

**SISTEMA DE CONTAGEM EMPREGANDO SENSOR ÓTICO VISANDO  
MELHORAR O PROCESSO DE CONTAGEM DE GARRAFAS PET NO  
PROCESSO DE LOGÍSTICA E DISTRIBUIÇÃO**

**COUNTING SYSTEM EMPLOYING OPTICAL SENSOR AIMING TO  
IMPROVE PET BOTTLE COUNTING PROCESS IN LOGISTICS AND  
DISTRIBUTION PROCESS**

Gabriela Zanuto Morais<sup>1</sup>  
Giovanna Fabia<sup>2</sup>  
Lauana Balbino Fidelis<sup>3</sup>  
Maria Vitoria Zanuto<sup>4</sup>  
Michele Ribeiro dos Santos<sup>5</sup>  
Omar Vieira<sup>6</sup>  
Ana Elisa Stefani Vercelheze<sup>7</sup>

**RESUMO**

Atualmente, ainda se encontram empresas que não empregam tecnologia, dentre elas, a indústria de garrafas pets, muitas utilizam a contagem manual no processo de empacotamento, enfrentam problemas com erros, riscos de falhas e atraso na produção da demanda. Assim, prejudica todo processo de logística e distribuição. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi desenvolver um protótipo de baixo custo visando facilitar o processo de contagem de garrafas Pet e conseqüentemente melhorar esses processos. O protótipo contém um sensor óptico que faz a contagem automatizada. O mesmo contribui com os processos de logística e distribuição, reduz o tempo de contagem, evita-se erros nesse processo e elimina problemas ergonômicos relacionados ao trabalhador da área. Por fim, o protótipo desenvolvido vem a contribuir com organização e o aumento dos lucros na indústria.

**Palavras-chave:** Tecnologia. Logística. Distribuição. Embalagem.

**ABSTRACT**

Currently, there are still companies that do not employ technology, among them, the pet bottle industry, many use manual counting in the packaging process, face problems with errors, risks of failures and delay in the production of demand. Thus, it harms the whole process of logistics and distribution. Therefore, the objective of this work was to develop a prototype of low cost in order to facilitate the process of counting Pet bottles and consequently to improve these processes. The prototype contains an optical

<sup>1</sup> Técnico em Administração pelo SENAI – Turma de 2019.

<sup>2</sup> Técnico em Administração pelo SENAI – Turma de 2019.

<sup>3</sup> Técnico em Administração pelo SENAI – Turma de 2019.

<sup>4</sup> Técnico em Administração pelo SENAI – Turma de 2019.

<sup>5</sup> Técnico em Administração pelo SENAI – Turma de 2019.

<sup>6</sup> Especialista em Engenharia de Automação, Graduado em Análise e Desenvolvimento de Sistemas. Docente do SENAI.

<sup>7</sup> Doutora em Biotecnologia, Mestra em Biotecnologia, Especialista em Bioquímica Aplicada, Graduada em Farmácia. Docente do SENAI.

sensor that counts automatically. The same contributes to the logistics and distribution processes, reduces counting time, avoids errors in this process and eliminates ergonomic problems related to the worker in the area. Finally, the prototype developed contributes to organization and increased profits in the industry.

**Keywords:** Technology. Logistics. Distribution. Packing

## INTRODUÇÃO

No Brasil o desenvolvimento da indústria de embalagens plásticas ocorreu a partir da política de substituição de importações na década de 1950, mas se consolidou em 1970 (Dinâmica espacial da indústria de embalagens plásticas no estado do Paraná, 2018). Atualmente, os plásticos representam a maior participação no valor da produção de embalagens, correspondendo a 38,85 % do total, ainda as principais indústrias usuárias de plásticos são as de eletroeletrônico, alimentos, bebidas e fumo, a indústria de plástico é a que mais emprega, atingindo 218.146 postos de trabalho em dezembro de 2017 (ABRE, 2018).

O processo de produção de uma garrafa Pet inicia-se pela chegada da matéria prima, que antes de ir para moldagem por injeção, o material passa por uma secagem. No processo de injeção, a resina PET é transportada através de arraste a vácuo, até os silos de secagem onde se remove a umidade do material pela passagem em contracorrente de ar seco aquecido. A moldagem é realizada por injeção e por sopro, que após esse processo é realizado o resfriamento e são descarregadas e armazenadas até serem distribuídas aos seus clientes (GOUVÊA; ROSA, 2011).

Dentro da empresa é possível verificar a integração entre os processos produtivos e a logística, de modo concomitante essas duas vertentes apresentam resultados de curto, médio e longo prazo, no qual afetam diretamente de forma positiva e/ou negativa as mesmas.

A logística pode ser definida como a ciência que se encarrega de fazer com que os diferentes insumos e produtos alcancem o lugar certo, dentro de condições pré-determinadas de quantidade, tempo e qualidade, com um menor custo possível (DASKIN, 1985). A logística de distribuição que tem contato final com o cliente na entrega do produto comprado. É aquela que pega os produtos que estão no estoque de produtos acabados no centro de distribuição e através de um sistema de roteamento que liga até o destino final. O que a distribuição faz é disponibilizar a

quantidade de mercadorias certa, no momento certo e no lugar certo, e otimizando os processos para que as operações sejam rentáveis e lucrativas (CASTIGLIONI, 2011).

