

Educação e comunicação ambiental na busca da prevenção de poluição

Luís Antônio de Araújo Barbosa

Aluno do curso Materiais, Processos e Componentes Eletrônicos (Fatec-SP)

Joyce Pulastro da Silva

Aluna do curso Materiais, Processos e Componentes Eletrônicos (Fatec-SP)

Janaina Gameiro

Professora do curso Materiais, Processos e Componentes Eletrônicos (Fatec-SP) e Doutoranda na Escola Politécnica de Engenharia Elétrica da USP

SUMÁRIO

- 1. INTRODUÇÃO TEÓRICA**
- 2. OBJETIVOS**
- 3. METODOLOGIA**
- 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**
- 5. CONCLUSÕES**

RESUMO

O setor de SMT, tecnologia de montagem em superfície, corresponde à área de montagem de componentes eletrônicos sem terminais ou com terminais curtos em placas de circuito impresso, caracteriza-se pela intensa geração de resíduos sólidos provenientes principalmente da pasta de solda, composta por estanho e chumbo. Assim, o desenvolvimento de um programa de prevenção de poluição, que sugere a adoção de práticas de minimização, reuso e reciclagem, auxiliando a obtenção da situação de resíduo zero, promove redução de impactos e como consequência melhor desempenho ambiental.

O levantamento de indicadores ambientais demonstra que a gestão atual de resíduos sólidos, o modelo *fim de tubo*, além de onerosa, exige estrito controle. Além disso, outro fator significativo é a manipulação e descarte da pasta de solda, pois ocorre a difusão para outras áreas e/ou partes e peças, como EPI's (equipamentos de proteção individual). Os indicadores demonstraram a necessidade de se realizar programas de educação ambiental no setor.

Dentre os principais resultados da pesquisa, pode-se ressaltar a descrição e proposta de controle da significativa quantidade resíduo gerado no setor através de alternativas técnica e economicamente simples de reuso e reciclagem.

Portanto, o uso de tecnologias mais limpas, ferramenta de grande importância num sistema de gestão ambiental *do berço à cova*, levou à redução de custos e impactos ambientais nessa área.

O programa de educação ambiental, auxiliado por ferramentas de comunicação ambiental foi de fundamental importância para o desenvolvimento e sustentabilidade do programa de P2.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão de resíduos sólidos industriais, educação ambiental, comunicação ambiental, programa de prevenção de poluição

1. INTRODUÇÃO

A tecnologia SMT, isto é, tecnologia de montagem em superfície, surgiu a fim de substituir a montagem de placas de circuitos impresso realizada somente por componentes convencionais (through hole) com encapsulamentos DIP (dual-in-line packages). Esta nova tecnologia consiste na montagem em superfície de componentes eletrônicos (SMD's) sem terminais ou com terminais mais curtos em placas de circuito impresso. [1,2] A tecnologia SMT, apresenta inúmeras vantagens, como menor custo de produção; melhor desempenho e velocidade de respostas dos componentes bem como o uso das duas faces das placas de circuito impresso. Entretanto, um dos mais significativos impactos ambientais do setor é a intensa geração de resíduos sólidos, proveniente do descarte da pasta de solda, constituída de estanho e chumbo.

A pasta de solda usada para fixação dos componentes na placa é composta de um pó de solda, que corresponde a partículas esféricas compostas de ligas metálicas, na proporção de 62% de estanho e 36% de chumbo, e um fluxo, constituído de resinas e solventes que mantém o pó de solda na forma pastosa assegurando a condição de pasta de solda, além de promover a molhabilidade da mesma. [3] Devido as suas características de toxicidade e patogeneidade, este resíduo é classificado pela NBR 10.004/87 [4] como resíduo sólido classe I e também está presente em luvas, panos de limpeza fina das placas e nas embalagens da pasta de solda.

