

**A gestão ambiental: melhoria do processo produtivo no tratamento de resíduos sólidos urbanos com recuperação energética****Environmental management: improvement of the productive process in the treatment of municipal solid waste with energy recovery**

Recebimento dos originais: 07/05/2018

Aceitação para publicação: 17/06/2018

**Pedro Vitor Tavares de Andrade Ramos**

Aluno de Graduação de Engenharia de Produção

Instituição: Universidade Iguazu (UNIG), campus I

Endereço: Av. Abílio Augusto Távora, 2134, Nova Iguazu - RJ

E-mail: pedroramosrp@gmail.com

**Carlos Eduardo Moreira Guarido**

Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)

Instituição: Universidade Iguazu (UNIG), campus I

Endereço: Av. Abílio Augusto Távora, 2134, Nova Iguazu - RJ

E-mail: carlosguarido@globo.com

**Gisele Dornelles Pires**

Mestre em Informática pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO)

Instituição: Universidade Iguazu (UNIG), campus I

Endereço: Av. Abílio Augusto Távora, 2134, Nova Iguazu - RJ

E-mail: gdornele@gmail.com

**Carlos Rogério Domingos Araújo Silveira**

Engenheiro de Produção pela Universidade Iguazu (UNIG)

Instituição: Universidade Iguazu (UNIG), campus I

Endereço: Av. Abílio Augusto Távora, 2134, Nova Iguazu - RJ

E-mail: carlosrogerio18@hotmail.com

**RESUMO**

O crescimento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), impulsionado pelo aumento da densidade populacional, aliado ao uso intensivo dos recursos naturais para geração de energia, causa impactos negativos ao meio ambiente. A busca por alternativas energéticas envolvendo RSU e sua redução na disposição em aterros, é a incineração destes resíduos com recuperação de energia uma forma de tratamento dos mesmos. O Sistema de Gestão Ambiental permite à empresa controlar permanentemente os seus impactos ambientais relativos ao seu processo de produção, dessa forma, as ações realizadas por uma atividade para o aumento da eficiência do processo produtivo devem considerar as emissões atmosféricas, efluentes, resíduos e risco, pois são perdas de processo e econômica. As oportunidades são identificadas a partir da implementação da Gestão Ambiental. O presente trabalho tem por objetivo mostrar como o Sistema de Gestão Ambiental da empresa

Ramos, que tem por atividade o Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Recuperação Energética, melhorou seu processo produtivo, após implementação. O estudo permitiu a elaboração e implementação da Gestão Ambiental, com base na norma ISO 14001 e avaliar sua aplicabilidade na otimização e consequente melhoria do processo produtivo. Diversas ações, tais como: implantação da Política Ambiental, os materiais passíveis de reciclagem retirados durante o processo pelos colaboradores, redução de consumo de gás natural, controle dos aspectos ambientais e operacionais, dentre outros, geraram motivações, competitividade, melhoria organizacional, otimização do processo, aumento dos resíduos recicláveis, e aumento da recuperação energética do sistema, que passou de 300 kW para 495 kW.

**Palavras chave:** Resíduo sólido urbano; sistema de gestão ambiental; otimização de processo; eficiência energética.

## ABSTRACT

The growth in the generation of Urban Solid Waste (RSU), driven by the increase of the population density, combined with the intensive use of the natural resources for power generation, causes negative impacts to the environment. The search for energy alternatives involving MSW and its reduction in disposal in landfills, is the incineration of these wastes with energy recovery a form of treatment of them. The Environmental Management System allows the company to permanently control its environmental impacts related to its production process. In this way, the actions carried out by an activity to increase the efficiency of the production process must consider the atmospheric emissions, effluents, waste and risk, because they are process and economic losses. Opportunities are identified from the implementation of Environmental Management. The present work aims to show how the Environmental Management System of the Ramos company, whose activity is the Treatment of Urban Solid Waste with Energy Recovery, improved its production process, after implementation. The study allowed the elaboration and implementation of Environmental Management, based on ISO 14001 and evaluate its applicability in optimization and consequent improvement of the production process. Various actions, such as: implementation of the Environmental Policy, recyclable materials withdrawn during the process by employees, reduction of natural gas consumption, control of environmental and operational aspects, among others, generated motivations, competitiveness, organizational improvement, optimization of process, increased recyclable waste, and increased energy recovery of the system, which went from 300 kW to 495 kW.

**Keywords:** Urban solid waste; environmental management system; process optimization; energy efficiency.

## 1 INTRODUÇÃO

O crescimento na geração de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU), impulsionado pelo aumento da densidade populacional, aliado ao uso intensivo dos recursos naturais para geração de energia, tem causado impactos negativos ao meio ambiente natural, social e econômico, levando a um desequilíbrio na sociedade atual.

