

**Proposta de utilização da metodologia P+L no gerenciamento de resíduos de indústria de estruturas metálicas****Proposal for using the P + L methodology in the management of waste from the metal structures industry**

10.34140/bjbv2n3-032

Recebimento dos originais: 20/05//2020

Aceitação para publicação: 20/06/2020

**Bruna Mitraud Bicalho Rodrigues**

Graduação em Engenharia de Produção pela Faculdade e Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG  
Instituição: Faculdade e Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG  
Endereço: Rua Padre Pedro Evangelista, 425 / apto 103 - Coração Eucarístico, Belo Horizonte / MG  
- Brasil  
E-mail: bmitraud@gmail.com

**Laysa Lopes Campos**

Graduação em Engenharia de Produção na Faculdade de Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG  
Instituição: Faculdade e Engenharia de Minas Gerais – FEAMIG  
Endereço: Rua Castanheira, nº 93, B. Arvoredo, Contagem / MG – Brasil  
E-mail: laysa\_campos89@hotmail.com

**Rangel Barboza de Abreu**

Pós-graduado em Engenharia de Processo Industriais pelo Instituto de Educação Tecnológica – IETEC  
Instituição: Instituto de Educação Tecnológica – IETEC  
Endereço: Rua Campos Sales, nº 188/305 - Calafate, Belo Horizonte/MG  
E-mail: barboza.rangel@gmail.com

**RESUMO**

As indústrias geram resíduos em seus processos produtivos devendo buscar alternativas eficazes para adequar-se à legislação ambiental, buscando uma produção mais sustentável. A empresa X, estudada no presente trabalho, tem como escopo a fabricação e montagem de estruturas metálicas, sendo que necessita de uma proposta de utilização da metodologia de P+L para sua regularização ambiental. O objetivo da presente pesquisa concentra-se em desenvolver um programa de P+L e um estudo de sua viabilidade técnico-financeira visando à redução dos impactos ambientais advindos da produção de estruturas metálicas na empresa X. A metodologia do P+L, além de benefícios econômicos, também proporciona benefícios técnicos, os quais podem permitir à empresa melhorar a destinação dos resíduos, se adequando às legislações vigentes. A metodologia nem sempre traz benefícios financeiros, porém resguarda a empresa das multas por destinação incorreta. Após o estudo, observou-se que a P+L é uma grande aliada para as empresas e através dela os seus processos são facilmente identificados, bem como suas entradas e saídas. Com o P+L se mostrou possível reduzir custos, desperdícios e identificar as perdas no processo, trazendo ganhos nas esferas social, ambiental, técnica e financeira, tanto para a empresa, como para a sociedade.

**Palavras-chave:** Produção mais Limpa, Impactos Ambientais, Resíduos Sólidos, Estruturas Metálicas.

**ABSTRACT**

Industries generate waste in their production processes and must seek effective alternatives to adapt to environmental legislation, seeking more sustainable production. Company X, studied in the present work, has as scope the manufacture and assembly of metallic structures, and it needs a proposal to use the P + L methodology for its environmental regularization. The objective of the present research is to develop a P + L program and a study of its technical and financial feasibility, aiming at reducing the environmental impacts resulting from the production of metallic structures in company X. The P + L methodology, in addition to economic benefits, it also provides technical benefits, which can allow the company to improve the destination of waste, adapting to current legislation. The methodology does not always bring financial benefits, but it protects the company from fines for incorrect destination. After the study, it was observed that P + L is a great ally for companies and through it their processes are easily identified, as well as their inputs and outputs. With P + L it was possible to reduce costs, waste and identify losses in the process, bringing gains in the social, environmental, technical and financial spheres, both for the company and for society.

**Keywords:** Cleaner production, Environmental impacts, Solid Waste, Metallic structures.

**1 INTRODUÇÃO**

Devido ao crescimento da industrialização no país, a geração de resíduos sólidos e efluentes líquidos derivados dos processos industriais vem tendo um aumento no volume, principalmente com o avanço dos índices de produtividade, alicerçados por novas metodologias e processos (ISO 9000, PDCA, entre outros), com o aumento do consumo.

Segundo Assumpção (2011), resíduos (sólidos ou semissólidos) são materiais derivados de atividades industriais, comerciais, domiciliares, hospitalares, agrícolas entre outras, que dependendo de sua concentração, composição, disposição, exposição e tempo de interação, podem causar diversos danos ao ser humano e ao meio ambiente.

Os resíduos sólidos ou semissólidos são classificados segundo as normas brasileiras (NBR) quanto aos riscos potenciais à saúde e ao meio ambiente para que sejam destinados corretamente. Segundo a NBR 10.004/2004 – Classificação de resíduos - os mesmos são dispostos em: classe I: perigosos; classe II-A: não inertes e classe II-B: inertes.

