

POSSÍVEIS SOLUÇÕES PARA REUTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DE UMA EMPRESA BENEFICIADORA DE VIDRO DO POLO INDUSTRIAL DE MANAUS/AM.

Denny dos Santos Bentes¹

Livia da Silva Oliveira²

Paola Souto Campos³

RESUMO

Dentre os mais variados temas desenvolvidos a respeito da relação homem/meio ambiente, o estudo de estratégias de integração a uma economia “mais verde” é uma das ramificações que favorecem compreender de forma mais ampla a gama de possibilidades que podem ser promovidas e executadas para harmonizar as ligações entre a produtividade, a redução de custos e a conservação da natureza, principalmente no que tange ao reaproveitamento e a reciclagem de materiais. No entanto, além de conhecer suas peculiaridades e entender o cenário ao qual se está inserido, é preciso que sejam realizadas pesquisas que impulsionem tais atitudes, com o objetivo de mostrar a variedade de opções existentes e encorajar os investimentos que podem ser feitos para minimizar os impactos causados pela má gestão de recursos e de resíduos. O vidro, em particular, é um material com um grande potencial econômico e possui inúmeras formas de reutilização. Por essa razão, decidiu-se investigar mais sobre o tema em uma empresa beneficiadora deste material no Polo Industrial de Manaus/AM. A partir da observação no ambiente a ser estudado e em suas principais características, de entrevistas com o supervisor de produção da empresa e com um empresário especialista no ramo de artes em vidro e da análise documental de registros pertinentes ao desenvolvimento deste trabalho, foi possível chegar aos resultados da pesquisa de campo que mostraram as principais etapas produtivas geradoras de resíduos, os valores estimados dos descartes que podem variar de 663 a 946 toneladas de vidro por ano provocando custos, com a atual gestão de RSI, que oscilam na faixa de R\$ 54.525,00 a R\$ 68.655,00, bem como contemplaram possíveis propostas de reaproveitamento e reciclagem para esses resíduos, sejam eles na forma de pó ou grãos para posterior aplicação como material cimentício suplementar para concreto, matéria-prima para a produção de blocos de concreto, agregado miúdo para compostos asfálticos ou na forma de artesanatos e peças artísticas feitas através da técnica de fusing.

Palavras-Chave: Vidro, Resíduos Sólidos Industriais, Reciclagem, Reaproveitamento.

ABSTRACT

Among the various themes developed about the human / environment, the study of integration strategies to an economy "greener" is one of the branches favoring understand more broadly the range of possibilities that can be promoted and implemented to harmonize the links between productivity, cost reduction and nature conservation, especially with regard to the reuse and recycling of materials. However, besides knowing its peculiarities and understand the environment to which it is inserted, they must be carried out research that foster such attitudes, in order to show the variety of options available and encourage investment that can be made to minimize the impacts caused by inadequate management of resources and waste. The glass, in particular, is a material with great economic potential and has numerous ways to reuse. For this reason, it was decided to investigate further on the subject in a glass company in the Industrial Pole of Manaus/AM. From the observation in the environment being studied and its main features, interviews with the company's production supervisor and an expert entrepreneur in the arts sector in glass and desk review of relevant records to the development of this work was reached the field survey results showed that the main generating productive stages of waste, the estimated values of discharges that can vary from 663 to 946 tons of glass per year causing costs, with the current management of industrial solid waste, ranging in the range of R\$ 54,525.00 to R\$ 68,655.00 and contemplated possible proposals for reuse and recycling for those waste, whether in the form of powder or grain for later application as a supplementary cementitious material for concrete, raw material for the production of concrete blocks, fine aggregate for asphalt compounds or as crafts and art pieces made by fusing technique.

Key words: Glass, Industrial Solid Waste, Recycling, Reuse.

¹ Discente de Engenharia de Produção. Centro Universitário do Norte (UNINORTE), Manaus, Amazonas, Brasil.

² MSc. em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará – UFPA, Professora do Centro Universitário Fametro, Manaus – Amazonas.

³ Dr^a em Diversidade Biológica pela Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Professora do Centro Universitário do Norte – UNINORTE, Manaus – AM.