De acordo com Rossi (2014), o aumento na geração de resíduos sólidos está associado ao desenvolvimento econômico, ao crescimento populacional, à urbanização e à revolução tecnológica,

passando a abrigar ao longo do tempo em suas composições elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana quando não dispostos ou tratados adequadamente.

A busca por alternativas energéticas envolvendo esses resíduos e a redução do volume destes dispostos em aterros, a fim de colocar em prática o desenvolvimento sustentável nestas atividades, é a incineração dos RSU com recuperação de energia como forma de tratamento dos mesmos, utilizando resíduos apropriados como combustível em caldeiras para geração de calor ou eletricidade, podendo ser consorciado com aterros sanitários em funcionamento.

Assim, a criação e implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) tem sido utilizada por empresas de diversas áreas e dimensões como uma ferramenta para melhorar a produção e o desempenho ambiental. A globalização e o contínuo avanço tecnológico dos tempos atuais levaram a um mercado econômico mais dinâmico em constante mudança, além disso a crescente preocupação com questões ambientais resulta em uma maior pressão por parte da sociedade, para que as empresas atuem de forma sustentável (ESTEVEZ E HENKES, 2016).

As questões relativas ao meio ambiente têm-se tornado oportunidades de aumento da competitividade. O desenvolvimento econômico e tecnológico, baseado no uso intensivo de matérias primas e energia, aumentou a velocidade de utilização de recursos naturais. Os rejeitos dos processos produtivos lançados no meio ambiente resultaram no acúmulo de poluentes acima da sua capacidade de absorção, gerando a poluição e conseqüente degradação do meio ambiente.

O aumento contínuo da produção requer uma maior quantidade de recursos naturais, conseqüência do crescimento populacional, aumento da demanda, e também ao sistema de produção capitalista. As descobertas dos inúmeros danos ambientais resultantes do aumento da produção, das práticas inadequadas das disposições dos resíduos têm aumentado o conhecimento e a preocupação da população do planeta sobre esta questão. Nos últimos anos, esta preocupação tem sido manifestada e concretizada, através da promulgação de uma série de legislações federais, estaduais e municipais.

De acordo com Silva e Lima, 2013, o setor jurídico das empresas tem atuado como um dos instrumentos de gestão ambiental, participando na orientação e sustentação jurídica das atividades afins e na construção de uma relação harmônica homem-meio ambiente, que se revelam na sustentabilidade ambiental. Ao incentivar o comprometimento socioambiental, o direito ambiental ainda possibilita meios para a promoção de vantagens socioeconômicas para esses setores. Desse modo, o atendimento às normas contidas na legislação ambiental configura-se como elemento essencial em busca dessa sustentabilidade socioambiental e econômica nas empresas.

A conscientização do consumidor ao adquirir produtos que sejam considerados “ecologicamente correto”, produtos que, além de apresentarem boa qualidade, assumem e respeitam o compromisso com o meio ambiente em seus processos de produção. Esses aspectos vêm incentivando, a cada dia, a indústria a procurar sistemas eficazes que provoquem a redução de seus impactos ambientais, com custo de mercado compatível.

O Sistema de Gestão Ambiental permite à empresa controlar permanentemente os seus impactos ambientais relativos ao seu processo de produção, desde a escolha da matéria-prima até o destino final do produto, e principalmente dos resíduos líquidos, sólidos e gasosos, levando-a a operar da forma mais sustentável possível.

As empresas habilitadas no efetivo controle dos seus processos, apresentam seus custos reduzidos, pois consomem menos matéria-prima e insumos, geram menos subprodutos, reutilizam, reciclam, lucram com seus resíduos e gastam menos com o manejo e controle da poluição e recuperação ambiental. Ganham competitividade, por meio da gestão ambiental, tanto para a sua sobrevivência no mercado internacional, quanto para controle dos aspectos ambientais, garantindo a sustentabilidade do processo de desenvolvimento e, conseqüentemente, a melhoria da qualidade ambiental e de vida da população (MAZZER E CAVALCANTI, 2014).

Este artigo tem por objetivo mostrar como a Gestão Ambiental da empresa Ramos, que tem por atividade o Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Recuperação Energética, melhorou seu processo produtivo, após implementação.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA DE RSU**

Rossi, 2014, mostra que a matriz elétrica brasileira é composta por mais de 79% de fonte renováveis de energia, prevendo uma expansão da geração de energia elétrica a partir de pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) e descentrais eólicas, à biomassa e de resíduos sólidos.

