

# ANÁLISE DA REDUÇÃO DE DESPERDÍCIOS EM UMA USINA TERMELÉTRICA: UM ESTUDO SOB A ÓTICA DA INDÚSTRIA 4.0

Marcos Ronaldo Albertin  
[albertin@ot.ufc.br](mailto:albertin@ot.ufc.br)

Jusicleiton Santos Pereira (Universidade Federal do Ceará)  
[jscltn@gmail.com](mailto:jscltn@gmail.com)



*A indústria 4.0 impulsionou uma série de avanços na cadeia produtiva, contribuindo para a redução substancial de desperdícios nas organizações. Nesse contexto, o presente estudo apresenta a redução de tempo operacional com a digitalização de um processo de controle realizado na área de Operações dentro de uma usina termelétrica, no estado do Ceará. O referencial bibliográfico aborda a compatibilidade das ferramentas do Sistema Toyota de Produção com as técnicas e tecnologias da Indústria 4.0. Para a realização do estudo de caso foram coletados dados referentes ao tempo de execução da atividade de lançamento de ordens de serviço. Os tempos foram medidos por meio de um cronômetro desde o início até o fim do último lançamento e os dados foram armazenados em uma planilha eletrônica. Para fins de comparação, tais dados foram coletados em dois momentos distintos: antes da digitalização e depois do uso de um link, da extensão Google Forms, como meio para apontamentos dos dados por parte dos operadores. Aplicada a supracitada ferramenta, percebeu-se de forma clara que a etapa final do processo de lançamento de ordens de serviço, que antes consumia 10,09% da carga horária mensal do funcionário responsável apresentou uma redução de 81,89% no tempo gasto com a atividade (por execução), chegando a apenas 1,83% mensais. Ademais, foram identificados outros ganhos nas demais etapas da atividade, como redução do deslocamento do colaborador, redução de erros e agilidade no lançamento das informações.*

*Palavras-chave: Indústria 4.0, Digitalização, STP*

## 1. Introdução

A 4ª Revolução Industrial, também conhecida como *Advanced Manufacturing* e Fábricas Digitais, teve o seu lançamento no ano de 2011, por meio de uma iniciativa de uma associação de representantes de empresas, academias e governo alemão, conhecida como “Indústria 4.0”, onde a mesma apoiou a ideia para fortalecer a competitividade da indústria alemã (HERMANN, 2016).

Seu objetivo é estabelecer a criação de valor inteligente, interconectado e focado no cliente. Um ponto fundamental desse conceito é a junção do ambiente físico com o virtual, possibilitando a integralização entre os processos físicos e os computacionais, onde recebem o nome de Sistemas Físicos Cibernéticos. Para as organizações adeptas destes conceitos, dar-se o nome de Fábricas Inteligentes ou *Smart Factories* configurando a base da Indústria 4.0 (I 4.0).

A comunicação entre os processos físicos e os computacionais corrobora para a otimização das atividades, uma vez que essa integração é capaz de reduzir o tempo de execução de uma atividade, redução da necessidade de mão de obra, movimentação desnecessária, dentre outros fatores. Tal melhoria contribui de forma direta com a redução de custos dentro da organização (SORDAN et al., 2019).

Por outro lado, um dos principais desafios da indústria é a eliminação de desperdícios de seus processos por menor que ele seja e sua representação dentro do todo não seja tão significativa, mas que, somado a outros, podem compor uma parcela significativa dentro da organização (Albertin e Pontes, 2016).

A eliminação de desperdícios é algo que pode ser feito através da implementação da filosofia Lean do Sistema Toyota de Produção, onde a mesma aborda diversos conceitos e práticas que, quando implementadas contribuem de forma positiva no desempenho da organização. A abordagem enxuta pregada pela filosofia é fundamentada em fazer bem as coisas simples e sempre fazê-las cada vez melhor visando a eliminação de todos os desperdícios em cada etapa do processo. “Os 7 desperdícios”, lista as possíveis perdas que podem ocorrer dentro de um processo e que podem ser fatores significantes no seu desempenho (Albertin e Pontes, 2016). Shigeo Shingo (1996) lista os sete desperdícios (transporte, estoque, movimentação, espera, processamento, superprodução e defeitos) que podem existir dentro de um processo produtivo, seja no todo ou em parte dele, em ambos é possível identificar essas perdas e o impacto que

elas têm dentro da organização e diante disso, realizar ações com intuito de eliminá-las ou mitigá-las agregando valor à determinada atividade ou processo.

