

A IMPORTÂNCIA DA APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE QUALIDADE NA INDÚSTRIA QUÍMICA PARA O APERFEIÇOAMENTO DO CONSUMO DO OXIGÊNIO EM ETAPA DE PRÉ-BRANQUEAMENTO DE CELULOSE

THE IMPORTANCE OF THE APPLICATION OF QUALITY TOOLS IN THE CHEMICAL INDUSTRY FOR THE IMPROVEMENT OF OXYGEN CONSUMPTION IN PRE-WHITING CELLULOSE STAGE

RAPHAEL XAVIER DA SILVA

Graduando em Engenharia Química (2020) pela Faculdade Municipal Professor Franco Montoro, Mogi Guaçu, São Paulo.

E-mail: raxasi1368@hotmail.com

CARLOS CAETANO DE ALMEIDA

Doutor em Engenharia Mecatrônica pela UNICAMP/FEM, Mestre em Engenharia Mecânica pela UNICAMP/FEM, MBA em Engenharia e Inovação pela UAI TEC/MG, Especialista em Projetos Mecânicos por Computador pela UNICAMP/CTC, Especialista em Gestão de Qualidade e Produtividade pela UNICAMP/CTC, Especialista em Automação Industrial pela UNICAMP/CTC, Especialista de Gestão em Administração Pública pela Universidade Federal Fluminense/UFF, Especialista de Gestão em Saúde Pública pela Universidade Federal Fluminense/UFF, Engenheiro de Controle e Automação (Mecatrônica) pela UNICAMP/FEM, Graduando em Sistemas de Computação pela Universidade Federal Fluminense/UFF

E-mail: ccaetanoa@gmail.com

WILSON PRATES DE OLIVEIRA

Possui graduação em Ciências de Computação pelo Instituto de Ciências Matemáticas e Computação da Universidade de São Paulo - ICMC-USP (2006), mestrado em Engenharia de Controle e Automação - pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo - Poli-USP (2011). Atualmente é Professor Efetivo do Instituto Federal do Norte de Minas Gerais – IFNMG. Realiza pesquisas nas áreas de Sistemas Embarcados, Sistemas de Controle e Sistemas de Tempo Real - Hard Real-time.

E-mail: wprateso@gmail.com

ALYSSON FERNANDES MAZONI

Doutorando em Engenharia Mecânica pela UNICAMP/FEM, Mestre em Engenharia Mecânica pela UNICAMP/FEM, Engenheiro de Controle e Automação (Mecatrônica) pela UNICAMP/FEM

E-mail: alysson.mazoni@gmail.com

RESUMO

Nos dias atuais, a demanda por mão de obra qualificada e com múltiplas competências é necessária em qualquer ramo industrial. Com o advento da indústria 4.0 a procura por colaboradores com aptidões gerenciais e multitarefa tem-se intensificado, para que consigam desempenhar sua função não mais isoladamente, mas sim, como uma parte integrada de um processo mais amplo. Por isso estudos para novas formas de aplicar ferramentas da qualidade e como cada colaborador pode melhor auxiliar para que estes objetivos possam ser alcançados são cada vez mais desafiadoras e necessárias. O presente estudo tem como objetivo analisar a importância da aplicação das ferramentas de qualidade na indústria química, para o aperfeiçoamento do consumo de oxigênio em etapa de pré-branqueamento de celulose, utilizando-se de métodos e a aplicação de teorias com conteúdos gerenciais voltados para qualidade e desenvolvimento de produtos.

Palavras-chave: Indústria 4.0, Ferramentas de qualidade, Melhoria contínua.

ABSTRACT

Nowadays, the demand for qualified and multi-skilled labor is necessary in any industrial branch. With the advent of industry 4.0, the demand for employees with managerial and multitasking skills has intensified, so that they can perform their function no longer in isolation, but rather, as an integrated part of a broader process. That is why studies for new ways to apply quality tools and how each employee can best assist so that these goals can be achieved are increasingly challenging and necessary. The present study aims to analyze the importance of the application of quality tools in the chemical industry, for the improvement of oxygen consumption in the pre-bleaching stage of cellulose, using methods and the application of theories with managerial contents aimed at quality and product development

