

ANÁLISE DA VIABILIDADE DA APLICAÇÃO DE QR CODE E RFID COMO TÉCNICA DE SEPARAÇÃO NA LOGÍSTICA REVERSA DE PÓS-CONSUMO DE RESÍDUOS PET NO BRASIL

Giovanna Gardinali de Miranda

Aluna da disciplina de Logística Empresarial do curso de GNI da Fatec-Sebrae

Milena Mendes Tojo e Silva

Aluna da disciplina de Logística Empresarial do curso de GNI da Fatec-Sebrae

Sidionei Onezio Silveira

Professor da disciplina de Logística Empresarial da Fatec-Sebrae do curso de GNI.

Resumo

O presente artigo tem como objeto de estudo a análise da viabilidade da utilização de QR Code na logística reversa de pós-consumo de PETS no Brasil. Para elucidar essa questão, foi analisado o crescimento da geração de resíduos PET no Brasil, como ocorre o seu processo de logística reversa, além de informações sobre QR Code e como aplicar tal tecnologia nesse processo logístico. Inicialmente, o trabalho teria foco em RFID para auxiliar na separação no processo de reciclagem de PET. Contudo, foi aferido que as etiquetas de RFID não poderiam ser recicladas juntamente ao plástico, pois contaminariam o material e; por isso, teriam que ser separadas antes do processo de reciclagem. Por esse motivo, o tema central foi modificado e o estudo passou a dar destaque para a aplicação de QR Codes nesse processo. Dessa forma, para a composição deste artigo, foram levantadas informações sobre PETS, seu processo de reciclagem, RFID e QR Codes.

PALAVRAS-CHAVE: Logística reversa. Pós-consumo. Resíduos PET. QR Codes. RFID.

Editor Geral

Prof. Dr. Roberto Padilha Moia

Organização e Gestão

Prof. Ms. Clayton Pedro Capellari

Correspondência

Alameda Nothmann, nº 598 Campos Elíseos, CEP 01216-000 São Paulo – SP, Brasil.

+55 (11) 3224.0889 ramal: 218

E-mail: f272dir@cps.sp.gov.br

Abstract

This scientific paper aims to analyze the feasibility of using the QR Code in the Brazilian PET reverse logistics of post consumption. To elucidate this issue, the growth of PET waste generation in Brazil was analyzed, such as its reverse logistics process, as well as information on QR Code and how to apply such technology in this logistics process. Initially, the work would focus on RFID to assist in separating the PET recycling process. However, it was assessed that RFID tags could not be recycled together with plastic because they would contaminate the material and therefore would have to be separated before the recycling process. For this reason, the central theme was modified and the study began to focus on the application of QR Codes in this process. Thus, for the composition of this article, information about PETS, their recycling process, RFID and QR Codes were collected.

Keywords: Reverse Logistics. Post consumption. PET waste. QR Codes. RFID.

1. INTRODUÇÃO

O descarte de lixo vem aumentando no mundo todo, e no Brasil isso não é diferente. Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2019), foram geradas 79 milhões de toneladas de lixo em 2018, sendo que, desse montante, aproximadamente 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas e 40,5% de todo o lixo recolhido foi despejado em locais inadequados distribuídos pelo país. A instituição ainda alerta que, em 2030, a quantidade de resíduos gerados pode chegar a 100 milhões de toneladas.

Ao tocante referente aos plásticos, a quantidade de consumo em 2019 foi de 7,6 milhões de toneladas segundo prévia da ABIPLAST (Associação Brasileira da Indústria do Plástico), reciclando 757 mil toneladas no ano de 2018 com base na produção de 7,1 milhão de toneladas no mesmo ano, considerado um aumento de 37% na reciclagem de plástico comparado com o ano de 2016. Vale ressaltar que o volume total de materiais recicláveis coletados pelas cooperativas e associações de catadores da ABRELPE demonstrou uma baixa de 3.134 mil toneladas entre os anos de 2018 e 2017.