Atualmente todo o setor adota o modelo de gestão “fim de tubo”, isto é, tratamento e descarte ao final do processo, através de incineração e disposição em aterros industriais, atendendo a legislação ambiental vigente. Entretanto, além das desvantagens econômicas e ambientais desse modelo, é evidente que atitudes cada vez mais pró-ativas como a minimização dos impactos ambientais provenientes das atividades industriais têm sido cobrado em todos os setores da sociedade.

Assim, o desenvolvimento de um programa de prevenção de poluição, que sugere a adoção de práticas de minimização, reuso e reciclagem de recursos, que estritamente nessa ordem, auxiliam a obtenção da situação de emissão zero, z-emission, promove expressivos ganhos ambientais e econômicos uma vez que minimiza os impactos e melhora o desempenho ambiental da organização.[5]

Essa pesquisa se propõe a apresentar um plano de gestão de resíduos sólidos classe I e comparar os aspectos ambientais e econômicos da gestão *fim de tubo*, amplamente adotada pelo setor, com a gestão *do berço à cova*, grande tendência no setor industrial, que corresponde a aplicação da filosofia da produção limpa, uma estratégia preventiva que incentiva antes de qualquer coisa a prevenção da geração de resíduos perigosos. Essa estratégia também é sugerida pelas normas ISO 14000 e pelo programa de Atuação Responsável da indústria química. Além disso, a própria legislação federal, como consta na Portaria Minter N.53, de 01/03/79, artigo, dispõe o incentivo a reciclagem e reaproveitamento racional dos resíduos.[4]

A sustentabilidade do programa de P2 depende diretamente da conscientização de todos os funcionários, desde os operadores até a direção. A manutenção do programa só será conservada a partir de contínuo esforço em busca de melhorias. Portanto, ferramentas como educação e comunicação ambiental associadas contribuem significativamente para produção sustentável nesse setor. [5]

A educação ambiental na indústria está voltada para o desenvolvimento de habilidades e técnicas que possam interferir positivamente no meio de trabalho do indivíduo focado na

conscientização de sua importância no desenvolvimento racional tanto do meio ambiente interno de trabalho como o externo. [6] A inserção dos funcionários nesse processo se dá através de técnicas de comunicação ambiental interna. Essa postura deve trazer inúmeros benefícios econômicos e sociais uma vez que melhoram os aspectos produtivos em todos os âmbitos. Assim, um programa de educação ambiental foi desenvolvido paralelamente ao programa de P2.

A comunicação ambiental também faz parte do sistema de gerenciamento ambiental e é vista como importante fator para o desenvolvimento sustentável. Entretanto, a norma ISO 14001 bem como a Agenda 21 menciona a importância da comunicação ambiental como forma de relatar o desempenho ambiental da organização. Entretanto, nenhuma delas traz a metodologia para efetivação do processo de comunicação, isto é, etapas a serem seguidas para relatar o desempenho ambiental da organização. Esse trabalho sugere uma metodologia de comunicação ambiental interna, através da filosofia dos 5 W e 1 H, para efetivação do programa de educação ambiental .

2. OBJETIVOS

Dessa forma, os principais objetivos dessa pesquisa foram desenvolver um programa de educação e comunicação ambiental para operacionalizar a implantação de um programa de poluição, a partir da caracterização do setor de SMT em relação aos aspectos ambientais. O desenvolvimento de tecnologias mais limpas no que concerne o uso e destinação dos resíduos sólidos produzidos no setor; em especial estanho e chumbo, atua como ferramenta facilitadora do programa de prevenção de poluição (P2).

