

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LUÍSA NUNES CALDAS**

**AUTOMATIZAÇÃO DE UMA LINHA DE ENVASE NA FABRICAÇÃO  
DE NUTRACÊUTICOS: UMA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA**

**GOIÂNIA  
2020**

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

**LUÍSA NUNES CALDAS**

**AUTOMATIZAÇÃO DE UMA LINHA DE ENVASE NA FABRICAÇÃO  
DE NUTRACÊUTICOS: UMA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA**

**ÁREA DE CONCENTAÇÃO: GESTÃO DA QUALIDADE**

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia de Produção, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como requisito para aprovação na disciplina Projeto Final de Curso II.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Fagundes

**GOIÂNIA  
2020**

Luísa Nunes caldas

## **AUTOMATIZAÇÃO DE UMA LINHA DE ENVASE NA FABRICAÇÃO DE NUTRACÊUTICOS: UMA ANÁLISE DA EFICIÊNCIA**

Este trabalho foi julgado adequado e aprovado para a obtenção do título de graduação em Engenharia de Produção da Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Goiânia, 05 de dezembro de 2020

---

Prof.<sup>a</sup> Ma. Maria Ximena Vásquez  
Coordenador do Curso de Engenharia de Produção

### **BANCA EXAMINADORA:**

---

Prof. Dr. Bruno Fagundes  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
**Orientador**

---

Prof. Dr. Bruno Quirino de Oliveira  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
**Banca**

---

Prof. Dr. Ricardo Caetano Rezende  
Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
**Banca**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar agradeço a Deus por ter me dado forças para realizar meu sonho de me tornar engenheira de produção, pelo dom da vida e pela oportunidade de estudo na Pontifícia Universidade Católica de Goiás.

Agradeço minha família, em especial meus pais, por tudo o que fizeram para que eu chegasse até aqui, todas as renúncias, todas as noites mal dormidas, a ajuda financeira e principalmente pela minha educação.

Agradeço aos meus amigos, pelo apoio, por estarem comigo nos momentos bons e ruins, por terem me transmitido tanto companheirismo durante essa caminhada da graduação.

Aos meus professores orientadores Ricardo Rezende e Bruno Fagundes pela orientação dada durante o trabalho, pela capacidade humana de ter me transmitido o conhecimento, tanto na parte acadêmica quanto no aspecto pessoal, a todo o corpo docente que de alguma maneira ajudou na minha formação acadêmica e para a vida.

A vocês o meu muito obrigada!

## RESUMO

CALDAS, Luísa Nunes, **Automatização de uma linha de envase na fabricação de nutracêuticos: uma análise da eficiência**, 2020. Trabalho Final de Curso (Graduação em Engenharia de Produção). Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiânia.

A frequência nas mudanças no ambiente industrial exige que as empresas tenham elevada capacidade de adaptação. Com globalização e a automatização dos processos, uma indústria pode alcançar aumento de produtividade, maior confiabilidade de dados, redução de custos, processos padronizados, controle das informações e como consequência aumento da competitividade de mercado. O presente trabalho visou acompanhar o desenvolvimento das automações em uma linha de envase, e os benefícios dessas automações através do índice de produtividade e do indicador OEE (EFICIÊNCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS), visto que a produção estava com uma demanda muito alta, e não estava conseguindo entregar o esperado. De tal forma, pretende-se levantar informações sobre o processo de envase manual, descrever o processo de envase automatizado, construir e avaliar os indicadores de desempenho do sistema, garantindo uma maior confiabilidade e competitividade na empresa estudada. A metodologia estudada buscou referências sobre as revoluções industriais e onde o Brasil se encontra, sobre as indústrias de nutracêuticos, e sobre a automatização e os indicadores aplicados. Os resultados obtidos são principalmente a resposta à demanda, e o alcance dos índices de Disponibilidade em 90,5%, Performance em 95,1%, e Qualidade em 99,7%, totalizando um OEE de 85,8% após as melhorias e automações implementadas na linha, identificando as principais perdas, e o que estava prejudicando a eficiência do maquinário, trazendo também o comparativo do índice de Produtividade de aumento de 69% na quantidade de frascos produzidos, realocando em 31% o quadro de funcionários na linha e reduzindo em 33% a quantidade de perda na produção.

Palavras-chave: Produtividade. Indicador OEE. Globalização. Otimização. Automação

## LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1: Fases da Revolução - Onde o Brasil se encontra.....	11
Figura 2: Interseção dos Nutracêuticos.....	13
Figura 3: Pirâmide de Automação e seus níveis.....	15
Figura 4: Esteira metálica – envase de suco de laranja.....	22
Figura 5: Ilustração de um sistema com dois CLP's, com supervisão do sistema SCADA.....	24
Figura 6: Tanques de mistura.....	29
Figura 7: Linha de envase 1.....	30
Figura 8: Mapeamento da linha de envase <i>AS IS</i> .....	31
Figura 9: Mapeamento da linha de envase <i>TO BE</i> .....	33
Figura 10: Planilha de controle.....	34
Figura 11: Tanques com as rodinhas.....	36
Figura 12: Instalação do atuador pneumático.....	36
Figura 13: Botão de Emergência.....	37
Figura 14: Instalação do motor Hercules.....	38
Figura 15: Aparelho ProLabel aguardando início da produção.....	39
Figura 16: Cabeçalho tabela de OEE.....	41
Figura 17: Ficha de Apontamento de Produção.....	42
Figura 18: Tempo Operacional e Produção.....	42
Figura 19: Perdas de Produção.....	42
Figura 20: Indicadores do OEE.....	43

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....	8
CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO.....	10
2.1 AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS NO BRASIL.....	10
2.2 A INDÚSTRIAS DE NUTRACÊUTICOS.....	13
2.3 A AUTOMAÇÃO NO CHÃO DE FÁBRICA.....	15
2.4 OS INDICADORES DE DESEMPENHO.....	17
2.4.1 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE.....	18
2.4.2 INDICADOR OEE ( <i>OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS</i> ).....	19
2.5 TRABALHOS CORRELATOS.....	21
2.5.1 IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA ENVASADORA DE SUCO DE LARANJA.....	21
2.5.2 MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO DE ENVASE.....	23
2.5.3 PROJETO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL PARA UMA INDÚSTRIA DE PRODUTOS SANEANTES.....	23
2.5.4 IMPLANTAÇÃO DE UM PROCESSO DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE POR MEIO DA METODOLOGIA OEE.....	24
CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DE PESQUISA.....	26
3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA.....	26
3.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	26
3.2.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO.....	27
3.2.2 DESCRIÇÃO DOS ITENS QUE REQUERIAM MELHORIA.....	29
3.2.2.1 Tanque de Mistura.....	29
3.2.2.2 Máquina de envase.....	29
CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO.....	31
4.2 COLETA DE DADOS DO ENVASE MANUAL.....	34
4.3 TREINAMENTO DO COLABORADOES.....	35
4.4 MELHORIAS E AUTOMAÇÕES.....	36
4.5 CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES.....	39
4.5.1 INDICADOR DE PRODUTIVIDADE.....	40
4.5.2 INDICADOR DE OEE.....	41
CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO/ CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	45
REFERÊNCIAS.....	46

## CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO

Com a globalização, as indústrias necessitam de uma nova percepção empresarial, direcionando para o desenvolvimento de um planejamento para se manter no mercado competitivo. A eficiência necessária tem em foco a melhoria contínua, análise de dados, percepção de oportunidades, identificação de situações problemas e implementação de novas tecnologias, automatizando os processos produtivos.

A automação visa transformar processos manuais em execuções automáticas com o auxílio de novas tecnologias, oferecendo a otimização dos recursos e facilitando o trabalho dos profissionais de maneira geral. Com a automação dos processos, uma indústria pode alcançar aumento de produtividade, maior confiabilidade de dados, redução de custos, processos padronizados, controle das informações e como consequência aumento da competitividade de mercado (GOLDBARG, 2005).

Os nutracêuticos não são considerados medicamentos, por isso o Conselho Federal de Farmácia (CFF) os separou dos produtos farmacêuticos. Estes são produtos formados por diversos componentes naturais, propiciando uma suplementação alimentar, prevenindo doenças com efeito, na saúde e cosmética, devido às suas características nutritivas. Os ingredientes que compõe os nutracêuticos devem ter adequado perfil de segurança para o consumo humano e não devem apresentar o risco de toxicidade ou efeitos adversos de drogas medicinais (BOFF, 2003).

Na linha produtiva existem inúmeros maquinários, no qual a tendência é que todo o processo seja automatizado, dentre esses equipamentos, a máquina de envase, é aquela que dosa uma porção de um produto líquido na embalagem. Quando se fala sobre máquinas de envase, considera-se que elas sejam o “coração” das linhas. A precisão desejada e o tipo de produto definirão a necessidade de automatização e o perfil da máquina (PÉREZ, 2014).

Perante o exposto, o objetivo deste trabalho é analisar a eficiência da automatização de uma linha de envase de nutracêuticos por meio de indicadores. Para isso, foi realizado um estudo de caso em uma máquina de envase de uma empresa do ramo nutracêutico.

Para essa análise, foi necessário:

- Levantar as informações sobre o processo de envase manual;
- Capacitar os colaboradores, por meio de treinamento;
- Descrever o processo de envase automatizado;



- Construir e avaliar os indicadores de desempenho do sistema.

Para estar apto ao mercado competitivo, é importante que as indústrias analisem alternativas para serem mais eficiente a cada dia, a empresa em questão deseja alinhar-se com o mercado. Contudo, para acompanhá-lo é fundamental a modernização e automatização dos processos, uma vez que o processo de envase em questão estava grande parte como processo manual, o que impossibilitava atender a demanda por falta de capacidade produtiva, além de conter um alto índice de desperdícios.

O uso de indicadores de desempenho pode ser aplicado em toda indústria, e são necessários para medir a performance e comparar os valores posteriores. Eles indicam o nível de melhorias efetuadas, pois permitem a identificação de alguns problemas que poderiam ser ignorados de tão rotineiros, sendo um aliado importante na estratégia competitiva da empresa.

Desse modo, o trabalho procura despertar nos profissionais e gestores das organizações a importância da melhoria contínua nos processos, atualizando seus equipamentos, investindo em tecnologia, e analisando por meio de indicadores os benéficos através dessas ações, porque isso impacta diretamente nos resultados obtidos pela empresa.

## CAPÍTULO 2 - REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 AS REVOLUÇÕES INDUSTRIAIS NO BRASIL

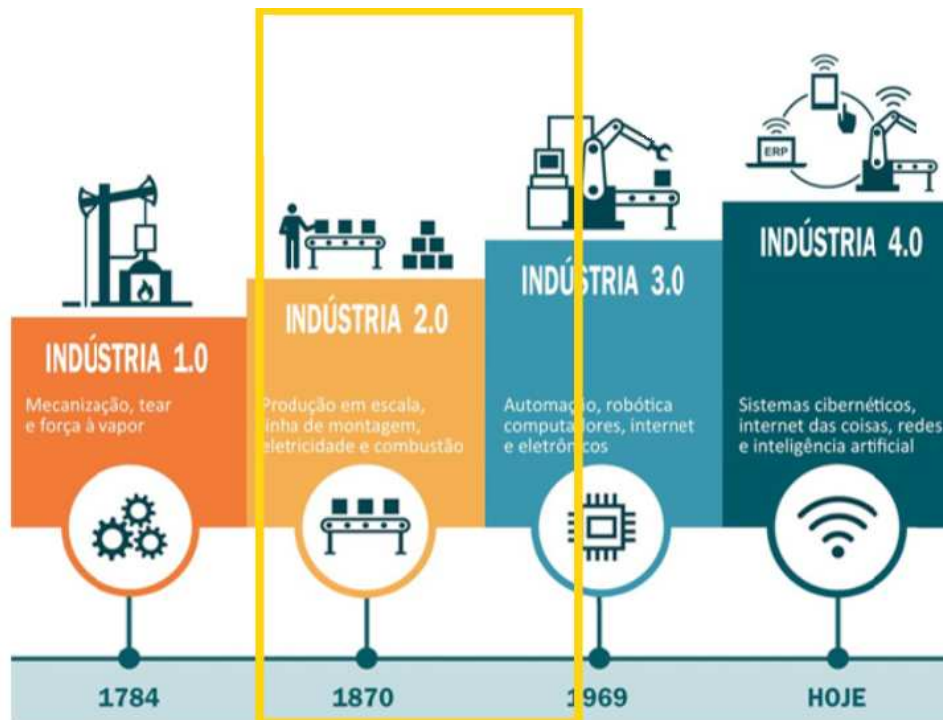
É de conhecimento geral que o Brasil está em desenvolvimento em vários aspectos, e que comparado a outros países, é um país considerado atrasado tecnologicamente. Países como Inglaterra, Japão, Alemanha e os Estados Unidos, deram início a revolução industrial por volta do século XVIII, enquanto o Brasil era apenas uma Colônia de Portugal, e apenas no século XX que o Brasil deu início a forma de produção industrializada (YAMADA; MARTINS, 2019).