Dessa forma, a digitalização dos processos de controle contribui de forma significativa, uma vez que a mesma proporciona várias reduções dentro dos processos como tempo de execução de uma atividade, tempo de execução de um processo como um todo, redução de movimentação, tempo de espera, redução de super processamento (etapas que não agregam valor a atividade), desperdício de recursos.

Com base nesse contexto, o estudo a seguir objetiva apresentar a aplicação da digitalização dos processos de controle e os resultados obtidos por meio da implementação dessa prática em uma atividade realizada no setor de Operações de uma usina termelétrica situada no Complexo do Pecém, visando a inovação e a tecnologia na otimização dos processos.

## **2. Fundamentação teórica**

### **2.1 Indústria 4.0**

A Indústria 4.0 baseia seu desenvolvimento e implementação em alguns princípios que podem traduzir os sistemas de produção inteligentes da I 4.0. São eles: a capacidade operacional otimizada, a virtualização das informações, a descentralização do trabalho, a orientação a serviços e a modularidade (TOTVS, 2020).

Schwab (2016) descreve o quanto a quarta revolução industrial é diferente das três anteriores, que se caracterizaram principalmente por descobertas tecnológicas. As inovações atreladas a indústria 4.0 melhoram drasticamente a eficiência dos processos produtivos e ajudam a regenerar o ambiente natural através de um melhor gerenciamento de ativos. A indústria 4.0 tende a substituir a mão de obra humana por processos automatizados, principalmente atividades rotineiras e com risco a saúde e segurança.

Segundo Schwab (2016), essa revolução vai agir e intensificar um ponto já presente em nosso mercado consumidor, a customização dos produtos e serviços. Sendo assim, toda aquela integração entre máquinas e sistemas inteligentes, fará toda a diferença (SANTANA et al., 2019).

### **2.2 Operações enxutas**

O princípio chave de operações enxutas é relativamente claro e fácil de entender – significa – mover-se na direção de eliminar todos os desperdícios de modo a desenvolver uma operação

que é mais rápida, mais confiável, produz produtos e serviços de mais alta qualidade e, acima de tudo, opera com custo baixo (SLACK, 2009).

### 2.3 Sete desperdícios

A Toyota listou sete possíveis desperdícios que podem ocorrer em um processo e estes podem ser aplicados em inúmeros tipos de operações diferentes – seja serviço como de manufatura – formando a base da filosofia enxuta.

- Superprodução: está ligado ao fato de produzir além da necessidade para o processo seguinte, considerado pela Toyota a maior fonte de desperdício em um processo. Cada etapa do processo deve produzir exatamente o que é exigido pelo processo seguinte atendendo à demanda real. A produção em quantidade ou ritmo maior que o necessário acarreta a utilização desnecessária de recursos, gerando estoques, deslocamentos etc., absorvendo a capacidade que deveria ser utilizada para fazer o esperado pelo cliente;
- Tempo de Espera: Eficiência do homem e eficiência do equipamento são medidas comuns utilizadas para avaliar os tempos de espera de máquinas e mão-de-obra, respectivamente. Para o sistema *lean* o ideal é que todos os processos sigam um fluxo contínuo e entreguem de forma rápida e sem interrupção o produto ao cliente. Este desperdício ocorre quando alguma etapa do processo não consegue ao fluxo do processo, ou seja, não supre a necessidade do cliente resultando na redução da eficiência da próxima etapa;
- Transporte: Caracteriza-se pela movimentação de materiais dentro do processo que não agregam valor;
- Processo: São tidas como perdas por processamento, operações que não agregam valor ao processo. São etapas que são executadas em uma atividade, mas que poderiam ser eliminadas que não causariam perdas, mas sim, otimização no processo;
- Estoque: Segundo Picchi (2019) se o que é produzido não é consumido – seja pelo consumidor final, seja pelo processo seguinte numa cadeia produtiva – temos estoques, um dos principais indicadores de um sistema com problemas. O custo financeiro de capital parado e não vendido é o desperdício mais evidente e pode retardar a detecção de defeitos, gerando retrabalhos em grandes lotes;
- Movimentação: Segundo Picchi (2019) movimentos de pessoas sem necessidade também são desperdícios: consomem tempo que não está sendo usado para produzir ou

criar valor. O ideal é que todo o movimento de um trabalhador seja usado para produzir, para criar valor;