3. METODOLOGIA

A metodologia adotada seguiu o Manual de Prevenção de Poluição da CETESB [7] que sugere as seguintes etapas:

1. Caracterização do setor de SMT em relação aos aspectos ambientais; esta fase corresponde à visitas técnicas para levantar o máximo possível de informações que auxiliem na caracterização do processo industrial e portanto, deve abranger fluxogramas de processos com seus respectivos parâmetros de operação (temperatura, vazão, taxas de consumo, etc.), de entradas (insumos) e saídas (resíduos) e pontos de perda. Nessa etapa, como na seguinte, é fundamental entrevistas com os operadores dos processos produtivos para que se obtenha mais detalhes sobre as peculiaridades dos processos;
2. Levantamento de indicadores ambientais; estes, por sua vez, são de suma importância no processo de identificação de problemas e tomada de decisão. Os indicadores considerados neste trabalho foram absolutos, isto é, expressos por quantidade de resíduo gerado por ano, quantidade de resíduo reusável ou reciclável produzido por ano, quantidade total para disposição, quantidade de resíduo estocado na fábrica, entre outros.
3. Apresentação do projeto para funcionários e início do programa de educação ambiental; o programa de educação ambiental adotado abordou os quatro princípios básicos e fundamentais do sistema educacional: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a entender a interdependência e aprender a ser, que levam a novas condutas e auxiliam nas mudanças de postura;
4. Levantamento das opções de prevenção que seguiu a avaliação detalhada dos processos produtivos;
5. Testes de P2 em laboratório;

6. Testes de P2 em escala piloto;
7. Visita de avaliação e manutenção de programa de P2/levantamento de indicadores ambientais; esta etapa tem como objetivo verificar os benefícios e ganhos, do ponto de vista ambiental e econômico advindos da implantação das opções de prevenção. A avaliação é feita através de indicadores de desempenho, definidos durante o programa. O processo de P2 é um aprimoramento contínuo. Portanto, o programa deve ser reiniciado a partir do estabelecimento de novos objetivos e metas e assim outras P2 serão levantadas num ciclo fechado, após a visita de avaliação.
8. Desenvolvimento do programa de comunicação ambiental; este por sua vez, sugere um modelo de relatório de comunicação ambiental possibilitando a divulgação dos ganhos advindos do programa de P2.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. CARACTERIZAÇÃO DO SETOR

Para que o programa de educação e comunicação ambiental fossem iniciados, era necessário o levantamento de indicadores ambientais através da caracterização da empresa no que concerne os aspectos e impactos ambientais.

A caracterização do setor, realizada através de visitas técnicas em duas empresas de SMT de médio porte no estado de São Paulo demonstrou que, apenas uma apresenta o certificado da ISO 14001. A outra, apesar de não apresentarem nenhum tipo de gestão ambiental mostrou-se particularmente interessada na implantação de um programa de prevenção de poluição.

Os processos baseiam-se no uso de equipamentos SMT que promovem a adesão dos componentes as placas de circuito impresso. O operador atua no encaixe das placas e componentes no equipamento e é responsável pelo manuseio da pasta de solda. Isso corresponde a abertura do frasco que contém a pasta bem como sua aplicação no estêncil e descarte em bombonas.

Os principais resíduos gerados na linha de produção correspondem a luvas e estopas contaminadas com pasta de solda, as embalagens que armazenam a pasta e a própria pasta de solda. Devido a alta concentração de estanho e chumbo, constituintes da pasta de solda, esses resíduos são classificados como classe I.

Os indicadores levantados estão descritos na tabela 4.1. e correspondem a quantidade de resíduo gerado por ano, quantidade de resíduo reusável ou reciclável produzido por ano, quantidade total para disposição, quantidade de resíduo estocado na fábrica, entre outros. Os dados aí presentes correspondem à situação anterior ao programa de prevenção de poluição. O levantamento inicial desses indicadores demonstrou que o volume de resíduo gerado por uma única empresa de médio porte é de aproximadamente 2,5 toneladas por ano, quando a produção é baixa. Em épocas de alta produção, a geração anual pode chegar a 7 toneladas.

Alguns erros de procedimento podem ser notados. A embalagem da pasta de solda, por exemplo, é cilíndrica e, portanto uma perda significativa de pasta é observada nos tubos. Além disso, verificou-se a inexistência, inclusive na que tem o certificado ISO 14001, da segregação dos diferentes resíduos gerados na linha de produção. O descarte é feito de maneira unificada, promovendo a difusão para outras áreas e/ou partes e peças, como EPI's (equipamentos de proteção individual), além de dificultar o levantamento de opções de

prevenção. As luvas contaminadas não são reusadas e portanto, contribuem para o aumento diário do resíduo gerado.