Sendo assim, as falhas dentro de um processo industrial podem ser classificadas dentro do ponto de produção, falhas na informação nos materiais e, por fim, falhas causadas por ações dos clientes (FILLIETAZ, 2006). Dessa forma, no cenário de intensa concorrência econômica, as organizações enfrentam grandes dificuldades para continuarem ativas no mercado. Perante tantos desafios buscam aplicar a automação em seus processos produtivos, principalmente pela sua comprovada contribuição para redução de despesas de produção (VASCONCELLOS, 2012). Diante disso, para que os processos de produção sejam eficientes é necessário o desenvolvimento de novas tecnologias, assim, o emprego de máquinas pode contribuir nos processos industriais, que conseqüentemente diminui custos e tempo de produção, como também propicia uma maior flexibilidade (COSTA, 2005).

A utilização de sensores na monitoração de processo é de extrema importância para o sucesso dos mesmos e para garantir a segurança dos operadores e equipamentos, bem como, executar tarefas simples de detecção de forma mais precisa e rápida (MAZZAROPPI, 2007).

Atualmente, é impossível uma empresa se manter competitiva no mercado sem a presença de tecnologia, as ferramentas tecnológicas possibilitam um aumento na qualidade e eficiências dos serviços executados pela empresa, ainda, reduzem custos de processos, incluindo os processos logísticos.

No presente, cada vez mais os processos automatizados assumem um papel importante em diversas áreas tecnológicas. Sendo de extrema importância o uso de tecnologias, como por exemplo, o emprego de sensores na indústria processadora de plástico e de toda a sua cadeia produtiva visando a melhoria dos processos. Logo, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um sistema de contagem de garrafas PET de baixo custo e eficiente, visando minimizar os erros, melhorar as condições ergonômicas do trabalhador e agilizar o processo de logística e distribuição.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### CADEIA PRODUTIVA DE PRODUTOS PLÁSTICOS

Este trabalho compreende no estudo do processo manual de contagem de garrafas PETs e o emprego de um novo sistema de contagem utilizando sensores, com isso, pode-se analisar a integração dos processos logísticos e de distribuição a partir das ferramentas tecnológicas disponibilizadas.

Competitividade é a capacidade de a empresa formular e programar estratégias concorrenciais, que lhe permite ampliar ou conservar, de forma duradoura, uma posição sustentável no mercado (SOUZA; VASCONSELLOS, 2000). Grande parte das indústrias de embalagens plásticas surgiram na década de 1990 em decorrência da reestruturação do setor alimentício que tornou a embalagem uma peça necessária. Sendo essa indústria um dos setores principais inovativos no Estado do Paraná (DEIEPEPR, 2018).

O setor de embalagem constitui hoje importante segmento da indústria brasileira o que representou um faturamento anual na ordem de R\$ 71,5 bilhões em 2017, tendo um aumento de aproximadamente 5,1 % em relação aos R\$ 68 bilhões alcançados em 2016 (ABRE, 2019).

Esses dados mostra o tamanho e a importância desse mercado para a economia brasileira. De forma geral, o desempenho desse segmento mostra o comportamento da produção industrial do Brasil. As principais embalagens produzidas são para os setores da indústria de autopeças, farmacêutica, cosmética, hospitalar, agropecuária, com destaque ao setor alimentício, dentre esses, as embalagens de garrafas PETs.

A confecção das embalagens plásticas inicia-se com a indústria petroquímica, fornecedora dos insumos (SOUZA; VASCONSELLOS, 2000). Sendo os plásticos industriais mais empregados, os de origem sintética (BIASOTTO; MENDES, 1999). Os materiais plásticos podem ser classificados em dois tipos: termofixos ou termoplásticos. Os principais termoplásticos usados em embalagem de alimentos são o polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), poliestireno (PS) e o polietileno tereftalato (PET) (CABRAL *et al.*, 1984).