Um estudo divulgado pela Revista Fapesp indica que, no ano de 2015, só a produção de embalagens correspondeu a, aproximadamente, 36% do total produzido na indústria plástica. A ABIPLAST, por sua vez, afirma que, no Brasil, mais de 50% do plástico

reciclado provém do uso doméstico. Desse total, mais de 40% corresponde ao plástico do tipo *PET*.

Esse material ainda tem algumas limitações quanto ao seu processo de reciclagem, a citar como o exemplo a separação dos itens, que é feita manualmente. Com isso, os riscos de erros e, conseqüentemente, perdas de material aumentam.

O problema é que com a crescente dos resíduos descartados, os aterros acabam não dando conta. Além disso, o descarte de *PET* na natureza, seja de forma irregular ou em aterros, pode agravar problemas ambientais, já que se trata de um material resistente, que demora para se decompor naturalmente e que prejudica a circulação de gases e efluentes no solo (já que acaba tendo um efeito impermeabilizante).

Daí a importância em investir em processos logísticos que melhorem esses processos de reciclagem do *PET*. E aliar os *QR Codes* e o sistema de *RFID (Radio-Frequency Identification)* a isso pode ser uma alternativa. Utilizando as duas tecnologias da seguinte forma: códigos *QR Codes* personalizáveis para a classificação das embalagens plásticas e alinhando seu conteúdo com o cadastro da empresa fabricante e a população, como também, aplicar as etiquetas *RFID* para rastrear os itens recicláveis.

Ao longo do trabalho é citado um exemplo da parceria entre a empresa *WISeKey* e a Fundação *Race For Water*, que é um programa de rastreamento de produtos e embalagens de plástico. Investindo em um processo proposto com a utilização das tecnologias de rastreabilidade aplicadas simultaneamente para auxiliar na reciclagem e coleta dos resíduos, para assim, a separação dos plásticos ser beneficiada com agilidade e assertividade na coleta.

Para validar os objetivos do presente estudo, foi utilizado o método de pesquisa descritiva. Inicialmente, o trabalho teria foco na tecnologia de *RFID* para auxiliar na separação no processo de reciclagem de *PET*. Contudo, ao notar que se trata de uma tecnologia mais cara e considerando que os centros de reciclagem não têm verba suficiente para fazer altos investimentos, o tema central foi modificado e o estudo passou a dar destaque para a aplicação de *QR Codes* nesse processo. Dessa forma, para a composição deste artigo, foram levantadas informações sobre *PETS*, seu processo de reciclagem, *RFID* e *QR Codes*.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

Apesar de o plástico ter surgido há menos de um século no mercado, trata-se de um setor em constante crescimento. É isso o que mostra uma pesquisa de 2016 divulgada pela Revista Pesquisa Fapesp, que indica que de 1950 até o ano do estudo a produção de lixo plástico no mundo aumentou de 2 milhões de toneladas para 396 milhões de toneladas. Seguindo este raciocínio, caso as projeções sejam mantidas, em 2030, a produção pode chegar a 550 milhões de toneladas.

É possível traçar outro paralelo para se ter noção da evolução desse ramo ao comparar o aumento populacional brasileiro de 2017 para 2018 – que, segundo o IBGE (2019), cresceu 0,71% - com o crescimento da produção de lixo plástico no país nesse mesmo período – que, de acordo com a ABRELPE (2019), foi de 1%. Desse modo, nota-se que a geração dos resíduos plásticos foi superior ao crescimento da população.

Por ser um material muito versátil e resistente, são inúmeros os produtos que utilizam o plástico como matéria-prima, tais como materiais da indústria têxtil, da construção civil, embalagens, sacolas, copos e talheres. Contudo, a especialista em gestão ambiental Sylmara Lopes Gonçalves Dias, citada pela Revista Pesquisa Fapesp (2019), alerta que “descartamos uma quantidade de plásticos de uso único a uma velocidade que a natureza não consegue absorver”.