Tabela 4.1.: Tabela dos indicadores absolutos

Indicador	Volume (Kg)
Volume gerado/ano	$\cong 25.000$
Volume resíduo/luva	$\cong 0,05$
Volume resíduo/100g de estopa	$\cong 0,10$
Volume resíduo/tubo	$\cong 0,15$
Volume de resíduo reusável/ano	$\cong 0$
Volume de resíduo reciclável/ano	$\cong 0$
Volume de resíduo para disposição/ano	$\cong 25.000$
Volume de resíduo estocado /ano	$\cong 25.000$

Todo resíduo é estocado na fábrica em bombonas e, em geral, incinerados, por empresas terceirizadas.

Alternativas de reuso e reciclagem desses resíduos são desconsideradas em ambas empresas estudadas.

A associação desses indicadores com a gestão ambiental atual do setor propiciam o início do programa de educação e comunicação ambiental.

4.2. GESTÃO FIM DE TUBO

Atualmente o setor adota o modelo fim de tubo, isto é, tratamento e descarte do resíduo ao final do processo produtivo. Dessa forma, as alternativas são:

- Aterro industrial;

que deve ser desconsiderado, neste caso, em virtude da alta concentração de metais pesados, Sn e Pb, presentes;

- Co-processamento;

Após análise da composição do resíduo em questão, verificou-se que o co-processamento, cujos parâmetros de processo compreendem composição, poder calorífico, quantidade de cinzas geradas, entre outros, não se apresenta como melhor opção uma vez que o resíduo em questão não atende às especificações;

- Incineração;

Levando-se em consideração o volume total de resíduo presente em cada empresa, sua composição química e os aspectos legais, concluiu-se que esta se apresenta como melhor alternativa para esse tipo de resíduo. Em geral, esse serviço é realizado por empresas terceirizadas.

Esse tipo de gestão está ficando cada vez mais complicada, uma vez que os órgãos de controle ambiental não permitem a implantação de incineradoras na cidade de São Paulo e a maioria das existentes no estado atualmente não tem mais capacidade de carga para tratar tal resíduo.

A única alternativa é o tratamento fora do estado, o que encarece absurdamente o processo devido aos custos de transporte.

Além disso, a emissão de CADRI (Certificado de Autorização de Destinação de Resíduos Industriais), relacionado à correta disposição dos resíduos gerados nas instalações industriais é fator essencial para a obtenção da licença de operação, ambos fornecidos pela CETESB.

O processo de tratamento e destinação final de um resíduo compreende o acondicionamento adequado no próprio local de produção, que para esse tipo de resíduo corresponde a bombonas devidamente rotuladas, coleta e transporte para o local de incineração, incineração do resíduo e disposição da escória e cinzas em aterros industriais.

A partir daí, uma análise econômica considerando o custo da incineração por quilo, associado ao valor mínimo de faturamento da empresa incineradora; a coleta e o transporte do resíduo, os encargos legais e o custo da empresa terceirizada foi desenvolvida.

As tabelas 4.2. e 4.3. apresentam o custo aproximado para incineração desse resíduo para uma incineradora no Estado do Rio de Janeiro e uma incineradora em uma cidade do interior do Estado de São Paulo, considerando o valor da mínima geração de resíduo, isto é, período de baixa produção. Os valores apresentados nas tabelas foram fornecidos por empresas especializadas em tratamento de resíduos sólidos.

A comparação dos cálculos de custo permite concluir que a distância entre a geradora de resíduo e a empresa incineradora representa um dos maiores impactos desse tipo de gestão. Além disso, o preço do kilo de resíduo incinerado pode variar de R\$ 1,70 até R\$ 2,80, dependendo do tipo de forno.