Keywords: industry 4.0, quality tools, continuous improvement

1 INTRODUÇÃO

O surgimento da máquina a vapor ao final do século XVIII serviu de gatilho para uma nova era no desenvolvimento humano. A primeira revolução industrial a partir de 1780 trouxe mecanização de agricultura, estruturação de ferrovias e teares mecânicos, assim como uma nova perspectiva e um novo cenário mundial. Noventa anos depois, a energia elétrica e o petróleo ratificaram a importância da indústria, a invenção de novas máquinas, o desenvolvimento de produtos químicos e as linhas de montagem, a qual possibilitaram a produção em massa. Na terceira revolução industrial, houve popularização da rede de computadores, tecnologia da informação, ampliação das aplicações da robótica, microeletrônica, difusão da internet para pessoas e empresas. Já a quarta revolução, ou a Indústria 4.0, é a era da conectividade digital, três categorias a representam bem, sendo a do mundo físico, virtual e biológico, cada uma delas com suas características, vantagens e desvantagens (PASQUINI, 2018; ALMEIDA, 2019).

Paralelamente às revoluções industriais, percebeu-se a necessidade de aperfeiçoar os meios de produção, dentre os vários métodos criados tem-se três grandes influências na história da produção industrial: Taylorismo, Fordismo e Toyotismo. Taylor propôs que fosse criado um padrão de trabalho a fim de otimizar o tempo e conseqüentemente obter uma maior produtividade.

Henry Ford criou a linha de produção, onde cada funcionário tinha uma tarefa específica, o que o tornava “especialista” na sua etapa do processo, assim como o treinamento e

substituição quando era necessário. Toyota trouxe um pacote de ferramentas que atuam em diversos seguimentos da produção. Cada um trouxe uma inovação frente à crescente necessidade de cada época e melhorias significativas no modo a produzir bens de consumo em geral, e a qualidade passou a fazer parte cada vez mais do cotidiano (RIBEIRO, 2015).

Na época atual, com a crescente necessidade das empresas em redução de custos, aliada à manutenção da qualidade de seu produto, o conceito de Indústria 4.0 têm obtido grande destaque, uma vez que todo o processo é controlado por computadores, desde a concepção do produto com a ajuda da inovação tecnológica, chegando até o pós venda e serviços de atendimento ao cliente. As informações desses produtos podem ser acessadas remotamente e diagnosticado possíveis defeitos, logo o emprego destas ferramentas de maneira correta faz toda diferença no sucesso de uma companhia (BECKER et al, 2018).

Segundo César (2011) para sustentar a produção se faz necessária a aplicação contínuo e profundo do Controle de Qualidade Total (TQC), aonde é de fundamental importância a participação dos funcionários na sua elaboração, implantação e execução.

De uma forma geral a Indústria 4.0 traz inúmeras possibilidades e melhorias, com o avanço na tecnologia, na conectividade das estações de trabalho, produtos e serviços, mas ainda não são todas as empresas que estão prontas para essa nova realidade, pois requer uma profunda transformação em todos os aspectos dentro de qualquer organização (PASQUINI, 2018).

A infra-estrutura que sustenta e serve como pilar para a indústria 4.0 é a

área de T.I.(Tecnologia da Informação), responsável por toda automação do processo, o que pode garantir sucesso do projeto uma vez que a área de T.I. têm assumido um papel significativo dentro do ambiente industrial, porém uma má gestão do projeto de instalação dessa infra-estrutura pode tornar-se

obsoleta, assim como no âmbito tecnológico (ALMEIDA et al, 2015; ALMEIDA, 2019).

Este trabalho tem como objetivo realizar a aplicação prática das ferramentas de qualidade para otimizar o consumo do oxigênio na etapa pré-branqueamento de celulose.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO TEÓRICA

As ferramentas de qualidade vêm se aperfeiçoando ao longo do tempo e desde seus primórdios até hoje tem como principal atribuição a padronização de um produto, serviço ou uma linha de produção, com o objetivo de garantir que todos tenham a mesma qualidade. Quando se fala de qualidade de serviços, estes podem ser diretamente para consumidores ou como serviços dentro de uma linha de produção, por exemplo, a área de manutenção de uma empresa, é ela quem presta “serviços” para a produção e a qualidade desses serviços prestados, impactam diretamente a aplicação de ferramentas para esse tipo de segmento (JUNIOR, 2010).

caracterizavam o novo sistema da Toyota.

Maximizar a produção minimizando os recursos é a base dessa ferramenta que busca tirar o melhor da produção em massa e da produção artesanal, essa combinação possibilita o melhor de cada um desses métodos produzindo o necessário e otimizando o tempo.