1. INTRODUÇÃO

É perfeitamente aceitável afirmar que o acelerado crescimento da economia mundial tem gerado inúmeros benefícios para os indivíduos de maneira geral. A todo instante, diversas maneiras de manufaturar bens e de oferecer serviços estão surgindo para tornar a vida do ser humano cada vez mais fácil, mais ágil e mais eficiente. No entanto, esse desenvolvimento econômico precisa vincular-se, também, a uma noção dos recursos humanos e naturais disponíveis e aos efeitos colaterais desse progresso.

Nas últimas décadas, a relação homem/meio-ambiente tem gerado inúmeros questionamentos frente às constantes mudanças climáticas e geográficas pelas quais o planeta tem sido exposto, ocasionadas pelo avanço da indústria, do comércio e da alavanca tecnológica, sempre levando em consideração os prós e os contras que essa evolução acarreta para satisfazer os anseios das pessoas.

Não obstante, tal expansão acarreta em diversos impactos negativos, muitos deles, inclusive, em grande escala. Dentre os principais, causados pelo frenético despejo de resíduos sólidos pelas indústrias no meio ambiente, encontram-se: a poluição do solo, a contaminação dos lençóis freáticos, a danificação de infraestruturas, a liberação de gases tóxicos na atmosfera, a disseminação de doenças, os riscos a biodiversidade etc. Por essa razão, o desequilíbrio ambiental, fomentado pela ação do homem em função da alucinada busca pela lucratividade, precisa ser freado.

Seguindo essa linha de raciocínio, novas alternativas têm sido elaboradas para sanar tais problemas, em formas diferentes e inovadoras de associar o aumento da produtividade com a gestão adequada dos resíduos. As necessidades atuais podem e devem se aperfeiçoar sem comprometer o direito das gerações futuras de suprirem seus anseios, de forma que a exploração dos recursos, as opções de investimento, a orientação do desenvolvimento tecnológico e as mudanças institucionais ocorram de forma harmônica. Sem contar que, além de solucionarem esses entraves, é possível alcançar, inclusive, a tão almejada redução dos custos, contabilizados a partir da concepção e do escoamento desses dejetos, ou seja, produzir mais com menos e sem prejudicar a biosfera. Mas, as metas de diminuição de custos combinadas ao aumento da produtividade podem, por vezes, contrariar as políticas de sustentabilidade. Para isso, é necessário, então, que a administração das empresas faça escolhas compatíveis tanto com lucro quanto com a responsabilidade social e o cuidado com a natureza.

Assegurar a manutenção do meio ambiente, característica antigamente vista como um atraso ao desenvolvimento, hoje em dia se transformou em uma vantagem competitiva. As conquistas de uma empresa agora estão associadas às estratégias utilizadas para preservação ambiental. Os administradores que quiserem se manter afastados das futuras crises deverão se adequar às demandas emanadas dessa vantagem.

O Polo Industrial de Manaus (PIM) é um berço para o nascimento de novas alternativas de produção, visto que abrange indústrias dos mais diferentes segmentos e gera uma quantidade considerável de resíduos industriais, sejam eles provenientes dos bens de consumo ou serviços. O setor vidreiro se destaca como fonte produtora de resíduo sólido, uma vez que o vidro possui uma gama de utilidades e oportunidades de manufatura, é um produto flexível e com um *marketshare* extraordinariamente extenso. Nesse sentido esse estudo tem como objetivo sugerir propostas que auxiliem no reaproveitamento e na reciclagem do descarte de vidro, na redução de custos e no aumento da produtividade de uma empresa beneficiadora deste material no Polo Industrial de Manaus, de forma a motivar benefícios tanto na esfera econômica quanto nas esferas social e ambiental.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 5 R'S DA SUSTENTABILIDADE

A definição dos 5 R's sugere qual o caminho mais indicado para alcançar a tão almejada conscientização para o reaproveitamento de materiais a fim de que isso se propague em benefícios para a manutenção do meio ambiente e o melhoramento da qualidade de vida das gerações atuais e futuras. Louredo (2014), classifica os 5 R's conforme a seguir:

1º R – Repensar: É extremamente relevante que se comece a repensar em hábitos de consumo e descarte, seja na compra de produtos ou serviços ecologicamente corretos ou no reaproveitamento de algo usado ou antigo. Em outras palavras, seria basicamente repensar nas maneiras de como se está consumindo e também como se está descartando o lixo produzido, frente aos comportamentos compulsivos e, conseqüentemente, poluentes (LOUREDO, 2014).