Basicamente existem dois tipos de sistemas de aproveitamento energético de RSU e que devem ser consorciados: a reciclagem e a transformação desses resíduos. A reciclagem está relacionada ao reaproveitamento dos materiais com finalidades similares àquelas para as quais tinham sido originalmente produzidos, tais como: papeis, plásticos, vidros e metais, que geralmente são utilizados como matéria prima recicláveis nas próprias indústrias que os fabricaram (HENRIQUES *et al.*, 2014). Outra forma de tratamento é por rota térmica, tecnologia que utiliza altas temperaturas para queimar resíduos, observadas normas aplicadas ao tratamento

térmico. Porém, em ambos os casos há redução da quantidade de RSU a ser depositada em aterros sanitários, o que amplia sua vida útil e soluciona a escassez de áreas para novos depósitos.

No caso do Brasil, o Art. 9º da Lei 12.305/2010 define a ordem de prioridade na gestão e no gerenciamento de resíduos, sendo:

“Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

§ 1o Poderão ser utilizadas tecnologias visando à recuperação energética dos resíduos sólidos urbanos, desde que tenha sido comprovada sua viabilidade técnica e ambiental e com a implantação de programa de monitoramento de emissão de gases tóxicos aprovado pelo órgão ambiental.

§ 2o A Política Nacional de Resíduos Sólidos e as Políticas de Resíduos Sólidos dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios serão compatíveis com o disposto no caput e no § 1o deste artigo e com as demais diretrizes estabelecidas nesta Lei”.

Se considerarmos a reciclagem como forma de tratamento mecânico, este tem prioridade sobre o tratamento térmico.

As características dos RSU's variam pelo número de habitantes, poder aquisitivo, nível educacional, hábitos e costumes da população, condições climáticas e sazonais, mudanças na política econômica do país e na política nacional de resíduos sólidos. Portanto, são fundamentais o conhecimento e o planejamento dos processos e das tecnologias para a adequada implantação ou melhoria do gerenciamento de RSU. Na figura 1 são mostradas as caracterizações gravimétricas disponíveis de RSU no Rio de Janeiro em 2011, para a Estação de Transbordo do Caju.

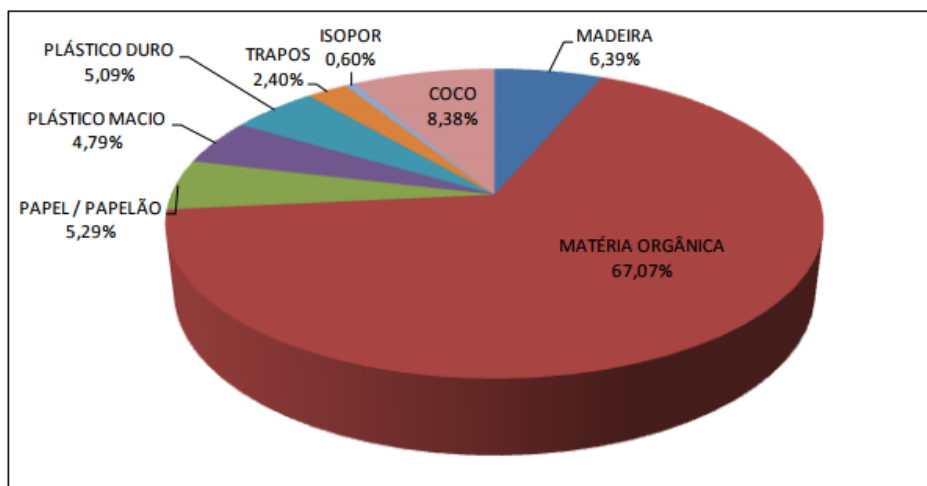


Figura 1 – RSU da Estação de Transferência do Caju

Fonte: SOARES (2011)

No presente estudo será apresentada apenas a tecnologia por tratamento térmico, uma vez a empresa analisada utiliza este tipo de tratamento. Assim, no tratamento térmico os resíduos recebem uma grande quantidade de energia em forma de calor, a uma temperatura mínima que varia de acordo com a tecnologia aplicada (temperatura de reação), durante uma certa quantidade de tempo (tempo de reação), tendo como resultado uma mudança nas suas características, como por exemplo a redução de volume, devido a diversos processos físico-químicos que acontecem durante o processo.