Para se manter forte no mercado globalizado, é preciso não apenas aplicar o sistema *Lean*, mas para mantê-lo saudável e em constante evolução é aplicado o *Kaizen* (melhoria contínua) sendo um dos pilares desse sistema, nessa ferramenta é incentivado o constante aperfeiçoamento identificando seus pontos de desperdício e eliminando o tempo ocioso (RIANI, 2006).

2.1. Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*)

A Manufatura Enxuta (*Lean Manufacturing*) surgiu no Japão após a Segunda Guerra Mundial devido à falta de recursos. Não era possível fazer produção em massa introduzida pela Ford e General Motors no início do século. Para conseguir competir no mercado a Toyota desenvolveu esse sistema que eliminava desperdícios para obter um custo menor e conseqüentemente ganhar mercado internacional. Ampla capacidade de produção, a flexibilidade e a qualidade

2.2. SIPOC

A ferramenta SIPOC *Suppliers* (fornecedores), *Inputs* (entradas), *Process* (processos), *Outputs* (saídas) e *Costumers* (clientes), representado na Figura 1, pode ser utilizada sempre que for necessário atuar sobre o desperdício e custo do processo, isso traz um melhor entendimento dos elementos críticos do processo, descrevendo suas interfaces com clientes e fornecedores. Abrange tanto a área de produtos como a de serviços e é baseado no sistema *Lean*. Pensando no cliente o SIPOC visa as

melhores estratégias que devem ser usadas dentro de sua cadeia de custódia (SILVA, 2019; CARLETO 2019).

Figura 1: SIPOC



Fonte: ROMEIRO; ARAUJO; ARAUJO, (2017)

Através de sua utilização é possível criar indicadores de desempenho de fornecedores e satisfação do cliente, além do controle de suas entradas e saídas, identificando os desperdícios que podem alcançar melhorias e clara visão do todo, alcançando assim um nível de qualidade maior (ROMEIRO; ARAUJO; ARAUJO, 2017).

2.3. Trabalho padronizado

Para garantir o uso das melhores práticas, essa ferramenta busca a execução de atividades da melhor maneira, como a redução de variação dentro do processo e entre as operações. Essa redução garante a qualidade do produto e sua manutenção, melhoria da capacidade de realização de tarefas, diminuição de quebras e paradas de equipamentos, melhora na segurança, menor tempo de *setup*, entre outros. Esses são alguns dos pontos positivos na padronização do trabalho (ARTHUS, 2018).

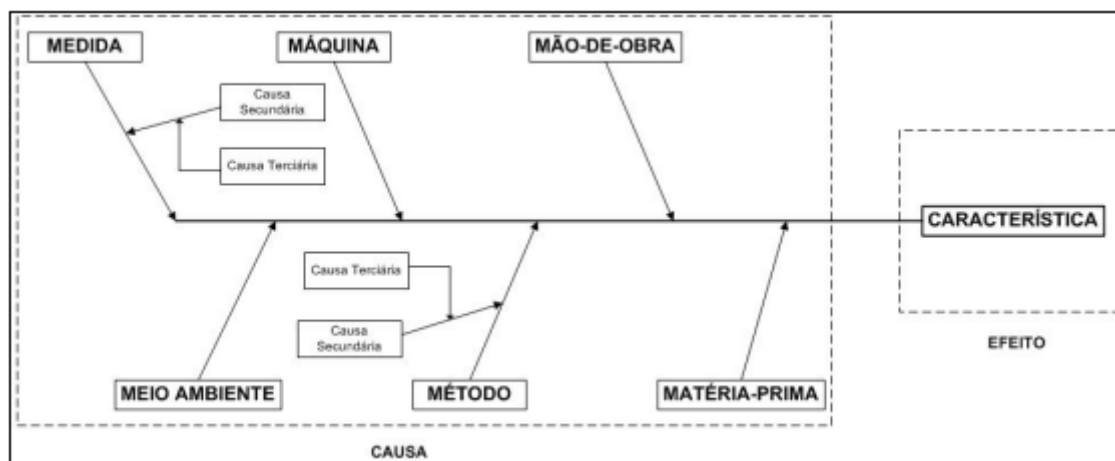
2.4. Poka yoke

Um dos "braços" do sistema *Lean* o *Poka yoke* que significa a prova de erros, foi criado pela Toyota para proteger e prevenir que as peças defeituosas chegassem aos clientes. Sua ideia veio de um tear auto ativado, o qual fazia o tear parar de funcionar ao encontrar um defeito, permitindo assim, a operação de vários teares ao mesmo tempo. Sua aplicação permite o uso desde dispositivos manuais até sistemas de controle, intertravamentos mecânicos e eletrônicos (CONSUL, 2015).