2º R – Reduzir: Este pensamento se refere a consumir menos produtos, optando por aqueles que tenham maior vida útil. Uma das formas de reduzir são: adquirir refis de

produtos, escolher produtos que tenham menos embalagens ou embalagens econômicas, dar prioridade às embalagens retornáveis, adquirir produtos a granel, ter sempre sua sacola de compras ao invés de utilizar as sacolas de plástico, usar materiais recicláveis, utilizar pilhas recarregáveis ao invés de pilhas alcalinas, utilizar lâmpadas econômicas, etc. (LOUREDO, 2014). É preciso, inclusive, reduzir o volume de material a ser descartado, por redimensionamento das embalagens em relação à quantidade de material utilizado e modificação da forma dos recipientes. Após o descarte, é necessário que o governo estabeleça programas de incentivo à redução do lixo produzido (MANO, 2010, p. 113).

3º R – Recusar: Diz respeito à recusa de produtos que tragam danos a saúde e ao meio ambiente, por exemplo, sacos plásticos e embalagens não recicláveis, aerossóis, lâmpadas fluorescentes etc, contribuindo, assim, para um espaço mais limpo e higiênico. A escolha por bens manufaturados por empresas que tenham compromisso com o meio ambiente também é uma tendência dessa ideia, devendo-se, inclusive, atentar para as datas de validade dos produtos (LOUREDO, 2014).

4º R – Reutilizar: O processo de reutilização de determinado produto vai de encontro à ampliação de sua durabilidade, além de economizar na extração de matérias-primas virgens e controlar o consumo exagerado e supérfluo. A elaboração de produtos artesanais a base de embalagens de vidro, papel, plástico, metal etc, e a escolha da impressão ecológica que utiliza os dois lados do papel (LOUREDO, 2014). Planejar a possibilidade das embalagens de bens de consumo serem reutilizadas de forma caseira ou artesanal também é uma solução para expandir a vida útil do produto, atitude que deve partir dos fabricantes de embalagens. (MANO, 2010, p. 113).

5º R – Reciclar: “Reciclar significa transformar os restos descartados pelas residências, fábricas, lojas e escritórios em matéria-prima para a fabricação de outros produtos” (RODRIGUES, 1997, p 56). Ao reciclar qualquer produto reduz-se o consumo de água, energia e matéria-prima, além de gerar trabalho e renda para milhares de pessoas. Faça a coleta seletiva e contribua com um mundo mais sustentável (LOUREDO, 2014). A reciclagem resulta de uma sucessão de operações pelas quais os itens que seriam ou estão descartados, são desviados, coletados, separados e processados para serem utilizados como matéria-prima na produção de novos produtos, trazendo-os de volta ao ciclo produtivo, ou seja, “re-ciclar” (ROSA et. al, 2005).

2.2 IMPACTOS E ASPECTOS AMBIENTAIS

O termo “impacto ambiental” encontra-se frequentemente difundido na mídia e no dia a dia, muitas vezes relacionado apenas com algum dano ao meio ambiente que de certa forma impacta a opinião pública. No entanto, ainda que essa ideia também faça parte da noção sobre impacto ambiental, ela se restringe a apenas uma parte da definição (SÁNCHEZ, 2008, p. 28).

É válido fazer uma referência entre algumas características que distinguem os conceitos de impacto ambiental quando paralelos aos de poluição. Enquanto impacto ambiental abrange um conceito mais amplo, podendo ser benéfico ou adverso, poluição denota apenas a uma implicação negativa, além de referir-se a matéria ou energia, isto é, grandezas físicas que são mensuráveis e das quais se podem estabelecer padrões, seja quanto aos níveis admissíveis de emissão ou de concentração ou intensidade. E mais, ainda que a poluição seja uma das causas de impacto ambiental, este pode ser manifestado por outras ações adversas ao ato de poluir, ou seja, toda poluição gera um impacto ambiental, porém, nem todo impacto ambiental tem como agente causador a poluição (SÁNCHEZ, 2008, p. 31).

