The background of the slide features a large, semi-transparent image of a wind turbine. The turbine is positioned on the right side of the frame, with its three blades extending towards the top and left. The overall color palette is a soft, muted blue and grey, creating a clean and professional aesthetic.

# Continuous Improvement of Processes on the Electronic Sector: obtaining Environmental Indicators using Software

**(Melhoria de Processos no Setor Eletroeletrônico pelo Levantamento de Indicadores Ambientais via *Software*)**

*Emanuel Queiroz*

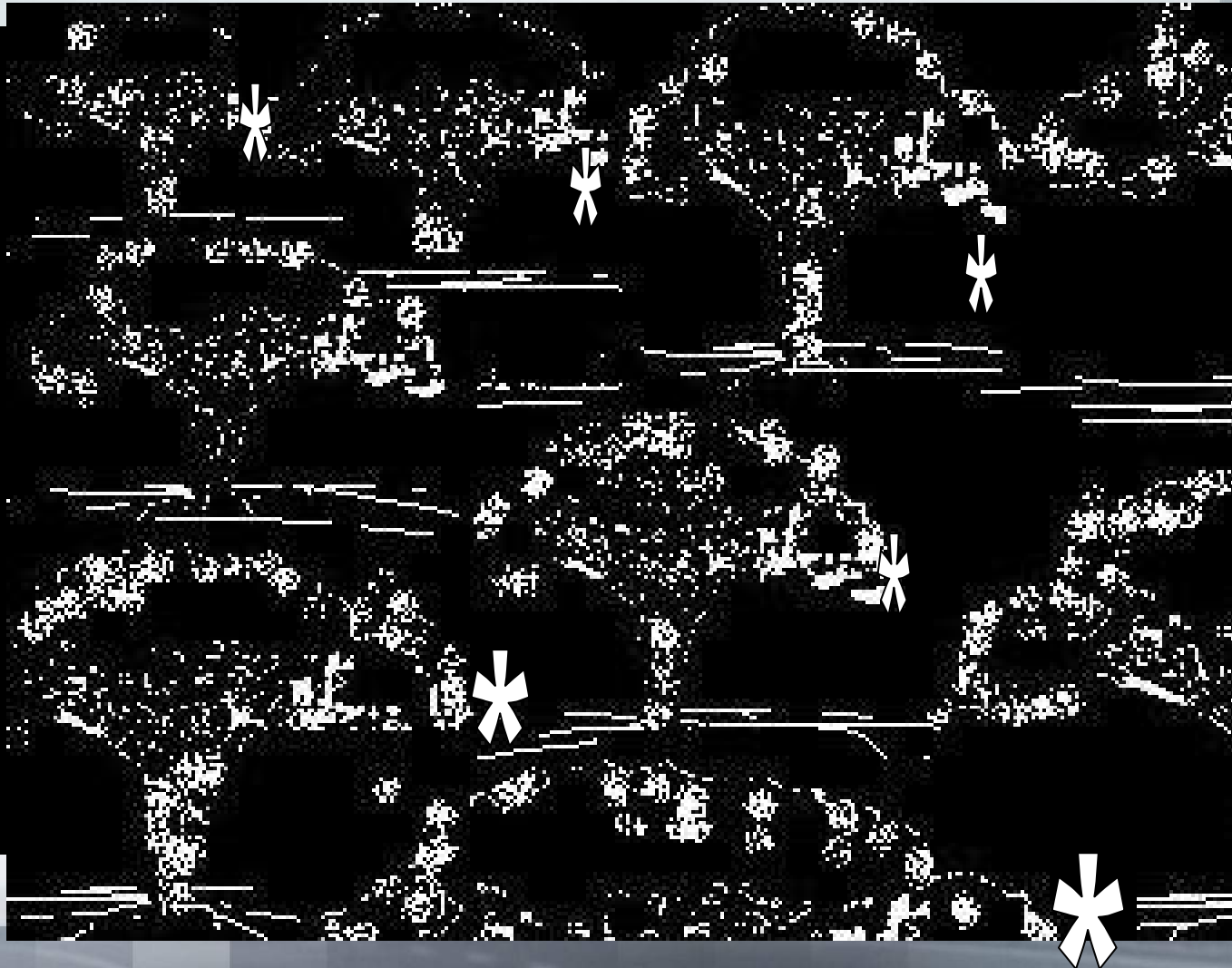
*Maria Lúcia Pereira da Silva*

# Objetivo

Objetivo deste trabalho -  
desenvolvimento de  
metodologia para uso de  
softwares na aplicação do  
conceito de Ecologia Industrial  
no setor de eletroeletrônicos.