2.5. Ishikawa (Causa e Efeito)

Assim como muitas ferramentas, o método de Ishikawa (Causa e Efeito), Figura 2, tem como principal finalidade apontar a causa raiz de defeitos. Por se tratar de uma ferramenta visual, torna-se fácil a identificação das causas que impossibilitam o fluxo contínuo do processo. Também conhecido como espinha de peixe devido sua disposição (NADAE; OLIVEIRA, OLIVEIRA, 2009).

Figura 2: Diagrama de Ishikawa



Fonte: GIROTO; CHIROLA, (2010)

O diagrama de Ishikawa pode ser chamado também como 6M devido suas subdivisões da causa, método, mão de obra, medição, meio ambiente, máquina e matéria prima. Cada uma representa uma característica do processo. Devem ser eliminadas as possibilidades da causa, identificando e corrigindo o erro (GIROTO; CHIROLA, 2010).

2.6. 5S

A qualidade baseia-se em conservar um ambiente de trabalho organizado e limpo, isso cria maior produtividade, motivação e segurança

para todos os envolvidos. Eficiente e simples, o 5S é uma ferramenta básica na organização do local de trabalho, desenvolve a qualidade através de sua pratica, tendo sua aplicação abrangente.

Tendo sua origem na década de 60 no Japão, cada "S" é uma palavra diferente, que faz menção sobre um senso diferente, são eles, Seiri (Utilização), Seiton (Organização), Seiso (Limpeza), Seiketsu (Saúde), Shitsuke (Disciplina). Na tabela 1, são apresentadas as características resumidas dos 5S (ALVES, 2003).

Tabela 1 - 5S

S	Sensos	Prática
1º	SENSO DE	SEPARA O QUE UTILIZA DAQUILO QUE NÃO UTILIZA
	UTILIZAÇÃO	RECICLAGEM OU VENDA
2º	SENSO DE	ARRUMAR, IDENTIFICAR, PADRONIZAR.
	ARRUMAÇÃO	A LOCALIZAÇÃO DE SER ACESSIVEL A TODOS
3º	SENSO DE	LOCAL DE TRABALHO LIMPO E ORGANIZADO
	LIMPEZA	
4º	SENSO DE	FISICA E MENTAL, RELACIONAMENTO.
	SAÚDE	MINIMIZAR RISCOS DE ACIDENTES
5º	SENSO DE	MANUTENÇÃO DO 5S, RESPONSABILIDADE.
	DISCIPLINA	COMPROMISSO, ETICA E MORAL.

Fonte: Próprio Autor (2020)

2.7. Pré-branqueamento da polpa de Celulose

Base importante no sistema econômico mundial e com acúmulos de crescimento em receitas de exportação ano após ano a indústria de papel e celulose tem grande representatividade no cenário comercial. No Brasil o setor mostra investimentos impactantes contribuindo para o crescimento econômico do país e no setor.

O mercado rege os parâmetros de qualidade da polpa branqueada e para atingir esses parâmetros é necessário remover alguns componentes de madeira. Devido a crescente preocupação com o meio ambiente e o impacto que um processo produtivo tem sobre ele, constantes estudos para o desenvolvimento de novos meios de processo que minimizam, consumo de químicos, água, degradação da polpa, agressão ao meio ambiente e maximizando o rendimento da polpa.

Algumas dessas modificações passam pela eliminação do uso de cloro elementar, que apesar de eficiente, é altamente poluente e também por exigências governamentais, porém o aumento no consumo dos reagentes elevaria o custo final do produto, uma das alternativas encontrada foi a implantação de etapas de pré-branqueamento, com aplicação de oxigênio e licor branco oxidado, a opção pelo uso de oxigênio se dá devido ao seu custo que é menor se comparado com os demais reagentes (FAVERO et al, 2014).

3. METODOLOGIA

Foi realizada a aplicação prática das ferramentas de qualidade para aperfeiçoar o consumo do oxigênio em etapa pré-branqueamento de celulose, o oxigênio é utilizado para oxidação do licor branco e na oxidação da lignina da polpa. Os cumprimentos das seguintes etapas efetivaram a eficiência do projeto:

- A3 do Processo
- Voz do Cliente
- Mapeamento do processo /SIPOC
- Trabalho Padronizado

3.1. A3 do Processo

Devido ao contrato de *Take or Pay*, era utilizado excesso de oxigênio na oxidação da polpa, mesmo assim, por vários meses o consumo de oxigênio ficava acima do contrato, o que representou um custo adicional significativo.