No processo industrial, geralmente, os resíduos produzidos são substâncias bastante tóxicas, as quais, além de gerar elevados custos em longo prazo, também causam prejuízos ao meio ambiente e à comunidade, sendo, portanto, necessária a sua correta destinação.

Dentro deste escopo, o presente trabalho terá a empresa X como foco de pesquisa. A empresa X tem como atividade a fabricação e a montagem de estruturas metálicas diversas e está situada na cidade de Contagem, região metropolitana de Belo Horizonte (MG).

A empresa possui, na linha de produção, as etapas de fabricação que consistem em: corte, dobra, punção, estampagem, tratamento de superfície, pintura e montagem de estruturas metálicas.

Em algum desses processos são gerados resíduos sólidos e efluentes líquidos, os quais serão objetos de análise da referida pesquisa. Dentro do processo descrito acima são originados sucata metálica, rejeitos de soda cáustica, tinta em pó e borra de fosfato. Estes resíduos são descartados através de caçambas, rede de esgoto doméstica e não doméstica.

A indústria produz estes resíduos provenientes do seu processo produtivo, os quais necessitam de uma destinação correta visando alcançar o licenciamento ambiental.

Dentre as diversas formas de controle de resíduos e minimização dos impactos ambientais gerados por atividades industriais, destaca-se o programa de produção mais limpa por ser uma alternativa para reduzir esses resíduos, através da melhor utilização da matéria prima, da energia e da água.

Esse trabalho tem como objetivo propor ações para reduzir os impactos ambientais negativos gerados na produção de estruturas metálicas da empresa X através da inserção de um programa Produção mais Limpa. Assim, a pergunta que se faz é minimizar e melhor destinar os resíduos industriais gerados por um fabricante de estruturas metálicas de médio porte, através da inserção de um programa de produção mais limpa, é viável técnico e financeiramente?

## **2 OBJETIVO**

Com o presente trabalho, objetiva-se desenvolver um programa de Produção Mais Limpa e um estudo de sua viabilidade técnico-financeira, visando à redução dos impactos ambientais advindos da produção de estruturas metálicas em uma empresa de médio porte. Para tal, têm-se os seguintes passos:

- Mapear o processo produtivo para visualização dos insumos, matérias primas e água utilizada na produção industrial;
- Identificar os resíduos gerados no processo produtivo da empresa de estruturas metálicas;
- Desenvolver uma proposta de programa de produção mais limpa, a partir de uma análise dos pontos críticos observados dentro do processo produtivo;
- Desenvolver uma análise de viabilidade técnica-financeira sobre a proposta apresentada.

## **3 CONCEITOS APLICADOS À PRODUÇÃO MAIS LIMPA**

### **3.1 IMPACTO AMBIENTAL**

Segundo a Resolução CONAMA 001/86 (1986), impacto ambiental é qualquer modificação das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia proveniente de atividades humanas que, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar

da população, as atividades sociais e econômicas, a biota, as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente e a qualidade dos recursos ambientais.

Com a preocupação em reverter os danos causados pelos impactos ambientais negativos vem sendo desenvolvida algumas medidas para minimiza-los dentre elas podemos citar o gerenciamento dos resíduos e efluentes gerados no processo industrial da organização.

### 3.2 PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Segundo o Centro Nacional de Tecnologia Limpa (CNTL, 2003), produção mais limpa é a integração tecnológica, econômica e ambiental aos processos e produtos, a fim de maximizar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, através da redução dos desperdícios, não geração, minimização ou reciclagem dos resíduos e emissões geradas proporcionando benefícios à saúde ocupacional, ambientais e econômicos.

A produção mais Limpa destaca-se por ações que são implantadas dentro da empresa com o objetivo de tornar o processo mais eficiente no uso de seus insumos, gerando mais produtos e menos resíduo (CNTL, 2003).

A produção mais limpa possui diversas denominações como metodologia, estratégia, programa e técnica, portanto o grupo irá adotar ao longo do trabalho a denominação programa.

### 3.3 BENEFÍCIOS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

A implantação de um programa P+ L permite que a organização conheça melhor o seu processo industrial através do monitoramento constante para manutenção e desenvolvimento de um sistema eco-eficiente de produção com a geração de indicadores ambientais e de processo. Este monitoramento proporciona a empresa reconhecer necessidades de: pesquisa aplicada, informação tecnológica e programas de capacitação. Além disso, o P+L vai se incorporar aos Sistemas de Qualidade, Gestão Ambiental e de Segurança e Saúde Ocupacional, possibilitando entendimento total do sistema de gerenciamento da empresa (CNTL, 2003).