Cinco principais processos de tratamento térmicos, separados em função da temperatura de operação e o meio onde ocorre o processo, destacam:

- Secagem: retirada de umidade dos resíduos com uso de correntes de ar. Ocorre na presença do ar atmosférico e temperatura ambiente;
- Pirólise: decomposição da matéria orgânica a altas temperaturas e na ausência total ou quase total de oxigênio. As temperaturas do processo podem variar de 200 a 900°C;
- Gaseificação: transformação de matéria orgânica em uma mistura combustível de gases (gás de síntese). Na maioria dos processos não ocorre uma oxidação total da matéria orgânica em temperaturas variando entre 800 e 1600°C;
- Incineração: oxidação total da matéria orgânica com auxílio de outros combustíveis a temperaturas variando entre 850 e 1300°C;
- Plasma: desintegração da matéria para a formação de gases.
- 

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DO TRATAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS COM RECUPERAÇÃO ENERGÉTICA

De acordo com Morgado e Ferreira, 2006, a incineração é um processo de tratamento que diminui o volume dos resíduos em cerca de 90% e o peso a 15%, destacando-se também como uma das mais importantes vantagens do seu processo, a cogeração de energia através da incineração desses RSU.

O processo de incineração consiste geralmente em dois estágios, onde o resíduo é alimentado e queimado através da câmara primária, a uma temperatura alta (500 a 900°C), de forma que parte das substâncias presentes se tornem gases e material particulado, na presença de oxigênio controlado.

Nessas condições controladas, evita-se a volatilização de grandes quantidades de metais presentes no lixo, como chumbo, cádmio, cromo, mercúrio, entre outros. Minimiza-se a formação de óxidos nitrosos, que surgem apenas sob temperaturas mais elevadas (MORGADO E FERREIRA, 2006).

Os gases e material particulado provenientes da câmara primária são direcionados para a câmara secundária, em que são queimados entre 750 a 1200°C, ocorrendo a combustão completa. Posteriormente, os gases e material particulado são direcionados para um sistema de tratamento, para abatimento dos poluentes, que pode ser constituído por ciclone, mangas catalíticas, lavador de gases, *scrubber*, *quençh*), antes de serem enviadas para a atmosfera.

Segundo Bastos, 2013, o aproveitamento energético dos RSU'S pela Combustão Convencional é feito pela combustão do insumo, em que a produção de vapor através do aquecimento da água pela caldeira movimenta uma turbina e um gerador, para geração de energia elétrica. As usinas de combustão de resíduos sólidos à queima direta produzem, tipicamente, entre 550 a 600 kWh de energia elétrica por tonelada de resíduos sólidos.

### 2.3 GESTÃO AMBIENTAL E AUMENTO DA PRODUTIVIDADE

A Gestão Ambiental considera um conjunto de práticas e ações gerenciais que controla e reduz os impactos de uma atividade, produto ou organização sobre o meio onde está inserida. Sua implementação é um importante passo para que qualquer organização se torne referência em sua área de atuação, através de práticas nem sempre claras.

As ações realizadas por uma atividade para o aumento da eficiência do processo produtivo devem considerar as emissões atmosféricas, efluentes, resíduos e risco, pois são perdas de processo e econômica. As oportunidades são identificadas a partir da implementação da Gestão Ambiental, especialmente no que se refere os indicadores ambientais e à redução de seus impactos, como as emissões atmosféricas na fonte geradora e seus sistemas de controle, economia de energia, água, gás natural, redução no consumo de matérias-primas, valorização de resíduos, planejamento da logística reversa, reincorporação de fluxos na cadeia produtiva, reciclagem, dentre outros.

A contribuição da família ISO 14000, associados aos benefícios econômicos e ambientais, para a sustentabilidade, esta norma trata de Gerenciamento Ambiental, estabelecendo um Sistema de Gestão indicando às empresas o que devem fazer para minimizar os impactos ambientais de suas atividades e melhorar continuamente seu desempenho ambiental.

Um Sistema de Gestão Ambiental dentro de uma organização deve atender à legislação e garantir as devidas licenças ambientais. Desta forma, não somente a empresa estará assegurada

contra possíveis penalizações (financeiras ou que afetem de alguma forma a produção) como a impulsiona para o acompanhamento de aspectos legais futuros, permitindo que a organização se antecipe aos concorrentes no atendimento aos aspectos legais e programas governamentais (OLIVEIRA E ALVES, 2007).

Cabe ressaltar que a Gestão Ambiental possui um estreito laço com a saúde do trabalhador. Minayo e Miranda (2002) enfatizam que a identificação dos aspectos ambientais, a antecipação de potenciais impactos e a difusão das estratégias para lidar com acidentes reduzem os riscos ambientais e garantem um ambiente de trabalho saudável e seguro. Esta estratégia preventiva, que integra todos os níveis da organização, confere motivação e afeta positivamente a produtividade dos funcionários.

Tornar o produto mais sustentável é destacá-lo no mercado e, conseqüentemente, fazê-lo alcançar novos mercados e clientes. O produto comprovadamente mais sustentável vem sendo critério de escolha pelos clientes e consumidores.