A visão clássica das três revoluções industriais, adicionando a quarta revolução com a criação do termo “Indústria 4.0” é:

- A primeira revolução, se deu graças a invenção dos maquinários a vapor, e o uso dessas máquinas, levaria à transformação industrial da sociedade com meio de transporte, como o trem a vapor e a mecanização das fabricações com cargas.
- Já a segunda revolução, é dada pelo período que descobriram a eletricidade e com isso as “novas invenções” na manufatura, e graças a isto, houve a criação das linhas de montagem, produção em massa e um início da automação.
- O período da terceira revolução, teve início com o surgimento dos computadores e das redes computacionais, aumentando a robótica, criação dos sistemas, as ligações entre os sistemas e então o nascimento da internet, um marco na mudança industrial.
- A chamada quarta revolução, temos como marco a mobilidade onipresente das conexões dos ambientes digitais e físicos, uma robótica avançadíssima, com auto índice de automação e otimização, elevando o patamar industrial a um outro nível, com um impacto profundo pelo conjunto de tecnologias interligadas, permitindo a fusão do físico, o digital e o biológico (SANTOS; MANHÃES; LIMA, 2018).

A origem da criação do termo Indústria 4.0 surgiu na Alemanha por volta de 2012, e enquanto muitos países já estão entrando na quarta revolução, o Brasil está entre a Segunda revolução, e entrando na Terceira revolução Industrial. De acordo com a Confederação Nacional da Indústria (CNI), apenas 2% das indústrias brasileiras que adotam as tecnologias da indústria 4.0, e estima-se que para que as empresas brasileiras cheguem a um patamar competitivo, é necessário ao menos uma década. A Figura 1 ilustra a perspectiva das evoluções no Brasil.

**Figura 1: Fases da Revolução - Onde o Brasil se encontra**



Fonte: SANTOS (2018).

Em 2016, a Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro publicou um artigo sobre o panorama da inovação no Brasil, expondo que a indústria brasileira está em grande parte em fase transitória entre a segunda e a terceira revolução industrial, ou seja, entre produção em escala com as linhas de montagem e a aplicação inicial da automação. O setor mais adiantado em relação à revolução industrial, segundo a publicação, é o setor automotivo, cujos profissionais estão em constante atualização para atender às demandas.

Com o alto índice da competitividade no cenário mundial, para a indústria brasileira continuar no mercado, tende-se a potencializar a aplicação de novas tecnologias, novos métodos de utilização dos recursos e insumos, com o intuito de fomentar a economia. Dessa forma, isso pode ser visto como uma inclinação para o uso de tecnologias da Indústria 4.0 pois, apesar da aplicação da 4 revolução industrial no cenário brasileiro ser mais uma ideia do que uma realidade, os processos tecnológicos estão se modificando de uma maneira irreversível, tornando as indústrias e empresas cada vez mais automatizadas, transformando os processos produtivos, visando cada vez mais a eficácia (FIRJAN, 2016).

Apesar do fato de que a aplicação de tecnologias digitais tem se apresentado de maneira lenta, existem oportunidades para o Brasil. Para aproveitá-las, é imprescindível que aconteça mudanças nos métodos de gestão. Inovar e ser sustentável devem se tornar hábitos em

sistemas de análise de risco, criação de produtos, relacionamento com os fornecedores, e gestão de pessoas (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018).

O Brasil pode desenvolver tecnologias em benefício da vinda da quarta Revolução Industrial, aumentando e impulsionando as indústrias locais, que se beneficiariam da oportunidade única da geolocalização, principalmente pela existência da Amazônia, que dispõe de uma fartura de recursos naturais juntamente com a quantidade dos ativos biológicos, caso haja uma combinação com a tecnológica avançada, que promoverá a criação de produtos únicos no comércio internacional (MAGALHÃES; VENDRAMINI, 2018).

Em relação ao avanço da tecnologia, um trabalho da CNI reconhece que o tema da Indústria 4.0 abrange diferentes dimensões, como: aplicações nas cadeias produtivas e desenvolvimento de fornecedores; mecanismos para adoção das tecnologias da Indústria 4.0; desenvolvimento tecnológico; recursos humanos; infraestrutura; regulação; e articulação institucional. Apesar desse reconhecimento, o documento aqui citado procura trabalhar apenas a difusão das tecnologias da Indústria 4.0. Para tanto, se debruça sobre o mercado de soluções digitais. Entende que a demanda está em toda a atividade industrial, embora ressalte que as indústrias de processo contínuo apresentam uma situação e uma dinâmica diferente da indústria de montagem. De outra parte, tem-se a oferta de soluções digitais, que está analisada em quatro segmentos: grandes empresas produtoras de tecnologias habilitadoras; empresas integradoras; startups e pequenas empresas de base tecnológica; empresas de consultorias especializadas. Nesse conjunto de empresas é concedido destaque para as integradoras, as quais prestam serviços de concepção ou desenho de soluções para as empresas industriais segundo suas demandas. Elas podem ser entendidas como empresas agentes da difusão de tecnologias da Indústria 4.0 (VERMULM,2018).

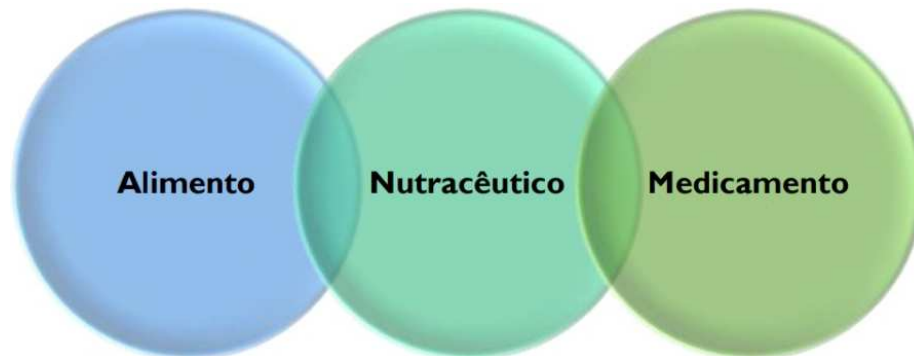
No caso do Brasil, no tema da política industrial e tecnológica, um grande problema é a institucionalidade frágil, o que se reflete em documentos e mesmo em decisões que não são efetivamente implementados; políticas sem definição de prioridades; proposição de políticas sem estabelecimento de instrumentos de ação; falta de articulação entre instituições do setor público; falta de cooperação efetiva entre governo e empresariado industrial (VERMULM,2018).

## 2.2 A INDÚSTRIAS DE NUTRACÊUTICOS

Ocorreu a definição do nome nutracêutico pela primeira vez em 1989 através do Dr.

Stephan DeFelice, baseado na união entre as palavras nutriente e farmacêutico tratando-se de “um alimento ou parte de um alimento que fornece benefícios à saúde, no que diz respeito à prevenção e/ou tratamento de doenças” (COSTA, 2017). A Figura 2 exemplifica o conceito de nutracêuticos:

**Figura 2: Interseção dos Nutracêuticos**



Fonte: Gulati & Ottaway, (2006).

Quaisquer alimentos que possuam componentes que promovam o desenvolvimento da saúde e prevenção de doenças, com uma apresentação habitualmente associada a formas farmacêuticas (como comprimidos, cápsulas e entre outras), que possuam extratos químicos envolvidos, são produtos que não podem ser considerados apenas um alimento e também não podem ser consideradas um medicamento, visto isso foi designado o termo híbrido de “nutracêutico” ou alimento funcional. (GULATI; OTTAWAY, 2006).

De acordo com Brescia (2015), os nutracêuticos, não tem forma alimentícia, se apresentando na forma de comprimidos, capsulas ou em pó, com a concentração da substância proativa natural, possuindo ação sobre a saúde.

Neste contexto, pode-se ressaltar que a utilização dos compostos nutracêuticos está diretamente relacionada com o aumento da expectativa de vida dos seus usuários. Tal informação é correta, visto que há um aumento crescente dos casos de doenças crônicas como a obesidade, aterosclerose, hipertensão, osteoporose, diabetes e o câncer. Sendo assim, a procura de suplementação e de tratamentos por meio dos nutracêuticos tende a aumentar (MORAES; COLLA, 2006).

A cada dia mais, há um crescimento pela busca por uma alimentação mais saudável e nutritiva, e pode-se atribuir ao fato da conscientização das pessoas, pelos benefícios de uma vida com mais saúde (BOFF,2003).

Existem possibilidades novas em expansão a utilização de ingredientes como as

vitaminas, corantes naturais, elementos antioxidantes e com teor baixo de gordura, que são benéficos à saúde. (WATERHOUSE, 2011).

Pensando assim, Gomes e Bezerra (2009) ressaltam que os nutracêuticos são uma forma de nutrir as necessidades, ou sanar a ausência de nutrientes essenciais ao organismo. Os autores ainda complementam que no campo da Dietoterapia muito se tem estudado a respeito dos nutracêuticos e dos alimentos funcionais, sendo que nos dois casos, as plantas são um elemento muito importante.

Souza (2003) revelam que a diferença entre os alimentos nutracêuticos e os alimentos funcionais consiste principalmente na ação esperada e na forma de apresentação. Os mesmos citam que os alimentos funcionais apresentam, não só ação de nutritiva básica, como também a de ofertar propriedades benéficas. Os alimentos funcionais se apresentam na forma de alimentos normais, e não como capsulas e afins.

A forma como é consumido, os compostos, também é um dos pressupostos que define e diferenciação dos funcionais em vista dos nutracêuticos. Após pesquisas a respeito destes alimentos, complementa dizendo que o que se pode dizer é que, independentemente de ser um ou outro, “no futuro poderemos indicar uma alimentação mais personalizada, com o objetivo de promover a saúde e a longevidade” (COZZOLINO, 2012).

Gomes e Bezerra (2009) ainda fomentam que “alguns nutracêuticos, ricos em determinados grupos químicos, possuíam ação comprovada no combate a alguns tipos de câncer”, comprovando mais uma vez a sua capacidade de promover a saúde e a longevidade. Os autores explicam que os carotenoides (principalmente encontrados em alimentos de cor amarela, laranja ou vermelha), parecem apresentar ação de proteção ao DNA contra a oxidação, desta forma, protegendo contra o câncer.

Não são permitidas alegações que façam referência à cura ou à prevenção de doenças. O composto que alegar propriedades funcionais e/ou de saúde poderá justificar efeitos metabólicos e/ou fisiológicos adicionais e benéficos à saúde desde que seja comprovada sua segurança para consumo sem a supervisão médica (BRASIL, 1969). A comprovação de eficácia da alegação deve ser realizada caso a caso considerando a formulação e as características do produto (STRINGUETA, 2007).

### 2.3 A AUTOMAÇÃO NO CHÃO DE FÁBRICA

Segundo Tonial (2010), as lacunas existentes com o advento da mecanização, só seriam totalmente preenchidas na segunda revolução industrial. Lacunas estas, que exigiam novas

tecnologias para serem descartadas do processo fabril. Somente com a evolução de tecnologias como a eletrônica, a física e a robótica que se tornou possível cumprir tais falhas, nascia assim então à automação.