### 3.4 VANTAGENS AMBIENTAIS DA PRODUÇÃO MAIS LIMPA

Segundo o Centro Nacional de Tecnologias Limpas (2003), o P+L proporciona diversos benefícios ambientais, como: eliminação dos desperdícios é uma forma de reduzir gastos desnecessários do processo produtivo, eliminando diretamente geração de resíduos, uma vez que não haverá desperdícios; minimização ou eliminação de matérias-primas e outros insumos impactantes para o meio ambiente; redução dos resíduos e emissões, diminuindo inclusive os meios de poluição

do solo, água, inclusive do ar; redução dos custos de gerenciamento dos resíduos, aumentando a eficiência e competitividade; minimização dos passivos ambientais, mantendo melhor relacionamento com órgãos ambientais; incremento na saúde e segurança no trabalho, oferecendo melhoria nas condições do trabalhador.

#### **4 METODOLOGIA**

Os dados para o desenvolvimento da presente pesquisa para a realização da implantação de P+L coletados foram baseados nas informações oferecidas no Índice de Produção mais Limpa para a Indústria de Transformação do Estado de Minas Gerais de autoria da Fundação Estadual de Meio Ambiente – FEAM, no Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA, em metodologias presentes no CNTL e em artigos e teses científicas.

Paralelamente a estes documentos, foi feita uma coleta também nos documentos e registros internos do licenciamento ambiental da empresa estudada e por observação participante, visando à compreensão dos processos produtivos da empresa e dos resíduos gerados. Os dados coletados serviram de base para o estudo das melhores formas de se realizar a destinação dos resíduos gerados.

A coleta dos documentos internos baseou-se no levantamento dos dados dos resíduos gerados no processo produtivo da empresa estudada: os resíduos sólidos (através dos tickets de pesagem da empresa que os recolhe) e os quantitativos e características dos efluentes líquidos (disponíveis nos documentos do licenciamento). Visando analisar as questões técnicas e econômicas, foram coletados também dados de conta de água e de luz, no intuito de avaliar outras opções de P+L.

Logo, analisaram-se dados obtidos em gráficos e tabelas, além da realização de cálculos financeiros baseados em pesquisas de mercado relacionadas às opções de P+L disponíveis para a realidade da empresa estudada, tendo-se a base necessária para a proposição de programa de P+L, segundo metodologia definida pelo Centro Nacional de Tecnológicas Limpas – CNTL (2003), buscando-se propostas de soluções para as questões ambientais da empresa X baseadas em ações e medidas mais adequadas, no que se refere à destinação dos resíduos gerados em seu processo produtivo.

Após a coleta dos dados, os mesmos foram analisados e, com base no Índice de Produção mais Limpa para a Indústria de Transformação do Estado de Minas Gerais, foi apresentada a metodologia de implantação de P+L para auxiliar a empresa a melhorar sua destinação, reduzir custos e atender à legislação ambiental vigente.

## 5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

A seguir apresentam-se as etapas relativas à metodologia de implantação de P+L na empresa estudada.

### 5.1 ETAPA 01 – PLANEJAMENTO E ORGANIZAÇÃO

Dentro da atual etapa, realizou-se uma reunião para a sensibilização dos funcionários, sendo, então, apresentados os passos para a concepção de um programa.

A partir do processo de sensibilização e conscientização, houve o comprometimento da gerência. Assim, com o auxílio da gerência, foram identificadas as barreiras e, então, se começou a busca de soluções.

Após várias reuniões, ficou determinada que a metodologia de P+L focaria somente o processo industrial, especificamente os resíduos da sucata metálica, a tinta em pó, a borra de fosfato e o efluente líquido gerado do tratamento de superfície.

Assim, após um processo de discussão e compreensão dos processos produtivos, passou-se para a identificação das barreiras. Segundo dados coletados junto à empresa, identificou-se como barreiras a falta de registros ambientais, de controle e de destinação dos resíduos.

Logo após o levantamento das barreiras, foram discutidas preliminarmente algumas soluções e procedimentos para a destinação dos resíduos.