O *software* é usado para definir  
indicadores de  
sustentabilidade adequados ao  
sistema e indicar possíveis  
melhorias de processo pela  
formação de Ecossistemas  
Industriais

*Novos paradigmas: “Figura didática”*



# Bases

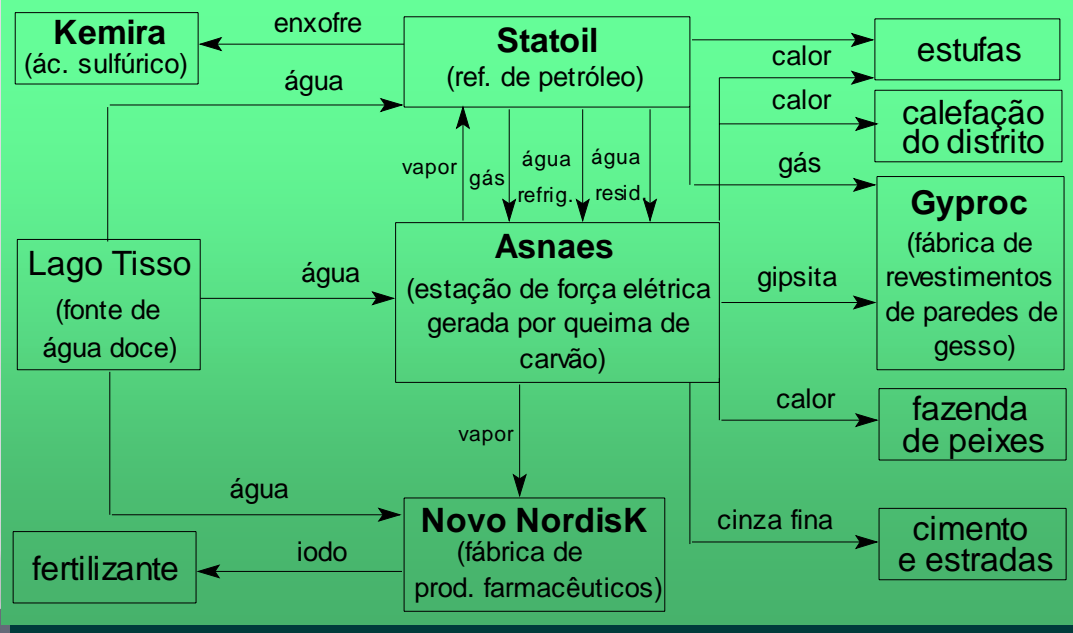
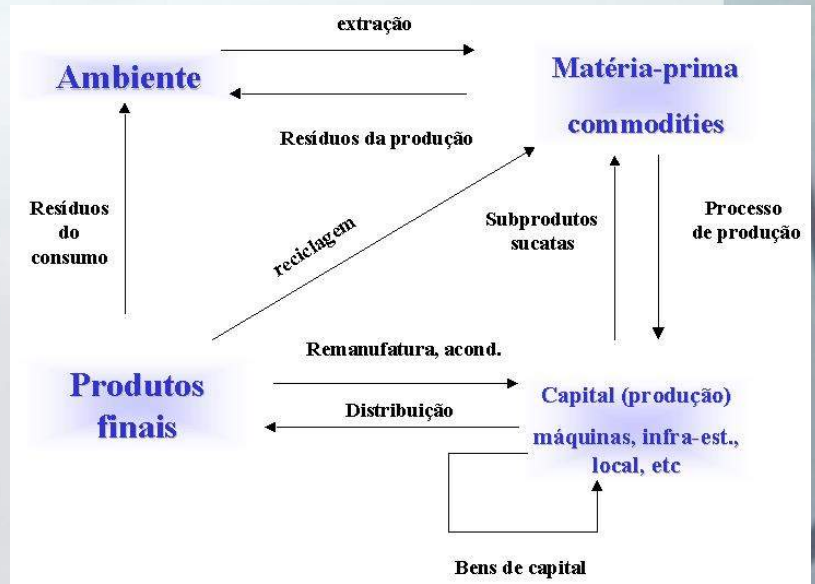
•metabolismo industrial

⇒ (modo que os sistemas industriais manuseiam matéria e energia)

•ecossistemas industriais

⇒ empresas agindo

sinergeticamente



# Ecologia Industrial e Tecnologias Limpas

- Desenvolvimento de processos para reciclagem em ciclo  $\Rightarrow$  desmaterialização e rematerialização
- DfX = desenho orientado à desmontagem, ao ambiente, etc. (ex.: auto peças)
- “Não mistura” de materiais tanto na produção (ciclo interno) quanto na reciclagem final
- Substituição de materiais
- Extração de materiais úteis de resíduos
- Produto com maior ciclo de vida