Anualmente, são produzidas 300 milhões de toneladas de resíduos plásticos no mundo. Desde 1950, a produção ultrapassou 8,3 bilhões de toneladas. E o que é ainda mais alarmante é que aproximadamente 60% desse total foram descartados em aterros sanitários ou diretamente na natureza. (PNUMA, 2018). Algo que também é muito preocupante é a situação dos oceanos. De acordo com a WWF-Brasil (2019), cerca de 10 milhões de toneladas de plástico chegam aos mares anualmente.

E qual seria a solução para descarte excessivo de material plástico no meio ambiente? Para o presidente da ABIPLAST, José Ricardo Roriz Coelho, *apud* Revista Pesquisa Fapesp (2019), “a coleta seletiva e a reciclagem são essenciais para a resolução do problema da poluição ambiental”.

Inclusive, as embalagens plásticas possuem símbolos para os diferentes tipos de plástico para ajudar no processo de reciclagem. Essas simbologias adotadas no Brasil seguem classificações internacionais e estão ilustradas na **Figura 1**.

O *Politereftalato de etileno (PET)*, que será objeto de estudo do presente artigo, se enquadra na classificação de número 1:

É transparente, inquebrável, impermeável e leve. O PET é utilizado, principalmente, na fabricação de embalagens de produtos alimentícios, como água, bebidas carbonatadas, óleos e sucos, produtos de limpeza, cosméticos e farmacêuticos. Também está presente em bandejas termoformadas, filmes metalizados, fibras têxteis, entre outros. (ABIPLAST, 2019)

Entretanto, mesmo com essas especificações para identificar o material, nem sempre o processo de reciclagem ocorre. O estudo realizado pela WWF-Brasil revelou que, em 2016, o Brasil produziu 10,3 milhões de toneladas de plástico, o que o levou ao ranking dos cinco países que mais produziram lixo plástico naquele período. Daquele total produzido, 91% foram coletados e somente 1,28%, reciclado.

Já Plastivida e ABIPLAST afirmaram que, na verdade, foram recicladas 550 mil toneladas de plástico, que correspondem a 25,8% do consumo de embalagens ou quase 9% do consumo de plástico. Todavia, independentemente de qual das partes esteja correta, o fato é que o processo de reciclagem ainda tem muito a avançar.

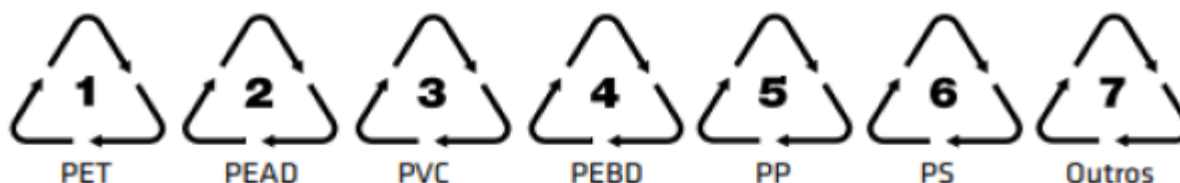


Figura 1 – Classificações internacionais dos tipos de plástico

Fonte: Pereira et. al. (2016)

2.1. Reciclagem do PET

O *Politereftalato de etileno* pode levar até 400 anos para se decompor naturalmente. Daí a importância em recuperar este material. Além disso, o fato de ser muito resistente é essencial para sua reciclagem. Porém, este mesmo fator é o que o torna tão preocupante quando lançado no meio ambiente, pois pode dificultar a circulação de gases e líquidos, por ter um efeito de impermeabilização do solo.

Entre os benefícios reciclagem do *PET*, pode-se destacar economia petróleo e energia, geração de empregos, redução de preço dos produtos, além da reduzir a quantidade de lixo coletada. (GONTIJO et. al., 2010).

2.2. Perdas no processo de reciclagem

Segundo estudo realizado pela MaxiQuim e divulgado pela ABIPLAST, uma quantidade considerável dos resíduos plásticos destinados à reciclagem acaba sendo perdida e o *PET* representa mais de 50% desse montante.