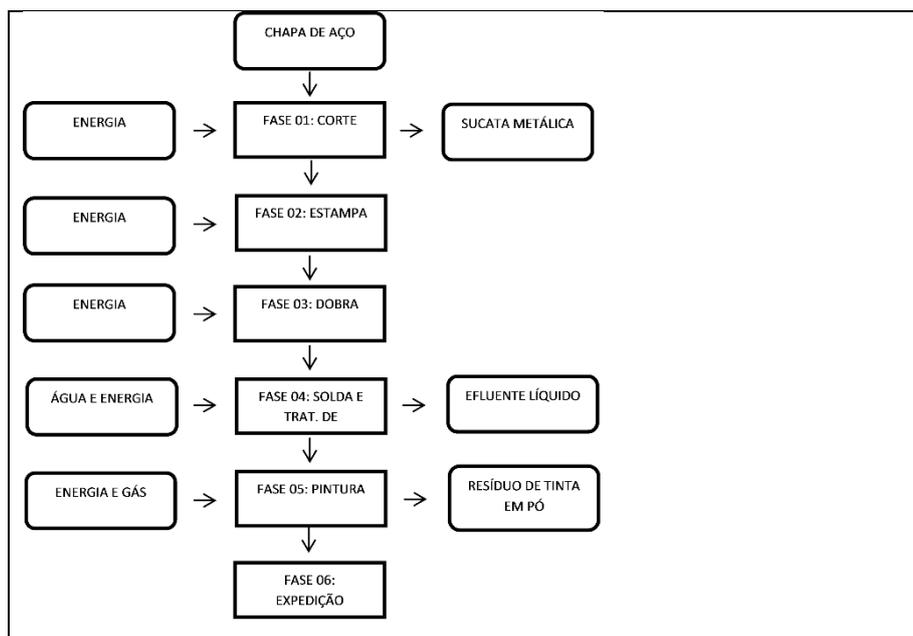
Dentro do planejamento da proposta de implantação da metodologia de P+L, fez-se necessário a criação de uma equipe que se dedicasse a tal empreitada. Chamado de Ecotime, o grupo ficou responsável por conduzir a metodologia de P+L, tendo como função realizar o diagnóstico, implantar o programa, identificar oportunidades e realizar medidas de P+L, monitorar o programa e dar continuidade ao mesmo.

O Ecotime foi composto pelo presidente da empresa, um gerente administrativo financeiro, uma advogada e uma estagiária.

### 5.2 ETAPA 02 – PRÉ-AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO

A seguir, mostra-se o fluxograma do processo e os resíduos gerados pelos mesmos.

Figura 1 – Fluxograma do processo produtivo da Empresa X



Fonte: os autores

Após o mapeamento do processo produtivo da empresa, juntamente com o Ecotime, realizou-se o levantamento das informações ambientais pertinentes realizando, em seguida, uma quantificação das entradas (matéria prima, água e energia) e saídas (resíduos, efluentes e subprodutos), conforme pode ser visto na Tabela 1.

TABELA 1 – Quantificação de entradas

TIPO	Quantidade / Consumo	Custo
Matéria Prima (Chapa de aço)	5.257 Kg	R\$ 10.514,00
Água	233 m <sup>3</sup>	R\$ 3.148,20
Energia	14.881,97 Kw/h	R\$ 5.506,33

Fonte: Os autores

Para a quantificação das saídas do processo produtivo, realizou-se um estudo para classificar os resíduos sólidos, segundo a norma brasileira NBR 10004/2004, sendo também realizada a determinação das fases da produção em que os resíduos e efluentes eram gerados.

Nas Tabelas 2 e 3, identificam-se em qual das etapas do processo há geração, qual tipo de resíduo ou efluente é gerado, sua caracterização, quantificação e classificação, no caso de resíduo sólido.

TABELA 2 – Identificação dos resíduos e efluentes do processo por etapa

RESÍDUO/EFLUENTE	ETAPA 1	ETAPA 2	ETAPA 3	ETAPA 4	ETAPA 5	ETAPA 6
Sucata metálica	X	X				
Efluente líquido				X		
Tinta em pó					X	

Fonte: Os autores

TABELA 3 – Quantificação, classificação e característica dos efluentes da empresa X.

MATERIAL	CARACTERÍSTICA	CLASSE (NBR – 10.004)	QUANTIDADE GERADA (mensal)
DESENGRAXANTE	CORROSIVO	I	1,5m <sup>3</sup>
PASSIVANTE	SOLUVEL EM ÁGUA	IIA	22,1m <sup>3</sup>
REFINADOR	SOLUVEL EM ÁGUA	IIA	22,1m <sup>3</sup>
FOSFATIZANTE	REATIVO	I	2m <sup>3</sup>
SUCATA METALICA	NÃO PERIGOSO	IIB	5257 kg
BORRA DE FOSFATO	SOLUVEL EM ÁGUA	IIA	450 kg
EPI	NÃO PERIGOSO	IIB	60 um
TINTA PÓ	NÃO PERIGOSO	IIA	330 kg

Fonte: os autores

### 5.3 ETAPA 03 – AVALIAÇÃO DE P+L

Realizado os levantamentos e feito a determinação dos resíduos gerados pelo processo da empresa, determinou-se, junto com o Ecotime, os indicadores que estabeleceram uma comparação entre os dados existentes antes da implantação do P+L, segundo os quais se dará construção das opções de P+L para a Empresa X.