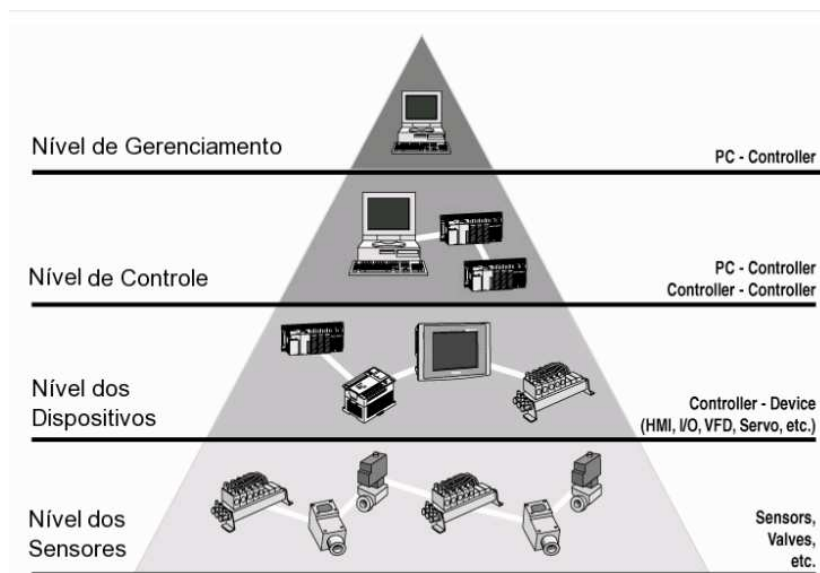
Apontado por Moraes e Castrucci (2012), a palavra “automation”, foi inventada pelo marketing, visando enfatizar o computador na área industrial. O sistema automatizado auxilia o trabalho humano por meio de um computador.

A automação permite uma maior interação do homem com a máquina, sendo muito difícil distinguir quais partes são da engenharia de controle dinâmico e controle lógico, tendo desde interfaces computacionais até válvulas, motores, entre outros (MORAES; CASTRUCCI, 2012).

Para Groover (1987), a área de automação industrial serve para controlar, aumentando a produtividade industrial, por meio de tecnologias mecânicas, eletrônicas e de informática.

Conforme Nogueira (1994), a automação, tem como principal objetivo, diminuir esforços físicos humanos, passando a exigir mais da mente, devido ao controle de equipamentos. A Figura 3 ilustra a integração de um sistema industrial:

**Figura 3: Pirâmide de Automação e seus níveis**



Fonte: MITSUBISHI ELECTRIC AUTOMATION, 2009

Após a Segunda Guerra Mundial, começaram a aparecer na indústria, novos controles de processos e novas exigências como, por exemplo, a qualidade, o uso racional de matéria-prima, a importância para o custo, a padronização e agilidade no processo. A automação

industrial possui um conceito de características muito amplas e multidisciplinares, podendo englobar um simples projeto, eletricidade, mecânica, física, química e eletrônica, além de conhecimento em engenharia de produção (DA SILVA, 2007).

O objetivo principal da automação industrial é criar mecanismos que sejam capazes de produzir o melhor produto com o menor custo, alguns objetivos que devem ser buscados nos projetos de automação industrial são: melhorar a produtividade de uma empresa aumentando o número de itens produzidos por hora de forma a reduzir os custos de produção e aumentar a qualidade, melhorar as condições de trabalho das pessoas eliminando trabalhos perigosos e aumentados à segurança, melhorar a disponibilidade de produtos de forma com que seja possível fornecer quantidades necessárias no momento certo, simplificar a operação e manutenção de modo que o operador não precise ter grande expertise ao manusear o processo de produção (GOLDBARG, 2005).

Primeiramente as organizações, tinham em mente que o objetivo da automação seria redução de custos, substituindo a mão de obra por equipamentos computadorizados, porem a automação não é apenas a substituição da mão de obra repetitiva, em atividades exaustivas e perigosas, ela garante também segurança, melhoria nos processos, qualidade na execução, valorização dos colaboradores, aumento na produtividade, otimização dos espaços, aumento no nível de controle e redução de custos (PAREDE; GOMES, 2011).

É observado que a automação industrial é um caminho sem volta, em razão de que, quando a meta é atingida, e é verificado a quantidade de melhorias, a empresa não sentirá vontade de regredir, uma vez que a tendência seja a melhoria e aumento da competitividade no mercado (GOLDBARG, 2005).

Segundo a Organização Internacional do Trabalho, automação é definida pela seguinte frase “A utilização de máquinas que precisam de pouco ou nenhuma intervenção humana, com intuito de, geralmente, substituir trabalhadores”. Para Muraro (1969), a tecnologia utilizada para realizar a automação utiliza um conjunto de elementos básicos semelhantes aos computadores estas são: uma unidade de entrada (input), uma unidade de armazenamento (storage), uma unidade central de processamento (Central Processor) e por último uma unidade de saída (output).

Porém tem-se também a definição do Martins (2012), que diz “Um sistema de automação possui os seguintes componentes básicos: Sensoriamento; Comparação e controle; Atuação”. Nota-se que uma visão não se distingue da outra, pois, um input será a obtenção de



dados através do sensoriamento, o armazenamento e processamento tem-se por comparação e controle, e por final os outputs tem-se de pôr a atuação do sistema, ao estudarem o controle e automação na indústria cerâmica, verificaram que com menor intervenção humana, ou seja, que a substituição tarefas manuais por máquinas e robôs que automatizem os processos, permite não só incrementar a produção, mas também garantir elevados índices de qualidade, reduzir a quebra de produto, eliminar os gargalos pela supressão de tarefas manuais e aumentar o grau de segurança operacional.

A automação se mostra fundamental na indústria, para o aumento de produção, e melhoramento das condições de trabalho impostas ao trabalhador.

## 2.4 OS INDICADORES DE DESEMPENHO

A literatura mostra que no passado as decisões eram pautadas apenas nas informações financeiras, através do contador das empresas, e que hoje em dia as decisões envolvem algumas variáveis e, além do financeiro, os gestores possuem a preocupação de satisfazerem os clientes, com a qualidade dos produtos, e utilizando as inovações para desenvolverem sua estratégia (MAGALHÃES, 2014).

Segundo Magalhães (2014), é indispensável em uma empresa que está no mercado competitivo, na era da informação, gerenciar suas atividades operacionais, identificando os problemas e propondo as soluções de controle e execução, a fim de verificar o cumprimento de suas metas estabelecidas.

Indicadores de desempenho é a medição de desempenho de algo, uma ferramenta usada para analisar o desempenho de uma empresa ou processo. Essa ferramenta mostra os desvios em relação ao que foi planejado, e auxiliam a tomada de decisões, prevenção, redução de gastos e melhoria de processos (MONTEIRO,2012).

Conforme Fiore e Alencar (2011), os indicadores de desempenho tem como característica auxiliar na tomada de decisão em várias áreas, e dar informações a empresa sobre comportamento de processos, para que possa decidir o que modificar, e de que forma agir pela situação vista.

É a partir dos indicadores de qualidade que são feitas as verificações dos níveis de eficiência e eficácia em uma empresa, e cada indicador é determinado por sua necessidade de exemplificar de uma forma numérica os dados dos processos (MONTEIRO,2012).

Através do estudo de grupos da Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade, foi informado a partir das publicações que os indicadores apresentam outras referências como

Medidas de Desempenho, Taxas de Melhoria e Indicadores da Qualidade. Dessa forma houve a recomendação da utilização do termo “Indicadores de Desempenho” (IDs) (ROLT, 1998).

A obtenção de grandes índices de eficiência de equipamentos e do sistema de manufatura exige uma análise dos vários elementos que podem interferir em seu resultado. A adoção de indicadores para avaliar o desempenho de equipamentos e do sistema produtivo tem sido uma prática comum entre as organizações. Os indicadores têm como finalidade direcionar as mudanças necessárias, permitindo a maximização da eficiência e a melhoria dos resultados globais (KARDEC, 2002).

#### 2.4.1 INDICADORES DE PRODUTIVIDADE

Considera-se que produtividade seja a eficiência em se transformar entradas em saídas num processo produtivo (SOUZA, 2000). Dentro desta definição, o estudo da produtividade no processo de produção pode ser feito sob diferentes abordagens.

Em função do tipo de entrada a ser transformada, pode-se ter o estudo da produtividade com pontos de vista: físico, no caso de se estar estudando a produtividade fabril, dos equipamentos, mão-de obra, financeiro e da própria produção. Quando a análise recai sobre a quantidade de demanda, o esforço da mão de obra como um todo é encarado como recurso inicial do processo (SOUZA, 2000).

Os estudos que analisam a evolução dos indicadores de produtividade no país podem ser segmentados em dois grupos principais:

No primeiro deles, calcula-se a PTF e decompõem as taxas de crescimento do produto nas taxas de crescimento do capital, do trabalho e da própria PTF para interpretar os movimentos observados na economia brasileira. Em virtude de um conjunto de dificuldades metodológicas – como a ausência de séries consolidadas para o estoque setorial de capital –, essas análises em geral têm um caráter mais agregado. O segundo grupo é formado pelos estudos em que se usam indicadores de produtividade parciais e, em particular, a produtividade do trabalho, que não possuem algumas das dificuldades metodológicas dos indicadores de PTF, embora tenham limitações importantes (DOS SANTOS, 2007).

O crescimento de produtividade é associado necessariamente as medidas corretas e de confiança disponíveis nas empresas. Hronec (1994) aponta essa questão em sua obra *Sinais Vitais*, quando questiona o porquê medir, o tempo que a medição deve ser feita, como chegar em um indicador e o que deve ser medido. É apresentado pelo autor que as medidas de

desempenho são os “sinais vitais” da empresa porque é através deles que os colaboradores são informados sobre a desenvoltura do trabalho que estão exercendo como organização. (1994, p.1).

#### 2.4.2 INDICADOR OEE (*OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS*)

O *Overall Equipment Effectiveness* (OEE), chamado na literatura portuguesa de Eficiência Global de Equipamentos (EGE), é um exemplo de indicador utilizado para medir as melhorias realizadas com a implementação da metodologia TPM (SANTOS; SANTOS, 2007), possibilitando enxergar as perdas, principalmente as que são geradoras de custos em potencial. O OEE é utilizado para medir o desempenho de equipamentos e máquinas, ou o conjunto destes, possibilitando a indicação de quais os recursos que possuem o menor índice de eficiência e que, por isso, necessitam do desenvolvimento de melhorias ou que podem ser utilizados como benchmark.

Segundo Santos e Santos (2007), a importância de realizar melhorias contínuas em equipamentos e a atuação sobre as perdas, obtidas através do OEE, ficam evidentes quando há o aumento de produção: a melhoria da eficiência descarta novos investimentos.

A eliminação ou redução dos tipos de perdas identificados por esse indicador requer que, além da manutenção e produção, outras áreas como qualidade e engenharia colaborem no desenvolvimento de esforços de melhoria de modo mais sistêmico (BUSSO; MIYAKE, 2013).

As perdas eventuais que ocorrem inconstantemente, podem causar por consequência sérios problemas, e impactam diretamente na baixa utilização do equipamento, sendo vistas como perdas esporádicas, em contra partida as perdas crônicas são mais difíceis de reconhecer, pois são vistas como condição comum do processo, e é necessário verificar o estado de desempenho atual com a produtividade teórica, com base na segmentação das perdas pode-se avaliar a Eficiência Global dos Equipamentos, que é analisada como o progresso métrico do processo TPM, sendo calculado através da consequência da multiplicação dos índices de Disponibilidade, Performance e Qualidade (NAKAJIMA, 1993).

A escolha dos tipos de indicadores a serem utilizados pela empresa é definida pelos gestores conforme a necessidade da organização e pelo seu recurso intelectual disponível (KARDEC, 2002).

Os indicadores selecionados devem ser capazes de traduzir a realidade dos fatos,

direcionando à tomada de ações necessárias para o alcance do desempenho satisfatório. Os indicadores devem ser também, coerentes com as prioridades competitivas estratégicas da organização que, por sua vez, estão relacionados a cinco grupos gerais: velocidade, confiabilidade, custo, qualidade e flexibilidade (CORRÊA; CORRÊA, 2004).