- Defeitos: O ideal, num processo produtivo, é produzir certo “da primeira vez”. Pois assim, é claro, não será preciso produzir de novo. O sétimo desperdício identificado por Ohno é um dos que mais ocorrem nas organizações tradicionais: gastar tempo, gente e recursos para refazer, corrigir ou retrabalhar o que foi feito de forma errada. Isso envolve uma série de desperdícios típicos de processos produtivos cheios de falhas: necessidades de inspeções, manejos de refugos etc. Os exemplos são muitos e diversificados. Não depender do tipo de empresa, do produto, do serviço, mas os desperdícios mais comuns são esses (PICCHI, 2017).

## **2.4 Digitalização de processos**

A I 4.0 enfatiza a digitalização de toda a cadeia de valor. A informação em forma digital é um dos pilares da Fábrica Digital e realiza a integração de produtos, processos e máquinas.

A digitalização dos processos produtivos na indústria é um caminho sem volta. Ela é o motor da nova revolução industrial, que já é uma realidade no mundo e começa a dar os primeiros passos no território brasileiro. A ideia é a de que, por meio do uso de tecnologias como Big Data, Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial, toda a cadeia industrial, desde a produção até a entrega ao cliente final, esteja conectada a ponto de se comunicar virtualmente, dando mais agilidade, produtividade e customização aos produtos (FEIMEC, 2019).

## **2.5 Otimização de processos**

Segundo Leite (2016) a otimização de um processo pode significar compreender, planejar, executar, medir e monitorar as atividades de uma determinada Empresa, podendo estas serem automatizadas ou não, com o intuito de obter resultados que devem estar de acordo com os objetivos e as metas que foram determinados pela administração da empresa.

A otimização de processos compreende a adesão de melhores práticas acerca dos métodos de trabalho e isso ocorre através de um documento que indica a forma como a atividade deve ser realizada, o tempo e os recursos necessários para sua execução. A organização das atividades, ou seja, o sequenciamento, é realizado por conta da importância de conhecer todas as etapas desde a entrada do processo até o produto final, bem como conhecer as informações e materiais

que devem ser recebidos, como também qual é o resultado ideal para o bom desempenho da próxima atividade (LEITE 2016).

## 2.6 A Indústria 4.0 e o Sistema Toyota de Produção (STP)

O Sistema Toyota de Produção (STP) surgiu logo após a 2ª Guerra Mundial. Os seus idealizadores foram o presidente da Toyoda Spinning e Weaving, Sakichi Toyoda, seu filho Kiichiro Toyoda, fundador da Toyota Motor Company, o engenheiro Taiichi Ohno e o consultor de empresas Shingo Shingo. Eles contribuíram com princípios, técnicas e ferramentas para melhorar o desempenho dos processos. Este sistema foi melhorado ao longo de décadas com o objetivo de diminuir custos através da eliminação de perdas e do aumento da qualidade e da satisfação dos clientes. Seu sucesso ocorreu no mundo todo e se deu principalmente pela sua efetividade na redução de complexidades e de etapas que não agregam valor (Albertin e Pontes, 2016).

A I 4.0 é recente, baseada em tecnologias disruptivas e associada ao conceito de revolucionar a indústria. Como estas duas abordagens podem coexistir simultaneamente e apoiar-se mutuamente?

A integração das ferramentas do STP e tecnologias da I 4.0 é descrita através de (Ustundag e Cevikcan; 2018):

**a) Célula de Manufatura** é um sistema de produção que visa a maior otimização no uso dos recursos de manufatura, através da integração dos processos, máquinas e mão de obra, e da adoção de uma metodologia de trabalho dinâmica, capaz de absorver conceitos modernos de qualidade, produtividade e flexibilidade. O layout celular é utilizado para a manufatura de família de produtos e possuem, geralmente, todos os recursos necessários para finalizar um produto. Big Data pode ser utilizada no projeto de células, agrupamentos de produto e respectivos layouts, considerando a matriz de produtos atuais e futuras e fatores externos (ex.: demanda, tendências ...). Os robôs podem ser utilizados para todo o manuseio, transporte, carregamento e descarregamento de peças. Sensores podem proteger os operadores de acidentes e auxiliar no posicionamento de moldes, reduzindo o tempo de troca de ferramentas (setup).