TABELA 4 – Balanço de energia e materiais – Fonte: os autores

FASES DO PROCESSO	ENERGIA (mensal)	ÁGUA (mensal)	MATÉRIA PRIMA (média mensal)	RESÍDUO GERADO	EFLUENTE (mensal)
Fase 1: Corte	13,875 kwh	-	Chapa de aço 9499,99 Kg	Sucata metálica - 4147,5 kg/mês	-
Fase 2: Estampa	24,375 kwh	-	-	-	-
Fase 3: Dobra	25,05 kwh	-	-	-	-
Fase 4: Solda e Tratamento de superfície	58,2 kwh	56,3m <sup>3</sup>	Produtos químicos 47,7m <sup>3</sup>	Borra de fosfato - 435 kg a cada 3 meses	104 m <sup>3</sup>
Fase 5: Pintura	15kwh	-	Tinta em pó 1425 kg	Tinta em pó - 330 kg a cada 3 meses	-
Fase 6: Expedição	-	-	-	-	-

## 5.4 ETAPA 04 – ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICA, ECONÔMICA E AMBIENTAL

### 5.4.1 Análise técnica e ambiental dos resíduos e efluentes gerados

#### 5.4.1.1 Sucata metálica

Dentro do processo de produção da empresa, um dos resíduos gerados é a sucata metálica, a qual era descartada em lixo comum e encaminhada ao aterro. As sobras (recortes) de aço oriundas das peças fabricadas eram armazenadas em caçambas alugadas até serem repassadas.

Após o estudo da metodologia de P+L, apresentaram-se como opção de destinação: a reciclagem e o reaproveitamento dentro da empresa.

Na reciclagem, a sucata seria enviada para uma empresa terceirizada que repassa à USIMINAS – siderúrgica produtora de aços planos – onde os recortes metálicos são reintegrados ao processo de fabricação de novas chapas. Nesse método de reutilização do aço, não há perda das características iniciais, podendo ser reaproveitado sem maiores problemas.

Desta maneira, a reciclagem permite que a chapa retorne ao processo como matéria prima, reduzindo a extração de matérias como minério de ferro, carvão e cal, para a fabricação da liga metálica. Já no reaproveitamento dentro da empresa, as sobras seriam selecionadas e separadas as que estivessem em condições de uso para retornarem ao processo de produção para confecção de pequenas peças.

Após o estudo, identificou-se que essa opção não seria viável tecnicamente, pois, as sucatas não seriam reaproveitadas totalmente. Entretanto, do ponto de vista ambiental, o reaproveitamento da sucata seria viável, uma vez que a empresa estaria reduzindo a sua geração de resíduos.

#### 5.4.1.2 Tinta em pó

A empresa X utiliza em seu processo a tinta em pó eletrostática que tem como finalidade o revestimento do ferro, alumínio ou outros metais com uma película de polímero termo-endurecível colorido. O descarte é feito no lixo comum dentro de sacos plásticos.

A tinta não é tóxica e não é caracterizada como resíduo perigoso, porém não pode ser descartada em lixo urbano comum, pois, a Lei nº 11.445 de 2007 determina que o lixo proveniente de atividades industriais só pode ser classificado como lixo urbano quando, por determinação do poder público, o estabelecimento não é responsável pelo manejo.

Após as análises, foram determinadas as duas melhores opções para a destinação da tinta em pó: a contratação de uma empresa para recolhimento e reciclagem da tinta ou enviar o resíduo para o fabricante para realizar a separação das cores para a tinta voltar a ser matéria prima.

Na contratação de uma empresa de reciclagem, a empresa X estaria utilizando uma destinação correta, na qual, além de se resguardar ambientalmente ao não jogar a tinta no lixo urbano, estaria dando outra serventia ao produto.

No caso da entrega para o fabricante, estaria realizando a logística reversa, a qual trata do recolhimento do produto após seu uso pelo fabricante do mesmo. Assim, além de cumprir a legislação, a empresa estaria destinando corretamente o resíduo e a tinta seria reaproveitada.

#### 5.4.1.3 Efluente líquido

Atualmente, os efluentes gerados no tratamento de superfície são dispostos sem qualquer tipo de tratamento na rede coletora comum descumprindo as legislações em vigor.