Portanto, a filosofia fim de tubo, que representa única e exclusivamente o cumprimento da legislação vigente, sem trazer qualquer tipo de ganhos ambientais para empresa geradora, implica em um gasto anual mínimo de R\$ 22.972,96.

Tabela 4.2.: Tratamento no Estado do Rio de Janeiro

Planilha de Custo Gestão <i>Fim de tubo</i>		
Descrição da atividade		Valor (R\$)
Coleta e Transporte		
	Distância (Km)	Valor (R\$)
Distância	01	1,90
Distância Total	1040	1976,00
Incineração		
	Peso (Kg)	Valor (R\$)
Quantidade de resíduo	01	2,50
Quantidade total de resíduo	2.500	6.250,00
Acompanhamento Técnico*		
		Valor (R\$)
Acompanhamento do tratamento		15.000,00
Encargos Legais		
	Dedução (%)	Valor (R\$)
Taxa de CADRI/CETESB	70 UFIRS	805,00
ISS	05	1201,55
CONFINS	05	1201,55
Custo Total		
		26.434,17

*O acompanhamento técnico está relacionado à supervisão de todas as fases processo de tratamento e destinação final do resíduo e portanto, inclui visitas às empresas

Tabela 4.3.: Tratamento no interior do Estado de São Paulo

Planilha de Custo Gestão Fim de tubo		
Descrição da atividade		Valor (R\$)
Coleta e Transporte	Distância (Km)	Valor (R\$)
Distância	Indiscriminado	Indiscriminado
Distância Total	260	704,52
Incineração	Peso (Kg)	Valor (R\$)
Quantidade de resíduo	01	1,75
Quantidade total de resíduo	2.500	4.375,00
Acompanhamento Técnico*		Valor (R\$)
Acompanhamento do tratamento		15.000,00
Encargos Legais	Dedução (%)	Valor (R\$)
Taxa de CADRI/CETESB	70 UFIRS	805,00
ISS	05	1044,22
CONFINS	05	1044,22
Custo Total		22.972,96

*O acompanhamento técnico está relacionado à supervisão de todas as fases processo de tratamento e destinação final do resíduo e portanto, inclui visitas às empresas

4.3. GESTÃO DO BERÇO À COVA - PREVENÇÃO DE RESÍDUO

A gestão *do berço à cova*, ao contrário do modelo fim de tubo, que controla os resíduos poluentes ao final do processo, sugere a adoção de um sistema de gestão empresarial que estimule a visualização global do sistema de produção, abrangendo todo o ciclo de vida do produto, do berço à cova, visando a otimização de processos para obtenção de ganhos na eficiência, a prevenção de qualquer forma de poluição e a redução de resíduos na fonte[6].

Essa proposta tem expressão máxima em programas de prevenção de resíduo. Estes, por sua vez, englobam o desenvolvimento de tecnologias mais limpas que apontem para a associação do “verde e limpo” e caracterizam-se focar nas fontes da geração de resíduos, visando aproximar o processo produtivo da condição de emissão zero.[8] Concentram-se esforços na prevenção de poluição desde o início dos processos de manufatura tentando se afastar da visão do sistema tratamento/disposição final como solução para os problemas ambientais gerados pela indústria. Essa tendência enfatiza os três Rs, ou seja, reduzir, reciclar e reusar [9].

O levantamento dos indicadores ambientais determinados na fase de caracterização da empresa permitiu definir os pontos positivos e as deficiências no desempenho da produção.

A partir daí, seguindo o critério de importância econômica e ambiental, foram levantadas opções de prevenção de poluição de minimização, reuso e reciclagem dos resíduos sólidos gerados.