**Troca extensa de massa e energia**



**Co-produto**

- **Mudança Operacional**
- **Mudança de Equipamento**
- **Mudança de Processo**
- **Substituição de reagentes no processo**
- **Substituição de produtos finais**



**Balanco de massa e energia**

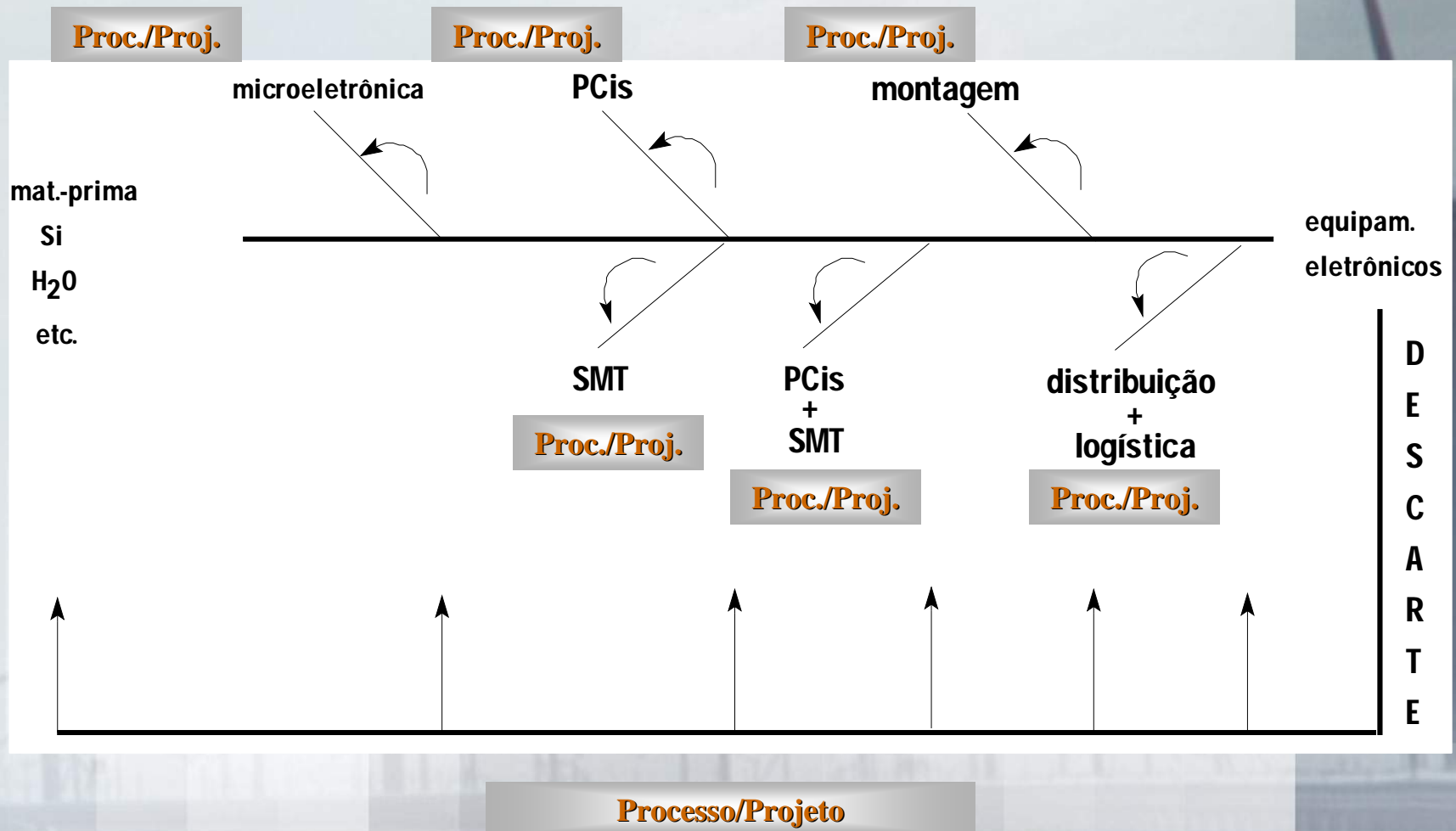


**Processos de minimização de formação de resíduos**

# Setor Eletroeletrônico

Obs. Importante: processo – setor altamente dependente de resíduos sólidos

\* ~ 90% não inerte e não perigosos



# ***Indicadores de sustentabilidade***



# Software de controle

- **Enterprise Resource Planning- SAP**
  - **De 50% a 100% dos fornecedores da cadeia de eletroeletrônicos**

