

## III-029 - AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM UM PROCESSO INDUSTRIAL DE PRODUÇÃO DE BOMBONS

**José Eduardo Oliveira Neto**<sup>(1)</sup>

Tecnólogo em Gestão Ambiental.

**Hugo Renan Bolzani**<sup>(2)</sup>

Tecnólogo em Gerenciamento Ambiental. Mestre em Engenharia Urbana. Professor do Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – IFSULDEMINAS, Campus Poços de Caldas.

**Monique Barros**<sup>(3)</sup>

Licenciada em Ciências Biológicas. Tecnóloga em Gestão Ambiental.

**Endereço**<sup>(1)</sup>: Rua Pixinguinha, 56 – Chácara Alvorada – Poços de Caldas – Minas Gerais - CEP: 37706-013 - Brasil - Tel: +55 (35) 98812-2522 - e-mail: [edu.oliveiranet@hotmail.com](mailto:edu.oliveiranet@hotmail.com)

### RESUMO

Este estudo tem o intuito de avaliar o gerenciamento dos resíduos sólidos em uma indústria de produção de chocolate, propondo possíveis melhorias no processo produtivo do bombom. O levantamento dos dados foi realizado entre maio e novembro de 2016, onde se obteve conhecimento do processo produtivo de um dos setores da indústria, da quantidade e tipos de resíduos gerados e da percepção ambiental dos colaboradores sobre essa temática. Dentre os cinco resíduos gerados nesse processo produtivo em questão, o resíduo orgânico foi gerado em maior quantidade, responsável por 50,34% do total. Apenas 1,68% dos resíduos sólidos se tornam efetivamente rejeitos, sendo que os demais são destinados à reciclagem ou reaproveitamento. Como propostas de melhorias, sugere-se o investimento em logística reversa para os resíduos sólidos orgânicos e alteração do material dos paletes, visando um retorno econômico para a indústria a médio/longo prazo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos sólidos, produção de chocolate, processo industrial.

### INTRODUÇÃO

A indústria alimentícia é um dos maiores setores industriais do mundo e tem papel fundamental para que o desenvolvimento econômico aconteça de forma sustentável. O produto é o propósito da indústria, no entanto, são gerados materiais de origem não intencional como os resíduos sólidos. Para Cardoso (2008) o gerenciamento de resíduos sólidos é um dos importantes itens da gestão ambiental de uma indústria e deve visar à diminuição do impacto ambiental oriundo dos produtos e processos da organização, através da redução da geração de resíduos e do seu correto tratamento, recuperação e disposição de resíduos.

O gerenciamento dos resíduos sólidos nas indústrias alimentícias é considerado uma atividade complexa que contempla desde o mapeamento dos resíduos gerados até a verificação da viabilidade técnica e econômica de prevenir e minimizar a geração de cada resíduo, segregá-lo, classificá-lo, identificá-lo e armazená-lo de forma adequada até o transporte e a destinação final (ANDRADE; CHIUVITE, 2004).

Em uma indústria de produção de chocolate, os processos industriais geram resíduos sólidos compostos principalmente por chocolate, embalagens e ingredientes e devem ser gerenciados conforme a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que “[...] prevê diretrizes relativos à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos[...].” (BRASIL, 2010).

A Associação Brasileira da Indústria de Chocolates, Cacau, Amendoim, Balas e Derivados (ABICAB, 2016), verificou que no ano de 2011 a produção do chocolate foi de 710 mil toneladas, que corresponde a 160% a mais que em 2006. No entanto, o aumento da produção do chocolate tende a aumentar a geração de resíduos, tornando necessário o desenvolvimento de sistemas de gerenciamento eficientes, que considerem os diferentes resíduos gerados e suas características químicas, físicas e biológicas.

## OBJETIVO

Realizar uma avaliação do gerenciamento de resíduos sólidos na produção de bombons de uma indústria, considerando a possibilidade de ações para melhoria no controle de poluentes.

## METODOLOGIA

O trabalho foi realizado em uma indústria de produção de chocolate entre os meses de maio e novembro de 2016, totalizando 6 meses. O escopo da pesquisa abordou o setor responsável pela fabricação do principal produto da indústria, o bombom. Para a realização do trabalho, foram executadas as seguintes atividades:

A) Caracterização da área de estudo: o processo de coleta de dados iniciou-se com visitas a unidade industrial, obtendo conhecimento sobre o processo produtivo para fabricação do bombom e identificação das etapas do processo que geram resíduos sólidos.