4.3.1. Opções de Prevenção de Poluição

4.3.1.1. Opções de Minimização da Geração de Resíduos

A pasta de solda usada nos processos aparece em tubos cilíndricos, cujo bico abaulado. Esse fato dificulta a retirada total da pasta. Cerca de 5% da pasta de solda é perdida em cada tubo posteriormente descartado. Isso demonstra a desconconsideração dos aspectos ambientais na fabricação das embalagens. Portanto, a primeira opção seria contatar os fabricantes das embalagens para que o *ecodesign* fosse enfatizado.

Assim, uma mudança no procedimento de retirada da pasta deve ser considerado. Uma opção de opção proposta foi a de retirar o restante da pasta de solda do tubo através de uma espátula de teflon, que é inerte e, portanto, não interfere nas características da pasta. Deve-se, entretanto, atentar ao fato do tempo de vida útil da pasta. O solvente presente no fluxo tem o objetivo de dissolver a resina ativada e criar a característica pastosa da solda quando misturada ao pó. A rapidez na volatilização do solvente do fluxo, quando a pasta estiver em contato com o ambiente, determinará a rapidez que a pasta de solda irá secar, aumentando o percentual de metal e afetando as suas propriedades reológicas. Testes mostraram que a retirada da pasta deve se dar em até 45 minutos sem que a qualidade final dos dispositivos seja afetada.

Além disso, atualmente todos os resíduos da produção são misturados e acondicionados em bombonas. Uma opção de prevenção importante é a segregação dos resíduos, isto é, luvas e estopa, cuja contaminação por pasta é menor, devem ser separadas da pasta proveniente do estêncil. O sistema atual inviabiliza alternativas de reuso e/ou reciclagem.

4.3.1.2. Opções de Reuso de Resíduos

A pasta de solda é altamente higroscópica, diante do alto nível da umidade relativa encontrado em todo território brasileiro, é normal que seus usuários enfrentem problemas, como pasta secar sobre o estêncil rapidamente. Testes mostraram que depois de aberta a pasta de solda deve ser consumida em até 1 hora. Entretanto, para garantir que os usuários não se deparem com graves problemas em campo, apesar da excelente aparência da solda nas placas, o processo exige rigoroso e constante controle. Portanto, considera-se 45 minutos o tempo de vida útil da pasta depois de exposta a atmosfera.

A etapa de processo em que a solda é aplicada no estêncil corresponde ao maior ponto de perda, ou seja, aproximadamente 0,4 kg de pasta a cada processo, pois atualmente o descarte é feito através de sua mistura com outros tipos de resíduo de produção tais como luvas e estopas. Testes demonstraram que mudanças no procedimento de operação do processo como a coleta da pasta pelo operador e posterior uso nessa mesma etapa de processo, desde que o tempo de volatilização seja respeitado, representam ganhos ambientais e econômicos significativos um sistema de coleta, uma vez que a perda passaria a ser de 0,2 kg, isto é, a geração de resíduo fica minimizada, fazendo com que gastos com compra e tratamento sejam atenuados.

4.3.1.3. Opções de Reciclagem de Resíduos

A tecnologia de plasma baseia-se na transformação de resíduos industriais em uma massa vítrea inerte de volume consideravelmente reduzido, com mínima geração de escória e

cinzas. É uma tecnologia que apresenta grandes vantagens ambientais e econômicas, uma vez que possibilita a recuperação de metais. O custo do tratamento de resíduos por plasma está em torno de R\$ 2,00/kg de resíduo tratado.

Essa opção é de grande valia, uma vez que trata-se de um resíduo classe I, que ao invés de ser totalmente perdido no processo de incineração, ainda possibilita a inserção dos metais dentro da cadeia produtiva.

Ainda, uma opção de prevenção importante é a recuperação da pasta de solda proveniente da etapa de lavagem do estêncil através de uma evaporadora que reduz a umidade da mistura, acondiciona e envia para empresa que recupera metais. Esse processo já existe em uma das empresas. Entretanto, só é feita a reciclagem do resíduo proveniente da lavagem do estêncil. Testes mostraram que, se respeitado o tempo de volatilização da pasta é possível reciclar todo o resíduo descartado, considerando o mesmo fornecedor.