**Relação entre Ecologia Industrial e os indicadores de sustentabilidade**

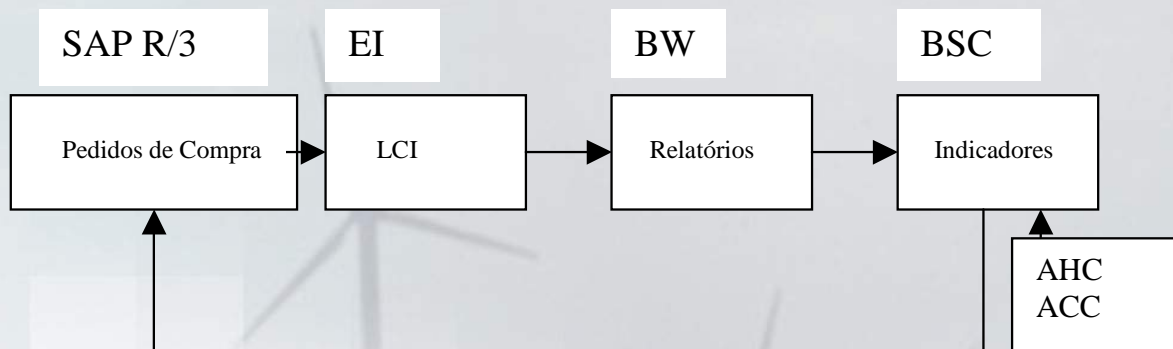
<b>Ecologia Industrial</b>
<b>Metabolismo industrial</b>
ACV simplificado: Matriz
Desmaterialização
Reciclagem
<b>Ecosistema Industrial</b>
Produção Mais Limpa
Comunicação ambiental
<b>Tripé de sustentabilidade</b>
Normas de qualidade
Normas ambientais
Normas de responsabilidade social

# Software de controle

## Principais demandas para implantação da Ecologia Industrial e possíveis conexões com o SAP R/3

Demandas	Funcionalidades do Sistema SAP R/3
Desmaterialização	Pedidos de Compra
Reciclagem	Dados Mestres de Materiais e Lista Técnica de Componentes
Responsabilidade Social (SA8000)	HR, FI
Ecosystemas Industriais	MRP e BW
Contabilidade Ambiental	MM e PP
AVC	Fluxo de materiais e RFID (LCI)
ISO 9000 e semelhantes	QM
Produção Limpa	Processo de Produção e ACV

Sendo HR ( Human Resources), FI (Financial Accounting), MRP (Material Resource Planning), BW (Business Warehouse), MM (Material Management), PP (Production Planning), RFID (Radio Frequency Identification), LCI (Life Cycle Analyses), QM (Quality Management), ACV (Análise do Ciclo de Vida).



**Extração de Indicadores referentes à desmaterialização. Sendo LCI (Life Cycle Inventories), EI (Ecologia Industrial), BW (Business Warehouse), BSC (Balance Scorecards), AHC (Análise Histórica de Consumo), ACC (Análise Comparativa de Consumo).**

# Produção de silício

**Possíveis co-produtos e/ou resíduos da produção de silício grau metalúrgico e alternativas propostas pelo QITS para diminuir a emissão (SUZUKI, 2000).**

Matéria-prima	Coproduto e/ou resíduo	Proposta
Quartzo	CO/CO <sub>2</sub> (resíduo)	Redução de quartzo com tocha de plasma
Carvão mineral	SO <sub>x</sub> (resíduo), CO/CO <sub>2</sub> (resíduo)	
Carvão vegetal	CO/CO <sub>2</sub> (considerado removido por seqüestro quando do crescimento das plantas, de acordo com balanço de massa), porém induz a monocultura	Substituição por bagaço de cana
	15% de rejeitos dos finos de Carvão vegetal (co-produto)	
Rejeitos de lascas de quartzo natural	~15% do quartzo extraído (co-produto)	Uso de tecnologia limpa ( <i>quench-leach</i> )
Oxigênio e nitrogênio para refino	~7% de escórias do total de silício produzido (co-produto)	
Baixa eficiência elétrica nos fornos	~30% de aproveitamento de energia	

# Produção de silício

Alternativas propostas pelo projeto QITS para diminuir a emissão na produção de silício (informações obtidas de SUZUKI, 2000).