3.2. Voz do Cliente

Com o levantamento dos elementos críticos do processo foi possível mapear as características que afetam a qualidade intermediária e final da polpa de celulose branqueada assim como rotinas do processo e ritmo de produção. Uma vez identificados os elementos críticos foi possível compreender as variações e atuar diretamente nas que causavam o maior impacto no processo, custo e qualidade.

3.3. Mapeamento do Processo (SIPOC)

Um levantamento foi realizado para identificar todos os insumos pertencentes desta etapa do processo assim como seus fornecedores, a própria etapa produtiva, parâmetros de qualidade e os consumidores da próxima etapa. Através desse mapeamento foi possível verificar as variáveis que afetavam direta e indiretamente o andamento do processo produtivo, com essas informações

disponíveis facilitou a tomada de decisão sobre como atuar nessas variáveis.

3.4. Trabalho padronizado

Para garantir que a padronização do trabalho, foi realizada a revisão dos procedimentos operacionais e alteração na programação do sistema, além da utilização de 5S e um *poka yoke* a fim de limitar entrada de dados para não comprometer a qualidade do produto e seu custo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Voz do Cliente

Os elementos críticos levantados auxiliam onde devem ser concentrados os maiores esforços para redução do consumo de oxigênio, para a qualidade um Kappa entre 11 e 12,5, Viscosidade maior que 25cP (*centipoise*) e o licor branco e oxigênio entre 3 e 4,0 kg/adt (quilograma por tonelada de celulose seca ao ar) são os elementos críticos.

Na Tabela 2 é possível observar os elementos críticos citados acima:

Tabela 2 – Elementos críticos

CTQ Critical To Quality	CTSS Critical To Service/Safety	CTC Critical To Cost	CTD Critical To Delivery
Kappa Deslignificação 11- 12,5	Análises de Processo feitas dentro da rotina	Kappa Deslignificação < 12,5	Entrega de 1030 ton/dia
Viscosidade > 28 cp			
Oxigênio Reator de Licor Branco entre 3 e 4kg/adt			

FONTE: Próprio Autor (2020)

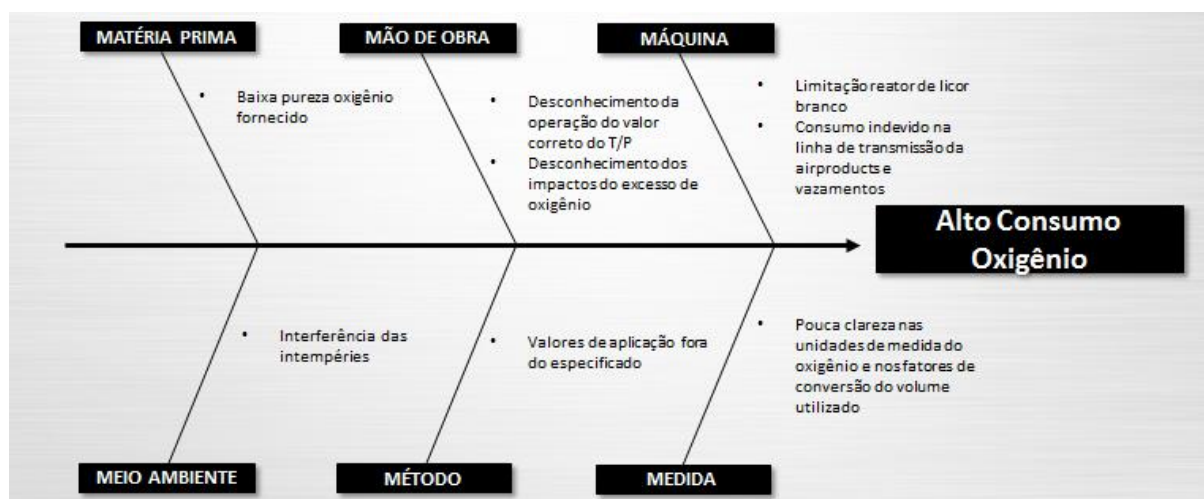
As análises de processo feitas dentro da rotina são os elementos críticos dentro do serviço e segurança.