O principal motivo das perdas ainda é a contaminação da sucata plástica com materiais indesejados, devido à triagem desqualificada. Além disso, materiais com adesivos, sujeira orgânica e, dependendo do material, cores indesejadas, contribuem para o descarte da sucata adquirida. (STUMPF apud. ABIPLAST, 2020)

De um modo geral, no Brasil, os locais que realizam reciclagem não têm verba para grandes investimentos. Por isso, a separação dos materiais é feita, em grande parte, de modo manual. Tal prática, além de demandar mais tempo, está mais sujeita a riscos de erros em sua execução e pode ocasionar perdas do material. E é justamente em torno desse problema no processo da reciclagem do *PET* que a importância da logística reversa de pós-consumo será apresentada neste artigo.

2.3. Logística reversa de pós-consumo

É notório o crescimento de descarte de lixo no mundo todo. No artigo “Logística Reversa Meio-ambiente e Produtividade”, publicado pelo Grupo de Estudos Logísticos da Universidade Federal de Santa Catarina, Carla Fernanda Mueller aponta que, de 1960 até 2000, houve um aumento de 6 milhões de toneladas para 120 milhões de toneladas na produção de plástico. (MUELLER, 2005)

Se por um lado a quantidade de resíduos plásticos e poluentes se eleva, por outro a de aterros sanitários não é suficiente. E é em meio a isso que está a importância da Logística Reversa de Pós-Consumo, que consiste na reutilização ou descarte correto de produtos após o seu uso.

Através dela é possível obter desde benefícios para a natureza até mesmo econômicos, como, por exemplo, ao mitigar problemas de poluição e economizar recursos naturais.

Desse modo, pode-se dizer que a logística reversa de pós-consumo do plástico estimula a economia circular nesse mercado. Economia circular é aquela que visa maximizar o uso dos produtos e recuperá-los após o consumo; economizando recursos naturais.

Sendo assim, conforme aponta WWF-Brasil (2019), esse processo ocorre no setor do plástico quando se utiliza o material reciclado, em vez do virgem. A Diretora de Engajamento da instituição assegura que “Criar uma cadeia circular de valor para o plástico requer melhorar os processos de separação e aumentar os custos por descarte, incentivando o desenvolvimento de estruturas para o tratamento de lixo”. (YAMAGUCHI *apud*. WWF-Brasil, 2019)

3. DESENVOLVIMENTO DA TEMÁTICA

3.1. Internet das Coisas (IoT)

A Internet das Coisas não tem um conceito único. De maneira geral, a sua definição se concentra no processamento e compartilhamento de dados da interação entre os objetos conectados, com o intuito de facilitar o cotidiano das pessoas por meio da hiperconectividade.

A *IoT (Internet of Things)* realiza uma nova transformação digital, no entanto, pesquisas afirmam que, em 2020, a conectividade entre objetos passará de 25 bilhões e pode chegar até 50 bilhões de dispositivos (Magrani *apud* Barker, 2015).

Portanto, trata-se de uma projeção impressionante para a economia e, conseqüentemente, um potencial investimento para o setor privado, que procura utilizar os dados massivos para promover resoluções de problemas de poluição, criminalidade, eficiência produtiva, entre outros.

3.2. Radio Frequency Identification (RFID)

A arquitetura *IoT* separa a comunicação com os dispositivos em camadas, uma dessas camadas é “Conectividade de Sensores de Redes”. A *RFID* se enquadra nesta camada, pois ela é um sistema de etiquetas com informações sobre o produto, cujos dados podem ser automaticamente lidos e lançados em um sistema de computação (SILVA, 2013).

3.2.1. Principais componentes de um Sistema RFID

Segundo Rei (2010), para o funcionamento do sistema é imprescindível os seguintes componentes: *TAG RFID*, antenas, leitor *RFID* e *Enterprise Subsystem*.