É importante ressaltar que a maioria das opções de prevenção levantadas são praticamente de custo zero, uma vez que a grande maioria corresponde a mudanças simples de procedimento.

O custo da opção de recuperação na evaporadora é praticamente zero, uma vez que esse sistema já existe em uma das empresas estudadas. Já a recuperação de metais por plasma está inviabilizada pois no Brasil existem apenas 6 incineradores de plasma sendo que devido a alta demanda, nenhum tem capacidade para tratar mais resíduos até 2004.

A tabela 4.4. apresenta todas as opções de prevenção de poluição levantadas.

Tabela 4.4.: Opções de prevenção de poluição levantadas

Opção de prevenção	Situação atual
Melhoria no ecodesign nas embalagens	Em estudo
Otimização da retirada da pasta com espátula	Em estudo
Segregação dos resíduos	Implantada
Reuso da pasta no estêncil	Em estudo
Recuperação na evaporadora	Em estudo
Recuperação dos metais por plasma	Demanda não possibilita recuperação até o momento

Já que as maiorias da P2 levantadas são de custo zero, o programa apresenta grandes vantagens ambientais e econômicas quando comparado ao sistema de gestão de resíduos *fim de tubo*. A minimização da geração de resíduos tem como consequência direta ganhos econômicos, pois reduzem a compra de insumos e o custo de tratamento.

4.4. PROGRAMA DE EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO AMBIENTAL

O sucesso do programa de prevenção de poluição depende diretamente da conscientização e participação de todos os funcionários. A sustentabilidade do programa baseia-se no ciclo de aprimoramento contínuo, como também sugerido pelas normas ISO 14000. Portanto, um programa de educação ambiental desenvolvido com o auxílio de ferramentas de comunicação ambiental se faz essencial.

Os indicadores ambientais encontrados sugerem que um programa de educação ambiental pode trazer grandes benefícios para organização. Ainda, há grandes interesses de outras associações de divulgar esse tipo de ação em prol da produção sustentável. A primeira providência a ser tomada é o levantamento do comprometimento e da política da empresa em relação às questões ambientais. Essa etapa engloba o conhecimento da cultura, estrutura organizacional adotada, das características do contexto ambiental, do negócio da organização, a tecnologia utilizada, os processos internos e uma infinidade de outras variáveis importantes.

A partir dessa caracterização, foi possível determinar as ferramentas de auxílio do programa. Assim, abordaram-se os quatro princípios básicos do sistema educacional, isto, é aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a compreender as relações de interdependência e aprender a ser [6]. Aspectos importantes a serem desenvolvidos são a conscientização em relação ao meio ambiente global, as questões funcionais que lhes competem dentro da instituição e ajudar-lhes a sensibilizarem-se por essas questões; compreensão fundamental do meio ambiente global e dos problemas anexos vivenciados pelo indivíduo em sua instituição; o comportamento os indivíduos devem se comprometer com uma série de valores, e sentirem interesse e preocupação pelas questões envolvidas no meio de trabalho, motivando-os de tal modo que possam participar ativamente das preocupações empresariais como melhorias de produção e competitividade; as habilidades necessárias para determinar e resolver os problemas; a participação ativa nas tarefas que têm por objetivo resolver as dificuldades que afligem tanto ambientalmente como economicamente a linha de produção.

As ferramentas de comunicação ambiental de apoio foram treinamentos, visitas externas, palestras e reuniões, onde o objetivo maior era motivar a participação contínua dos funcionários no sistema de gestão.

O programa de comunicação ambiental usou a metodologia dos *5 W e 1 H*, que se refere ao uso de perguntas como chaves como: *what, who, where, when, why e how*. Para cada não conformidade encontrada durante o todo o programa de prevenção de poluição, isto é, nas fases de caracterização e levantamento de opções de prevenção, uma tabela era proposta e deveria ser preenchida em reuniões com os operadores de processo e responsáveis pelas áreas. Um exemplo de tabela de comunicação ambiental é apresentada a seguir.