Já no que diz respeito a “aspecto ambiental”, este conceito foi inicialmente introduzido na norma da ABNT NBR ISO 14.001, definição essa até então desconhecida ou utilizada com outra significância entre os estudiosos voltados para a avaliação de impactos ambientais. Conforme as normas da série 14.000 foram se vinculando aos profissionais da indústria, consultores e aos órgãos governamentais, o item 3.3. da ABNT NBR ISO 14.001 assim define o termo: “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente”.

Em suma, aspecto ambiental pode ser compreendido como “o mecanismo pelo qual uma ação humana causa um impacto ambiental” (SÁNCHEZ, 2008. p. 33). Em outras palavras, as ações humanas são as causas, os impactos são as consequências e os aspectos ambientais são os meios ou os processos pelos quais se dão as consequências. O Quadro 1 exemplifica a associação entre essas nomenclaturas.

Quadro 1: Exemplos de relações entre atividade – aspecto – impacto ambiental.

ATIVIDADE	ASPECTO	IMPACTO
Lavagem de roupa	Consumo de água	Redução da disponibilidade hídrica
Lavagem de louça	Lançamento de água com detergente	Eutrofização
Cozimento de pão em forno a lenha	Emissão de gases e partículas	Deterioração da qualidade do ar
Pintura de uma peça metálica	Emissão de compostos orgânicos voláteis	Deterioração da qualidade do ar
Armazenamento de combustível	Vazamento	Contaminação do solo e água subterrânea
Transporte de carga por caminhões	Emissão de ruídos	Incômodo aos vizinhos
Transporte de carga por caminhões	Aumento do tráfego	Maior frequência de congestionamentos

FONTE: Adaptado de SÁNCHEZ, 2008, p. 34.

2.3 RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS (RSI)

No artigo 13 da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), estes são definidos como os dejetos originados nos processos produtivos e instalações industriais (BRASIL, 2010a). No âmbito dos resíduos sólidos industriais existe uma quantidade significativa de materiais perigosos, dos quais necessitam receber um tratamento adequado em decorrência do grande potencial de gerar um impacto ambiental e à saúde.

Segundo a Resolução Nº. 313/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA),

Resíduo sólido industrial é todo resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semi-sólido, gasoso – quando contido – e líquido, cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2002).

A composição dos RSI é variada, e depende do processo pelo qual eles são originados. Aqueles cuja origem se assemelhe à dos resíduos sólidos urbanos (RSU) podem ser

coletados pelos serviços municipais de limpeza urbana e/ou coleta de resíduos e ter a mesma destinação final que eles, segundo o artigo 13º da PNRS. Mas, geralmente, devido a coleta pública estipular uma margem limitada de toneladas por coleta, as grandes indústrias geradoras de RSI acabam contratando empresas privadas para a realização do despejo (ABRELPE, 2005).

Para que haja um gerenciamento correto dos RSI se faz necessário que sejam divididos de acordo com o risco que eles possam trazer tanto para a natureza quanto para à saúde pública. Na ABNT NBR 10.004:2004(apud SIMIÃO, 2011, p. 45) os resíduos são agrupados em três classes:

- Resíduos Classe I – Perigosos: são aqueles ou misturas dos mesmos, que apresentem periculosidade, ou qualquer característica de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, ou ainda que constem nos anexos A (resíduos perigosos de fontes não específicas) ou B (resíduos perigosos de fonte específica) da Norma. Estes resíduos podem apresentar risco à saúde pública, provocando ou contribuindo para um aumento da mortalidade ou incidência de doenças e/ou apresentar efeitos adversos ao meio ambiente, quando manuseados ou dispostos de maneira inadequada;
- Resíduos Classe II – Não perigosos, divididos em:
 - Resíduos Classe II A – Não Inertes: aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos Classe I ou Classe II B nos termos da Norma. Estes resíduos podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;
 - Resíduos Classe II B – Inertes: quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10.007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10.006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

É importante frisar que aqueles resíduos que não são eliminados no processo produtivo devem ser manipulados de forma adequada a fim de não por em risco a saúde humana e nem ocasionar danos ao meio ambiente. Este gerenciamento abrange algumas etapas, que vão desde o treinamento dos funcionários, indivíduos que terão o primeiro contato com o resíduo, até a destinação final dos RSI. Ainda no que tange as etapas, os descartes devem

ser separados, guardados, coletados, conduzidos e, quando houver necessidade, tratados (SIMIÃO, 2011, p. 54).