Para calcular o OEE, em primeiro lugar é necessário calcular os índices de disponibilidade, performance e qualidade

De acordo com Antunes (2008), o índice de disponibilidade equivale ao tempo que o equipamento tem disponível, sem contar as paradas não programadas, para calcular a disponibilidade, é necessário o cálculo do tempo programado e o tempo de operação, demonstrado pela Equação 1.

$$\text{Tempo Programado} = \text{Tempo disponível} - \text{Paradas planejadas} \quad (1)$$

Segundo Hansen (2006), o tempo disponível é o tempo que o instrumento ficou disponível de acordo com o planejado. Paradas planejadas são os acontecimentos rotineiros para chegar ao que estava programado, manipulação de produto, manutenções previstas, setups e etc. O tempo operacional é obtido através do tempo programado subtraído as paradas não planejadas, demonstrado pela Equação 2.

$$\text{Tempo Operacional} = \text{Tempo programado} - \text{Paradas não planejadas} \quad (2)$$

O tempo operacional é a subtração do tempo em que a linha está realmente em produção do tempo que já estava programado. E para então calcular a disponibilidade (HANSEN, 2008), emprega a Equação 3.

$$\text{Disponibilidade} = \text{Tempo Operacional} \div \text{Tempo programado} \quad (3)$$

O índice de Performance, de acordo com Antunes (2008), é o que revela o desempenho do maquinário, apontando os problemas de redução de velocidade ou seja, paradas momentâneas, sendo demonstrado pela Equação 4.

$$\text{Performance} = \text{Tempo de ciclo teórico} \div \text{Tempo de ciclo real} \quad (4)$$

De acordo com Hansen (2006), o tempo de ciclo teórico é tempo ideal sugerido para o equipamento, e o tempo de ciclo real é representado pela Equação 5.

$$\text{Tempo de ciclo real} = \text{Tempo Operacional} \div \text{Produtos produzidos} \quad (5)$$

O índice de Qualidade é o resultado entre a quantidade de peças boas, dividido pela quantidade total de peças produzidas (HANSEN 2006), demonstrado pela Equação 6.

$$\text{Qualidade} = \text{Total de peças boas} \div \text{Total de peças produzidas} \quad (6)$$

Segundo Nakajima 1989, a formula que representa a mensuração da Eficiência Global dos Equipamentos é calculada pela Equação 7.

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidade} * \text{Performance} * \text{Qualidade} \quad (7)$$

A relação modelo do indicador de OEE precisa ser de 85%, e para isto é indispensável que aconteça que cada índice tenha os valores de: Qualidade= 99%, Performance= 95%, Disponibilidade= 90% (NAKAJIMA, 1989; SANTOS e SANTOS, 2007).

O conceito de OEE está relacionado a máquina perfeita, ou seja, quanto mais próxima à relação da equação de disponibilidade, desempenho e qualidade estiverem de cem por cento, mais próximo o equipamento estará em seu estado de produção perfeita, mais próximo do “estado da arte” (BRANGLIA, FOR SOLINI E ZAMMORIM, 2009).

## 2.5 TRABALHOS CORRELATOS

### 2.5.1 IMPLANTAÇÃO DE UM SISTEMA AUTOMATIZADO PARA ENVASADORA DE SUCO DE LARANJA

Neste trabalho desenvolvido por Sarraro e Scheiber (2017), foi visto que o excesso da produção em grande escala de laranjas gerou a necessidade de aproveitamento da fruta, para que não ocorresse o desperdício.

Assim, foi necessário fabricar o suco de laranja. A ideia do artigo é conseguir envasar uma garrafa pet de cinco litros, tornando o processo confiável, reduzindo perdas do produto ou qualquer tipo de material e, deste modo, produzindo uma máquina de envase com um custo inferior às oferecidas atualmente no mercado, mantendo a eficácia e produtividade.

Foi desenvolvido uma placa genérica para funcionamento do microcontrolador, de forma prática e segura, estipulando valores baratos para sua construção. Inicialmente foi desenvolvida a programação e, em seguida, realizados os devidos testes de programação de forma virtual por meio de softwares, com o auxílio do *Proteus*, sendo compilado o programa utilizando o CCS, e a construção da placa por meio do *Eagle*. A Figura 4 representa a esteira.

**Figura 4: Esteira metálica – envase de suco de laranja**



Fonte: Sassaro&Schreiber (2017)

Surgiram alguns obstáculos para o real entendimento deste processo durante o artigo e possibilidades foram testadas verificado os produtos já existentes no mercado, para conseguir compreender e combater todas dependência entre as etapas. Com esta implementação, pode-se observar a fantástica evolução que traz a automação, para a utilização de componentes de automação mais baratos. Foi alcançado o objetivo de 60 garrafas em 1 hora, totalizando 300 litros do produto, que é considerado uma produção pequena, porém satisfatória para o caso, e presenciar o desenvolvimento de um sistema simples de envasamento de suco de laranja, na qual os existentes hoje acabam custando muito caro, devido a poucas empresas atuarem neste mercado.

### 2.5.2 MELHORIA DO PROCESSO PRODUTIVO POR MEIO DA OTIMIZAÇÃO DE PROCESSO DE ENVASE

Neste trabalho Nunes (2018) entende-se que a melhor forma de utilizar os recursos é a diminuição dos custos e dos retrabalhos, podendo assim aumentar as receitas e a eficiência. O objetivo do artigo é em descrever e estudar uma metodologia de otimização de processos de envase, estudando uma máquina de envase vertical, muito utilizado em indústrias de alimentos.

Em busca de tentar aumentar a velocidade da máquina, e conseqüentemente a produção do produto, surgiu a ideia de mudar as medidas e do formato da embalagem, para usar um cano com rosca maior, sem grandes alterações, pois as medidas deveriam manter as conformidades com os pacotes obtendo sucesso, conseguindo alocar a rosca com 18 mm a mais de diâmetro. Com isso, a vazão do produto foi maior, ou seja, a máquina pôde trabalhar com maior velocidade, porque a rosca conseguirá suprir a necessidade, fazendo o envase do produto.

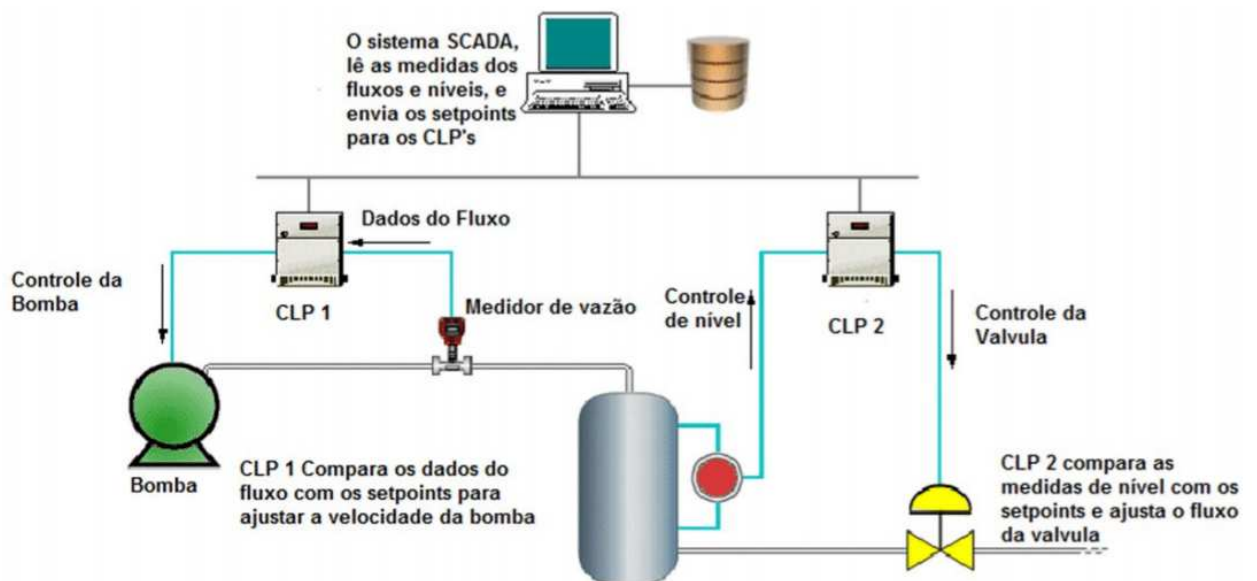
Através dos resultados obteve-se, assim, uma visão geral do processo, sendo identificados os pontos fracos que servirão para a definição de futuras ações, desde a criação e substituição de uma peça em um processo todo automatizado. Pode-se observar o aumento em 88% da produção diária, e a redução de 15% do valor gasto por embalagem, mostrando um grande benefício produtivo.

### 2.5.3 PROJETO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL PARA UMA INDUSTRIA DE PRODUTOS SANEANTES

O artigo escrito por Pereira (2015) cita nove etapas e, dentre essas nove etapas, os processos de manipulação (Pesagem, Produção e Análise) e o processo de envase são os que ditam o ritmo de produção, e por conseqüência a produtividade. Na situação atual avaliada, essas duas etapas são puramente manuais, o que torna o processo de fabricação lento e com pouco controle. Partindo disso, o presente projeto tem seu foco nessas duas atividades, de modo a obter uma otimização de produção utilizando-se da automação, sendo necessário sensores, atuadores e controladores para realizar as operações automaticamente.

O maior ganho associado ao sistema será a possibilidade de otimização de produção. Valendo-se das informações estatísticas do processo, foi possível analisar o historio do fluxo produtivo e estabelecer novas metas ou mudanças nos processos. Esse tipo de ganho é momentaneamente intangível, porém ao longo do tempo essas alterações se tornam bastantes interessantes. Contudo, somente a automação do envase não trouxe todos os benefícios observados no projeto, uma vez que a automação do envase acrescenta poucas vantagens referentes ao controle, sendo necessário o sistema de supervisão para suprir a demanda de controle total da produção. A figura 5 a baixo, ilustra a supervisão do sistema SCADA, nos sistemas de CLP.

**Figura 5: Ilustração de um sistema com dois CLP's, com supervisão do sistema SCADA**



Fonte: Pereira (2015)

Os benefícios do sistema como um todo pode ser observado tanto ao curto prazo como ao longo prazo. Quanto ao curto prazo, o sistema trará uma redução no custo de produção em 53%, gerando um acréscimo ao lucro da empresa de R\$ 23.187,00 /mês ao médio e longo prazo, além dos ganhos financeiros, referentes ao aumento da produtividade.



## 2.5.4 IMPLANTAÇÃO DE UM PROCESSO DE MELHORIA DE PRODUTIVIDADE POR MEIO DA METODOLOGIA OEE

O trabalho em questão teve como objetivo dar diretrizes e fazer o acompanhamento da implantação do indicador OEE (Eficiência Global do Equipamento) no processo produtivo, com a intenção de obter os índices de disponibilidade, performance e qualidade, o que permite a verificação das perdas, o desempenho global e o impacto do mesmo, proporcionando uma análise dos equipamentos, com objetivo de reduzir desperdícios e despesas.

O propósito foi em verificar se é possível maximizar os resultados com aumento da produtividade e a eficiência produtiva do processo, baseados na análise da metodologia OEE, proporcionando aumento na competitividade diante o mercado global.

Buscou-se referências sobre automação e a busca pela melhoria dos processos, sobre a eficiência produtiva, a essencialidade da redução de desperdícios, a evolução da manutenção industrial e o indicador de OEE, que foram aplicados juntamente com o método de ciclo PDCA ( Plan, Do, Check, Ajust) com foco em melhoria continua em um estudo de caso das linhas produtivas da indústria Tigre Ferramentas para Pintura no Paraná.

Como resultado foram obtidos dados que coloca a empresa em questão como Padrão Classe Mundial, em que no período estudado, houveram médias dos índices de disponibilidade em 66,58%, performance de 64,92% e qualidade de 92,2%, com o indicador de OEE totalizado em 39,85%.

