo coz.	Produção de Celulose	1 mês	Eng. de Produçao Celulose
REND	2	R3	Minimizar residual de álcali do cozim.	Produção de Celulose	1 mês	Eng. de Produçao Celulose
REND	2	R7	Medir e controlar diariamente perdas fibr	Produção de Celulose	1 mês	Eng. de Produçao Celulose
REND	3	D2	Melhorar espécie favorecendo REND	Pesquisa Florestal	8 anos	Eng. de Pesquisa florestal
REND	4	R5	Favorecer >Viscosidade com <kappa	Produção de Celulose	1 mês	Eng. de Produçao Celulose
REND	5	D3	Pesquisar novas espécies de > REND	Pesquisa Florestal	10 anos	Eng. de Pesquisa florestal
REND	6	R6	Minimizar temperaturas e pH alcalino	Produção de Celulose	1 mês	Eng. de Produçao Celulose

Figura 6 – Plano de Ação para o REND
Fonte: Autores

Plano de Ação para Reduzir o CEM						
Fator	Imp/Esf	Causa	Ação	Setor Responsável	Prazo	Função
PERDAS	1	D10	Diâmetro médio maior que 12 cm	Manejo Florestal	3 meses	Eng. de Operações Florestais
PERDAS	1	P1	Manter madeira > 3,5 m	Manejo Florestal	3 meses	Eng. de Operações Florestais
PERDAS	1	P4	Instalar rolinos de apoio entre rolos acel.	Produção de Celulose	1 mês	Eng. de Produçao Celulose
PERDAS	1	P6	Instalar câmera para controlar transbordo	Produção de Celulose	2 mês	Eng. de Produçao Celulose
PERDAS	1	P7	Manter comporta do tambor funcionando	Produção de Celulose	3 mês	Eng. de Produçao Celulose
PERDAS	3	D2	Melhorar espécie para evitar quebras	Pesquisa Florestal	8 anos	Eng. de Pesquisa florestal
PERDAS	3	D3	Pesquisar novas espécies de > resistencia	Pesquisa Florestal	10 anos	Eng. de Pesquisa florestal
PERDAS	4	P5	Medir/controlar diariam. tamanho cavacos	Produção de Celulose	2 mês	Eng. de Produçao Celulose
PERDAS	4	P8	Manter rotaçao constante e nível const.	Produção de Celulose	3 mês	Eng. de Produçao Celulose
PERDAS	5	P2	Não armazenar madeira no campo	Manejo Florestal	1 mês	Eng. de Operações Florestais
PERDAS	5	P3	Minimizar espaçamento entre rolos	Produção de Celulose	2 mês	Eng. de Produçao Celulose
PERDAS	6	D1	Plantar espécie que favoreça < quebras	Planejamento Florestal	3 mêses	Eng. de Planejamento Florestal

Figura 7 – Plano de Ação para as PERDAS
Fonte: Autores

Na fase "*DO"* as ações foram conduzidas pelos seus responsáveis, de acordo com os prazos estipulados, e paralelamente realizaram-se as etapas: *"check"*, onde foi verificado o aprendizado com a execução de cada atividade, e "*action*", onde novas estratégias operacionais foram adotadas a partir da execução do plano, conforme descritas nos resultados obtidos.

6. Resultados e Discussões

As figuras 8, 9 e 10 abaixo mostram os valores ao longo do tempo de densidade básica (DB), rendimento (REND) e de perdas de madeira (PERDAS) e as setas enumeradas em cada figura apresentam as ações tomadas em cada período, conforme priorização na matriz de esforço e impacto e executadas conforme planos de ações descritos nas Figuras 5 e 7.

As ações indicadas pelas setas dos gráficos não envolvem todas dos planos de ações, pois em algumas não houve tempo suficiente para a devida avaliação e algumas não foram implementadas ainda devido à priorização não ser primárias.

Poderíamos também mostrar em algumas ações mensuráveis as tendências em gráficos para melhor elucidar os resultados e influências, no entanto, seria em demasia o número de informações apresentadas para esse trabalho.