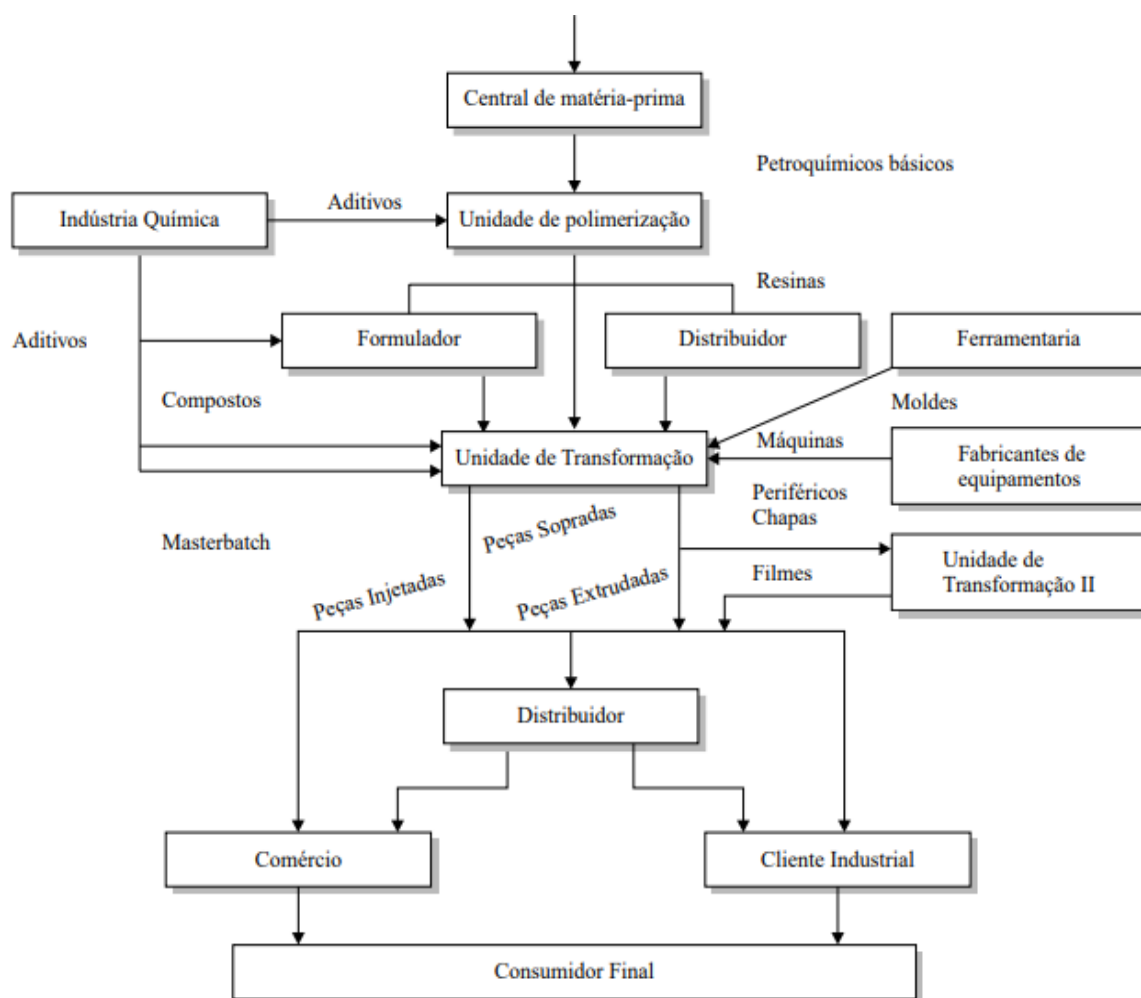
Conforme os mesmos autores Cabral *et al.* (1984), o polietileno tereftalato ou PET é um polímero que possui propriedades termoplásticas, podendo ser

reprocessado várias vezes pelo mesmo processo ou por processo de transformação. Quando submetido a altas temperaturas, esse plástico amolece, se funde e pode ser novamente modelado, suas principais aplicações são: nas indústrias de bebidas para a produção de frascos de refrigerantes e água mineral.

Os processos produtivos da produção das embalagens plásticas constituem em um ramo de atividade da cadeia econômica que utilizam um conjunto de processos químicos e operações unitárias sequenciais, com o fim de transformar matérias-primas em produtos industriais de interesse econômico. (RAMACCIOTTI, 2014).

A cadeia produtiva de produtos plásticos inicia-se com a matéria-prima, desde a obtenção do produto até a chegada ao consumidor final, com várias etapas em seu processo, conforme exposto na Figura 01 (PADILHA; BOMTEMPO, 1999).

**Figura 01-** Cadeia produtiva de produtos plásticos.



Fonte: Padilha e Bomtempo (1999).

Conforme descrito por Dias (2012, p. 5), “a Logística é uma parte da cadeia de abastecimento que planeja programa e controla a eficácia, fluxo de armazenagem dos bens, dos serviços e das informações entre o ponto de origem até o consumo”. Diante disso, Novaes (2001), as aplicações dos sistemas logísticos nas organizações são um meio das empresas aperfeiçoarem suas atividades e melhorarem o serviço oferecido aos clientes. Entretanto, a logística é a base de um sistema de gerenciamento organizacional mais complexo e abrangente, denominado planejamento e controle da cadeia de suprimentos. Assim, cada empresa deve criar sua própria rede logística e distribuição, com foco na gestão e na qualidade.

Para entender o fluxo de materiais, dentre eles, as garrafas PET, é importante conhecer o processo de distribuição no referido fluxo. A logística de distribuição é responsável pelo fluxo de materiais desde a elaboração do planejamento da distribuição que contempla. Esse processo sofre variações a depender do tamanho da empresa e do negócio. O planejamento desse fluxo ainda está previsto responsabilidade desde a expedição, a partir da retirada dos estoques, até a entrega ao cliente final (consumidor). Algumas empresas ainda não desenvolveram a percepção de que a distribuição na área de logística se configura como um processo eficiente e eficaz e que os resultados para a empresa serão melhores (MORAIS *et al.*, 2016).

Dentre os diferentes fatores que aumentam os custos das empresas processadoras de plásticos e/ou distribuidoras, a má gestão de compras e estoques, atrelados aos processos logísticos e de distribuição são os principais protagonistas. Ainda, há empresas que não empregam a tecnologia em seus processos, o que afeta negativamente a produtividade. O processo de contagem de garrafas PETs realizados por meio somente da intervenção humana, pode levar a erros de contagem e tempo maior de processo. Além disso, por ser um trabalho repetitivo pode acabar levando à má postura no trabalho, responsável por ocasionar dores e desconfortos.

Assim, a não inclusão da tecnologia, faz que, algumas empresas ainda realizam a contagem de garrafas de forma manual, e que resulta na necessidade da intervenção humana permanente durante vários dias e horários (MERLIN, 2016).