Souza (2002) mostra que as ações ambientais das empresas têm assumido um papel cada vez mais integrado às diferentes funções administrativas, de marketing, finanças, produção, qualidade, desenvolvimento de produtos, etc, remetendo a explorar melhor as fontes primárias, em que levam as empresas a preocuparem-se crescentemente com a sua política ambiental.

### **3 UNIDADE DE RECICLAGEM ENERGÉTICA (URE) DA EMPRESA RAMOS**

Os resíduos sólidos urbanos são basculados e armazenados em um fosso, com dimensão aproximada de 30 m<sup>3</sup>, e são içados por meio de um braço mecânico até uma esteira transportadora, que os encaminha ao tambor revolvente. A finalidade é rasgar eventuais sacos de lixo fechados, permitindo uma maior homogeneização dos resíduos para a triagem manual na esteira transportadora seguinte. Esta última esteira possibilita a segregação e o aproveitamento dos materiais recicláveis, transportando os demais resíduos até o forno de incineração da unidade. Esta operação de recebimento dos resíduos sólidos ocorre dentro de um galpão enclausurado, a fim de se evitar a dispersão de odores. Os possíveis odores emanados são aspirados por um exaustor de ar de combustão, que os direciona para os pré-aquecedores, seguindo para o interior do forno de incineração.

Os demais resíduos não recicláveis alimentam o forno de incineração, em vazão controlada, para que ocorra a perfeita destruição oxidativa do material ao longo das grelhas. A atmosfera do forno opera em condições de pressão negativa, a fim de que se evite possíveis vazamentos de gases



para seu exterior. As condições de queima são perfeitamente controladas em temperaturas sempre superiores a 850°C.

Os gases de combustão são introduzidos na Caldeira de Recuperação de Calor, onde são resfriados em contato com seus feixes de condensado, gerando vapor superaquecido de alta pressão, sendo direcionado ao sistema de geração de energia elétrica.

O vapor superaquecido e de alta pressão gerado na Caldeira de Recuperação de Calor é direcionado para um Turbo-Gerador onde se expande até uma pressão de vácuo adequada, fazendo com que um gerador elétrico acoplado ao eixo da turbina transforme sua energia mecânica ofertada em energia elétrica. A energia elétrica gerada neste sistema é enviada para a subestação de energia, onde é distribuída para consumo interno da unidade.

O vapor de exaustão da turbina é condensado para ser reutilizado na geração de vapor dentro da Caldeira de Recuperação de Calor, após passar por um desaerador, que remove o oxigênio de forma a proteger a Caldeira de possíveis corrosões de seus feixes tubulares. Do desaerador, através de bombas de alta pressão, o condensado é injetado na Caldeira de Recuperação de Calor para novamente ser vaporizado e gerar energia.

### 3.1 IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL NO CONTROLE OPERACIONAL

Com base nas informações levantadas durante vistoria e auditoria da empresa Ramos, elaborou-se um modelo de implantação do SGA específico para a Unidade, tendo como base a organização e implantação do Controle Operacional.

O modelo implantado considerou os itens que compõem o 3º princípio da NBR Série ISO 14001 (Implementação e Operação). Cabe lembrar que o Controle Operacional se refere aos procedimentos, seu compromisso, em que a empresa estabelece as instruções/orientações, de forma a gerenciar os impactos causados pelos aspectos ambientais.

#### 3.1.1 Preparação

A primeira etapa para implementação de um SGA deve ser a formalização, por parte da direção da empresa, perante a sua corporação, do desejo de a instituição adotar um SGA, deixando claro suas intenções e enfatizando os benefícios a serem obtidos com a sua adoção.

Assim, foram definidas as responsabilidades e autoridades, com base nas suas necessidades administrativas e características do processo. Para tanto, foram considerados:

- Membros da direção – os representantes tiveram a função de aprovar a política ambiental, aprovar ou demandar correções para as análises feitas sobre o sistema e garantir gerenciar as questões relacionadas a aspectos legais.
- Membros da Gestão Gerencial – os profissionais da área de qualidade avaliaram e gerenciaram as análises críticas do sistema, forneceram subsídios e recursos para implantação das ações, aprovaram o cronograma de implementação do sistema, e distribuíram as responsabilidades para a elaboração de procedimentos próprios do sistema;
- Membros da Gestão Operacional: engenheiros e técnicos responsáveis pela supervisão de equipes tiveram a responsabilidade de criar os procedimentos e registros do SGA, bem como treinamento dos operadores;
- Colaboradores da Operação – colaboradores que trabalham diretamente no processo produtivo, tiveram como responsabilidade o cumprimento dos itens estabelecidos no procedimento e no controle operacional.