- **TAG RFID** (*Transponder*) – Dispositivo de identificação constituído por um chip e uma antena que é aplicado em um “objeto” e usa um sinal de radiofrequência (RF) para comunicação.
- **Leitor RFID** (*transceiver*) – Dispositivo utilizado para comunicar com a TAG, fornecer informação e recuperá-la em seu armazenamento.
- **Enterprise Subsystem** – Recebe a informação que vai ser processada e disponibilizada aos respectivos processos/utilizadores, pois interliga os componentes do sistema de gestão da informação da empresa.
- **Middleware** – é responsável pela interface entre o sistema específico de RFID (leitores, TAGs, infraestrutura de comunicações e o sistema de gestão da empresa).
- O **Analytic Systems** – é responsável pela segurança da informação que lhe é fornecida pelo *Middleware*, processar essa informação e disponibilizá-la para os utilizadores.
- As etiquetas TAG são divididas em quatro tipos de fontes de alimentação, isso difere principalmente entre etiquetas “Ativas” e “Passivas”.
- **Passivas**: Não possuem bateria interna, são as mais baratas e mais usadas, a TAG é somente ativada dentro do campo magnético da antena, apesar da limitação na captura sua vida útil é maior, ultrapassando 5 anos;
- **Semi Passivas**: um híbrido das anteriores, contém uma bateria de baixo custo para ter um alcance maior. Mas, tal qual a etiqueta passiva, necessita de uma antena para a sua ativação.
- **Ativas**: operam com uma bateria interna para transmitir os dados e o seu raio de alcance é maior, possuem mais informações, porém sua vida útil é limitada cerca de 3 anos;
- **Semi Ativas**: São TAGs ativas que se encontram sem atividade até serem ativadas pelo leitor, conseguindo prorrogar sua vida útil.

Apesar de conter grandes oportunidades de redução de custos operacionais proporcionadas pelo RFID, o investimento para a implantação do sistema em empresas pode variar de 20 mil reais para uma pequena franquias a \$ 23 milhões (dólares estadunidenses) para grandes empresas, dependendo da solução desejada (ATTARAN, 2007; BARBOSA, CARMO e LOPES, 2011; OLIVEIRA, 2019 *apud* CAMARGO, 2015).

3.3. Quick Response Code (QR Code)

O *QR Code* (*Quick Response Code*) é um código de duas dimensões (2D) que permite leitura de qualquer ângulo de 360 graus, composto por vários módulos que definem a sua capacidade e conseguem armazenar até 4296 caracteres. Permite codificar e decodificar muito mais informação se comparado com o código de barras tradicional (1D).

Foi desenvolvido em 1994 pela empresa japonesa Denso Wave, subsidiária Toyota, com a intenção de catalogar as peças das linhas de produção do automóvel.

Mas a utilização do *QR Code* ganhou visibilidade apenas em 2002, quando surgiu a funcionalidade de leitura do código bidimensional no telefone celular e o público em geral aderiram facilmente devido à facilidade de acessar *websites* e outras informações por meio do código (Freitas *apud* Wave, 2014), escalonando assim, a sua utilização.

Há quatro tipos de conteúdo armazenados separadamente pelos *QR Codes*:

- Somente numérico: 0-9;
- Alfanumérico: A-Z e 0-9 (letras maiúsculas apenas);
- Kanji/kana: padrão Shift JIS X 0208 (Caracteres da língua japonesa);
- Binários: padrão ISO 8859-1.

Os *QR Codes* utilizam o sistema *Reed-Solomon* para a correção de erros, danificação ou ruídos, que permite a leitura total do código danificado em até 30% sem prejudicar os dados. O atual uso de códigos personalizados apenas é possível devido essa propriedade de correção de erros (FREITAS, 2017). Deste modo, há diversos tipos de *QR Codes* com diferentes capacidades e finalidades, mas apenas dois modelos que se enquadram para a solução proposta serão mencionados no presente artigo:

- *Frame QR Code*: Detém uma “área de impressão” localizada no centro do código que pode ser usada com flexibilidade, com inserção de gráficos, letras ou desenhos, permitindo dispor de códigos com design, ilustrações, fotografias etc.;
- *LogoQ*: Este código foi desenvolvido para promover a aparência combinando letras com fotografias, permitindo inserir qualquer imagem que deseje.