Com base nesses resultados, a empresa pôde identificar as principais perdas e falhas para buscar saná-las com maior rapidez possível, utilizando da ferramenta de Qualidade 5W2H, com o intuito de achar o problema e garantir o aumento da produtividade e competitividade no cenário global.

## **CAPÍTULO 3 - METODOLOGIA DE PESQUISA**

### **3.1 DESCRIÇÃO DA EMPRESA**

A empresa em questão atua na industrialização, importação e distribuição de cosméticos e cosmeceúticos e, desde 2012, no ramo nutracêuticos e produtos hospitalares. A empresa tem sede administrativa em Goiânia (GO), com um parque fabril na cidade, e outros dois em Aparecida de Goiânia (GO).

A empresa possui cerca de 300 colaboradores e exporta para mais de 16 países, além de ser reconhecida no mercado pelo uso de matérias primas de alta qualidade, e pelo desenvolvimento de soluções inovadoras, com a Certificação de Boas Práticas da Anvisa. Possui também mais de cinquenta produtos licenciados, de personagens como Barbie, Patrulha Canina, Dora a Aventureira, Tartarugas Ninja, Bob Espoja, Shrek, Ben10 e Moranguinho.

No mercado nutracêutico, produz suplementos à base de vitaminas e minerais, laxantes, sulfato de zinco, complexo vitamínico, óleo de fígado de bacalhau, solução hidroeletrólítica e soro fisiológico.

Atualmente possui o horário de funcionamento padrão, de apenas um turno, de quarenta e quatro horas semanais com um intervalo de almoço. No final do ano de 2019 iniciou o planejamento da mudança para um local maior devido ao grande aumento na demanda e a partir da mudança de local, iniciará o funcionamento em 2 turnos dobrando o número do quadro de funcionários e de produção, a obra está prevista para finalizar no primeiro semestre de 2021. Com o propósito de reservar a propriedade industrial, o nome da empresa será tratado como A.

### **3.2 ETAPAS DA PESQUISA**

Essa pesquisa foi realizada no setor de nutracêuticos da empresa, e trata-se de uma pesquisa relacionada à produção, no qual visa analisar a eficiência relacionada a automação de uma máquina de envase.

Em nível de pesquisa para que se possa desenvolver um trabalho eficaz, foi realizado a pesquisa descritiva com objetivo de obter o melhor detalhamento das características do setor de envase e de suas variáveis, possui importância significativa no desenvolvimento dessa

pesquisa descritiva - qualitativa, envolver técnicas padronizadas de coleta de dados bem como observação do sistema.

A técnica de análise dessa pesquisa é qualitativa, onde a interpretação dos dados leva em consideração todo seu conteúdo. A forma neste estudo de caso está expressa em textos, onde passa a trabalhar com a interpretação e análise de dados.

### 3.2.1

## DESCRIÇÃO DO PROCESSO

Com o objetivo de elucidar as características e particularidades do processo, de modo a auxiliar o entendimento para realização das atividades de automação e otimização das linhas, foram listadas as principais atividades do processo para melhorar o entendimento. Através de um fluxograma, foi mapeada as principais atividades da linha de envase de líquidos, permitindo uma análise de como era o processo e, então, a partir das melhorias realizadas, verificar como é o processo atual.

Desta forma, quebra-se o objetivo através de uma lista de atividades que descreve as ações específicas, que devem ser desempenhadas de forma a originar um processo que atinja o objetivo proposto. Este tipo de análise permitirá a equipe de trabalho ganhar tempo, além de insights a respeito da estrutura e seu funcionamento.

Para iniciar o mapeamento do envase não automatizado, foi necessário nomear a função dos operários e supervisores, além de descrever as suas respectivas atividades:

- Operador do Tanque
- Supervisor do Tanque
- Operador de Envase 1: Pulmão dos frascos
- Operador de Envase 2: Máquina de envase
- Operador de Envase 3: Cravamento de tampas
- Operador de Envase 4: Codificadora
- Operador de Envase 5: Copo medidor
- Supervisor de Envase
- Operador de Acabamento 1: Pulmão dos frascos
- Operador de Acabamento 2: Rotuladora
- Operador de Acabamento 3: Montagem de Caixas
- Operador de Acabamento 4: Montagem de Caixas
- Operador do Palete

O fluxo do processo de envase iniciava-se no pedido do produto. O operador do tanque verificava se as mangueiras estão devidamente conectadas, ligava (aciona) o ar comprimido, a chave geral, e preparava o tanque de líquido. O supervisor verificava e auxiliava o operador em todas as atividades, avaliando a qualidade do líquido preparado, e conferindo através da proveta se a mistura está correta. Em seguida, o funcionamento do tanque era autorizado.

Os operadores se posicionavam pela linha, cada um em sua função, onde um operador enchia o pulmão de frascos e ficava responsável por monitorá-los. Ao mesmo tempo, outros dois operadores ficavam responsáveis por encher o vibratório de copo medidor e o vibratório de tampas. Outros dois operadores ficavam responsáveis por colocar os rótulos na rotuladora, e programar a codificadora vídeojet com o lote, data de fabricação e validade. Em seguida, os mesmos solicitavam a liberação da linha juntamente com o supervisor, que conferia todos os procedimentos e autorizava o início da produção.

A esteira é acionada, e o operador fazia a contagem de nove frascos, separava os frascos, e pressionava o botão de envase. São nove bicos envasando, e o operador fazia isso durante todo o processo.

A linha segue para o cravamento de tampa através da máquina de rosquear, onde o operador responsável pelo vibrador de tampas conferia se todos os frascos estavam corretamente rosqueados e lacrados. Os frascos que não estivessem lacrados são levados para descarte, visto que não pode haver contaminação nos frascos não rosqueados. Em seguida, ocorre a codificação do produto pela tampa já cravada.

Os frascos seguem na esteira para o encaixe do copo medidor, sendo que o operador responsável pelo vibratório do copo medidor conferia se não houve nenhum erro de encaixe do copo. Caso existisse algum frasco sem, o mesmo seguia para a caixa do retrabalho. Se não, os frascos seguem para o segundo pulmão para iniciar o processo de rotulagem. Antes do processo de automação, se o pulmão estivesse cheio, o operador encaixotava alguns frascos já prontos nos paletes para serem rotulados, retirando o excesso.

Após a rotulagem, o operador conferia se todos os rótulos estavam corretos, alinhados e sem amasso. Caso não estivessem nos conformes, eles eram armazenados para retrabalho, e então a esteira segue para o acabamento e encaixotamento.

São dois operadores responsáveis pela montagem, e em cada caixa eram armazenados dezesseis frascos. As caixas eram seladas com fita adesiva de maneira manual, e então outro operador é responsável por fazer o palete e liberar quando ele estivesse completo.

### 3.2.2 REQUERIAM MELHORIA

### DESCRIÇÃO DOS ITENS QUE

Com o objetivo de transformar os processos manuais em execuções automáticas, foi feito um estudo nos principais itens que requeriam melhoria através do auxílio de novas tecnologias, buscando oferecer celeridade e otimização ao processo, e facilitando o trabalho dos profissionais de maneira geral.

#### 3.2.2.1 Tanque de Mistura

Não haviam rodinhas nos tanques de preparação de líquidos e, por isso, para a movimentação dos tanques era necessário esvaziá-lo e movimentar com a empilhadeira manual. O tanque é ilustrado pela Figura 6.

**Figura 6: Tanques de mistura**



Fonte: Autor próprio

#### 3.2.2.2 Máquina de envase

O próprio operador fazia a separação dos frascos de maneira manual, como se pode observar na Figura 7. Em seguida, o operador acionava o envase podendo ocasionar acidentes de trabalho, gerando atraso na entrega da demanda, deixando o processo lento.

Figura 7: Linha de envase 1



Fonte: Autor próprio

Não havia nenhum botão de emergência para acionar no caso de algum problema parar a esteira e produção, e o operador que parava a linha de maneira manual, correndo risco de acidente.

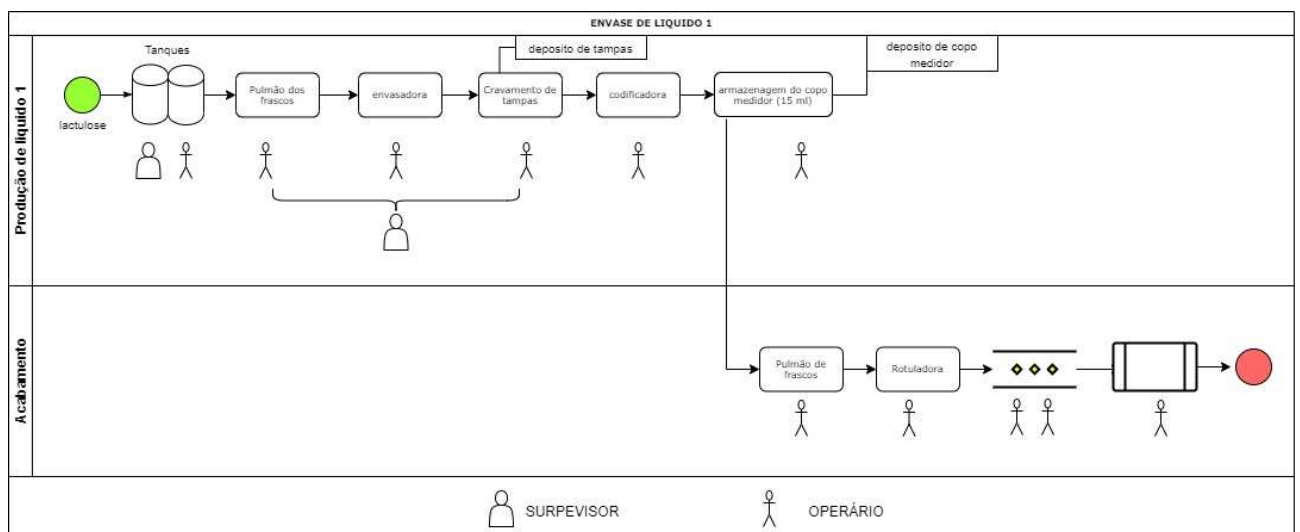
## CAPÍTULO 4 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1 MAPEAMENTO DO PROCESSO

Foram realizados os mapeamentos “*AS IS*” e “*TO BE*” do processo da linha de envase, através da ferramenta disponibilizada pelo site: “<https://www.draw.io/>”, especificando quais atividades são realizadas, a quantidade de mão de obra utilizada, e quais locais em que as atividades acontecem, do início ao fim dos processos das linhas (Figura 8).

O significado de “*AS IS*” é “*COMO É*”, e é exatamente essa a função da ferramenta, apresentar como estão os processos atuais da indústria, mostrando como a organização realiza as atividades, com o objetivo de analisar os processos, levantando os gargalos, pontos de melhorias e desvios dentro da empresa.

**Figura 8: Mapeamento da linha de envase *AS IS***



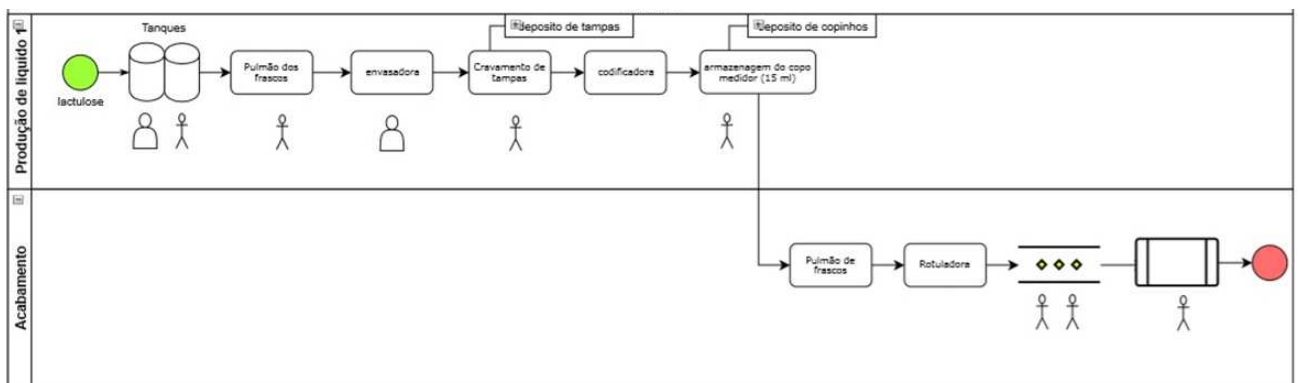
Fonte: Autor próprio

Pode-se observar que na Figura 8 a indústria em questão possuía na linha de envase 13 funcionários, sendo eles 11 operários e 2 supervisores realizando suas funções de acordo com o item 3.2.1.