Diante dessa situação, foram analisadas duas opções de destinação para os efluentes gerados. A primeira é a criação de uma Estação de Tratamento de Efluente (ETE). Dentro da ETE, apresentam-se vários processos de tratamento, efetuando-se a captação e o tratamento das águas residuárias da etapa do tratamento de superfície. Após este tratamento, a água seria reaproveitada nos sanitários e na lavagem dos pátios da empresa. Este tipo de opção de tratamento se mostra muito comum no tratamento de efluentes industriais, sendo, geralmente, bem avaliado pelos órgãos ambientais como solução mitigadora dos mesmos.

A segunda opção consiste na contratação de uma empresa especializada para realizar o descarte do efluente a cada seis meses (período da troca da água no processo). A empresa deveria possuir conhecimento no assunto e autorização para dispor os resíduos de maneira adequada, dada pelo órgão ambiental. Com essa opção, os efluentes estariam sendo encaminhados para esta empresa, a qual emitiria um documento, no qual afirma que a empresa está dando destinação final adequada aos efluentes industriais gerados e que os mesmos estão recebendo a destinação adequada por lei.

#### 5.4.1.4 Borra de fosfato

No processo de fabricação das estruturas metálicas, há a técnica do tratamento de superfície. Após a peça metálica passar pelo processo de corte, dobra e/ou estampagem, esta deverá ser encaminhada ao setor da Marinha para realizar o tratamento de superfície. Cada tanque da linha tem a capacidade de 4.700 litros de armazenamento, sendo que a disposição dos mesmos respeita a ordem na qual o tratamento deve ser realizado.

Em um desses tanques, ocorre a fosfatização. Neste reservatório é realizado o processo por imersão a frio para a aplicação de uma camada de fosfato de zinco, a fim de permitir a proteção contra

oxidação e a perfeita aderência do pó à superfície a ser pintada. Esse tratamento visa o condicionamento da peça para o recebimento de pintura em pó.

A cada três meses, a água do fosfatizante é retirada e armazenada em um tanque vazio para a retirada da borra que forma, proveniente do fosfato e do zinco. Esse líquido é acondicionado em galões para secagem. Após isso, a empresa X enviava essa borra para uma empresa que a incinerava e enviava o resíduo da incineração para um aterro industrial.

Assim, realizado o estudo, duas opções de destinação foram escolhidas pelo Ecotime. A primeira consiste no aproveitamento da borra como fertilizante e a segunda o seu reaproveitamento na indústria cimenteira. Em ambos os casos, a borra de fosfato deixaria de ir para o aterro industrial e se tornaria matéria-prima dentro do processo de fabricação de novos produtos, quais sejam: o fertilizante e o cimento.

#### **5.4.2 Análise da viabilidade financeira sobre as propostas apresentadas**

Segundo a CNTL (2003), além das análises técnicas e ambientais, faz-se necessário uma avaliação financeira das opções escolhidas.

##### **5.4.2.1 Sucata metálica**

Para a reciclagem, a empresa que recolhe a sucata disponibiliza uma caçamba para o recolhimento do resíduo sem custo. A empresa X arcaria com o custo de R\$ 0,12 por Kg de sucata destinada à reciclagem.

Já no caso do aproveitamento da sucata dentro da empresa, o mesmo não seria viável, pois, a sucata não seria totalmente reaproveitada, havendo o custo de armazenagem do material restante no local (caçamba, por exemplo) e a empresa X teria que arcar com outro custo para a disposição do restante.

##### **5.4.2.2 Tinta em pó**

Dentre as opções apresentadas para a empresa X, foram realizadas as análises, além de técnicas e ambientais já apresentadas, como as financeiras para escolher a que melhor atenderia à sua realidade.

A empresa X, a qual atualmente descarta a tinta em pó em lixo urbano, estaria sujeita a uma multa que varia de R\$ 7.000,00 a R\$ 35.000,00, segundo decreto municipal do município de Contagem de nº 11.292.

Para uma empresa reciclar a tinta, a empresa X arcaria com o custo de enviar a tinta até a empresa que recicla, além de pagar R\$ 0,39 por Kg de tinta fornecida.

O fabricante realizando o recolhimento não traria custo à empresa X, pois as tintas seriam recolhidas no momento que o fornecedor entregasse um novo pedido na empresa.

#### 5.4.2.3 Borra de fosfato

Após a realização do estudo de viabilidade técnica e ambiental, verificou-se a viabilidade financeira das duas opções apresentadas para a borra de fosfato.