Elemento crítico para o custo é um Kappa menor que 12,5 na etapa de pré-branqueamento. Entretanto, um Kappa maior reduz o custo, mas afeta diretamente na qualidade, uma produção de 1030 ton./dia é o elemento crítico de entrega.

4.2. Ishikawa (espinha de peixe)

Na Tabela 3 foi possível identificar todas as causas que elevaram o consumo de oxigênio e com a tratativa adequada houve a redução no consumo.

Tabela 3: diagrama de Espinha de Peixe



FONTE: Próprio Autor (2020)

Os 6M's apresentaram as seguintes causas:

- Máquinas: Reator de licor branco limitado, vazamentos e consumo indevido na linha de transmissão de oxigênio;
- Medição: Pouca clareza nas unidades de medida e suas conversões;
- Método: Aplicação fora de especificação;
- Mão de obra: Desconhecimento dos impactos de excesso de

oxigênio e valor correto de trabalho;

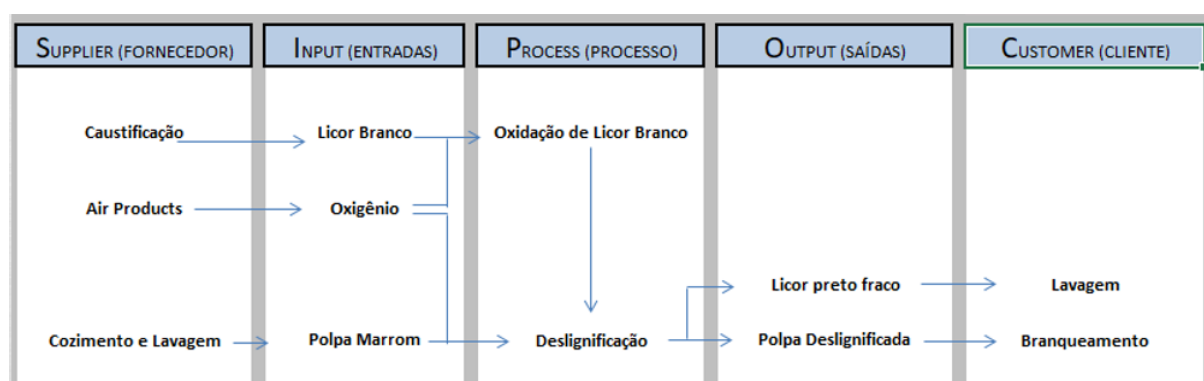
- Matéria prima: Baixa pureza do oxigênio fornecido;
- Meio Ambiente: Interferência das intempéries, linhas de vapor com isolamentos danificados geravam

perda de temperatura, diminuindo a eficiência.

4.3. Mapeamento do Processo

Através do mapeamento do processo foram identificadas todas as entradas e saídas, seus fornecedores e clientes como mostra a Tabela 4.

Tabela 4 – Fornecedores e Consumidores do processo



FONTE: Próprio Autor (2020).

A etapa de deslignificação, ocorre pela oxidação do licor branco, como fornecedores tem-se o setor de Caustificação, responsável pelo fornecimento do licor branco para esta etapa do processo. A empresa terceirizada fornece o oxigênio tanto para o processo quanto para a oxidação do licor branco, o Cozimento e Lavagem fornecem a polpa para esta etapa onde ocorre a Deslignificação da polpa.

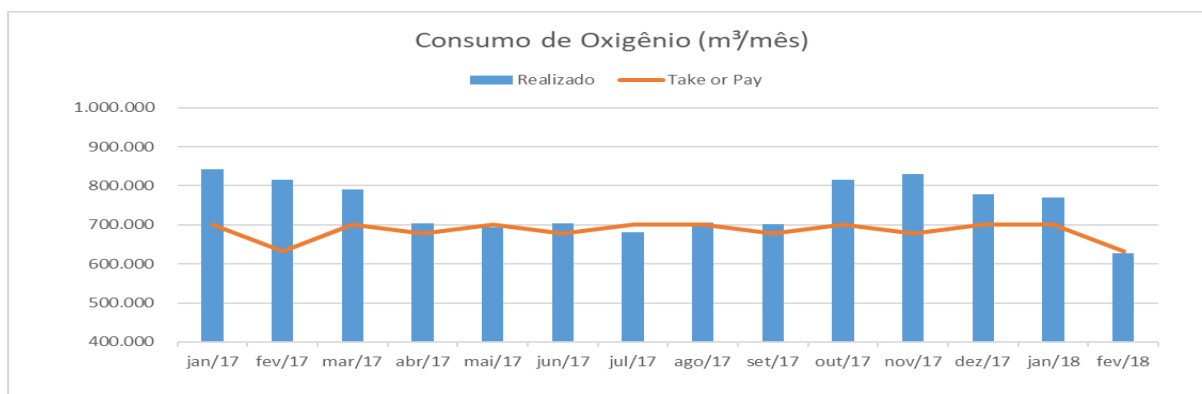
Como saídas tem-se o licor negro fraco e a polpa Deslignificada e seus

destinos são a etapa de lavagem e branqueamento respectivamente.