B) Elaboração de fluxograma do processo industrial: após conhecimento do processo produtivo, foi elaborado um fluxograma das etapas de produção do bombom visando a identificação das etapas do processo que geram resíduos sólidos.

C) Composição gravimétrica: a caracterização física dos resíduos sólidos foi realizada por meio da composição gravimétrica. Os resíduos sólidos foram segregados nas seguintes tipologias: papel/papelão, madeira, rejeito (não reciclável), orgânico e plástico. Para a realização das pesagens diárias, foi utilizada uma balança de pesagem digital para caminhões e carretas, com capacidade de 40.000 kg de carga máxima, e plataforma de pesagem com largura de 3,20 metros, e comprimento de 12,00 metros. A balança é calibrada periodicamente, e as pesagens são realizadas com os caminhões vazios e posteriormente carregados com os respectivos resíduos sólidos.

D) Classificação dos resíduos sólidos: Após o conhecimento dos tipos de resíduos gerados no processo industrial para fabricação do bombom, foi realizada a classificação dos mesmos de acordo com a NBR 10.004 (2004) da ABNT (ABNT, 2004).

E) Proposta de melhorias: utilizando-se de conhecimentos obtidos na literatura e com base no levantamento das informações do gerenciamento dos resíduos sólidos, verificou-se possíveis técnicas e ações que possam melhorar a gestão de resíduos sólidos da indústria.

## CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO INDUSTRIAL

O processo de produção do bombom é feito em três etapas simultâneas:

*Processo I:* as avelãs chegam em big bags com 500 kg e são depositadas através de tombadores no “despedrificador”, onde são retiradas pedras e outros resíduos indesejáveis, como folhas, pequenos pedaços de madeira, etc. Em seguida, as avelãs seguem para o “selecionador”, um equipamento que faz a separação das avelãs de tamanho padrão, estabelecido pelo controle de qualidade. Esse procedimento é feito por meio de uma peneira, com espaçamento entre as grades de 10 mm. Após esse procedimento, seguindo através de esteiras, as avelãs vão para a “torrefação”, um forno que utiliza gás natural para seu processo, permanecendo por 35 minutos a uma temperatura de 160° C. Nessa etapa, são gerados 66,6 litros média/mês de óleo de avelã. No processo seguinte, as avelãs já torradas e em tamanho padrão, são levadas por esteiras em 50% para a “moagem”, e outros 50% permanecem inteiras para fazer parte do recheio do bombom.

*Processo II:* para a fabricação do wafer, não foram informados os ingredientes e quantidades utilizados no processo. Todos os ingredientes são depositados no “misturador I”, ficando em movimento constante por 30 minutos em média. Após esse processo, a massa é depositada em formas e por esteiras mecanizadas são levadas até o forno por 7 minutos a 130° C. Seguindo o processo, as placas prontas vão para o “resfriador I”, permanecendo por 2 minutos em temperatura média de 15° C. Em seguida, as placas seguem para o “cortador de wafer”, onde são cortadas em tamanhos específicos, assim como retirada de rebarbas da sobra do produto. As placas cortadas seguem para o “dosador de recheio”, onde recebem avelãs inteiras do Processo I e

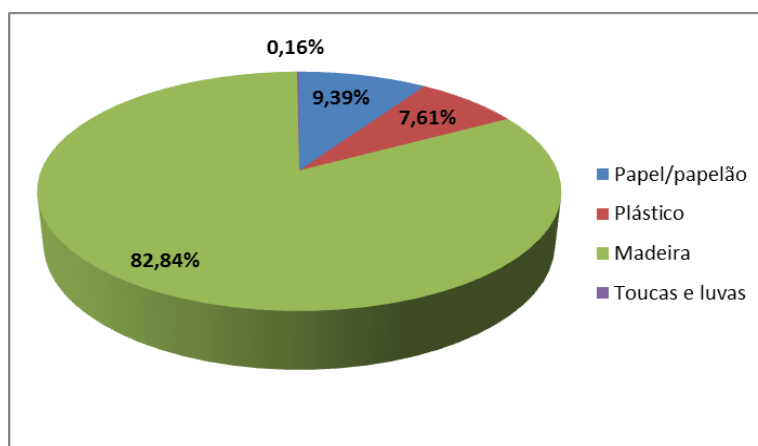
chocolate proveniente do tanque do misturador do Processo III. O processo descrito acima é efetuado de forma automatizada.