Dessa forma, dentro das indústrias processadoras e/ou das distribuidoras, o sistema de contagem de garrafas PET pode apresentar inúmeros problemas e, seu estudo é de grande importância para qualquer linha da cadeia produtiva. Com objetivo

de apresentar uma proposta de melhoria de produtividade e flexibilidade no processo produtivo das empresas, em que ainda utilizam o estilo manual para contagem de garrafas PETs se faz necessário a revisão das informações sobre administração da produção, os desperdícios, e as falhas na contagem. Para diagnosticar os problemas e determinar os pontos fracos do sistema produtivo das empresas é importante a análise dos processos, observando os pontos de elevados erros e baixa produção e conseqüentemente traçar um plano de ação. Porém, é importante ressaltar o valor da implantação da tecnologia nesse setor (CECHINEL, 2005).

## **TECNOLOGIA**

É discorrido sobre avanços tecnológicos o tempo todo, criação e surgimento de novas tecnologias, processos tecnológicos tanto para produto, como para serviços, visando facilitar e agilizar a vida das pessoas e das empresas (SILVA, 2012). Entretanto, observa-se que o espaço de tempo existente entre inovações desse segmento é cada vez menor, igualmente, surge à necessidade das organizações investirem em processos de informatização para não perder espaço no mercado. Decorrente desta necessidade atual, torna-se vital para a sobrevivência das empresas preocuparem-se com os seus colaboradores, uma vez que a implantação de um novo processo de trabalho depende, quase na sua totalidade, das pessoas que irão realizá-lo. Os gestores ganham mais uma atribuição, a de trabalhar de forma a estabelecer um ponto de equilíbrio entre as pessoas e a tecnologia. Em tempos de desenvolvimento global, as empresas que não visam aprimorar seus sistemas e processos de trabalho, na busca por agilizar a produção, estão fadadas ao insucesso (GORESKE; OLIVEIRA, 2012).

O mundo corporativo empresarial não perdoa as empresas que ainda continuam suas ações pautadas nos meios tradicionais. Essas empresas perdem a oportunidade de se atualizar e otimizar seus resultados. Desta forma, a gestão da tecnologia pode ser entendida como um campo recente de abordagem multidisciplinar, dentro das dimensões de competitividade das empresas, que gerencia e operacionaliza os aspectos tecnológicos nas organizações. Dentro das funções principais dos sistemas produtivos, quer seja manufatura, serviços, suprimentos, ou transporte, o termo “tecnologia” tem sido utilizado tanto dentro das

atividades meio (organizacionais, estruturais, informática, treinamento etc.) como para as atividades fim (produto, processo, equipamentos etc.) (SILVA, 2002).

A automação é definida como um sistema, amparado em computadores ou máquinas, que substitui o trabalho humano, em favor da segurança das pessoas, da qualidade dos produtos, da rapidez da produção ou da redução de custos, desta forma melhorando os complexos objetivos das indústrias e dos serviços (MORAES; CASTRUCCI, 2007).

Ao considerar os processos automatizados é perceptível sua aplicação em qualquer área industrial, tendo como vantagens o aumento da produção, menor risco de erros, maior qualidade do produto final, e por fim, maiores ganhos em relação ao tempo, mão de obra, econômicos e a satisfação dos clientes.

Os processos automatizados são classificados como automatismo de potência e automatismo de guia, esses processos visam uma melhoria na redução do tempo no processo produtivo, como também na sua qualidade final. Das tecnologias disponíveis os sensores possibilitam o acesso a informações dentro do processo, objetivando a otimização e conseqüentemente a melhoria na produtividade (FIALHO, 2012).

99

## **SENSORES**

O elemento sensor é o item do instrumento que converte a variável física de entrada para outra forma mais usável. A grandeza física da entrada geralmente é distinta da grandeza de saída. O elemento sensor depende fundamentalmente da variável sendo medida. Estando geralmente em contato direto com o processo e dá a saída que depende da variável a ser medida (RIBEIRO, 1999). Existem vários tipos de sensores dentre eles estão: os sensores mecânicos, sensores fotoelétricos, enconders ópticos, sensores de imagem, sensores de temperatura, sensores de vazão, entre outros (SANTOS, 2006).

O sensor óptico é um sensor que emite um feixe de luz detectando a alteração na intensidade de luz recebida, é utilizado na luz infravermelho, no qual é indetectável ao ser humano, e dependendo de sua construção física pode alcançar metros ou milímetros (MORAES; CASTRUCCI, 2012).