**b) Dispositivos Poka Yoke**, ou seja, dispositivos para detectar falhas tipo passa-não-passa podem ser desenvolvidos com a realidade aumentada. Tecnologia de reconhecimento de

padrões podem detectar virtualmente peças conforme, usando câmeras. Sensores já são empregados como mecanismos, ou dispositivos a prova de falhas.

c) **Manutenção Preventiva Total (TPM)** objetiva aumentar a eficiência global de equipamentos (OEE), eliminando perdas por qualidade, velocidade operacional e perdas de tempo produtivo. As perdas de máquinas paradas podem ser reduzidas, fazendo a reposição de peças desgastadas através da manufatura aditiva. As atividades de manutenção podem ser guiadas por esquemas, procedimentos e desenhos projetados com Realidade Aumentada, no local de trabalho. Sensores são ótimos para monitorar vibrações, ruídos, tempo operacional, detectando condições anormais de trabalho e tempo para troca de componentes (ex.: óleo de lubrificação).

d) **Produção com ritmo cadenciado** pode ser apoiada com análise da previsão de demanda, utilizando Big Data.

e) **Kanban** (cartão) é uma ferramenta de chão de fábrica do Just in Time para puxar a produção, indicando e priorizando o próximo lote a ser fabricado. Tradicionalmente, utiliza-se código de barras impressos no Kanban para identificação do produto e quantidade a serem fabricadas em cada lote. Utilizando etiquetas inteligentes (Tags) de Identificação por Radiofrequência (RFID), em vez de escaneamento, as peças podem ser detectadas pelos leitores, facilitando a identificação e comunicação.

f) **Para a redução de estoques** durante o processo produtivo podem ser utilizados M2M comunicação, IoT, sensores e Big Data. As máquinas podem comunicar as suas capacidades, entre elas e através de sensores, e decidir iniciar ou parar a produção, respeitando a capacidade e evitando estoques excessivos. Big Data pode ajustar estoques intermediários, analisando dados como tempo de ciclo, características de falhas dos equipamentos e muitos outros.

g) **O desenvolvimento e parcerias de fornecedores** podem ser fortalecidos com melhores estudos de demanda (Big Data), melhor comunicação através da IoT e integração horizontal e vertical de sistemas e softwares.

h) **Jidoka** significa automação com toque humano, ou seja, o sistema de manufatura utiliza tecnologias de automação com supervisão das pessoas. Neste caso um operador tem autonomia para parar uma linha de produção em casos de anomalias. O Jidoka pode ser utilizado com sensores e IoT.

i) **O Mapeamento do fluxo de valor (MFV)** é um método simples que ajuda a entender e analisar o fluxo de material e de informação na medida em que o produto é fabricado.

Ele também é conhecido por kaizen de fluxo (Rother e Shook, 1998). O objetivo do MFV é tornar a organização mais enxuta. Para isso não basta somente mapear processos. Mapear é somente uma técnica. É necessário analisar o mapeamento do estado atual do fluxo de valor e implementar um novo fluxo, o estado futuro, que agregue mais valor.

Para implementar o estado futuro utilizam-se princípios e ferramentas do STP como Kanban, Método 5 S, 5 Porquês, Kaizen, TRF, análise das 7 Perdas, Heijunka, Automação, Poka Yoke, Andon, entre outras (Albertin e Pontes, 2016). As tecnologias da I 4.0 podem ser utilizadas conjuntamente, eliminando perdas e agregando valor conforme representado na figura 2.4.

Os exemplos descritos mostraram que as ferramentas do STP podem ser apoiadas com a utilização de tecnologias da I 4.0. É oportuno comentar que o STP vai além de ferramentas. Ele é baseado em princípios que devem ser aplicados conjuntamente com as ferramentas.