*Processo III:* os chocolates utilizados na indústria são fabricados em uma unidade do exterior e chegam prontos para o processo em barras com peso de 25 kg. Os chocolates prontos são colocados manualmente em esteiras, que por sua vez os depositam no tanque de “temperagem”. Nesse procedimento os chocolates são derretidos a 70° C por 35 minutos e seguem para o “misturador”, onde recebem pequenas dosagens de aromatizantes. Após esse processo, uma porcentagem do chocolate derretido é levado para o “dosador de recheio” e outro para a “cobertura II”. Segundo informações repassadas pelos colaboradores da indústria, o percentual dividido é 50% para cada etapa. Simultaneamente, os três processos se juntam na etapa onde parte do chocolate derretido vai para o “dosador de recheio”, juntamente com as avelãs inteiras. Nessa etapa, o chocolate e as avelãs são depositados nas formas de wafer, assim as placas já recheadas são levadas para o “resfriador II” por 15 minutos a uma temperatura média de 10° C, para que o chocolate adquira uma forma pastosa. Na etapa consecutiva, as placas recheadas são fechadas por outra placa de wafer, onde o produto é cortado e retirado rebarbas de excesso, e são encaminhadas para a “cobertura I”, onde recebe uma quantidade cobertura de chocolate e avelã moída, seguindo para o “peneirador” onde se retira o excesso de cobertura, posteriormente o produto segue para uma câmara de resfriamento, “resfriador III”, onde permanece por 8 minutos a uma temperatura de 10° C. Na sequência, os bombons vão para a “cobertura II”, onde recebem uma segunda camada de chocolate, na fase seguinte os bombons ficam em descanso em temperatura ambiente para o endurecimento da cobertura, isso se faz para que não altere a sua coloração padrão.

Após todos procedimentos de produção, os bombons são vistoriados visualmente em uma esteira por dois funcionários treinados pela indústria. Os funcionários fazem um controle de qualidade, verificando sem não há anomalias como quebras e amassados, sendo descartados para resíduos orgânicos os bombons fora do padrão de qualidade. Os bombons de qualidade aprovados seguem para o “embalador I”, onde são embalados em caixas de papelão com informes como peso, ingredientes e data de validade. As embalagens seguem para o “embalador II” e recebem uma proteção plástica e posteriormente são armazenadas manualmente em caixas de papelão para transporte. O transporte da produção à expedição é feito com auxílio de empilhadeiras, já o transporte da expedição à área de maturação é realizado por meio de caminhões.

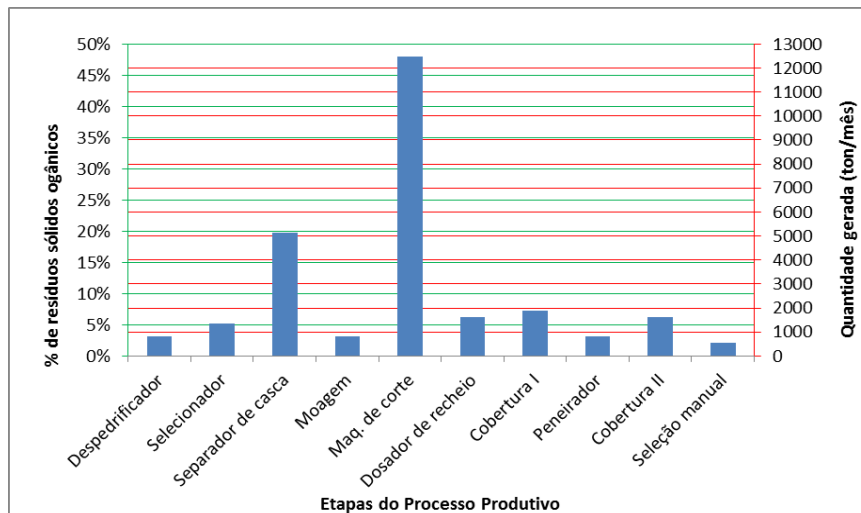
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indústria gerou mensalmente uma média de 28.605 ton de resíduos sólidos, entre recicláveis e não recicláveis. Observa-se que a maior parte dos resíduos gerados são os paletes de madeira, com quase 83% (figura 1).