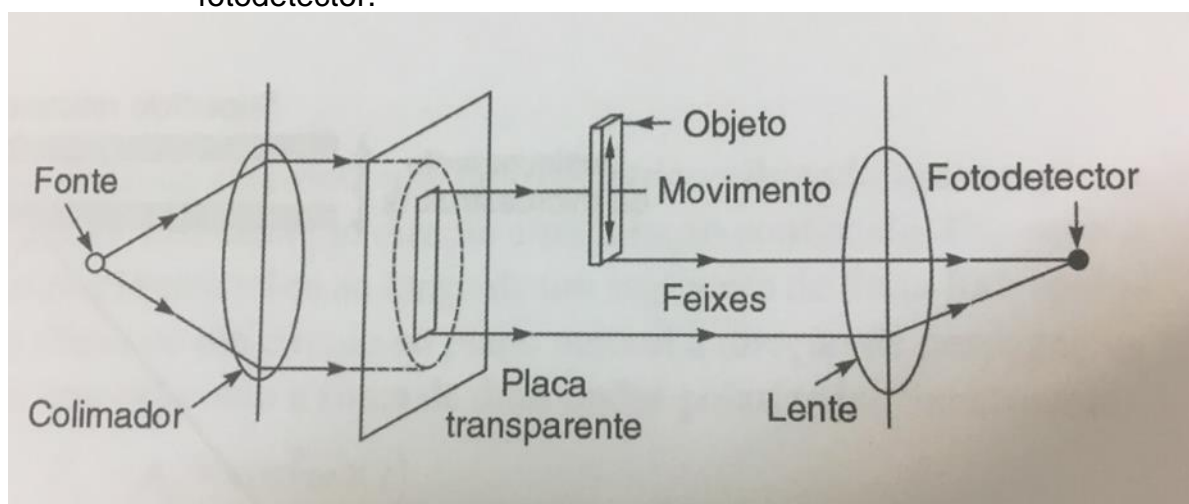
Um Sistema de Medição baseado em radiação eletromagnética normalmente utiliza a alteração da propriedade da intensidade, fase, posição espacial, frequência e



polonização. O feixe óptico gerado por uma fonte de laser é capturado por um detector óptico que são divididos em dois tipos sendo eles o feixe especular e o feixe difuso, a interferência óptica é correspondida pelo efeito resultante de mais de duas ondas da mesma frequência ou comprimento de onda, percorrendo quase na mesma direção, tendo o resultado de uma irradiação ou intensidade distribuída incompleta no espaço.

A troca na distribuição de força luminosa é denominada mediação, formando uma imagem denominada franjas de interferência (é um fenômeno que produz uma imagem com regiões escuras e não escuras (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007). Figura 2 apresenta um sistema óptico completo para mediação de deslocamentos, a qual foi empregado no desenvolvimento do protótipo.

**Figura 2** - Esquema de um sistema de mediação de deslocamento com um fotodetector.



100

**Fonte:** Balbinot e Brusamarello (2007).

A maior vantagem da utilização da intensidade deve-se à resposta direta que os principais detectores, como por exemplo, fotodiodos, fototransistores, respondem às variações de intensidade. Um sensor pode ser sensível à intensidade de um sinal óptico, essas variações podem simplesmente ser observadas ou detectadas através de um fotodetector. A resolução de sensores em intensidade pode ser obtida pela estimativa do tamanho do feixe óptico (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007).

Nesse sistema, um feixe paralelo de luz é gerado por meio de uma fonte pontual, coerente (laser) e de uma lente colimadora. Uma peça transparente cuja a posição no feixe paralelo está relacionada ao deslocamento, interrompe o feixe de luz controlando, portanto, a intensidade luminosa direcionada ao sensor fotodetector.

Logo, a eficiência do detector do sistema óptico está relacionada com as resoluções espaciais da fonte e do detector (BALBINOT; BRUSAMARELLO, 2007).

Conforme relatado acima, é possível identificar a importância das atividades logísticas e de distribuição aliadas as novas tecnologias, dentre essas, os processos automatizados no ambiente corporativo, visando melhorar as atividades de estoque e armazenamento. Partindo da conjectura de que automação pode ser implementada em qualquer área, justifica-se o uso dessa tecnologia nas empresas produtoras e/ou distribuidoras de garrafas PETs, visando a melhoria de seus processos, como exemplo, os de contagem manual das garrafas, substituindo assim, os métodos arcaicos.

## **METODOLOGIA**

Para a concretização deste projeto de Conclusão de Curso no formato de artigo, primeiramente foi realizado uma pesquisa bibliográfica sobre o uso de processos automatizados, empregando-se sensor óptico, visando melhorar os processos de contagem de garrafas PETs nas indústrias e distribuidoras de embalagem. Para a pesquisa foram empregadas fontes como livros especializados, periódicos nacionais e internacionais. A revisão de literatura fornece informações sobre a situação atual do problema em estudo, por meio do conhecimento de uma vasta área de pesquisa e por meio da análise do conteúdo existente (SILVA; MENEZES, 2005).