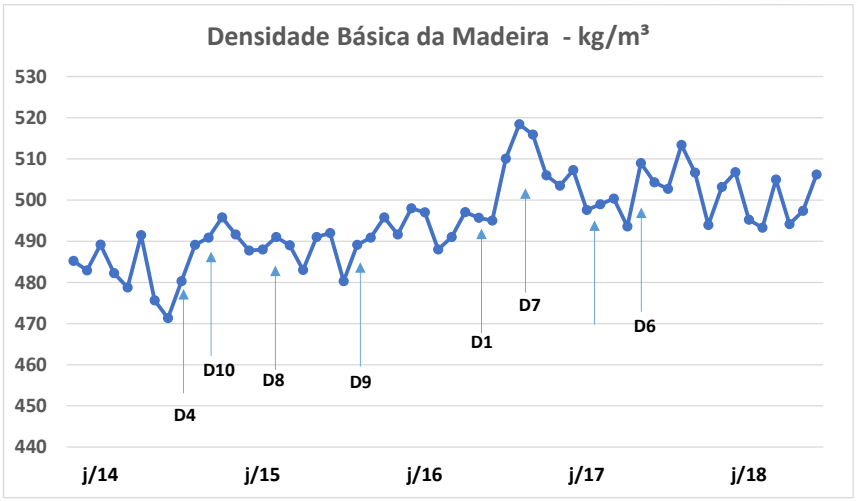

Figura 8 – Resultado das Ações para DB
Fonte : Autores

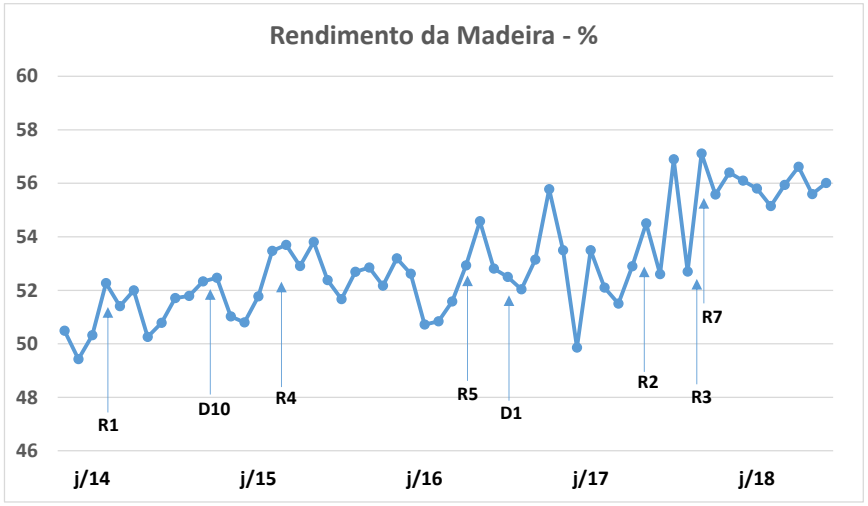

Figura 9 – Resultado das Ações para REND
Fonte : Autores

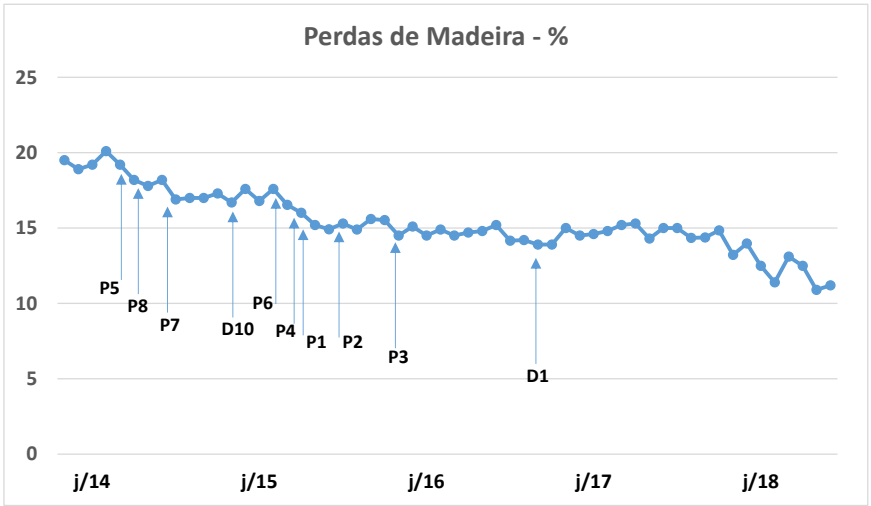

Figura 10 – Resultado das Ações para PERDAS
Fonte : Autores

E por fim, os resultados obtidos na variável principal, mostrando na Figura 11 as reduções obtidas no CEM, a medida que desenvolveu-se as ações planejadas para adequação na densidade básica (DB), rendimento (REND) e perdas de madeira (PERDAS).