4.4. Avaliação dos Dados

De acordo com a figura 3 é possível verificar que em alguns meses o consumo excedeu ao valor de contrato, elevando custo no produto final.

Figura 3 – Gráfica do Consumo de Oxigênio

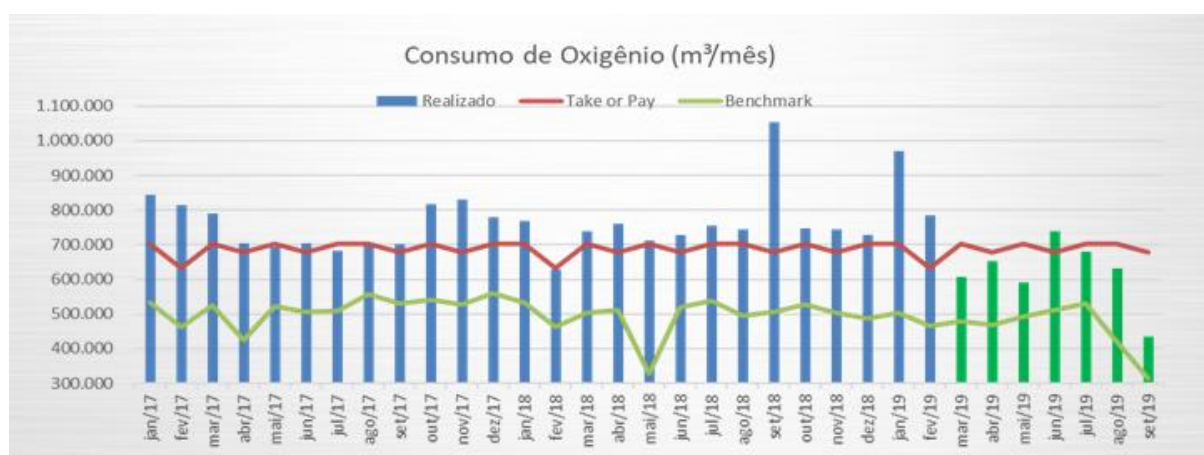


FONTE: Próprio Autor (2020)

Após aplicação das ferramentas (Figura 4) houve uma redução significativa no consumo gerado. Nele foi possível identificar a melhoria gerada pelas novas diretrizes operacionais. Alguns pontos discrepantes no gráfico (Set/18 e Jan/19) são ocorrências de distúrbios do

processo não programados. Com a melhoria do consumo no processo foi possível obter uma nova média de consumo, mais baixa e mais barata.

Figura 4 – Gráfica do Consumo de Oxigênio



FONTE: Próprio Autor (2020)

Um ponto importante é definir esse novo patamar de consumo como padrão a ser seguido, com essa melhora uma reação em cadeia acontece, pois deixa de ter um alto consumo e reduz o custo do insumo e do produto final.

Outro ponto importante é observar sempre o *benchmarking* já que ele pode ser usado na melhoria funcional dos

processos e a criação de novas ideias baseado no que já está sendo realizado, como a aplicação de químicos, pois ele permite o entendimento de como é contabilizado o consumo dos insumos em cada caso e também indica o limite do consumo.

5. Conclusões

Vê-se pelo que precede que bons planejamentos passam pelas escolhas das ferramentas de qualidade que sejam mais adequadas na resolução dos problemas inerentes dos processos produtivos, cada uma delas complementa a anterior de forma que é possível coletar corretamente todos os dados necessários, fazer levantamentos e encontrar as causas das falhas.

A identificação dos pontos críticos da etapa, envolvendo qualidade, processo, custo e produção abrangeram todos os pontos necessários para o êxito desse projeto, o levantamento das causas raízes do problema identificou onde deveriam ser concentrados os maiores esforços para a resolução do problema de desperdício de oxigênio. A análise do SIPOC conectou o processo com sua cadeia produtiva. A análise final dos dados comparou o antes e depois da aplicação das ferramentas e validaram suas aplicações.