A preparação dos envolvidos é de fundamental importância, pois deve-se treinar todos os membros da organização, de acordo com as atividades que desempenham dentro da empresa, para colaborarem voluntariamente com o processo. Dessa forma, seguiu-se à risca os procedimentos descritos e aprovados pelos membros da Direção.

Posteriormente ocorreu a comunicação interna, de forma que a empresa mantivesse os procedimentos de comunicação interna e externa. A empresa deve receber, documentar e responder toda documentação recebida pela parte externa interessantes no aspecto ambiental e no sistema de gestão ambiental. Já a documentação interna deve ser em comunicação dos funcionários sobre questionamentos, sugestões, ou reclamações sobre aspectos ambientais. Logo, optou-se por uma campanha educativa com a fixação de avisos nas áreas de convivência, durante 03 meses. Nestes avisos constavam:

- “o que faço pelo meio ambiente?”;
- “quem ama preserva. Preservar o meio ambiente é preservar vida!”;
- “promoção: cooperando com o planeta. Una-se a nós, vamos fazer a nossa parte juntos!”;
- Adote uma caneca no trabalho. Se você usa 03 copinhos por dia, vai economizar 700 por ano! (figura 2);



Figura 2 – Adote uma caneca

Fonte: EMPRESA RAMOS (2017)

- “o que fazem em benefício do meio ambiente” e “o que gostariam de fazer, mas ainda não fazem em benefício do meio ambiente” (figura 3).

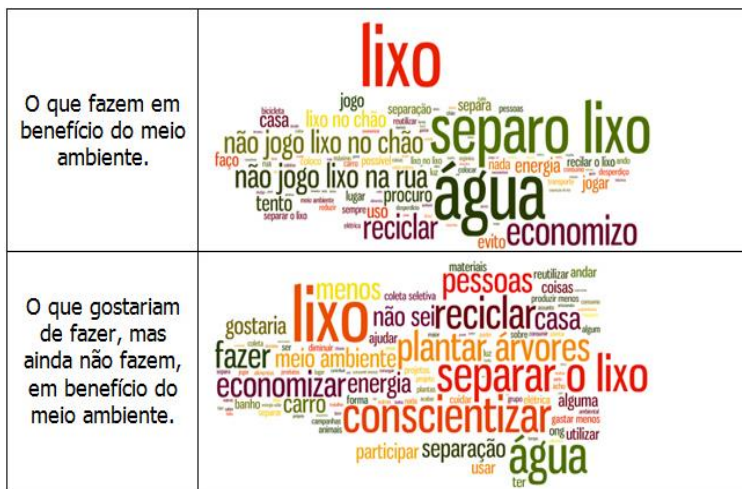


Figura 3 – O que fazem em benefício do meio ambiente

Fonte: EMPRESA RAMOS (2017)

Após estas etapas procedeu-se com o controle de documentos, em que a documentação foi compreendida pelos colaboradores interno e externo, na qual a empresa mantém relações. Recomendou-se que a empresa definisse os vários tipos de documentos, estabelecesse e especificasse os procedimentos e controle a eles associados. Vale lembrar que os documentos devem obedecer a procedimentos para seu controle, de maneira que toda a documentação possa ser localizada, analisada e periodicamente atualizada quanto à conformidade com os regulamentos, leis e outros critérios ambientais assumidos pela empresa (CONCEIÇÃO *et al.*, 2011).

Uma questão relevante foi o cadastro de fornecedores de serviços ambientais, uma vez que na segregação manual há diversos resíduos passivos de reciclagem, assim como, os resíduos gerados na queima do lixo (escoria) e as mangas catalíticas do sistema de controle para emissão atmosférica, que devem ser transportados e descartados por empresas licenciadas pelo Órgão Ambiental Estadual ou Municipal. Para tanto, foram solicitadas aos prestadores de serviço a Licença de Operação, além de auditoria em suas empresas, de forma a comprovar o cumprimento das restrições estabelecidas quando do licenciamento de suas unidades.

### 3.1.2 Melhoria do Processo Produtivo

Foi verificado que ao segregar manualmente os resíduos sólidos, não havia efetividade na separação entre papelão, plástico e principalmente metal (aço, alumínio, ferro), bem como, o percentual de cada um, relativo ao montante inicial, não havendo estabelecimento e direcionamento de ações para otimização e programa de metas no processo de catação.

Além destes, a presença de componentes indesejáveis a incineração (teor de umidade, sacos plásticos clorados, metais), culminava em diminuição do potencial de aproveitamento de energia (baixa eficiência energética – aproximadamente 300 kW), por permitir uma menor temperatura de queima, condições subestequiométricas de reação de combustão. Estes resultados refletiam diretamente no aumento do consumo de gás natural (16 m<sup>3</sup>/h) e de cinzas da incineração (830 kg por batelada).