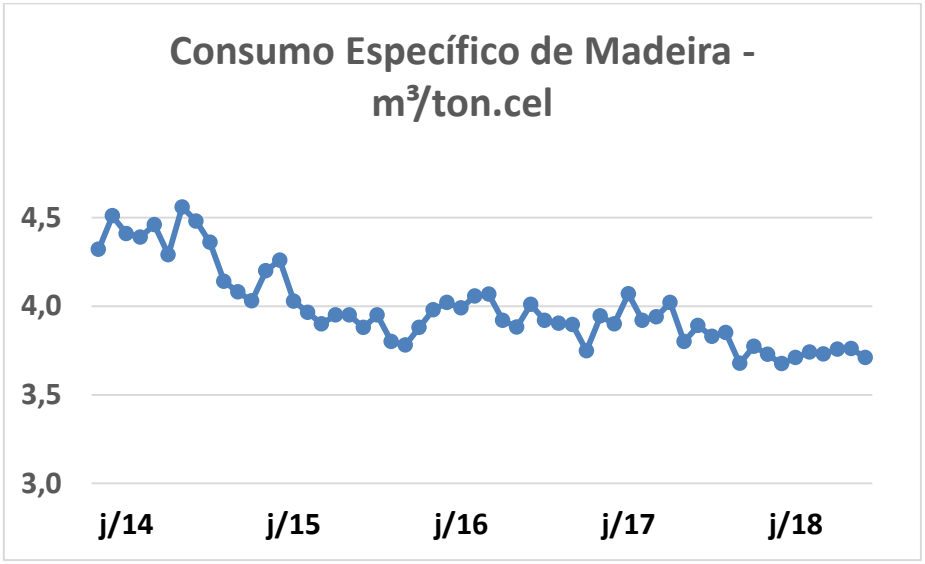

Figura 11 – Resultado das Ações no CEM
Fonte: Autores

Portanto, como podemos observar, o plano de ação foi rigidamente cumprido e em cada ação completada o grupo se reunia e rediscutia os próximos passos de forma a aumentar a assertividade das ações.

7. Considerações Finais

A utilização da técnica de melhoria contínua *PDCA* na resolução de problemas e metas de redução de custos, como é o caso do consumo específico de madeira, é uma ferramenta viável e alternativa aos métodos teóricos tradicionais de gestão de problemas, os quais focam somente na área envolvida e não nas causas originárias do problema nas diversas áreas envolvidas dentro de uma empresa.

Com o emprego da técnica de melhoria contínua *PDCA*, foram identificadas ações que permitiram adequar a densidade básica da madeira para maior que 500 kg/m3, o rendimento maior que 57% e as perdas de madeira para menor que 14%. Ressalta-se da importância do plano de ações oriundo da matriz de causa e efeito e o diagrama de impacto e esforço para controle de cada variável causa, que proporcionaram organizar os responsáveis de diversas áreas dentro deum trabalho em equipe cuja liderança era feita por todos em função dos resultados obtidos ao longo do tempo, cada um com suas ações a cumprir.

As técnicas aqui empreendidas possibilitam a replicação de estudos similares em outras unidades fabris como o objetivo do consumo específico de madeira ou outro objetivo de redução de custos. Ratifica-se que os dados aqui reportados não foram encontrados na literatura.

8. Referências

BLOG VENKI. Disponível em <http://www.venki.com.br/blog/ciclo-pdca-conceito/>

LEONEL, PAULO HENRIQUE. *Aplicação prática da técnica do PDCA e das ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais para melhoria e manutenção de resultados*. Disponível em: http://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2008_1_Paulo-Henrique-Leonel.pdf. Acesso em 10/06/2018

MORAES , F. A. B.; PIRATELLIB, C. L.; ACHCARC, J. A. *Condições ideais para o consumo específico de madeira na produção de celulose.* Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/prod/2013nahead/aop_prod0497.pdf> Acesso em 09/06/18

MORAES, **FRANCISCO DE ASSIS BERTINI DE**. *Modelo para avaliação do consumo específico de madeira e insumos energéticos no processo de produção de celulose e papel.* Dissertação de Mestrado, UNIARA. Araraquara, SP, 2011. http://www.scielo.br/pdf/prod/v24n3/aop_prod0497.pdf Acesso em 10/06/2018.

NAVARRO, R. M. S. *Revista Ciências & Tecnologia - Estudo de diferentes processos de obtenção da pasta celulósica para fabricação de papel* disponível em: <http://www.unicap.br/revistas/revista_e/artigo4.pdf> Acesso em 10/06/18.

PACHECO, A. P. R. *O ciclo PDCA na gestão do conhecimento: Uma abordagem sistêmica* Disponível em <http://isssbrasil.usp.br/artigos/ana.pdf> Acesso em 12/06/2018.

PIOTTO, ZELIA CHITTOLINA. *Eco-eficiência na Indústria de Celulose e Papel - Estudo de Caso.* 2003. 357f. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003

SANTOS, **C.P.; REIS, I. N.; MOREIRA, J. E. B. e BRASILEIRO, L. B**. **Química e Sociedade –** *Papel como se Fabrica?* Disponível em <http://www.qnesc.sbq.org.br/online/qnesc14/v14a01.pdf> 14 NOVEMBRO DE 2001 Acesso em 10/06/18.

SILVA, C. L. *Competitividade internacional da indústria brasileira exportadora de papel de imprimir e escrever à luz da cadeia de valor***.** Produção, v.15, n. 1, p. 114-126, 2005. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65132005000100010. Acesso em 10/06/2018.