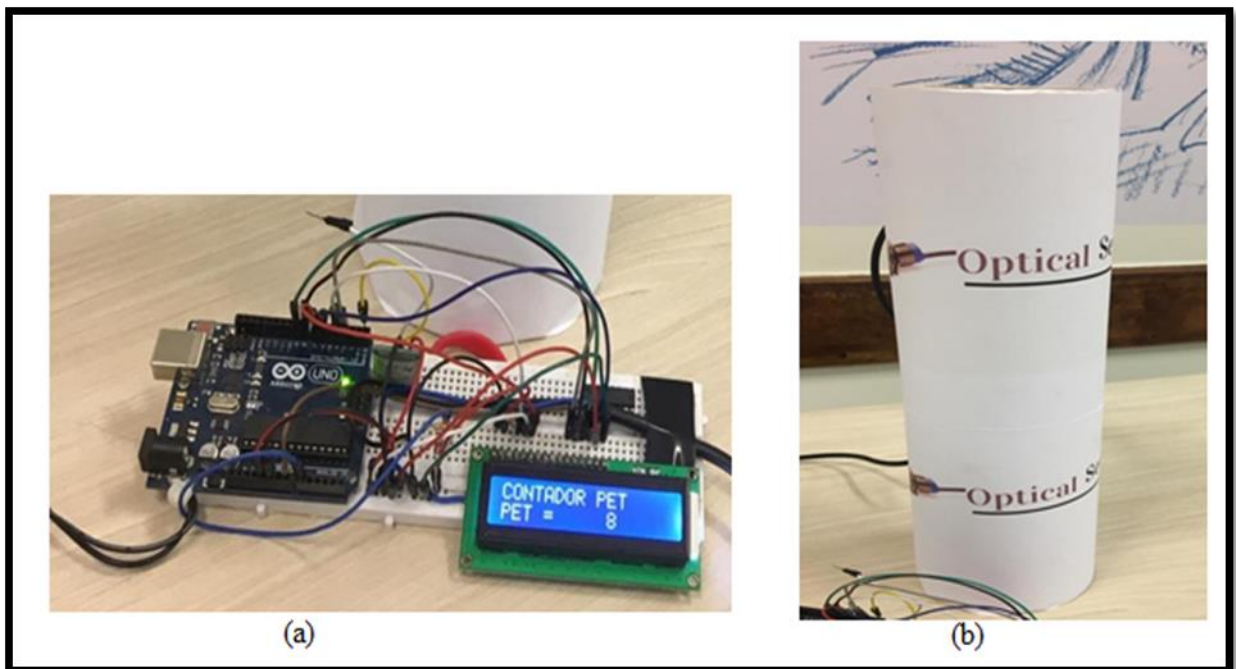
Após as análises qualitativas do estudo, foi desenvolvido um protótipo que consistiu em um sistema semi-automatizado de contagem de garrafas PET empregando um sensor óptico (SENS G18), esse sensor fica alocado a um tubo coletor, o sensor está eletricamente conectado a um contador de eventos (garrafa) que contabiliza todos os acionamentos do sensor óptico ocasionados por objetos opaco que cruza a sua área de abrangência.

Esse modelo específico de sensor foi escolhido para o estudo pois é provido de um sistema de ajuste de sensibilidade que possibilita a operação de contagem com as garrafas PETs, mesmos que sejam transparentes ao olho nu.

O protótipo desenvolvido teve por finalidade contribuir com o processo de contagem de garrafas PETs nas indústrias de embalagens, visando substituir a contagem manual pela automatizada, assim, colaborando com os processos de

logística e distribuição nessas empresas. Na Figura 03 é possível observar o protótipo desenvolvido nesse estudo. Na Figura 3 a, observa-se os sistemas elétricos ligados ao microcontrolador (Atmel) modelo atmega 328 pu , onde após a garrafa passar pelo sensor no tubo coletor (Figura 3 b) é feita a contagem de forma automática, auxiliando e melhorando o processo. A utilização de novas tecnologias no no setor industrial, contribui para o aumento da produtividade, e gerenciamento dos processos, proporcionando oportunidades para criação de novas tecnologias (NASCIMENTO et al., 2014).

**Figura 3** – Protótipo do sistema de contagem de garrafas PETs: (a) controlador; (b) tubo coletor e sensor.



Fonte: os próprios autores (2019).

## RESULTADO E DISCUSSÃO

A logística tem a missão de disponibilizar aos consumidores os bens ou serviços no prazo acordado, no lugar e nas condições adequadas (BALLOU, 1997). Nas empresas produtoras e/ou distribuidoras de garrafas PETs não é diferente, independentemente do tamanho e da quantidade de processos envolvidos nas empresas, se a cadeia logística não tiver o apoio das tecnologias hoje disponibilizadas, praticamente inviabiliza a ação. Desse modo, a automatização dos processos nessas empresas tem papel de destaque no controle das operações, como

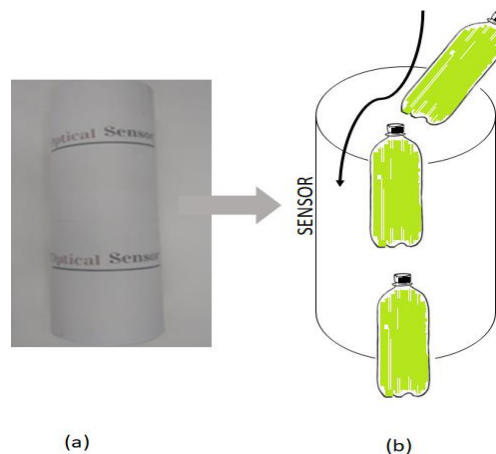
por exemplo, o de contagem automáticas das garrafas PET visando a substituição da contagem manual e, com isso, otimizar o processo de contagem, redução de tempo, melhoria nas condições de trabalho para o colaborador.

A área de automação industrial serve para controlar, aumentando a produtividade industrial, por meio de tecnologias mecânicas, eletrônicas e de informática (GROOVER, 1987). Essas novas tecnologia vem de encontro com o protótipo elaborado nesse estudo (Figura 03), pois o sistema desenvolvido, apesar de simples, proporciona menores perdas de tempo e contagem e maior controle nas informações, além disso, visa reduzir os riscos ergonômicos ocasionados pelo processo de contagem realizado de forma manual.