Em cada etapa foi possível aproximar-se da solução do problema enfrentado, a aplicação das ferramentas corretas de qualidade permite obter ganhos operacionais e financeiros significativos assim como a importância de sua manutenção e replicação em outras áreas onde são possíveis suas aplicações podendo haver a substituição de algumas ferramentas.

É importante também o registro de todas as atualizações para que possa ser transmitido para novos operadores e novos funcionários através de treinamentos, a revisão constante dos procedimentos e atualização dos sistemas de controle também são fundamentais para essa manutenção, alterações que são aparentemente simples podem resultar em ganhos financeiros relevantes.

6. Referências Bibliográficas

ALMEIDA, CARLOS CAETANO DE et al. Planejamento Estratégico de TI. **RACRE-Revista de Administração**, v. 15, n. 19, 2015.

ALMEIDA, Carlos Caetano de. **Identificação e classificação de imagens usando rede neural convolucional e machine learning**: implementação em sistema embarcado. 2019.

ALVES, Nelson Aparecido et al. **Utilização da ferramenta "boas praticas de fabricação (BPF)" na produção de alimentos para cães e gatos**. 2003.

ARTHUS, Murilo Gattás et al. **Proposta de sistemática de apoio à decisão para aplicação de ferramentas relacionadas ao Lean em projetos de melhoria contínua: um estudo de caso**. *Proposal of decision making aid systematic for applying Lean-related tools on continuous improvement projects: a case study*. Unicamp 2018.

BECKER, Adriano et al. OS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0 ASSOCIADOS À ABORDAGEM DA CAPACIDADE DINÂMICA. **Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657**, v. 2, n. 1, p. 123-136, 2018.

CÉSAR, Francisco I. Giocondo. **Ferramentas básicas da qualidade**. biblioteca24horas, 2011.

CONSUL, Josiel Teixeira. **Aplicação de Poka Yoke em processos de caldeiraria**. *Production*, v. 25, n. 3, p. 678-690, 2015.

FAVERO, Cristiano et al. Aspectos gerais do processo de pré-branqueamento de celulose. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 36-96, 2014.

GIROTO, André Vitor Ortega; CHIROLI, Daiane Maria De Genaro. **Utilização do ciclo PDCA associado ao Diagrama de Ishikawa como ferramentas de gestão em uma organização não governamental**. *Trabalhos de Conclusão de Curso do DEP*, v. 6, n. 1, 2010.

JUNIOR, C. C. M. F. **Aplicação da Ferramenta da Qualidade (Diagrama de Ishikawa) e do PDCA no Desenvolvimento de Pesquisa para a reutilização dos Resíduos Sólidos de Coco Verde.** INGEPRO–Inovação, gestão e produção, v. 2, n. 09, 2010.

NADAE, Jeniffer de; OLIVEIRA, José Augusto de; OLIVEIRA, Otávio José de. **Um estudo sobre a adoção dos programas e ferramentas da qualidade em empresas com certificação ISO 9001: estudos de casos múltiplos.** Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, n. 4, p. 93, 2009.

PASQUINI, Tatiana Cabreira de Severo. Proposta de ferramenta para relacionar os princípios da gestão da qualidade aos pilares da indústria 4.0: a influência da indústria 4.0 na área da qualidade. 2018.

RIANI, Aline Mattos. Estudo de caso: o lean manufacturing aplicado na Becton Dickinson. **Monografia (Graduação) Programa de Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora**, 2006.

RIBEIRO, Andressa de Freitas. Taylorismo, fordismo e toyotismo. **Lutas Sociais**, v. 19, n. 35, p. 65-79, 2015.

ROMEIRO, SANDRO COSTA; DE ARAUJO, MARCO ANTÔNIO; ARAUJO, FELIPE COSTA. **O ESTUDO DA CADEIA PRODUTIVA DO VIRABREQUIM PARA IDENTIFICAÇÃO DAS NÃO CONFORMIDADES UTILIZANDO AS FERRAMENTAS SIPOC E PDCA.** Revista Científica e-Locução, v. 1, n. 12, p. 19-19, 2017.

SILVA, Izadora Sousa; CARLETO, Nivaldo. **PROPOSTA DE IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA SIPOC PARA A REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM EPIs E OTIMIZAÇÃO DE PROCESSOS.** 2019.