Já na Figura 9, é representado o “*TO BE*” que significa “deve ser”, que acontece logo após a análise estudada no “*AS IS*”, e tem como objetivo a visão dos futuros processos da indústria, demonstrando a melhor forma de realizar os processos, definindo o fluxo de trabalho, os papéis e responsabilidade de cada colaborador e as tecnologias de melhoria envolvidas no processo.

Na Figura 9 pode-se observar que houve uma redução de 13 para 9 funcionários e que, com as propostas de automatizações, as máquinas de envase e a codificadora, no pulmão de frascos e na rotuladora, não precisariam de operadores fixo para tais equipamentos.

**Figura 9: Mapeamento da linha de envase *TO BE***



Fonte: Autor próprio

## 4.2 COLETA DE DADOS DO ENVASE MANUAL

A coleta dos dados foi feita *in loco* no setor de envase, em um intervalo de sete meses, no qual o levantamento das informações foi extraído através de entrevistas com o Gestor de produção, o coordenador do setor de envase e o técnico de manutenção, a estagiária de manutenção, em um período de observação de seis horas por dia. O produto analisado foi um composto laxante para tratamento de constipação intestinal, fabricado na linha de envase 1.

Inicialmente, a coleta de dados foi apenas manual, mas a necessidade de mais informações agrupadas fez com que o desenvolvimento de uma planilha se tornasse indispensável, ilustrada por meio deste documento (Figura 10).



Figura 10: Planilha de controle

EMPRESA A		RI - REGISTRO INTERNO		Codigo: RI PR - 000002	
REGISTRO DE CONTROLE DE OEE		Guarda:		Referencia: IT PR 000002	
Produção Horária - Linha :			Turno : ADM		
DATA	CÓDIGO DO PRODUTO ( )	01			
		02			
		03			
/ /	DESCRIÇÃO DO PRODUTO:				
META / HORA : 3000		Controle de Paradas			
LOTE	HORA :	PRODUÇÃO ( Un. )	Início	Término	Código de Paradas
/	/		:	:	
/	/		:	:	
/	/		:	:	
/	/		:	:	
/	/		:	:	
/	/		:	:	
/	/		:	:	
/	/		:	:	
Produção Total ( Un. ) Lote. 01			Observação:		
Produção Total ( Un. ) Lote. 02					
Produção Total ( Un. ) Lote. 03					
Total Produzido (Un.) Lote. T					
Total de Bicos Envase:		Total de Bicos Ativos:			
Controle de Eficiência					
Perdas			CHECK DE PARADAS		
FRASCOS	01				
TAMPAS	02				
ROTULOS	03				
COPO MEDIDOR	04				
Controle de Refugos e Setup de Produto					
Realizado Setup de Produto: <input type="checkbox"/> SIM <input type="checkbox"/> NÃO			Tempo Total: _____ Min.		
EFICIÊNCIA DIÁRIA:			Assinatura do Operador (a)		
Observação: _____					

Fonte: Autor próprio

Para o *check* de paradas, foi necessário levantar o motivo pelo qual elas estavam ocorrendo, definidas juntamente com os colaboradores, desde a operação até a manutenção:

Paradas Operacionais – São as paradas ocasionadas por falhas operacionais, pequenas paradas relacionadas a ajustes de operação, consideradas paradas de interrupção que podem ser ajustadas pelos próprios operadores.

Paradas de Manutenção – São as paradas de emergência, no qual ocorre a parada de todo o processo produtivo para ajuste de falhas mecânicas ou elétricas, função apenas do setor de manutenção.

Paradas de *Setup* – São as paradas ocasionadas por ajustes ou trocas de produtos, advindo de um novo ciclo de fabricação ou quando o produto/rotulo/liquido/tampa/copo

medidor estiver acabado.

Paradas Programadas – São as paradas que já haviam sido programadas, manutenções preventivas de 15 em 15 dias, e limpeza da máquina no final do turno.

Para as perdas, é necessário apenas colocar no número de cada produto específico o que foi perdido por dia, sem necessidade de justificar o motivo da perda.

No código do produto, é necessário o preenchimento do lote do produto que está sendo produzido, e qual o produto está sendo produzido.

Foi identificado a necessidade de um responsável pelo registro da planilha de acordo com a produção diária, e o preenchimento acontecia de hora em hora, identificando a produção, verificando a evolução, e aumentando a importância do comprometimento dos operadores em suas tarefas diárias.

### 4.3 TREINAMENTO DO COLABORADOES

O treinamento dos colaboradores foi dividido em três etapas: parte teórica, parte prática, e a parte de desenvolvimento dos supervisores.

Primeiro foi uma palestra sobre conceitos básicos dos indicadores de produtividade e desenvolvimento do OEE, e o motivo pelo qual foi implementando essas ferramentas de controle da produção, com o objetivo de aumentar o nível de responsabilidade dos colaboradores. Cientes da importância da coleta de dados e da realização de um trabalho bem feito, a palestra foi aplicada na sede da empresa na sala de reuniões, tendo a duração de um dia.

A segunda parte foi a aplicação do que foi visto em teoria na palestra, em prática no chão de fábrica, dando a implantação do OEE com a execução na linha de produção (*in loco*), através da demonstração de como deve ser feito o preenchimento da planilha de controle (Figura 10), colocando em vista o *check* de paradas, e evidenciando o motivo pelo qual a parada ocorreu, juntamente com a produção diária, para análise de eficiência.

Já o desenvolvimento dos supervisores foi em relação a programação da máquina, eficiência diária, instrução sobre a melhoria dos indicadores e sobre a supervisão dos colaboradores da linha.

### 4.4 MELHORIAS E AUTOMAÇÕES

Visando a eficiência do sistema e a celeridade do mesmo, foi iniciado o processo de

automação dos maquinários da indústria. A primeira melhoria realizada foi a adição das rodinhas nas pernas dos tanques de mistura, indicados na Figura 11, para facilitar a locomoção e transporte.

**Figura 11: Tanques com as rodinhas**



Fonte: Autor próprio

Na máquina de envase foram instalados atuadores pneumáticos na entrada e na saída dos frascos, juntamente com um sensor de presença e liberação destacados na Figura 12. Após a contagem de nove frascos, o sensor é acionado na entrada e saída dos frascos, e aciona também o controlador pneumático dos pistões, movido a ar comprimido. O envase é feito de forma automática, logo após os sensores liberam para a entrada de outros nove frascos e assim, sucessivamente, ganhando uma mão de obra que era alocada apenas para contagem e separação dos frascos, otimizando o processo.

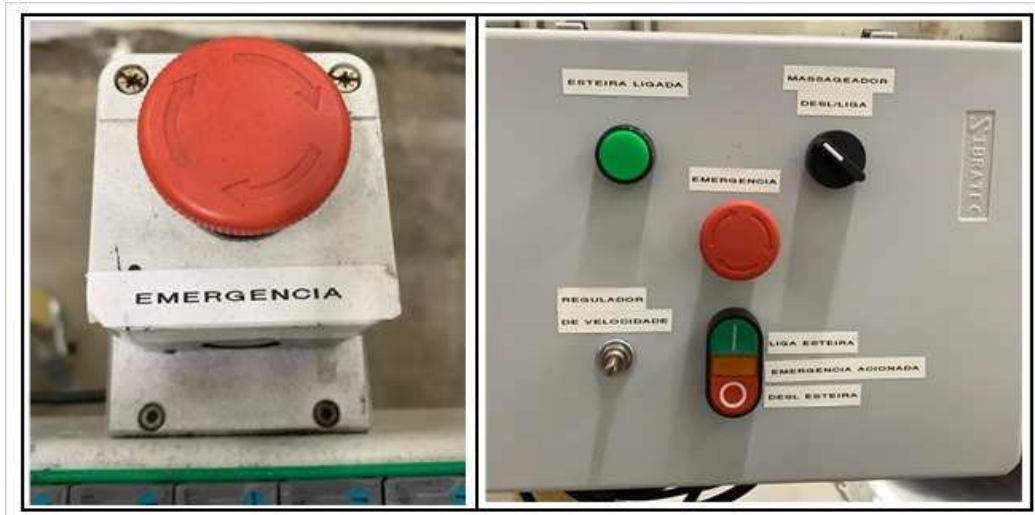
**Figura 12: Instalação do atuador pneumático**



Fonte: Autor próprio

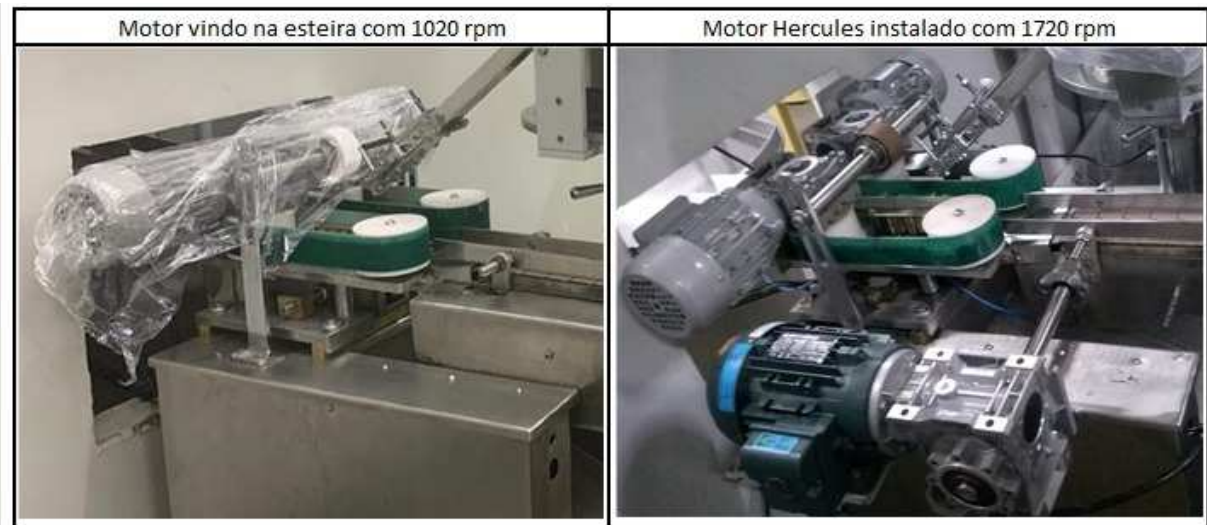
Caso ocorra algum problema na linha, foi instalado o botão de emergência, que para a linha imediatamente (Figura 13). Antes da mudança esse processo era feito de maneira manual, oferecendo riscos ao operador.

**Figura 13: Botão de Emergência**



Fonte: Autor próprio

Também foi feita a substituição do motor da esteira, que girava à 1020 rpm, por um motor monofásico da marca Hercules, com 1720rpm, que oferece durabilidade e resistência. Foi inserido um sistema de partida suave que, junto com a troca do motor, proporcionou um alto desempenho e rendimento, influenciando em um aumento significativo na velocidade da esteira, como ilustrado na Figura 13.

**Figura 14: Instalação do motor Hercules**

Fonte: Autor próprio

Foram instalados dois aparelhos ProLabel para acompanhar o processo produtivo, que já estavam disponíveis na indústria. Um deles foi instalado no início da linha de produção, para realizar a contagem de frascos e o tempo de início. O segundo foi instalado na região de acabamento, para indicar a contagem de frascos finalizados, e o tempo de utilização. A Figura 15 ilustra o aparelho.