No protótipo foi utilizado um sensor capacitivo digital, o mesmo foi empregado pois são capazes de detectar objetos que invadem seu campo de detecção. Basicamente esses sensores detecta a massa do objeto, como por exemplo, as garrafas PETs, ainda, no sensor existe um ajuste de sensibilidade para calibração do mesmo em função da massa que será detectada, o que possibilita passar diferentes tamanhos de garrafas. A Figura 04 (a) mostra uma parte da estrutura do sistema desenvolvido no estudo, a mesma é composta por um tubo coletor onde é alocado o sensor e, na Figura 04 (b) mostra um desenho esquemático do funcionamento do sistema, onde é possível observar que as garrafas PET passam pelo sensor dentro do tubo e, é nesse momento que ocorre a contagem, pois o sensor emite um sinal que é traduzido pelo microcontrolador em forma numérica (Figura 05).

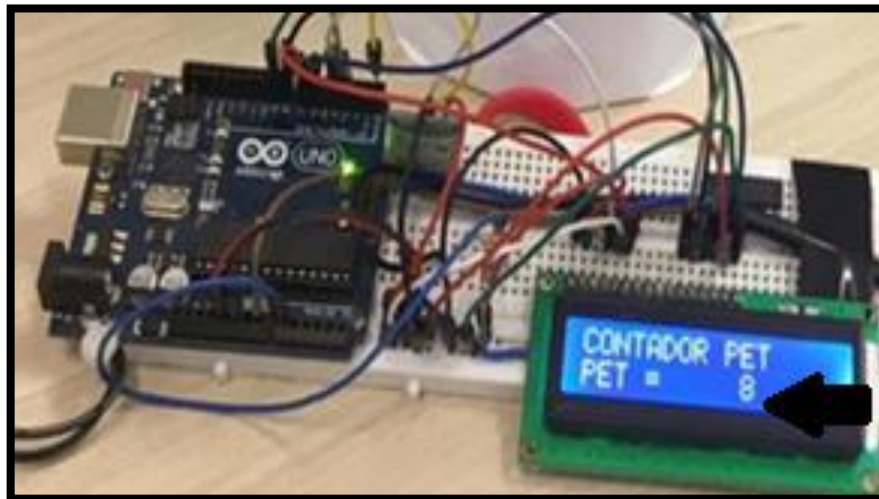
103

**Figura 4** - Parte inicial do Sistema de Contagem: (a) tubo coletor; (b) desenho esquemático de contagem de garrafas PET.



A Figura 05 mostra o microcontrolador empregado no estudo, é possível visualizar o processo de contagem de forma numérica (seta) expressa no display. Nesse sistema o sinal enviado é tratado para remoção de ruídos e adequação de níveis de tensão e corrente, após, são injetados em uma entrada do microcontrolador programado através da plataforma arduino. O interessante de se empregar esse tipo de material é que o mesmo possuiu baixo custo, consomem pouca energia, e podem hibernar enquanto esperam o evento, ainda, é de fácil manuseio, características interessantes dependendo da aplicação, que nesse caso, auxilia no processo de contagem de garrafas PET.

**Figura 5 - Microcontrolador**



O desenvolvimento do protótipo ainda está em fase inicial, porém, observou-se que o mesmo pode ser uma alternativa promissora na otimização do processo de contagem de garrafas PETs, dessa forma, o mesmo poderá ser empregado nas indústrias de embalagens, visando melhorar os processos de logística e distribuição.

Molin *et al.* (2010), destacam a necessidade de investir em inovações tecnológicas que possam contribuir para o avanço operacional, como por exemplo, na automação industrial. Os sensores ópticos possuem componentes eletrônicos de sinalização e comando que executam detecção de qualquer objeto. O funcionamento de um sensor óptico tem como princípio de existência de um emissor e um receptor, onde a luz gerada pelo emissor deve atingir o receptor com intensidade suficiente para fazer com que o sensor comute sua saída (LAN *et al.*, 1999).

Nesse sentido, é possível dizer que o sistema de contagem de garrafas PETs desenvolvido nesse projeto pode ser considerado um sistema semi-automatizado,

devido a realizar decisões, quando sensores são acionados, com um controle através de uma programação pré-estabelecida. O sistema faz as contagens avulsas das garrafas, como também pode fazer as contagens pré-estabelecidas por parâmetros, como exemplo, o ajuste de contagem a cada 50 garrafas, 100 garrafas, 1000 garrafas e etc..., no qual o sistema envia um sinal áudio visual fazendo a sinalização ao final do processo. Segundo Harris e Rother (2003), “é necessário um certo nível de automação, para alcançar fluidez no processo, elemento este indispensável para uma conversão bem-sucedida do sistema”.

“Para automatizar um processo, energia é requerida tanto para acionar o processo em si como para operar o programa e o sistema de controles. A automação é aplicada em uma ampla variedade de áreas, mas é associada mais fortemente com a indústria de manufatura” (GROOVER, 2001). Essas tecnologias vêm para melhorar os processos industriais, dentre esses, os processos de logística e distribuição, foco desse trabalho.

Assim, esse projeto vem de encontro com a cadeia de abastecimento, pois vai auxiliar no planejamento, implementação, controle de fluxo e armazenamento das garrafas PETs, bem como, atender de forma eficiente as exigências do mercado. De acordo com Ballou (1995), a logística empresarial aliada a administração, pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através de planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem, que visam facilitar o fluxo de produtos.

105

## **CONCLUSÃO**

Dada à importância dos processos empresariais aqui estudados, tornou-se necessário o desenvolvimento de um protótipo para agilizar a parte mais demorada da contagem e torná-la fácil de ser feita automaticamente. Com isso tornando a contagem mais rápida, eficaz e com menos probabilidade de obter erros, melhorando os processos de logística e distribuição nas empresas de garrafas PETs.