Tabela 1 - Comparação de diferentes tecnologias para identificação

COMPARAÇÃO	Código de Barras	QR Code	RFID
Capacidade de Armazenamento	Baixa	Alta	Alta
Diversidade de Dispositivos de leitura	Apenas infravermelho	Câmera de celular com aplicativo que leia QR Code e leitor de imagem 2D	Celulares com NFC e aplicativo específico e sistemas com antenas que tenham um software específico integrado
Necessidade de leitura com linha de visão	Sim	Sim	Não
Personalização estética do código	Não	Sim	Sim
Distância para a captação da informação	Pequena	Pequena	Longe
Segurança de Dados	Alta, pode haver adulteração da imagem	Alta, pode haver adulteração da imagem	Baixa, captura e envio de dados sem intervenção

Fonte: METZNER et al., 2014. Adaptada pelos autores.

Para realizar a separação pelos tipos de plásticos com facilidade e de forma assertiva, a opção de melhor encaixe no assunto é a utilização do *RFID*, pois diferente do código de barras e do *QR Code* que precisa estar em linha de vista do leitor com pouca distância, o sistema *RFID* não precisa estar de frente para realizar a leitura conforme **Tabela 1**, já que consegue captar o sinal dos campos magnéticos para identificar e rastrear etiquetas *RFID* em que está acoplada no objeto (REI, 2010; METZNER et al., 2014).

3.4. Case de sucesso

A *WISeKey*, empresa suíça de cibersegurança e de *IoT*, realizou uma parceria com a Fundação *Race for Water* em 2019 para a criação de um programa para rastrear produtos de plástico. A ideia envolve a propagação da reciclagem e redução da poluição, engajando fabricantes e consumidores nesta proposta.

O primeiro passo será o cadastramento dos fabricantes para que cada embalagem ou produto receba uma identidade *blockchain*. Essa identidade é vinculada a um dispositivo incorporado, utilizando *QR Code*, *microchip NFC* ou *tags RFID*. A ideia é que essa união proporcione o rastreamento de produtos e embalagens de plástico, mesmo após diversas reciclagens, gerando *Plastic Tokens* (criptomoeda), que representam uma “promessa de doação” para a Fundação em combate a poluição dos oceanos.

Conforme a solução encontrada pela a empresa suíça, aplicar um sistema de pontos na coleta de resíduos plásticos no Brasil ajudaria a contribuir na redução da poluição, aumento da reciclagem e no descarte correto do lixo, podendo ser ampliado para a coleta de outros tipos de resíduos, proporcionando grande benefício para o país que possui grande deficiência na infraestrutura de saneamento básico (FAPESP, 2019).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta investigação sugere que a utilização do sistema *RFID* funcionará de maneira viável para auxiliar as empresas de coletas na separação por tipos de plásticos, aderindo as *TAGs* nas

divisões por materiais e no transporte para as empresas do setor de reciclagem, e não sendo implantado nos produtos de plásticos individualmente.

Contudo, a implantação do sistema é considerada de alto custo, principalmente para empresas de coletas; que, em sua maioria, trabalha com mão de obra desqualificada, além de não possuírem recursos suficientes para custear o sistema. Desta forma, a utilização do rastreamento por *RFID* dependerá da facilidade dos centros de reciclagem em conseguir financiamentos com bancos governamentais e investidores, ou conseguir parcerias com empresas de transformados plásticos para realizar a implantação. Caso contrário, todo processo ficará comprometido, tornando-se inviável.

Conforme dados relatados ao longo do trabalho, as empresas fabricantes de plásticos podem definir códigos *QR Code* personalizáveis com a classificação do plástico e sua adequação, conforme as especificações para reciclabilidade em parcerias com a ABIPLAST, Plastivida, CNRMP (Câmara Nacional dos Recicladores de Materiais Plásticos) e órgãos regulamentadores ambientais.