**Figura 15: Aparelho ProLabel aguardando início da produção**

Fonte: Autor próprio

Juntamente com a planilha ilustrada na Figura 9, e com o relatório da ProLabel, as informações foram coletadas, dando ainda mais precisão nos dados, sendo assim possível tratar os dados, e construir os indicadores diários, semanais, mensais e, futuramente, os anuais.

## 4.5 CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES

A partir da coleta dos dados realizados pela planilha de controle (Figura 9), os dados foram tratados para construção dos indicadores, refletindo a eficiência a partir da produção. Desse modo, o indicador será capaz de representar os resultados.

Neste trabalho, foi utilizado a aplicação do indicador de produtividade, que foi calculado através do *software* MS Excel, a partir da média do antes e depois da automação implementada.

As empresas que contem a aplicação do indicador de OEE, são empresas que estão em busca de um aumento na produtividade, pois o OEE indica 3 componentes, e a melhora nos componentes indicam aumento na qualidade sem a perda do ritmo da produção. O cálculo foi feito através do *software* MS Excel, mensurando a disponibilidade, utilização e qualidade, Segundo Hansen (2006) demonstradas no item 2.4.2.

Como consequência disto, foram construídos os gráficos para melhor visualização e entendimento dos resultados e apontamentos obtidos, apresentados no próximo capítulo.

### 4.5.1 INDICADOR DE PRODUTIVIDADE

Para obter o índice de produtividade da linha de envase, foi utilizado o método comparativo entre o processo anterior e o processo atual, visando o aumento da produção e otimização de tempo. A coleta de dados foi realizada a partir da Planilha 9, e da realocação da mão de obra.

Para construção dos dados anteriores à mudança, os dados tratados foram analisados quando não havia nenhuma melhoria ou automação realizada. Foi feito a média de todos os dados coletados, o que gerou os valores de 42 frascos por minuto, 15 frascos de perda por

hora, e 13 colaboradores diretos na linha de envase. Para a análise dos dados após a melhoria, a média foi de 62 frascos por minuto, perda de 9 frascos por hora, e 9 colaboradores diretos na linha de envase. Esses trabalhadores foram realocados a partir da automação feita na linha. Pode-se observar através da Tabela 1 a seguir, o comparativo após a instalações das automatizações

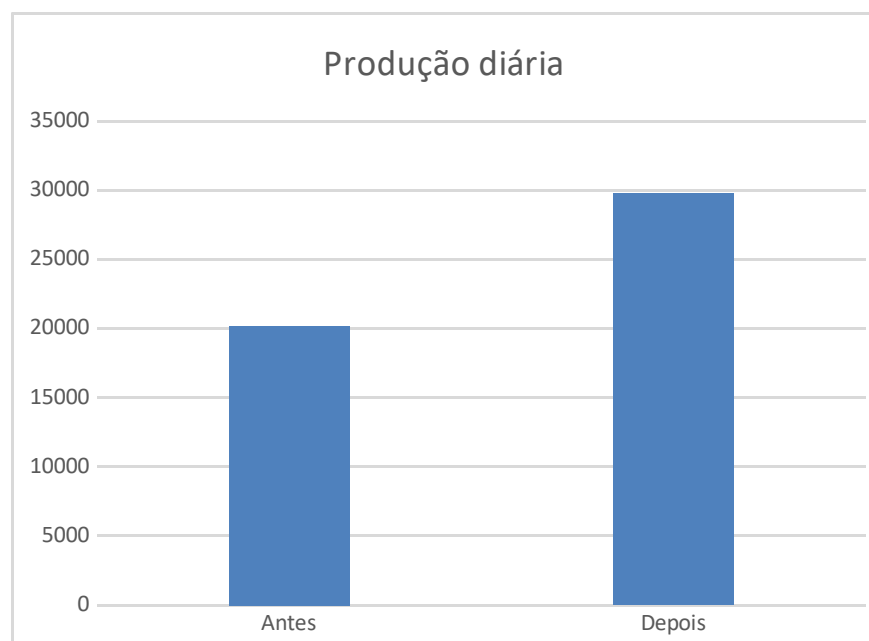
**Tabela 1: Antes e Depois - Produtividade**

	Antes	Depois	%
Frascos por minuto	42	71	69%
Perda/Hora	15	10	-33%
Mão de obra	13	9	-31%

Fonte: Autor próprio 1

O novo formato de produção teve como resultado o aumento de 69% de frascos por minuto, com a diminuição da perda de frascos em 33%, e realocou 31% da mão de obra que estavam fazendo um trabalho manual, o que melhorou consideravelmente a quantidade de produção diária, representada pelo Gráfico 1. O dado coletado foi de um dia normal de trabalho, de 525 minutos, antes e depois da automação.

**Gráfico 1- Aumento da produção diária**



Fonte: Autor próprio



## 4.5.2

## INDICADOR DE OEE

A relação modelo do indicador de OEE precisa ser de 85% e, para isto, é indispensável que aconteça que cada índice tenha os valores mínimos de: Qualidade= 99%, Performance= 95%, Disponibilidade= 90% (NAKAJIMA, 1989; SANTOS e SANTOS, 2007).

Com os dados da planilha de controle ilustrada na Figura 9, houve a necessidade de criar uma nova planilha com base nos cálculos das equações (1 a 7). Para a construção do indicador OEE, uma planilha do Microsoft Excel foi adaptada para a obtenção dos índices de desempenho da linha de envase 1, e foram inseridos dados sobre a quantidade de minutos trabalhados por dia, das 8:00 as 18:00, que equivale a 600 minutos, a data da análise diária do OEE, qual o produto que foi produzido, a velocidade nominal ( $Velocidade\ Nominal = Produtos\ produzidos \div Minutos$ ), e o tempo de ciclo ideal ( $T\ emp\ de\ ciclo\ ideal = Tempo\ Operacional \div Produtos\ produzidos$ ) Figura 16.

**Figura 16: Cabeçalho tabela de OEE**

Turno:	ADM	600 minutos	Data	21/set/19
Equipamento:	Linha de Envase		Velocidade nominal:	72 pc/min
Produto	A		Tempo de ciclo ideal	0,016 min/pc

Fonte: Autor próprio

Na segunda parte da tabela, o índice de produção foi construído. De uma em uma hora, o operador registra na planilha ilustrada na Figura 9, e a estagiária da linha de envase passa os dados para a ficha de apontamento (Figura 17), indicando a duração de cada evento, a quantidade de frascos produzidos, as perdas ou retrabalhos, qual o tipo do produto e o tipo de parada.

**Figura 17: Ficha de Apontamento de Produção**

Evento #	Duração Minutos	Quantidade		Produto	Tipo de Apontamento / motivo
		Boas	Ruins		
1	5	0	0	Nenhum	Parada-Aguardando operador
2	20	0	0	A	Parada-Preparação
3	190	13680	32	A	Produzindo
4	10	0	0	A	Parada-Troca de ferramenta
5	120	6990	20	A	Produzindo
6	75	0	0	A	Refeição
7	120	7200	20	A	Produzindo
8	45	3240	8	A	Produzindo
9	15	0	0	A	Parada - Limpeza
10	0	0	0	Nenhum	Parada-Horários não apontados



Fonte: Autor próprio

Na terceira e quarta parte da tabela, inicia o tratamento dos dados para aplicar nos índices, sendo que na terceira etapa o tempo total operacional de 600 minutos não representa o tempo real de produção, e deve ser descontado o tempo de almoço, que está representado pelo tempo não programado para produzir de 75 minutos. Por isso, o tempo real é igual a 525 minutos, e o tempo de outras paradas igual a 50 minutos totalizando um tempo produzido de 475 minutos. Na quarta etapa é descrita a produção a partir do tempo em fabricação, como ilustra a Figura 18.

**Figura 18: Tempo Operacional e Produção**

<b>Tempo</b>	<b>min</b>	<b>Produto A</b>	
Operacional:	600	Tempo Produzindo:	475,00
Não Prog para produzir	75	Produção Real:	29.139
Programado para produzir	525	Produção Teórica:	30.645
Parado:	50	Perdas baixa velocidade:	1.506

Fonte: Autor próprio

Na quinta parte da tabela é contabilizada as perdas de produção, inclusive a perda da parada programada do horário de almoço, e o cálculo teve por base a velocidade nominal do equipamento na produção na linha. As paradas não programadas são contabilizadas a partir da velocidade padrão do produto, que estava sendo produzido no momento em que ocorreu a parada não programada.

A baixa velocidade é considerada a partir da quantidade que deixou de ser produzida devido ao equipamento produzir abaixo da velocidade padrão. Peças não aprovadas são contabilizadas através dos frascos que não atenderam as especificações durante o processo, totalizando as perdas totais pelo OEE (Figura 19).

**Figura 19: Perdas de Produção**

<b>Perdas de produção (qtde)</b>	
Paradas Programadas:	4.839
Paradas Não Programada:	3.263
Baixa velocidade	1.506
Peças ruins:	79
Total perdas OEE:	<b>4.848</b>
Total Perdas Turno:	<b>9.687</b>

Fonte: Autor próprio

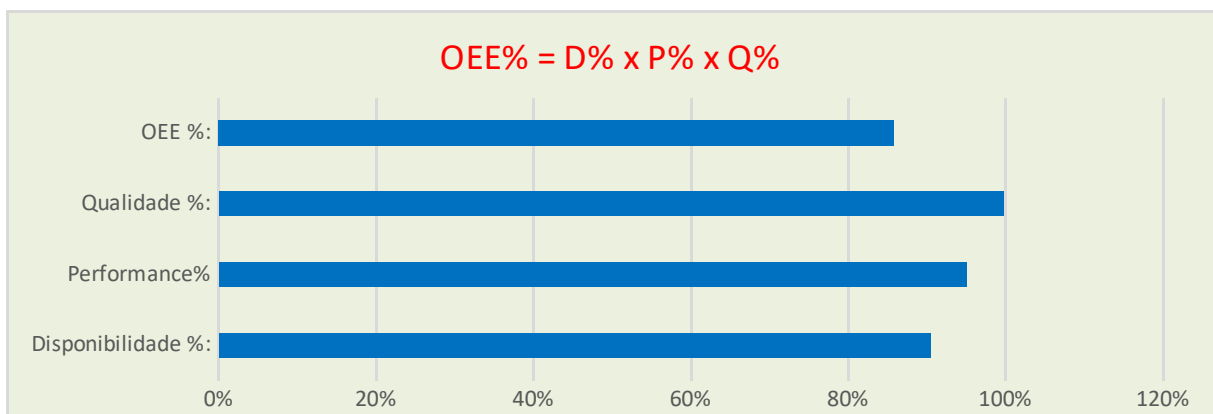
Na sexta etapa da tabela foram utilizadas as equações indicadas no item 3.2.3, no qual a disponibilidade (  $Tempo\ Operacional \div Tempo\ programado$  ) indica o tempo disponível para a produção, e o tempo que foi usado para produzir. A performance (  $Tempo\ de\ ciclo\ ideal \div Tempo\ de\ ciclo\ real$  ) ou utilização indica a agilidade do equipamento em produzir, comparando com o padrão em quanto o aparelho estava produzindo. A qualidade (  $Total\ de\ peças\ boas \div Total\ de\ peças\ produzidas$  ) indica a proporção dos itens bons “peças boas”, em relação a produção total “peças totais”. Por último, foi calculado o índice de OEE (  $Disponibilidade * Performance * Qualidade$  ), que é a multiplicação dos três índices apresentados, sem contar a utilização, como mostra a Figura 20, e o gráfico 2.

**Figura 20: Indicadores do OEE**

Indicadores	
Utilização %:	87,5%
Disponibilidade %:	90,5%
Performance%	95,1%
Qualidade %:	99,7%
OEE %:	85,8%

Fonte: Autor próprio

**Gráfico 2- Gráfico de OEE**



Fonte: Autor próprio

O gráfico mostra o quão satisfatório foi a aplicação dos índices, que comparando com a classificação global de qualidade 99%, Performance 95%, Disponibilidade 90% e OEE 85%, foram atingidos e além disso, ficaram superiores a meta.

Nota-se, desse modo, a urgência em fazer uma análise das demais linhas de

produção e tomar providências para que a fábrica se adeque ao mesmo padrão da linha de envase estudada.