A disposição adequada dos resíduos sólidos industriais, mesmo tendo um custo muito elevado, não pode e nem deve ser ignorada, pois é menos dispendioso que a recuperação dos recursos naturais contaminados (CNTL, 2003b.). Com isso se instituiu a responsabilidade entre os principais geradores de resíduos, que são: fabricantes importadores, distribuidores, comerciantes, o cidadão e titulares de serviços de manejo dos resíduos sólidos urbanos na logística reversa dos resíduos e as embalagens pós- consumo (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2014).

2.4 O VIDRO

O vidro pode ser definido como “o produto amorfo resultante da fusão e posterior solidificação de uma mistura de materiais inorgânicos. As matérias-primas mais comuns são a sílica, barrilha, calcário e alumina” (BNDES, 2007, p. 104).

Conforme os dados do BNDES (2007, p. 103), o Brasil está dentre os maiores produtores de vidro no mundo e é atualmente o principal fabricante da América Latina. Com uma capacidade instalada anual em cerca de 3,1 milhões de toneladas, em 2006, o setor tem uma produção estimada em 2,6 milhões de toneladas e faturamento de R\$ 3,9 bilhões.

Historicamente, a evolução da indústria do vidro no Brasil está em paralelo com o desenvolvimento da economia brasileira, de forma mais visível nos últimos anos, com o crescimento do consumo de automóveis, o incremento do nível de atividades da construção civil e o aumento significativo no consumo de produtos alimentícios industrializados e bebidas (BNDES, 2007).

No entanto, a indústria de vidro constitui um setor relativamente pouco conhecido da economia brasileira, no que diz respeito aos aspectos produtivos e econômicos. O BNDES (2007) assevera que, apesar disso, o setor não pode ser desprezado, considerando-se que, segundo a Pesquisa Industrial Anual (PIA) de 2005 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), era responsável por 0,2% do PIB (Produto Interno Bruto), quando o conjunto da indústria de transformação correspondia, naquele ano, a 28%.

2.5 RECICLAGEM DOS RESÍDUOS DE VIDRO

De acordo com a ABIVIDRO (2012), o vidro pode ser reaproveitado inúmeras vezes, sem nenhuma perda de material, ou seja, o vidro é 100% reciclado. Com a reutilização do vidro, a produção de novos produtos consome menor quantidade de energia e emitem resíduos menos particulados de CO₂, colaborando para a preservação do meio ambiente.

Segundo Maia (2013, p.184), a reciclagem do vidro, sob a forma de cacos redonda em diversos benefícios:

- Contribui para a proteção do meio ambiente porque diminui o volume de lixões, retirando um material que não é perecível, que de outro modo lá permaneceria eternamente;
- O aproveitamento do caco na fabricação do vidro reduz a poluição atmosférica, pois permite que os fornos operem a temperaturas mais baixas, reduzindo assim a emissão de dióxido de carbono, dióxido de enxofre e óxidos de nitrogênio, ao mesmo tempo economizando até 22% no consumo de energia. Além disso, o trabalho em temperatura mais baixa resulta no aumento do período de vida útil dos fornos, pois o desgaste dos refratários é reduzido. O uso do caco permite que se reduza o consumo de matérias-primas como areia, barrilha e calcário, além de facilitar o processo de fusão e refino do vidro.

Ainda conforme o que diz Maia (2003), o vidro de composição diferente, como o usado em frascarias de um modo geral, não pode ser misturado como o vidro plano, com vidraria de laboratório ou de peças usadas na cozinha (mais conhecido como *Pyrex*).

A taxa de utilização do caco varia de acordo com o produto em fabricação, o preço do caco e outras características peculiares a cada processo, e geralmente varia entre 15 a 65 por cento do peso total da mistura, matérias-primas mais caco. Estudos feitos mostram que é possível empregar até 90 por cento de caco, sem perda da qualidade de vidro (MAIA, 2003, p.185).