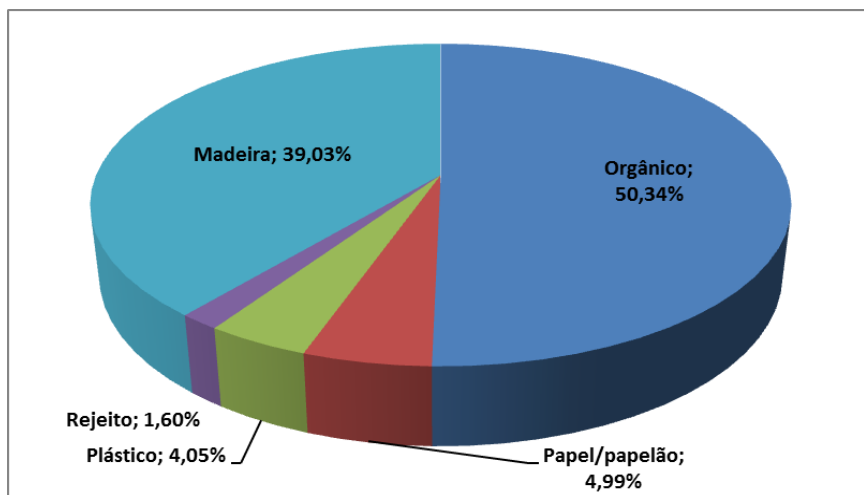
**Figura 1: Composição gravimétrica dos resíduos recicláveis e não recicláveis.**

Analisando apenas os dados dos resíduos orgânicos, houve a geração de 162.540 ton dessa tipologia de resíduo. Para obter o resultado mensal da sua geração, foi realizada uma média onde se obteve o valor de 27,090 ton/mês. A etapa que apresentou maior geração de resíduos orgânicos foi a máquina de corte de wafer, gerando resíduos de rebarbas da sobra do produto (figura 2).



**Figura 2: Resíduos sólidos orgânicos gerados no processo produtivo.**

Nos 6 meses de estudo, verificou-se que o processo produtivo do bombom gerou 334,17 ton de resíduos sólidos, sendo os resíduos orgânicos com maior geração (50,34%), seguido dos resíduos de madeira (39,03%). Apenas 1,6% dos resíduos gerados são considerados rejeitos (toucas e luvas provenientes do processo de limpeza e pedras e resíduos indesejáveis gerados no processo de seleção de avelãs) (figura 3).



**Figura 3: Composição gravimétrica dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo.**

O fluxograma do processo produtivo do bombom e a geração de resíduos sólidos em cada etapa pode ser visualizado na Figura 4.

A partir do levantamento dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo, realizou-se a sua classificação com base na NBR 10.004 (BRASIL, 2004). Verificou-se que o processo produtivo não gera resíduos perigosos e, com exceção dos resíduos gerados no despedrificador e na troca de toucas e luvas usadas nos procedimentos operacionais, todas as etapas geram resíduos sólidos Classe II A - não inertes. A partir da classificação dos resíduos, pode-se estudar as melhores formas de destinação desses resíduos sólidos. De acordo com a Fundação Estadual de Engenharia do Meio Ambiente (FEEMA, 2000), as principais formas de tratamento e destinação dos resíduos industriais produzidos são: reciclagem, aterro municipal, co-processamento, aterro industrial, estocagem, incineração, incorporação, fertilização ou landfarming e aterro de terceiros. Com relação aos resíduos não inertes, porém, as principais formas de tratamento e destino incluem a reciclagem, a estocagem na própria indústria e o despejo em aterros municipais.