## REFERÊNCIAS

- ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. Disponível em: <http://www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/>. Acessado em: 11 out. 2018.
- BALBINOT, Alexandre; BRUSAMARELLO, Valner João. **Instrumentação e Fundamentos de Medidas**: introdução à instrumentação óptica. Rio de Janeiro: 2007. v. 2.
- BALLOU, R. H. **Logística empresarial**: transportes, administração de materiais e distribuição física. São Paulo: Atlas, 1995.
- BALLOU, R. H. Business logistics: importance and some research opportunities. **Gestão & Produção**, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 117-129, 1997.
- BAU JUNIOR, Sergio Merlin. **Sistema de contagem de fluxo de veículos**. 2016. 57f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia da Computação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2016.
- BIASOTTO MANO, E.; MENDES, L. C. **Introdução a Polímeros**. 2. ed. São Paulo: Editora: Blucher, 1999.
- CASTIGLIONI, José A. de Mattos. **Logística operacional**: guia prático. São Paulo: Érica, 2011.
- CASTRUCCI, P. B. L.; BOTTURA, C. P. Apresentação. In: AGUIRRE, Luis Antonio (Ed.). **Enciclopédia de Automática**: controle e automação, volume 1. São Paulo: Blucher, 2007.
- COSTA, M. A. C. **Gestão de produção em uma indústria de embalagens de papelão ondulado**: caso Korruga Embalagens – Estudo de Caso. 2005. 96 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.
- COSTA, M. A. C. **Matérias-primas na indústria de injeção de termoplásticos**. Brasília: SENAI/DN, 2015.
- DASKIN, M. S. Logistics: an overview of the state of the art and perspectives on future research. **Transportation Research-A**, [S.l.], v.19 A, n. 5/6, p. 383-393, 1985.
- DIAS, Marco Aurélio. **Logística, transporte e infraestrutura**: armazenagem, operador logístico via TI, multimodal. São Paulo: Atlas, 2012.
- DINAMICA ESPACIAL DA INDÚSTRIA DE EMBALAGENS PLÁSTICAS DO ESTADO DO PARANÁ. Disponível em: <file:///C:/Users/senai/Downloads/23259-118730-1-PB.pdf> . Acesso em: 11 out. 2018.
- FIALHO, A. B. **Automação pneumática**: projetos, dimensionamento e análise de circuitos. 7. ed. São Paulo: Érica, 2012.

FILLIETAZ, F. J. **Análise do processo produtivo utilizando ferramentas de gestão da qualidade para diminuição de custos com perdas e falhas.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenheiro de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.

GORESKE, Andréia M; OLIVEIRA, Victor M. A Humanização na Era Tecnológica. **Revista Eletrônica da Faculdade Metodista Granbery**, [S.l.], n. 13, jul./dez. 2012.

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

GROOVER, M.P. **Automation, Production Systems, and Computer-Integrated Manufacturing.** 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2001.

GOUVÊA, M. V.; ROSA, R. G. **Estudo de caso da viabilidade do reciclo de garrafa PET.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Industrial Química) Escola de Engenharia de Lorena EEL-USP, Lorena, 2011.

LAN, Y.; KOCHER, M. F.; SMITH, J. A. Opto-electronic sensor system for laboratory measurement of planter seed spacing with small seeds. **Journal of Agricultural Engineering Research**, p. 162, 1999. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/33f8/f45230738ba52f79e9423d30680f9a14f809.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

MAZZAROPPI, M. **Sensores de Movimento e Presença.** 2007. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

MORAES, Cícero Couto; CASTRUCCI, Plínio de Ladro. **Engenharia de automação industrial.** 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2007. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/Engenharia%20de%20Automacao%20Industrial%202%20ed%20-%20Moraes%20&%20Castrucci.pdf>. Acesso em: 12 mar. 2018.

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

MOLIN, J. P. AMARAL, L R; COLAÇO, A. **Agricultura de precisão.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

NASCIMENTO N. T. A.; MEDRADO S. S.; TOGNI F.; CASEMIRO Í. P.; FILHO F. S.P. Gestão de Tecnologias no Agrobusiness: um estudo de caso na produção de abacaxi em Porto Velho. **Revista GEINTEC**, São Cristóvão-SE, v. 4, n. 3, p.1076-1091, 2014.

NOVAES, Antônio Galvão. **Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição: estratégia, operação e avaliação.** Rio de Janeiro: Campus, 2001.



PADILHA, G. M. A; BOMTEMPO, J. V. A inserção dos transformadores de plásticos na cadeia produtiva de produtos plásticos. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 9, n. 4, out./dez. 1999.

RIBEIRO, Marco Antônio. **Instrumentação**. 8. ed. Salvador: [s.n.], 1999.

SANTOS, José Elis. **Minicurso de Introdução à Instrumentação**, 2006.

SILVA, J. C. T. Tecnologia: conceitos e dimensões. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., Curitiba, 2002. **Anais [...]**. Curitiba: PUC-PR, 2002.

SOUZA, W. H.; VASCONSELLOS, E. P. G. A Competitividade das Empresas do Setor de Embalagens Para Alimentos: um estudo de caso. **RAE - Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 88-100, jan./mar. 2000.

VASCONCELLOS, Marcos A. S.; GARCIA, M. E. **Fundamentos de Economia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2012.