De acordo com CEMPRE *Review* (2013), o mercado para reciclagem o Brasil produz em média 980 mil toneladas de embalagens de vidro por ano, utilizando cerca de 45% de matéria-prima é reciclada na forma de cacos.

A reciclagem do vidro representa um setor financeiramente interessante. “No Brasil, ela ainda é vista como uma atividade marginal de subsistência e, como tal, carece de uma mentalidade empresarial. Dentro desse modelo, a reciclagem é um nicho de mercado

inexplorado, com grande potencial de lucratividade”, afirma Thaís Barreto, gerente de marketing da ABIVIDRO.

3. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa de campo aplicada que objetiva levantar dados e, através dessas informações, sugerir propostas para a reutilização e a reciclagem dos resíduos sólidos industriais gerados por uma empresa beneficiadora de vidro do Polo Industrial de Manaus/AM, a fim de surtir efeitos benéficos nos âmbitos ambiental, econômico e social.

Para a realização deste estudo foi selecionada uma empresa beneficiadora de vidro do Polo Industrial de Manaus, aqui denominada de Empresa V, sua matriz localizada no município de Manaus/AM e possui mais três filiais no restante do Brasil: uma em Fortaleza/CE, uma em Xanxerê/SC e outra, recém-instalada, em Lucas do Rio Verde/MT. Está estabelecida há quase dez anos, no estado do Amazonas, comercializando, industrializando e distribuindo vários tipos de vidros. O processo de coleta dos dados teve seu início em março de 2018, através de observação, entrevista com colaboradores da empresa e a análise documental.

Para a análise dos dados coletados na observação, na entrevista e na investigação documental será utilizada a técnica de análise de conteúdo, que, para Bardin (2009, p. 44), é:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

O presente estudo foi desenvolvido mediante os procedimentos éticos de pesquisa, não implicando em qualquer risco físico, psicológico ou moral ou prejuízo à empresa e aos indivíduos envolvidos. Além disso, foi esclarecido a todos os participantes os objetivos da pesquisa, bem como a garantia da privacidade da identidade de cada um, inclusive dos dados da empresa.

4. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O processo produtivo da Empresa V é compreendido em dez etapas distintas, onde no final de cada etapa é posicionada uma caçamba de entulho, de aço, com capacidade para 6,0 m³ para o descarte do resíduo de vidro. Essas caçambas estão dispostas da seguinte forma: duas no setor de corte (caçambas 1 e 2), uma no setor de furação e recorte (caçamba 3) e uma no setor de têmpera (caçamba 4).

Cada uma das caçambas de entulho, ao estarem completamente cheias, podem chegar a comportar em média de 3,5 a 5 toneladas (t) de resíduos de vidro, visto que a dimensão dos descartes, em geral, não têm um tamanho padrão, podendo ser cacos, lascas e até grandes pedaços quebrados. As duas caçambas de entulho do setor de corte, nos meses em que o ritmo produtivo é constante (janeiro a setembro), levam uma semana para ficarem totalmente cheias de resíduos de vidro, ou seja, podem produzir de 28 a 40 t por mês e, durante os nove meses de produção regular, de 252 a 360 t. Já no período de alta temporada, compreendido entre os meses de outubro a dezembro, as caçambas enchem em apenas dois dias. Em números, isso se reflete em 70 a 100 t mensais e 210 a 300 t em média de resíduos de vidro nesses três meses. Anualmente, considerando-se os dois períodos de produção, as caçambas 1 e 2 juntas chegam a gerar de 462 a 660 t de descarte de material vítreo.

Para o setor de furação e recorte, a caçamba de entulho fica superlotada, em produção normal, a cada três semanas, chegando a contabilizar, entre janeiro a setembro, de 42,3 a 60,3 t de resíduos de vidro. Em época de pico, a caçamba chega a encher completamente em uma semana, atingindo uma faixa de 14 a 20 t mensais e de 42 a 60 t, no referido período. Por ano, a caçamba 3 é capaz de gerar de 84,3 t a 120,3 t de resíduos.

Já na etapa de têmpera, o enchimento da caçamba de entulho com descartes de vidro varia de duas semanas, em produção regular, a quatro dias, no período em que a quantidade de pedidos aumenta. Nos primeiros nove meses do ano, em média, na caçamba 4 são descartados cerca de 63 a 90 t de vidro, enquanto que na alta temporada são despejados de 54 a 75,6 t, totalizando, em média, de 117 a 165,6 t de resíduos por ano.