## **CAPÍTULO 5 - CONCLUSÃO/ CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A realização do trabalho de conclusão de curso foi muito importante porque, além de aplicar os conteúdos aprendidos durante a graduação, foi necessário adquirir grande aprendizagem da área de controle e automação, como por exemplo o conhecimento sobre sensores, motores, controladores e outros, mostrando a importância da alocação de bons profissionais.

O objetivo deste estudo foi analisar a eficiência por meio de indicadores de desempenho, após as melhorias advindas das automatizações de uma linha de produção. Buscou-se levantar as informações sobre o processo de envase em uma indústria de nutracêuticos, e as possíveis soluções para o problema de não cumprimento da demanda exigida do mercado.

O presente trabalho pôde auxiliar a constatar que a indústria estudada faz parte da teoria apresentada por Santos (2018), em que o Brasil se encontra ainda no final da segunda e início da terceira revolução industrial. Para tanto, a solução obtida pela empresa através da realização das automatizações, juntamente com a aplicação dos indicadores de produtividade e OEE, apresentou dados promissores, e pôde-se quantificar a melhora significativa que a linha de envase obteve.

Após o mapeamento da produção, foi possível demonstrar a redução de 4 funcionários no processo de envase e realocando para outras áreas dentro da indústria. Um novo método de coleta de dados foi implementado através da planilha de controle e o treinamento dos colaboradores auxiliou com a desenvoltura da implementação dos indicadores e contribuiu para manutenção do novo funcionamento da linha produtiva, pois através disso, os colaboradores entenderam a importância da coleta correta de dados para assertividade no processo.

Várias mudanças foram realizadas na linha de envase, sensores e atuadores pneumáticos foram instalados, assim como botões de controle da linha e automações no processo. A partir disso gerou ganho na produtividade, aumentando em 69% a quantidade de frascos produzidos, reduzindo as perdas por hora em 33% e consequentemente, causando a redução da mão de obra em 31%.

A empresa analisada, juntamente com a equipe responsável pela linha de envase, obtiveram sucesso na implementação de um controle de dados para monitorar o desempenho,

performance e qualidade, que atingiram o que o autor Nakajima constata para apresentar o resultado adequado para o índice superior a 85% no OEE.

Como sugestão para os futuros trabalhos, aconselha-se um estudo de viabilidade econômica para troca do maquinário por um modelo mais novo e moderno, visto que a maioria das máquinas já estavam no fim de sua vida útil.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. et al (Org.). **Sistemas de Produção: Conceitos e práticas para projetos e gestão da produção enxuta**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 328 p.

BOFF, L. **Ética e Moral: a busca da alimentação saudável**. 2ª ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2003.

BRAGLIA, M.; FROSOLINI, M.; ZAMMORI, F. Overall equipment effectiveness of a manufacturing line (OEEML): an integrated approach to assess systems performance. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 20, n. 1, p. 8-29, 2009.

BRESCIA, C. **As diferenças entre alimentos funcionais e nutracêuticos**. Associação Nacional de Atenção dos Diabéticos, 2015. Disponível em: < <https://www.anad.org.br/as-diferencas-entre-alimentos-funcionais-e-nutraceuticos-2/> > Acesso em: 15/10/2019.

BRETTEL, M.; Friederichsen, N.; Keller, M.; Rosenberg, M. “**How virtualization, decentralization and network building change the manufacturing landscape: An Industry 4.0 Perspective.**” International Journal of Mechanical, Industrial Science and Engineering, v.8, n.1, p.37 – 44,2014. Disponível em: < <http://waset.org/publications/9997144>>. Acesso em: 16/09/2019.

BUSSO, C. Matias; MIYAKE, D. Ikuo. **Análise da aplicação de indicadores alternativos ao Overall Equipment Effectiveness (OEE) na gestão do desempenho global de uma fábrica**. Production, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). **Desafios para a Indústria 4.0 no Brasil**. Brasília: CNI, 2016. Disponível em: <<http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2016/8/desafios-para-industria-40-no-brasil/>>. Acesso em: 09/10/2019.

COSTA J.P. – **A current look at nutraceuticals – key concepts and future prospects**. Trends in Food Science & Technology,2017

CORRÊA, H.; CORRÊA, C. A. **Administração de produções e operações**. São Paulo: Atlas, 2004.

COZZOLINO, S. **Nutracêuticos: o que significa?** ABESO, ed. 55, fevereiro 2012. Disponível em: <[http://profissional.universoef.com.br/container/gerenciador\\_de\\_arquivos/arquivos/316/nutraceuticos-o-que-significa.pdf](http://profissional.universoef.com.br/container/gerenciador_de_arquivos/arquivos/316/nutraceuticos-o-que-significa.pdf)> Acesso em: 31 out. 2019.

DA SILVA, Msc M. Eurípedes. Curso de Automação Industrial. **Escola de Engenharia de Piracicaba–EEP, Piracicaba–SP**, 2007.

DOS SANTOS, R. a et al. Componentes da parte aérea e raízes de pastagens de *Brachiaria* spp. em diferentes idades após a reforma, como indicadores de produtividade em ambiente de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 2007.

FIGLIORE, A. B. M. & ALENCAR, L. H. **Identificação e análise dos indicadores de desempenho para gestão de projetos na construção civil**. Anais do ENEGEP 2011 – XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Belo Horizonte, 2011.

FIRJAN. Indústria 4.0: **Panorama da Inovação**, 2016.

Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade. Critérios de Excelência: **o estado da arte da gestão para a excelência do desempenho**. São Paulo, 1997.

GOLDBARG, M. Cesar; LUNA, Henrique Pacca Loureiro. **Otimização combinatória e programação linear**. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Campus, 2005.

GOMES, A. de L.; BEZERRA, Monnara L. dá S. **Nutracêuticos, alimentos funcionais e fitoterápicos: o uso das plantas na promoção, prevenção e restauração da saúde**. Universidade Federal da Paraíba. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À DOCÊNCIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA, XI, 2009, Paraíba, Anais... Paraíba: Universidade Federal da Paraíba, 2009.

GROOVER, M. **Automation, Production Systems, and Computer Integrated Manufacturing**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall, 1987.

GROOVER, M. **Automação Industrial e Sistemas de Manufatura**. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2011.

GULATI, OM. P., OTTAWAY, P.B. – **Legislation relating to nutraceuticals in the European Union with a particular focus on botanical-sourced products**. Toxicology, 2006.

HANSEN, C. **Eficiência Global dos Equipamentos: Uma poderosa ferramenta de produção para o aumento dos lucros**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 264 p. Tradução de: Altair Flamarion Klippel.

HRONEC, S. M. **Sinais vitais: usando medidas do desempenho da qualidade, tempo e custo para traçar a rota para o futuro de sua empresa**. Makron Books, 1994.

KARDEC, A.; ARCURI, R.; CABRAL. **Gestão estratégica e avaliação de desempenho**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2002.

MAGALHÃES, R.; VENDRAMINI, A., 2018. **Os impactos da quarta revolução industrial**. [Online] janeiro de 2018. Disponível em:  
< <http://bibliotecadigital.fgv.br/ojs/index.php/gvexecutivo/article/viewFile/74093/71080>>  
Acesso em : 30/10/2019.

MAGALHÃES, T. Gonçalves; DALMAU, M. Lopez; DE SOUZA, Irineu Manoel. **Gestão do conhecimento para tomada de decisão: um estudo de caso na empresa júnior**. *Revista Gestão Universitária na América Latina -GUAL*, v. 7, n. 2, p. 108-129, 2014.

MAITELLI, A. L. **“Controladores Lógicos Programáveis”**, UFRN, Natal -Brasil, 2003.

MARTINS, M. G. **Princípios de Automação Industrial**. Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

MITSUBISHI AUTOMATION. **Automation Systems**. Disponível em: Acesso em: 07 de novembro de 2019.

MONTEIRO, N. P. **Proposta de um Sistema de Avaliação de Desempenho para Gestão de Estoques em uma Empresa do Setor Elétrico no Estado do Pará. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Produção)** – Universidade do Estado do Pará, Belém, 2012.

MORAES, C. C.; CASTRUCCI, P. L. **Engenharia de automação industrial**. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

MORAES, F. P., COLLA, L. M.. **Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde**. Revista Eletrônica de Farmácia Vol 3, 2006.

MURARO, R. M. **A automação e o futuro do homem**. [S.l.]: Editora Vozes, 1969.

NOGUEIRA, E. **Engenharia econômica: uma abordagem para a avaliação econômica de novas tecnologias de automação da produção**. São Paulo, 1994. 181p. Dissertação (Mestrado em Administração de Empresas) - EAESP/ FGV.

NUNES, J. L.T. et al. **Melhoria do processo produtivo por meio de otimização de processo de envase**. Anais da Engenharia de Produção/ISSN 2594-4657, v. 2, n. 1, p. 105-122, 2018. Disponível em: <<https://uceff.edu.br/anais/index.php/engprod/article/view/202>>. Acesso em: 01/11/ 2019.

PAREDE, I. M., GOMES, L. E. **Automação industrial. Habilitação técnica em Eletrônica**. São Paulo: **Fundação Padre Anchieta**, 2011.

PEREIRA, D. A. R. **Projeto de um sistema de automação industrial para uma indústria de produtos saneantes**. 2015.

PÉREZ-LÓPEZ, E.; GARCÍA-CERDAS, M. **Implementación de la metodología DMAIC-Seis Sigma en el envasado de licores en Fanal**. Revista Tecnología en Marcha, v. 27, n. 3, p. ág. 88-106, 2014.

SANTOS, A. C. O.; SANTOS, M. J. **Utilização do indicador de eficiência global de equipamentos (oe) na gestão de melhoria contínua do sistema de manufatura - um estudo de caso**. ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27, 2007. Anais... Foz do Iguaçu, 2007.

SANTOS, M.; MANHÃES, A. M.; LIMA, A. R. **Indústria 4.0: Desafios e oportunidades para do Brasil**. In: SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO DE SERGIPE, 2018, São Cristóvão, SE, 2018.

SASSARO, M.; SCHREIBER, M. **Implantação de um Sistema automatizado para envasadora de suco de laranja- um estudo de caso**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Controle e Automação) - UNISUL Santa Catarina, 2017. Disponível em : <<http://www.riuni.unisul.br/handle/12345/2298>> Acesso em: 05/11/2019



SHAHIDI, F. **Nutraceuticals, Functional Foods and Dietary Supplements in Health and Disease**. Journal of Food and Drug Analysis. 2012; P. 226-230. Pinto, JF. **Nutracêuticos e Alimentos Funcionais**. 1ª ed. Lidel; 2010.

SOUZA, P. H. M.; SOUZA NETO, M. H.; MAIA, G. A. **Componentes funcionais nos alimentos**. Boletim da SBCTA. v. 37, n. 2, p. 127-135, 2003.

SOUZA, U. E. L. de. **Como medir a produtividade da mão-de-obra na construção civil**. Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 8, n. 1, 2000.

STRINGHETA P. C. et al. **Políticas de saúde e alegações de propriedades funcionais e de saúde para alimentos no Brasil**. Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 2007.

TATASCIORE, M., Bowden, VK, V., TAW, M., SIC e Loft, S. (2019). **Os benefícios e custos de baixo e alto grau de automação**. Fatores humanos. Disponível em: <<https://doi.org/10.1177/0018720819867181>>. Acesso em: 12/09/2019.

TONIAL, C. A. M. **As relações de trabalho e a automação industrial: reflexões sobre os aspectos históricos, econômicos, conceituais e sociais**. Justiça do Direito, 2010.

VERMULM, R. **Políticas para o desenvolvimento da indústria 4.0 no Brasil**. São Paulo, 2018.

WATERHOUSE, R.M., Zdobnov, E.M., Tegenfeldt, F., Li, J., Kriventseva, E.V. (2011). **OrthoDB: the hierarchical catalog of eukaryotic orthologs**, Nucleic Acids Research, 2011.

YAMADA, V. Y.; MARTINS, L.M. **Indústria 4.0: um comparativo da indústria brasileira perante o mundo**. Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa, 2019.