Atualmente, a borra é encaminhada a uma empresa terceirizada que cobra em torno de R\$0,57 o quilo de borra mais o transporte. Dependendo da quantidade gerada, esse gasto pode variar entre R\$ 500,00 a R\$ 700,00 a cada 6 (seis) meses.

A borra de fosfato seria enviada como doação para a empresa de cimento e/ou de fertilizante, portando essas duas opções apresentariam o custo de serem levadas para o local da empresa de cimento. Além de economizar espaços em aterros industriais, o uso dessa borra como matéria prima iria trazer uma economia para a empresa de até R\$ 1.400,00 anuais.

#### 5.4.2.4 Efluente Gerado

No efluente gerado também foi realizado um estudo financeiro das opções apresentadas para a empresa X. A multa para quem descarta este tipo de efluente sem tratamento prévio na rede de esgoto comum varia de R\$ 7000,00 a R\$ 35000,00.

Assim, com a contratação de uma empresa para descarte do efluente a cada seis meses, a empresa X arcaria com dois custos anuais para a retirada, transporte e tratamento destes efluentes. O Ecotime verificou, em uma pesquisa de mercado, que o custo para a retirada e tratamento adequado desse efluente é de aproximadamente R\$ 80.000,00 por retirada.

Para a opção da estação de tratamento de efluentes foi realizada uma análise financeira com uma projeção que determina em quanto tempo a empresa X recuperaria o capital investido na construção.

Na empresa estudada são gerados em torno de 233m<sup>3</sup> por mês de efluentes líquidos. O custo mensal de água em média é de R\$3.148,20 por mês na indústria, sendo 104 m<sup>3</sup> no tratamento de superfície, 38 m<sup>3</sup> são destinados a sanitários, 80 m<sup>3</sup> para o vestiário, 3m<sup>3</sup> para o refeitório, 6,9 m<sup>3</sup> divididos nas 5 pias, 0,1 m<sup>3</sup> em troca térmica das maquinas de solda e 1 m<sup>3</sup> em consumo diversos.

Após a passagem pela ETE, a água tratada retornaria para uso nos sanitários da unidade e para limpeza de pátios, peças e outros consumos que não sejam para higiene e consumo humano.

No entanto, para a viabilidade desse projeto, faz-se necessário um investimento inicial de aproximadamente R\$ 180.000,00. Com a implantação da ETE, mensalmente, há a economia do reuso da água no tratamento de superfície (para este caso, uma análise da água deve ser realizada para retorno da água ao processo), sanitários e limpeza de pátios. Esse custo totalizaria uma economia de R\$ 1.932,16 mensais, o que significa que em aproximadamente 93,6 meses (7,8 anos), o investimento da ETE retornará à empresa.

A construção da ETE traria benefícios, tais como a redução da captação de águas superficiais e subterrâneas, possibilitando uma situação ecológica mais equilibrada e o aumento da disponibilidade de água para usos mais exigentes, como abastecimento público.

### 5.5 ETAPA 05 – IMPLEMENTAÇÃO DE OPÇÕES E PLANO DE CONTINUIDADE

Nessa etapa, desenvolveu-se um plano para a implementação do P+L, sendo analisadas empresas de Minas Gerais e do Brasil que atuam no segmento de reciclagem, sustentabilidade e reutilização de recursos. Dessas empresas, diante das análises feitas no tópico anterior, fizeram parte do programa P+L as melhores, analisando-se as questões técnicas, financeiras e ambientais da empresa X, buscando viabilizar o tratamento de seus resíduos.

No que diz respeito ao efluente gerado, definiu-se que a melhor opção seria a construção de uma Estação de Tratamento de Efluentes, pois os resíduos gerados pela empresa semestralmente necessitam de um tratamento prévio antes do descarte na rede de esgoto da COPASA.

Nenhuma das opções escolhidas com exceção da ETE necessitou de instalação, pois são empresas terceirizadas que retiram o resíduo e levam para a destinação final. Os custos foram avaliados previamente, e os mesmos ficaram dentro do esperado.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo visou analisar as disposições dos resíduos sólidos e efluentes líquidos da empresa X e readequá-las a fim de um ganho técnico, ambiental e/ou financeiro, além de cumprir com as legislações pertinentes. Após concluídos os estudos pôde-se perceber que as destinações iniciais iam de encontro às leis ambientais, no caso dos efluentes líquidos, e também traziam custos que poderiam ser mitigados (sucata metálica, tinta em pó e borra de fosfato).