### **3. Metodologia**

O estudo de caso foi realizado em uma usina termelétrica localizada no Complexo do Pecém, em uma atividade do setor de Operações, onde em uma determinada etapa, apresentava um tempo elevado para a execução, demandando mais tempo do responsável pela execução da mesma.

O estudo faz uma associação dos problemas identificados (perdas) no processo com os sete desperdícios de Shigeo Shingo identificando as possíveis melhorias que podem ser aplicadas com o intuito de eliminá-los ou mitigá-los.

A atividade em questão é o lançamento das informações das ordens de serviço executadas pelos operadores do setor e em seguida, concluída pelo apontador. A melhoria implementada impacta nas duas etapas. A primeira é o apontamento das informações no formulário eletrônico referentes as ordens executadas. A segunda é o apontamento no SAP (ERP utilizado pela empresa), sendo essa o foco do estudo. Também é possível observarmos ganhos nas etapas anteriores a esta.

#### **3.1 Cenário anterior à implementação**

No cenário anterior à implementação, o operador que executava a ordem de serviço recebia por e-mail as ordens programadas para a semana, de posse delas, se dirigia até o local, executava o serviço e retornava à sala da administração (deslocamento) para lançar as informações na

planilha de controle. Poderia ocorrer que ele não retornasse à sala logo após concluir o serviço, pois na maioria das vezes, poderia ir realizar outra atividade rotineira do setor. Para o lançamento das informações na planilha era necessário o uso de um computador, para isso, era utilizado o computador da Sala de Liberação de Permissão de Trabalho. Era possível identificarmos outro problema nessa etapa, a espera, uma vez que o computador é utilizado para outras atividades do setor e por outros operadores.

Algumas vezes, a informação levava tempo para ser apontada e em alguns casos, havia esquecimento e a informação era perdida, com isso implicava no desempenho da equipe. Após o apontamento ao longo da semana, entra a etapa de lançamento no SAP, onde o apontador reunia as informações das cinco planilhas, formatava com o modelo aceitável pelo SAP, em seguida lançava no sistema. Essa última etapa apresentava alguns pontos de atenção: a mesma demandava cerca de aproximadamente três horas para sua realização, planilhas se tornavam lentas devido a quantidade de informações nas mesmas. Era necessário organizar as informações de acordo com o padrão aceito pelo SAP, em alguns casos o arquivo corrompia ou não era possível abrir em qualquer computador por conta da quantidade de informações (fórmulas e dados) nas planilhas. Também se fazia necessário copiar as informações de uma planilha para outra utilizada como espelho da transação do SAP (transação - IW44). Após isso, era possível lançar as informações no ERP.

### **3.2 Cenário pós-implementação**

Com o intuito de otimizar a atividade em sua totalidade, foi criado um link por meio de uma extensão do Google onde o operador tem acesso à lista de ordens de serviço programadas para a semana, eliminando a necessidade de o mesmo realizar impressão ou necessitar de um computador para consulta. O formulário eletrônico é enviado no primeiro dia da semana (segunda-feira - dia adotado pela organização como primeiro da semana) através de um aplicativo de conversa, assim, todos os envolvidos no processo têm acesso ao formulário, pois todos os operadores portam smartphone com acesso à internet.

O formulário é de fácil preenchimento e o tempo necessário para preenchimento é consideravelmente reduzido comparado ao cenário anterior, média de 15 a 20 segundos para apontar uma ordem de serviço. O operador não precisa se deslocar do local onde a ordem foi executada até à sala para realizar o apontamento pois ele faz diretamente no smartphone.

### 3.3 Coleta de dados

Diante dos dois cenários supracitados, foram coletados os tempos despendido para a última etapa “Lançamento das informações no SAP”. Os tempos foram medidos por dez semanas antes e após a implementação da melhoria. Para as medições foram utilizados um cronômetro para medir o tempo e estes foram armazenados em uma planilha eletrônica (Excel). No cenário anterior à implementação, a medição dos tempos foi realizada a partir da etapa de junção das informações nas planilhas que eram alimentadas pelos operadores e finalizada após a última ordem de serviço ser lançada no SAP. Para o cenário pós-implementação (cenário atual) os tempos foram medidos a partir do acesso ao formulário eletrônico no Google Forms e finalizado após o lançamento da última ordem de serviço no SAP.