A incineração de RSU, com base em tecnologia *waste-to-energy*, é consistente com princípios e diretrizes da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/10), em função das tecnologias aplicadas para mitigar as emissões atmosféricas. A otimização do processo depende de uma triagem dos resíduos sólidos eficiente. Assim, foi instalado no início da triagem um ímã sobre a esteira para retirada dos metais, diminuindo o *lead time* em 20 minutos na alimentação do forno. Esta ação também corroborou para melhoria da catação dos resíduos recicláveis, aumentando em média 15% por resíduo, bem como na recuperação de energia que passou de 300 kW para 495 kW).

Após estas ações tomadas e avaliação do treinamento por parte dos colaboradores, foram sugeridas algumas ações e metas, para otimização e melhora do rendimento na recuperação energética, tais como:

1. Implantação da Política Ambiental, tendo como premissa a busca da melhoria contínua das ações voltadas para o meio ambiente e de acordo com os princípios da sustentabilidade;
2. Redução em 20% da média de consumo gás natural por hora operada com carga em 01 (um)

- ano referente à média do último quadrimestre de 2016. Meta – 12,8 m<sup>3</sup>/h;
3. Redução das emissões de NOx em 10% em 01 (um) ano referente a média anual de 2016 (174,3 mg/Nm<sup>3</sup>). Meta: 132,1 mg/Nm<sup>3</sup>;
  4. Controle dos Aspectos Ambientais, através do preenchimento manual de Planilha em Excel, atualizando-a periodicamente, baseado no modelo de Gestão Cooperativo;
  5. Procedimentos na utilização de tecnologias modernas e que visam à minimização da geração de resíduos, consumo de água e energia;
  6. Toda a energia elétrica consumida pela empresa é gerada a partir do reaproveitamento energético oriundo da incineração de RSU;
  7. Todos os materiais passíveis de reciclagem são segregados na fonte ou retirados durante o processo pelos colaboradores, garantindo desta forma que serão destinados para recuperação energética somente os resíduos que não são passíveis de reaproveitamento e reciclagem;
  8. Utilização do combustível gás natural para iniciar o processo de aquecimento do material refratário do forno de incineração, sendo esta fonte energética reconhecidamente menos poluente que óleos combustíveis;
  9. Busca de novas alternativas visando à minimização da geração do resíduo oriundo do processo de incineração (escoria). Além de incentivar o desenvolvimento de estudos voltados para o aproveitamento dos resíduos na área da construção civil;
  10. Implementação das matrizes de treinamento por função, incluindo as áreas operacional e Meio Ambiente;
  11. Todo o controle operacional é executado por sistema informatizado e concentrado na sala de controle operacional, onde os parâmetros operacionais são periodicamente monitorados e disponíveis a fiscalização. Em casos de anomalias do processo é feito o registro em Livro de Ocorrência, que é datado e arquivado, garantindo a sua rastreabilidade;
  12. Implantação do canal de comunicação com o entorno para reclamações ou sugestões, disponibilizado na portaria da empresa. Caso haja alguma ocorrência é repassada para o setor responsável para as devidas providências;
  13. Gerenciamento da documentação que descreve os elementos e princípios do Controle Ambiental, tais como: lista de procedimentos, verificação de odores, armazenamento de resíduos, identificação dos aspectos e impactos ambientais e limpeza de canaletas e acúmulo de água;

14. Preparação e resposta a emergências através do Plano de Emergência e Contingência elaborado por empresa terceirizada, onde estão definidos os principais cenários emergenciais e os procedimentos a serem tomados em situações de emergência, programas de treinamento e simulados anuais;
15. Avaliação do atendimento a requisitos legais, de forma que haja evidências da conformidade com o atendimento a legislação aplicável indicada pelos órgãos ambientais competentes;
16. Implantação de ações corretivas e ações preventivas através de sistemática de controle de abertura e fechamento das solicitações de serviço e registro das ações corretivas, controle através de *checklist* para a manutenção preditiva dos equipamentos da unidade. A gestão dos setores é acompanhada pela gerência através de reuniões mensais e, para os setores da operação e manutenção, as equipes são avaliadas através de indicadores de desempenho. Para a melhoria da gestão das anormalidades, foi implementada uma sistemática de identificação e análise para a avaliação da causa raiz e elaboração de plano de ação visando o não acontecimento recorrente da anomalia, conforme plano de manutenção preditiva;
17. Controle de registros que evidenciam a conformidade com os requisitos de seu controle de aspectos e o atendimento aos requisitos legais, sendo mantidos legíveis, identificáveis e rastreáveis.