Assim, os produtos enquadrados na cartilha para reciclagem possuirão um código *QR Code* que constará a quantidade de módulos suficientes para possuir inicialmente em sua leitura dados da empresa fabricante do produto, especificação do material e sua origem primária ou secundária.

Está leitura de *QR Code* pode ser implementada no aplicativo da ABIPLAST, que por sua vez, já guia o consumidor a localizar o ponto de coleta mais próximo para o descarte correto do plástico.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com levantamentos, a quantidade de resíduos gerados no planeta vem aumentando consideravelmente e tende a seguir nessa linha de crescimento. E, em se tratando de lixo plástico, isso não é diferente. Aliás, esse material está abundantemente presente nos oceanos e aterros sanitários, o que é extremamente prejudicial para a natureza; visto que, entre outras coisas, seu tempo de decomposição é muito alto. Porém, é justamente o fato de ser resistente que favorece a sua reciclagem.

Por mais que existam meios de mitigar os impactos causados pelo descarte inapropriado, como a própria reciclagem, nota-se que a humanidade ainda tem muito a avançar nesse sentido. Isso é evidenciado, por exemplo, ao observar que muito material plástico e, sobretudo o tipo *PET*, tem sua reciclagem prejudicada por conta de falhas no processo.

Diante disso, está pautada a necessidade de investir em processos logísticos que melhorem esses processos de reciclagem do *PET*. E aliar os *QR Codes* a isso pode ser uma alternativa; o que foi justamente o objetivo central do presente estudo.

Enquanto a aplicação dos *QR Codes* diretamente nos produtos demonstrou-se viável, etiquetas *RFID* seriam mais úteis para rastrear os itens nas empresas responsáveis pela coleta e reciclagem, sendo colocadas em caixotes, containers ou em objetos usados para separar os tipos de plásticos (conforme sua classificação evidenciada no *QR Code*).

Portanto, pode-se dizer que, ao aliar o uso dessas estratégias (*QR Codes* e *RFID*), a reciclagem dos resíduos plásticos será ainda mais assertiva, economizando custo e tempo em seu processo logístico.

Conseqüentemente, favorece a economia circular; reduzindo, assim, a produção de plásticos virgens, os resíduos plásticos descartados de forma incorreta e aumentando a disseminação de boas práticas de reciclagem entre empresas e população.

Vale ressaltar, porém, que, por mais que essas técnicas apresentem bons resultados, é preciso continuar desenvolvendo procedimentos para evoluir nesse cenário.

REFERÊNCIAS

ABIPLAST, POLEN. **11 PERGUNTAS e Respostas fundamentais sobre Reciclagem de Plástico**. 2019.

ABIPLAST. A Indústria de Transformação e Reciclagem de Plástico no Brasil. **Preview Perfil 2019**. 8 jun. 2020. Disponível em: <http://www.abiplast.org.br/wp-content/uploads/2020/06/Preview_abiplast_2019.pdf>. Acesso em: 30 jun. 2020.

ABIPLAST. **CARTILHA DE RECICLABILIDADE de materiais plásticos pós-consumo**. São Paulo, 2015.

ABRELPE. **PANORAMA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2018/ 2019**. São Paulo, nov. 2019.

APLICATIVO E SITE DE PEV'S. **ABIPLAST**, 2018. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/aplicativo-e-site-de-pevs/>>. Acesso em: 24 jun. 2020.

ATTARAN, Mohsen. **RFID: an enabler of supply chain operations**. Supply Chain Management: An International Journal, v. 12, n. 4., p. 249-257, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/216704130_RFID_An_enabler_of_supply_chain_operations/link/564cae9308aedda4c1343673/download>. Acesso em: 3 jul. 2020.

BARBOSA, Marcelo Jose Pinho; CARMO, Luiz Felipe Roris Rodrigues; LOPES, Luiz Antonio Silveira. **ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE RFID NO ARMAZÉM DO DEPÓSITO DE SUBSISTÊNCIA DA MARINHA NO RIO DE JANEIRO**. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, Belo Horizonte, 2011.