Com os dados, foi possível calcular a redução de tempo após a implementação da melhoria. Foram realizados dois cálculos.

O objetivo do primeiro cálculo foi encontrar a média dos tempos para os dois cenários.

$$\text{Tempo Médio} = \frac{\sum \text{Tempos de Execução}}{\text{Quantidade de amostras}}$$

Em seguida, foi calculado a redução de tempo que representa o ganho obtido com a melhoria.

$$\text{Redução de Tempo} = \left( \frac{\text{Tempo médio (depois da melhoria)}}{\text{Tempo médio (antes da melhoria)}} \right) \times 100$$

A seguir temos os resultados alcançados com a melhoria realizada.

## 4. Resultados

O estudo de caso teve como objeto de estudo a atividade de apontamento de ordens de serviço, focando na sua última etapa, “Lançamento das informações no SAP”, afim de identificar os ganhos obtidos com um novo método para coleta de dados acerca das ordens de serviço realizadas ao longo da semana pelos operadores de uma usina termelétrica.

Na tabela a seguir, pode-se observar as amostras coletadas dos tempos para a realização do estudo de caso. Todos os valores encontrados foram considerados no estudo.

Tabela 1 - Tempos de execução da atividade

Amostra	Antes da melhoria	Depois da melhoria	Melhoria
1	02:55:00	00:33:00	81,14%
2	03:24:00	00:24:00	88,24%
3	03:10:00	00:32:00	83,16%
4	02:49:00	00:35:00	79,29%
5	02:45:00	00:33:00	80,00%
6	03:05:00	00:40:00	78,38%
7	02:50:00	00:37:00	78,24%
8	03:15:00	00:29:00	85,13%
9	03:07:00	00:34:00	81,82%
10	02:57:00	00:32:00	81,92%
<b>Tempo médio</b>	<b>03:01:42</b>	<b>00:32:54</b>	<b>81,89%</b>

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Com base nos dados acima, podemos observar que o tempo médio no cenário anterior era de aproximadamente 03 horas e após a implementação da melhoria, teve uma redução significativa para um tempo médio de aproximadamente 33 minutos. Essa redução representa cerca de 81,89% do tempo para realização dessa atividade. Essa redução impacta no desempenho da área de Manutenção que faz o processamento de cumprimento das ordens serviço, ou seja, antes era necessário aguardar cerca de 03 horas para ter a informação no sistema. Atualmente, a informação leva cerca de 30 minutos para estar disponível no sistema, ou seja, foi reduzido o tempo de espera do setor de Manutenção pelas informações para serem processados os controles dos indicadores.

Na tabela seguinte observamos o impacto da redução do tempo para a atividade, onde, antes da melhoria, o tempo utilizado para a realização dessa atividade era de 10,09% (equivalente a aproximadamente 12 horas) da carga horária mensal e com a nova metodologia é gasto apenas 1,83% (equivalente a aproximadamente 2 horas).

Tabela 2 - Redução mensal de tempo de atividade

Carga Horária (mês)	Tempo de Execução (antes da melhoria)	Tempo de Execução (depois da melhoria)	% Tempo de Execução (antes da melhoria)	% Tempo de Execução (depois da melhoria)
120:00:00	12:06:48	2:11:36	10,09%	1,83%

Fonte: Elaborada pelo autor (2020)

Pode-se observar outros ganhos, dentre eles:

- Na etapa de execução da ordem de serviço, o operador não precisa se deslocar do local onde a ordem foi executada até à sala da Operação para realizar o apontamento da ordem, o mesmo realiza pelo smartphone no local de execução da ordem (redução de movimentação);
- Na etapa de organizar as inforções para lançar no SAP não é necessário copiar as informações de cinco planilhas para uma só, bem como não é necessário realizar diversas formatações para as informações se enquadrarem no padrão do SAP, pois o link gera uma única planilha eletrônica contendo as ordens realizadas com as informações necessárias, sendo preciso alterar apenas o formato da data (redução de processamento desnecessário).