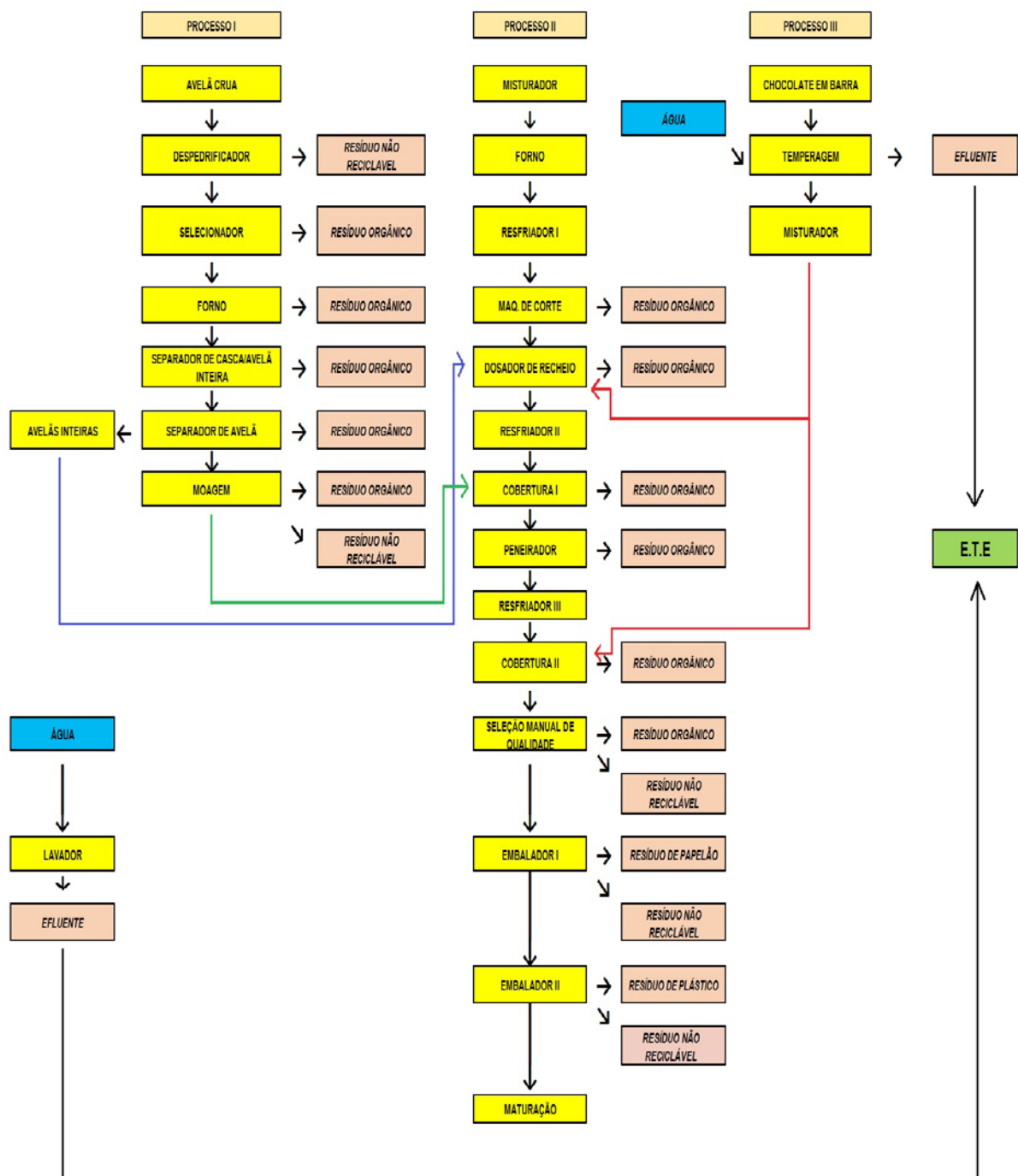


Figura 4: Fluxograma do processo produtivo do bombom e sua geração de resíduos sólidos.

A indústria estudada possui uma destinação correta para praticamente todos os resíduos sólidos gerados no processo produtivo, sendo apenas destinados à um aterro controlado os resíduos Classe II B – inertes. Entretanto, verificou-se que não há foco em logística reversa e que nenhum resíduo sólido é aproveitado como insumo no processo produtivo, sendo doados ou vendidos para outras empresas. Uma síntese com informações sobre os resíduos sólidos gerados no processo industrial pode ser visualizada na Tabela 1.