#### **4 CONCLUSÃO**

O estudo permitiu a elaboração e implementação do Sistema de Gestão Ambiental direcionado a empresa Ramos, que tem por atividade o Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos com Recuperação Energética, com base na norma ISO 14001 e avaliar sua aplicabilidade na otimização e consequente melhoria do processo produtivo.

A motivação foi a percepção das deficiências do processo de incineração de RSU, as dificuldades que as empresas têm em implementar sistemas de gestão eficientes nessas tipologias, devido aos requisitos das diretrizes normativas e de suas características específicas, como a falta de recursos financeiros e humanos, a carência de informações quanto à atualização das leis e normas aplicáveis, entre outros.

Foi apresentado a preparação dos colaboradores, importância da efetividade da gestão ambiental e aumento de produção, conscientização do treinamento, de acordo com as atividades que desempenham dentro da empresa, baseado nos procedimentos descritos e aprovados pelos membros da direção.

A comunicação interna e externa foi um dos fatores preponderantes, pois salientou e comprovou que todos os documentos devem ser recebidos, analisados, documentados e respondidos quanto aos aspectos ambientais. A necessidade de campanhas educativas, de forma a conscientizar os colaboradores de suas ações e responsabilidade quanto a preservação do meio ambiente.

Essas ações geraram motivações, competitividade, melhoria organizacional, otimização do processo, aumentados resíduos recicláveis, e aumento da recuperação energética do sistema, que passou de 300 kW para 495 kW.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 14.001: Sistemas de Gestão Ambiental - Requisitos com orientação para uso. 2ª Edição. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

BASTOS, B. Q. **Tecnologias de Aproveitamento Energético de Resíduos Sólidos Urbanos**. Projeto de Graduação (Engenharia Elétrica da Escola Politécnica). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013. Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz do Nascimento.

BRASIL, Lei N° 12.305 de 02 de agosto de 2010 - Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

CONCEIÇÃO, A. et al. **A Importância do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) – Estudo de Caso na Empresa Grande Rio Honda em Palmas – Tocantins**. Projeto de Graduação (Tecnologia em Gestão Ambiental). Tocantins: Universidade Católica do Tocantins, 2011. Orientador: Prof. José Lopes Soares Neto.

ESTEVES, M. G.; HENKES, J. A. Implementação de Sistemas de Gestão Ambiental no Meio Empresarial: Avaliação da Utilização da ISSO 14001 como Ferramenta de Melhora de Desempenho Empresarial em Industrias no Estado de São Paulo. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, Florianópolis, SC, v. 5, n. 1, p.453-472, abr./set. 2016.

HENRIQUES, R. M.; OLIVEIRA, L. B.; COSTA, A. O. Geração de Energia com Resíduos Sólidos Urbanos: Análise Custo Benefício. Instituto Virtual Internacional de Mudanças Globais, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, v. 1, p. 1-25, 2014.

MAZZER, C.; CAVALCANTI, O. A. Introdução à Gestão Ambiental de Resíduos. *Infarma - Ciências Farmacêuticas*, Periódico do Conselho Federal de Farmácia, Brasília, DF, v.16, nº 11-12, 2004.

MINAYO, M. C. S.; MIRANDA, A. C. Saúde e Ambiente Sustentável: Estreitando Nós. SciELO Livros (online), Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2002, pp. 1-10.

MORGADO, T. C.; FERREIRA, O. M. Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Cogeração de Energia. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia. Revista da Engenharia Ambiental da Universidade Católica de Goiás, Goiânia, GO, v. 2, n. 1-18, 2006.

OLIVEIRA, J. F. G.; ALVES, S. M. Adequação Ambiental dos Processos Usinagem utilizando Produção mais Limpa como Estratégia de Gestão Ambiental. Revista Produção, São Paulo, SP, v. 17, n. 1, p. 129-138, Jan./Abr. 2007.

ROSSI, C. R. **Potencial de Recuperação Energética dos Resíduos Sólidos Urbanos da Região da AMESC**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Energia). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. Orientadora: Prof. Dra. Elaine Virmond.

SILVA, D. F.; LIMA, G. F. C. Empresas e Meio Ambiente: Contribuições da Legislação Ambiental. Revista Internacional Interdisciplinar INTERthesis, Florianopolis, SC, v. 10, n. 02, p. 334-359, Jul./Dez. 2013.

SOARES, E. L. S. F. **Estudo da Caracterização Gravimétrica e Poder Calorífico dos Resíduos Sólidos Urbanos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011. Orientador: Prof. Dr. Claudio Fernando Mahler.

SOUZA, R. S. Evolução e Condicionantes da Gestão Ambiental nas Empresas. Revista REAd – Edição Especial 30, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, v. 8, n. 6, Nov/Dez. 2002.