Em suma, é possível estimar que a Empresa V gera por ano aproximadamente de 663 a 946 toneladas de resíduos de vidro. A troca ou a retirada das caçambas de entulho da Empresa V é feita por uma empresa terceirizada, o custo por cada caçamba que é recolhida, é de R\$

120,00. As caçambas são pesadas e, além da cobrança de retirada, é acrescido um valor de R\$ 0,05 por quilo de resíduo.

Fazendo um levantamento dos custos ocasionados por essa atividade quanto a periodicidade de enchimento e recolhimento das caçambas com resíduos de vidro e os valores cobrados sobre o serviço e o peso, calculou-se que a retirada das caçambas 1 e 2 do setor de corte chega a custar em média de R\$ 38.940,00 a R\$ 48.840,00 por ano. Os gastos com a caçamba 3, do setor de furação e recorte, anualmente, giram em torno de R\$ 7.095,00 a R\$ 8.895,00. Já para a caçamba 4, que corresponde ao setor de têmpera, esse valor pode variar entre R\$ 8.490,00 a R\$ 10.920,00. Logo, no geral, é possível estimar que a Empresa V esteja gastando, em média, de R\$ 54.525,00 a R\$ 68.655,00 por ano com o descarte dos resíduos de material vítreo.

Com a apresentação desses valores é fácil compreender que a Empresa V diminuiria seus custos se optasse em reutilizar ou reciclar o resíduo de material vítreo ao invés de simplesmente descartá-lo. Goldsby e Closs (2000) constataram em uma pesquisa com a cadeia de suprimentos de cervejas e refrigerantes, cujos integrantes, terceirizaram o processo de coleta e retorno das embalagens usadas para reciclagem, a obtenção de uma economia anual superior a US\$ 11 milhões.

Uma das possibilidades encontradas para a reciclagem da grande quantidade de resíduos produzida pela Empresa V é a trituração do vidro e sua transformação em grãos e em pó:

- ✓ Em forma de pó, o vidro incolor pode contribuir como material cimentício suplementar aos compostos de concreto de cimento Portland, servindo para as mais diversas aplicações em obras da construção civil, levando-se em consideração a substituição de cimento por 10, 15 ou 20% de micropartículas de resíduos, atribuindo-lhe melhoras na trabalhabilidade e no desempenho mecânico. Dessa forma, poderia ser verificada a possibilidade de o material residual reciclado ser revertido para comercialização junto às fábricas de cimento em Manaus, como estímulo ao desenvolvimento de novos produtos, ou junto à administração pública em prol das obras de infraestrutura como uma matéria-prima mais acessível. Após avaliar o potencial de aplicação do resíduo de vidro laminado proveniente de parabrisas de automóveis na preparação de concretos, Simões (2013) concluiu que os resultados apontam para a viabilidade técnica da utilização do resíduo de vidro laminado na produção de concretos como substituto parcial do cimento.

- ✓ Uma mistura de cimento, areia, cal e pó de vidro resulta na elaboração de tijolos ou blocos cerâmicos de concreto economicamente mais viáveis e mais leves em relação aos convencionais, munidos de características também favoráveis como resistência térmica e à compressão, com índices de porosidade e absorção de água aceitáveis. Essa atividade poderia ser implementada ao rol produtivo da Empresa V e gerar receita através desse produto secundário. Segundo Lima (2005) aumento do teor de vidro no concreto, observa-se que a partir de 15% de substituição, o mesmo começou a apresentar um comportamento diferenciado, levando a uma melhor compacidade da matriz cimentícia;

- ✓ Com a incorporação de 1,5% de resíduos de vidro moído a compostos asfálticos é possível obter uma mistura com resiliência 10% maior do que os comumente usados, assim como sua estabilidade e fluência também são satisfatórios. Manaus possui 5 usinas de asfalto que fornecem esse material para suas obras de pavimentação, assim como demanda o uso de 1000 toneladas por dia, ou seja, uma parceria entre a Empresa V, as usinas de asfalto e os órgãos públicos competentes surtiria em muitos benefícios para a capital.