Tabela 4.5.: Tabela de Comunicação Ambiental interna

<i>WHAT</i>	PROGRAMA DE P2/ DESEMPENHO AMBIENTAL
<i>WHO</i>	EQUIPE DE P2
to WHOM	FUNCIONÁRIOS
WHERE	EMPRESA:RELATÓRIOS/INFORMES INTERNOS
WHEN	SEMPRE
WHY	SUSTENTABILIDADE P2/MELHORIA CONTÍNUA
HOW	INDICADORES DE DESEMPENHO

Esta metodologia, por sua vez, atua como método facilitador e multiplicador do processo de comunicação ambiental, uma vez que contribui para levar ao público alvo as informações relevantes em relação a toda e qualquer atividade desenvolvida em uma organização.

Os resultados obtidos a partir desse programa foram de relevante importância para a manutenção do programa de prevenção.

O programa de educação ambiental, ainda em andamento, já apresentou grandes benefícios, uma vez que promoveu o engajamento de uma significativa parte dos funcionários que muito contribuíram para o levantamento de opções de prevenção.

5. CONCLUSÕES

O sistema de gestão *fim de tubo*, ao contrário da tendência mundial no setor produtivo, além de oneroso, desconsidera a visão sistêmica do processo produtivo. A consequência, é portanto perdas ambientais e econômicas.

A tecnologia de baixa poluição e sem resíduos se preocupa, não apenas com processos produtivos, mas também com todos os aspectos do produto num tempo de vida mais longo. O programa de prevenção de resíduo é bastante promissor, uma vez que se adequa às necessidades da organização, considerando os aspectos ambientais, tecnológicos e econômicos ao longo de todo o processo de desenvolvimento.

O programa de educação ambiental, ainda em andamento, assistido por ferramentas de comunicação ambiental foi de fundamental importância para o desenvolvimento e sustentabilidade do programa de prevenção de resíduos que ao promover maior integração dos funcionários contou com sua cooperação no levantamento de opções de prevenção. Ainda no início do programa foi visível o aumento de interesse pela organização e todos os aspectos que a envolvem.

O desenvolvimento de uma metodologia de comunicação ambiental auxilia na divulgação dos ganhos e pode melhorar a imagem da empresa em todos os níveis, além de permitir o levantamento de indicadores ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Chan, Y. C.; Xie, D. J.; Lai, J. K. L. Experimental studies of pore formation in surface mount solder paste. Materials Science and Engineering, 1996. caderno B38, p. 53.
2. Liu, Q.; Orme, M. High precision solder droplet printing technology and the state-of-the-art. Journal of Materials Processing Technology, 2001. caderno 115, p. 271.
3. Lau, F. K.H.; Yeung, V. W.S. A hierarchical evaluation of the solder paste printing process. Journal of materials processing technology, 1997. caderno 69, p.79.
4. Lema Ltda, Legislação Ambiental do Estado de São Paulo, Coletânea das Normas Elaboradas para o Programa de Educação Continuada AI-017, 2001 p. 5 de decretos.
5. Gameiro, Janaina Silva. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo Desenvolvimento de Tecnologias Limpas e Mais Limpas Aplicadas à Microeletrônica, São Paulo 2002. 145f.
6. Reigota, M. O que é Educação Ambiental. ed. Brasiliense SP, nº da edição, Cidade 1994. p. 27.
7. CETESB. Manual para implementação de um programa de prevenção à poluição. São Paulo, CETESB: 1998. p.1.
8. Cheyney, T. Evolution to Green. Micro. jan, 1997. p. 10.
9. Torres, E. M. A necessidade de redução da geração de resíduos nos processos de fabricação, Revista de Química Industrial, jan/fev, 1996. p. 12,

10. Dias, G. F., Educação Ambiental Princípios e Práticas, SP São Paulo: Editora Gaia.1992. p.25.,