BRASIL atinge 210 milhões de habitantes, diz IBGE. **G1**, 2019. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2019/08/28/brasil-atinge-210-milhoes-de-habitantes-diz-ibge.ghtml>>. Acesso em: 20 jun.2020.

BRASIL é o 4º país do mundo que mais gera lixo plástico. **WWF - BRASIL**, 2019. Disponível em: <<https://www.wwf.org.br/?70222/Brasil-e-o-4-pais-do-mundo-que-mais-gera-lixo-plastico>>. Acesso em: 19 jun.2020.

ESTUDO encomendado pelo PICPLAST mapeia a indústria de reciclagem do plástico no Brasil. **ABIPLAST**, 2020. Disponível em: <<http://www.abiplast.org.br/noticias/estudo-encomendado-pelo-picplast-mapeia-a-industria-de-reciclagem-do-plastico-no-brasil/>>. Acesso em: 23 jun.2020

FREITAS, Andreia Roseiro Rodrigues Pereira de. **QR CODE - TENDÊNCIA DE EVOLUÇÃO COMERCIAL NO PONTO-DE-VENDA FÍSICO DE RETALHO**. 2017.

Tese (Mestrado em Design de Produção) - Universidade Europeia, 2017.

GONTIJO, Felipe Eugênio Kich; DIAS, Alexandre Magno de Paula; WERNER, Jaqueline. **A LOGÍSTICA REVERSA DE CICLO FECHADO PARA EMBALAGENS PET**. VI Congresso Nacional de Excelência em Gestão, 2010.

KARASKI, Thiago Urtado et al. **Embalagem e Sustentabilidade: Desafios e orientações no contexto da Economia Circular**. 1. ed. São Paulo: CETESB, 2016.

MAGRANI, Eduardo. **A INTERNET DAS COISAS**. 1 ed. FGV editora, 2018.

METZNER, Vivian C. V., SILVA, Roberto Fray, CUGNASCA, Carlos Eduardo. **MODELO DE RASTREABILIDADE DE MEDICAMENTOS UTILIZANDO RFID, RSSF E O CONCEITO DE INTERNET DAS COISAS**. Universidade de São Paulo.

MUELLER, Carla Fernanda. **Logística Reversa Meio-Ambiente e Produtividade**, GELOG-UFSC, 2005.

OLIVEIRA, Maquela Antunes de. **ESTUDO DE VIABILIDADE DE IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE RFID EM EMPRESAS DO COMERCIO VAREJISTA**. Fatec Itapetininga - PERSPECTIVA, v.8 n.15. Janeiro-Junho, 2019.

PESQUISA FAPESP. São Paulo: **Planeta plástico**, n. 281, jul. 2019. 18-31 p.

PNUMA. **Our planet is drowning in plastic pollution**. UN Environment, 2018. Disponível em: <<https://www.unenvironment.org/interactive/beat-plastic-pollution/>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

REI, João. **RFID Versus Código de Barras da Produção à Grande Distribuição**. 2010. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Electrotécnica e de Computadores) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Jun, 2010.

SILVA, R. F., MORES, G. V., KAWANO, B. R., CUGNASCA, C. E. **As tecnologias RFID e RSSF**. Agroanalysis (FGV), v. 06. p. 1-3, 2013.

WACHTER, Harald F.;SANTANA, Ruth M. C. **DEGRADAÇÃO DO PET PÓS-CONSUMO NO PROCESSO DE LAVAGEM.** UFRGS - Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros. Foz do Iguaçu, out. 2009.

WISEKEY. **WISEKey and Race for Water Foundation Announce at the Geneva Blockchain Congress an Innovative Identity Blockchain Solution to Reduce Pollution of the Oceans and Offset Plastic Footprint.** WISEKEY International Holding SA. 23 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.wisekey.com/press/wisekey-and-race-for-water-foundation-announce-at-the-geneva-blockchain-congress-an-innovative-identity-blockchain-solution-to-reduce-pollution-of-the-oceans-and-offset-plastic-footprint/>>. Acesso em: 4 jul. 2020.