5. CONCLUSÃO

Este trabalho foi norteado pela relevância em expor, com o auxílio da literatura e de pesquisas realizadas na área, possíveis formas de reutilizar e reciclar os descartes de vidro gerados por uma empresa beneficiadora deste material no Polo Industrial de Manaus. Para isso foi necessário conhecer e entender o cenário atual da empresa e do segmento de reciclagem de vidro e, a partir daí, propor sugestões que possam auxiliar a Empresa V a remanejar de maneira eficiente e ecologicamente correta seus resíduos vítreos.

Sabe-se que, de fato, a busca por iniciativas que objetivem o aperfeiçoamento da relação homem/meio-ambiente deve ser incidente para todas as indústrias, empresários, estudiosos e ambientalistas. Porém, seria ingenuidade afirmar que tais atitudes não estariam atreladas aos anseios por aumento na produtividade e na redução de custos. Para isso, todos os investimentos devem ser muito bem estudados, planejados e executados, de maneira que sua estratégia de ação seja adaptável à realidade econômica da empresa ou do ambiente atual e traga benefícios para ambos os envolvidos.

Uma importante contribuição desse trabalho foi, diante dos dados levantados e das informações da situação atual da Empresa V, norteá-la a uma gama de possibilidades capazes de estimular a lucratividade por meio de produtos e subprodutos viáveis a serem produzidos, a subtração de gastos com a rejeição de resíduos com grande potencial de reaproveitamento e reciclagem, e o livramento de toneladas e mais toneladas de lixo que se acumulam na natureza prejudicando de forma intensa o meio ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT NBR ISO 14001:2004 – Sistema de gestão ambiental – requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. NBR 10.004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004a. 71p.

ABRELPE, 2005. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais . Panorama de resíduos sólidos no Brasil. 2005. Disponível em: <<http://www.abrelpe.org.br/Panorama/panorama2005.pdf>>. Acesso em: 20/06/2018.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.

BNDES, 2007. Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 26, pp. 101-138. Set, 2007.

BRASIL, 2002. Resolução CONAMA Nº. 313, de 29 de outubro de 2002. Brasília: Diário Oficial da União, 2002. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 16/08/2018.

CNTL - Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Questões ambientais e produção mais limpa. Porto Alegre: UNIDO, UNEP, CNTL SENAI – RS, 2003b. 126p. (Série Manuais de Produção mais Limpa).

GOLDSBY, T. J.; CLOSS, D. J. Using activity-based costing to reengineer the reverse logistics channel. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 30, n. 6, p. 500-514, 2000.

LIMA, R. C. A. Investigação do comportamento de concretos em temperaturas elevadas. 2005. 241f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil), Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

LOUREDO, Paula. Educação ambiental e os 5 Rs. Ano de publicação: 2014. Disponível em: <<http://educador.brasilecola.com/estrategias-ensino/educacao-ambiental-os-5-rs.htm>>. Acesso em: 03/10/2018.

MAIA, Samuel Berg. O vidro e sua fabricação. Editora Interciência. Rio de Janeiro, 2003.

MANO, Eloisa Biasotto. Meio ambiente, poluição e reciclagem / Eloisa Biasotto Mano, Élen B. A. V. Pacheco, Cláudia M. C. Bonelli,-- 2. Ed.—São Paulo: Blucher, 2010.

RODRIGUES, Luiz Francisco; CAVINATTO, Vilma Maria. Lixo: de onde vem? Para onde vai? São Paulo: Moderna, 1997.

ROSA, Bruna Nogueira et. al. A importância da reciclagem do papel na melhoria da qualidade do meio ambiente. In: Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Anais, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil, 29 de outubro a 01 de novembro de 2005.

SÁNCHEZ, Luis Enrique. Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos / Luis Enrique Sánchez. – São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

SIMIÃO, Juliana. Gerenciamento de resíduos sólidos industriais em uma empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa. / Juliana Simião; orientador Valdir Schalch. São Carlos, 2011.

SIMÕES, Lorena Jordoni. Estudo da aplicação de resíduo de vidro laminado na produção de concreto / Lorena Jordoni Simões; orientador Fernando Avancini Tristão. Espírito Santo, 2013.