A sucata metálica era descartada em lixo comum, sendo armazenada em caçambas e encaminhada para o aterro. Após a inserção da proposta de Produção Mais Limpa, os recortes metálicos passam a ser recolhidos por uma empresa terceirizada que, por sua vez, os encaminha à USIMINAS para reciclagem e confecção de novas chapas de aço. Neste caso, o ganho será ambiental

e técnico, já que o resíduo que não servia mais no processo de fabricação da empresa X irá se tornar matéria prima para a confecção de novas peças metálicas. Além de reduzir a quantidade de resíduo descartado, a empresa X ainda contribui para a diminuição da extração de minério de ferro da natureza.

Outro resíduo sólido estudado pela pesquisa foi a tinta em pó utilizada na pintura das estruturas metálicas. Inicialmente, a tinta era descartada em lixo comum. Com a avaliação de P+L e a proposta de implantação pelo Ecotime, a empresa X implementou a solução indicada, na qual a tinta passou a ser recolhida pelo fabricante, termo conhecido como logística reversa. O fabricante, ao entregar um novo pedido à empresa X, recolhe a tinta em pó utilizada anteriormente pela empresa e a reutiliza na fabricação de novas tintas. O ganho nessa situação foi ambiental e financeiro já que a tinta - que não é considerada lixo comum, uma vez que é originária de um processo industrial - não poderia ser descartada dessa forma correndo o risco da empresa ser multada.

No que tange à borra de fosfato, terceiro resíduo observado na pesquisa, a sua destinação inicial era feita a partir de uma empresa que incinerava o material e depois enviava as cinzas para aterro industrial. A proposta inserida na proposta de implementação de Produção Mais Limpa sugeriu que a empresa X destinasse a borra de fosfato às indústrias cimenteiras ou de fertilizantes para que sejam agregados ao processo de fabricação de cimento e fertilizantes, respectivamente. Até o fim da pesquisa, a empresa X não havia modificado a forma de destinar a borra, sendo incinerada até hoje. Caso a empresa siga uma das propostas apresentadas obterá um ganho ambiental e financeiro. No caso do ganho ambiental, a borra deixará de ser incinerada e posteriormente encaminhada a um aterro industrial, reduzindo emissões atmosféricas e ocupação em aterros cada vez mais saturados. No aspecto financeiro, a empresa X terá uma redução no custo de envio do resíduo de, no mínimo, R\$ 1.000,00 anuais.

Por fim, o efluente líquido gerado na etapa do tratamento de superfície, que era despejado sem qualquer tipo de tratamento prévio na rede coletora comum, teve uma atenção maior do Ecotime. A ação era passível de multa severa por ser um crime ambiental. A proposta de implementação de P+L sugeriu a implantação de uma Estação de Tratamento de Efluentes que está sendo estudada pela alta direção da empresa X. Apesar do alto investimento, algo em torno de R\$ 180.000,00, esse valor poderia ser recuperado em aproximadamente oito anos. Os ganhos seriam ambientais, já que o efluente deixaria de ir para a rede coletora comum, e financeiros, já que mesmo exigindo um alto investimento, haveria um retorno a médio prazo e evitaria o recebimento de multas que podem chegar a R\$ 35.000,00 cada, além do não licenciamento para funcionamento.

Após as análises realizadas, observou-se que a metodologia P+L mostra-se uma grande aliada para diversas empresas, independentemente de seu porte. Desta forma, a Produção Mais Limpa faz com que os processos dentro da empresa sejam mais facilmente identificados, bem como suas entradas e saídas. Com o P+L, a empresa consegue reduzir custos, desperdícios, e identificar as perdas no processo, trazendo ganhos nas esferas sociais, ambiental, técnica e financeira, mostrando-se um excelente ferramenta de gestão, principalmente para pequenas e médias empresas que trabalham com capitais limitados.

### REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 10.004: Resíduos sólidos: Classificação. Rio de Janeiro, 2004

ASSUMPÇÃO, Luiz Fernando Joly. **Sistema de gestão ambiental**: manual prático para implementação de SGA e certificação ISSO 14001/2004. 3 ed. Curitiba: Juruá. 2011. 324p.

CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas: Implementação de programas de produção mais limpa. Porto Alegre, 2003. SENAI. Disponível em: <[http://wwwapp.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs\\_senai\\_uos/senairs\\_uo697/proximos\\_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf](http://wwwapp.sistemafiergs.org.br/portal/page/portal/sfiergs_senai_uos/senairs_uo697/proximos_cursos/implementa%E7%E3o%20PmaisL.pdf)>. Acesso em: 28 de out. de 2012.

CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=23>>. Acesso em: 14 de nov. de 2012.

FEAM, Fundação Estadual de Minas Gerais. Índice de Produção Mais Limpa para a Indústria de Transformação do Estado de Minas Gerais: Caderno Técnico. Belo Horizonte, 2008. 99 p.