## 5. Conclusão

O estudo realizado na usina termelétrica permitiu identificar as perdas atreladas ao processo de lançamento de ordens de serviço, bem como os significativos ganhos gerados a partir da digitalização da atividade que vinha sendo realizada. A digitalização do processo de controle através do *Google Forms* foi capaz de demonstrar a relação das práticas implementadas na I 4.0 com práticas do STP. A inclusão da tecnologia de digitalização ao processo proporcionou ganhos de 81,89% de tempo na execução da atividade e uma redução para 1,83% de tempo gasto com essa atividade no período de um mês, reduzindo desperdício de processo, tempo de espera, movimentação e defeitos. Conclui-se que a inclusão da digitalização dos processos de controle pode contribuir de forma substancial no desempenho da organização e é compatível com a redução das perdas do STP.

## Referências

ALBERTIN, M. R., PONTES, J. L. H. **Gestão de processos e técnicas de produção enxuta**. Edição 1. Ano Edição 2016. Páginas 159. Editora InterSaberes. Curitiba. Paraná. ISBN 978-85-443-0354-2.

BARRETO, Bernardo Perota; PONTES, Joseane; TREINTA, Fernanda Tavares. **A educação 4.0 aplicada à engenharia de produção e as principais temáticas de pesquisa:** uma análise de conteúdo a partir da revisão de literatura. Enegep 2019, Santos, SP.

CNI. **Desafios da indústria 4.0 no Brasil.** 2016. Disponível em: <[https://bucket-gw-cnistatic-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer\\_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios\\_para\\_industria\\_40\\_no\\_brasil.pdf](https://bucket-gw-cnistatic-cms-si.s3.amazonaws.com/media/filer_public/d6/cb/d6cbfbbba-4d7e-43a0-9784-86365061a366/desafios_para_industria_40_no_brasil.pdf)> Acesso em: 20 abr. 2019.

CORTES, Jailson da Silva; ROSÁRIO, Claudio Roberto do; FLACH, Douglas Henrique. **Avaliação de um processo com base na integração do IROG e as sete perdas de Shingo:** um estudo de caso em um processo de manufatura de britagem: Enegep 2019, Santos, SP.

LEITE. **Como a otimização de processos pode melhorar a rotina da empresa.** 2016. Disponível em: <<https://www.artsoftsistemas.com.br/blog/como-a-otimizacao-de-processospode-melhorar-a-rotina-da-empresa/>> Acesso em: 21 abr. 2019.

LEAN SUMMIT. **Anais de Conferência sobre Lean Production.** Lean Summit. Atlanta, GA, USA (1999).

LURK. **Indústria 4.0: tecnologias para otimizar processos.** 2019. Disponível em: <<https://www.produttivo.com.br/blog/tecnologia/2019/01/23/industria-4-0-tecnologiaspara-otimizar-processos.html>> Acesso em: 20 abr. 2019.

PICCHI, Flávio. **Entenda os “7 desperdícios” que uma empresa pode ter.** 2017. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/colunas/529/entenda-os-%E2%80%9C7-desperdicios%E2%80%9D-que-uma-empresa-pode-ter.aspx>> Acesso em 11 mai. 2020.

ROTHER, M. & SHOOK, J. **Learning to See - Value Stream Mapping to Add Value and Eliminate Muda.** The Lean Enterprise Institute, MA, USA. 1998.

SANTANA, Rodrigo Roberto de; LIMA, Lucas Gomes; OLIVEIRA, Emanuel Teixeira de; NUNES, João Alberto de Souza. **Contribuições da indústria 4.0 para otimização de processo:** um estudo e caso em uma empresa do ramo alimentício. ENEGEP 2019, Santos, SP.

SHINGO, Shigeo; SCHAAN, Eduardo. **O sistema Toyota de produção**: do ponto de vista da engenharia de produção. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. **Administração da produção**. 3. Ed. Tradução Maria Teresa Corrêa de Oliveira. São Paulo: Atlas, 2009.

TOTVS. **A voz da indústria**. São Paulo, 17 mar. 2018. Disponível em: <<https://avozdaindustria.com.br/industria-40-totvs/entenda-o-que-industria-40-e-quais-so-seus-impactos/>>. Acesso em: 14 mai. 2020.

USTUNDAG, A., CEVIKCAN, E. **Industry 4.0: Managing The Digital Transformation**. Springer Series in Advanced Manufacturing. ISBN 978-3-319-57870-5 (eBook) <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57870-5>. SPRINGER 2018.