**Tabela 1: Síntese das informações sobre os resíduos sólidos gerados no processo produtivo.**

ETAPA	RESÍDUOS GERADOS	GERAÇÃO (TON/MÊS)	% DE GERAÇÃO	CLASSIFICAÇÃO NBR 10.004	DESTINAÇÃO
Despedrificador	Pedras/outros indesejáveis	0,890	0,0031%	Classe II B	Aterro controlado
Seccionador	Avelã fora do padrão	1,355	0,0048%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Separador de casca	Cascas de avelã	5,147	0,0182%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Moagem	Avelã moída	0,812	0,0029%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Máquina de corte	Sobras de wafer	12,521	0,0442%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Dosador de Recheio	Sobras de chocolate/Avelã	1,548	0,0055%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Cobertura I	Sobras chocolate	1,896	0,0067%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Peneirador	Sobras de avelã moída	0,753	0,0027%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Cobertura II	Sobras de chocolate	1,625	0,0057%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Seleção manual	Bombons fora do padrão	0,542	0,0019%	Classe II A	Fabricação de ração animal
Embalador I	Papel/papelão	2.500	8,82%	Classe II A	Reciclagem de papel
Embalador II	Plástico	2.115	7,46%	Classe II A	Reciclagem de plástico
Chocolate em barra	Papel/papelão	0,185	0,0007%	Classe II A	Reciclagem de papel
	Plástico	0,063	0,0002%	Classe II A	Reciclagem de plástico
Transporte interno	Paletes de madeira	23.696	83,62%	Classe II A	Reciclagem e reaproveitamento
Diversas etapas	Toucas/luvas (rejeitos)	0,046	0,0002%	Classe II B	Aterro controlado

Como observado, muitos dos resíduos destinados adequadamente possui um alto valor de reutilização, que podem ser utilizados na manufatura de outros produtos, bem como insumo no processo produtivo, possibilitando a logística reversa. Tal alternativa poderia ser aplicada principalmente na etapa de corte de wafer, que apresentou a maior geração de resíduos orgânicos (12,5 ton/mês), gerando resíduos de rebarbas da sobra do produto.

Um estudo realizado por Rodrigues *et al.* (2009) em uma fábrica de chocolates da região sul do Brasil, abordou alternativas para re-incorporação de resíduos orgânicos ao processo produtivo. Foi desenvolvido pela empresa a estratégia de aproveitamento destes resíduos no recheio do bombom. Se a empresa não tivesse resíduo nenhum em determinado momento, o recheio do bombom era processado normalmente conforme padrão inicial da sua composição. Caso contrário, a composição do recheio desenvolvida, formulada para o reaproveitamento de resíduos gerados neste processo, poderia ser adicionada ao recheio original do bombom em determinadas proporções de modo que não lhe causem diferenças sensoriais perceptíveis ao paladar dos consumidores.

## CONCLUSÕES

A indústria possui uma política de gerenciamento de resíduos sólidos bem estabelecida, realizando todo o processo de coleta, acondicionamento, transporte e destinação final de forma adequada.

Com base nos dados de geração de resíduos, verificou-se que cerca de 24 ton de resíduos de chocolate e avelã são gerados mensalmente no processo industrial. Uma alternativa a ser estudada seria o desenvolvimento de um projeto de logística reversa para esses resíduos. Dessa maneira, a empresa conseguiria ter retorno financeiro significativo advindo desses reaproveitamentos. Entretanto, é necessário realizar um estudo para verificar se o produto fabricado com as sobras de chocolate ou avelãs estaria dentro dos padrões de qualidade.

Uma alternativa para redução na geração de resíduos é a substituição dos paletes de madeira por paletes confeccionados em plástico, que podem ser lavados, desinfetados e reutilizados inúmeras vezes. Além do retorno financeiro a médio/longo prazo, haverá a diminuição no percentual de cortes de espécies arbóreas para confecção de paletes. Entretanto, é necessário realizar um estudo para a geração de efluente pelo processo de lavagem e desinfecção desse material.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, T.C.S.; CHIUVITE, T.B.S. *Meio Ambiente: Um bom negócio para a indústria – Práticas de Gestão Ambiental*. São Paulo:Tocalino, 2004. 161 p.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CHOCOLATES, CACAU, AMENDOIM, BALAS E DERIVADOS - ABICAB. *ABICAB: 54 anos de história*. Disponível em: <<http://www.abicab.org.br/historia-abicab/>>. Acesso em: 23 de novembro de 2016.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação**. 2ª ed. São Paulo. 2004.
4. BRASIL. *Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010*. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 03 de agosto 2010.
5. CARDOSO, A.O. *Introdução ao Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos*. Porto Alegre: SENAI, 2008.
6. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE ENGENHARIA DO MEIO AMBIENTE - FEEMA. *Gestão de Resíduos - Relatório Semestral de Atividades do Programa de Despoluição da Baía de Guanabara - Setembro/2000*. Rio de Janeiro: FEEMA. 2000.
7. RODRIGUES, M.R.; *et al*. Logística reversa de resíduos industriais: estudo de caso em uma empresa processadora de alimentos. *In: XXIX ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO*, 2009, Salvador: ABEPRO, 2009.