Proposta	Avaliação da proposta
Substituição do carvão vegetal por bagaço de cana	Formação incipiente de ecossistema industrial
Redução de quartzo com tocha de plasma	Aplicação de tecnologia limpa e prevenção de poluição por diminuição do consumo de energia elétrica
Lascas de quartzo com tecnologia ambientalmente amigável ( <i>quench-leach</i> )	Aplicação de tecnologia mais limpa e prevenção de poluição

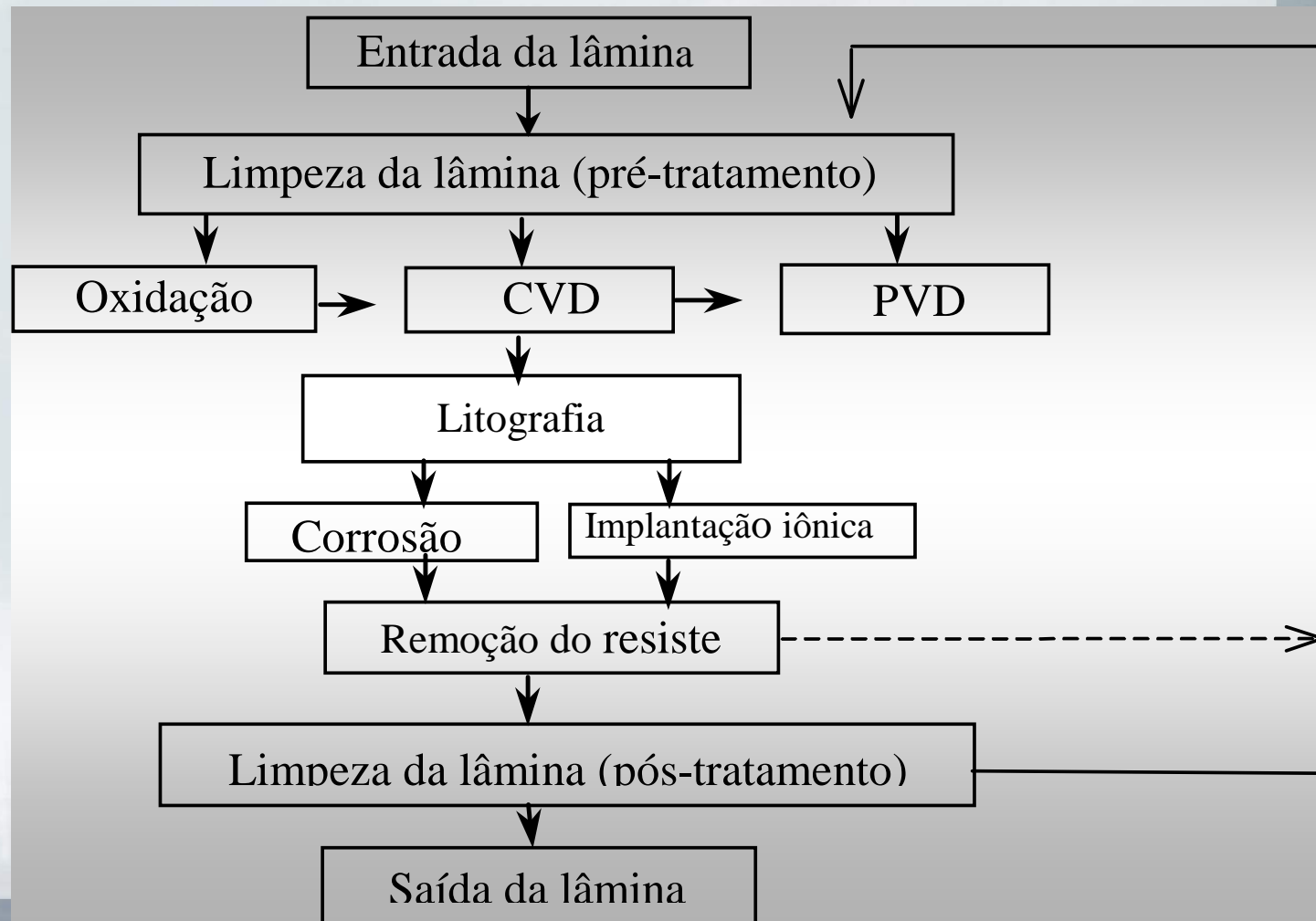
## POSSÍVEIS SIMBIOSES OBSERVADAS.

Produtor Primário*/Produto	Consumidor			
	Indústria Extratora de Silício	Produtora de cana-de-açúcar	Indústria Metalúrgica	Indústria sucro-alcooleira
Bagaço de cana.	x	?	X	X
Escórias de silício	a		X	

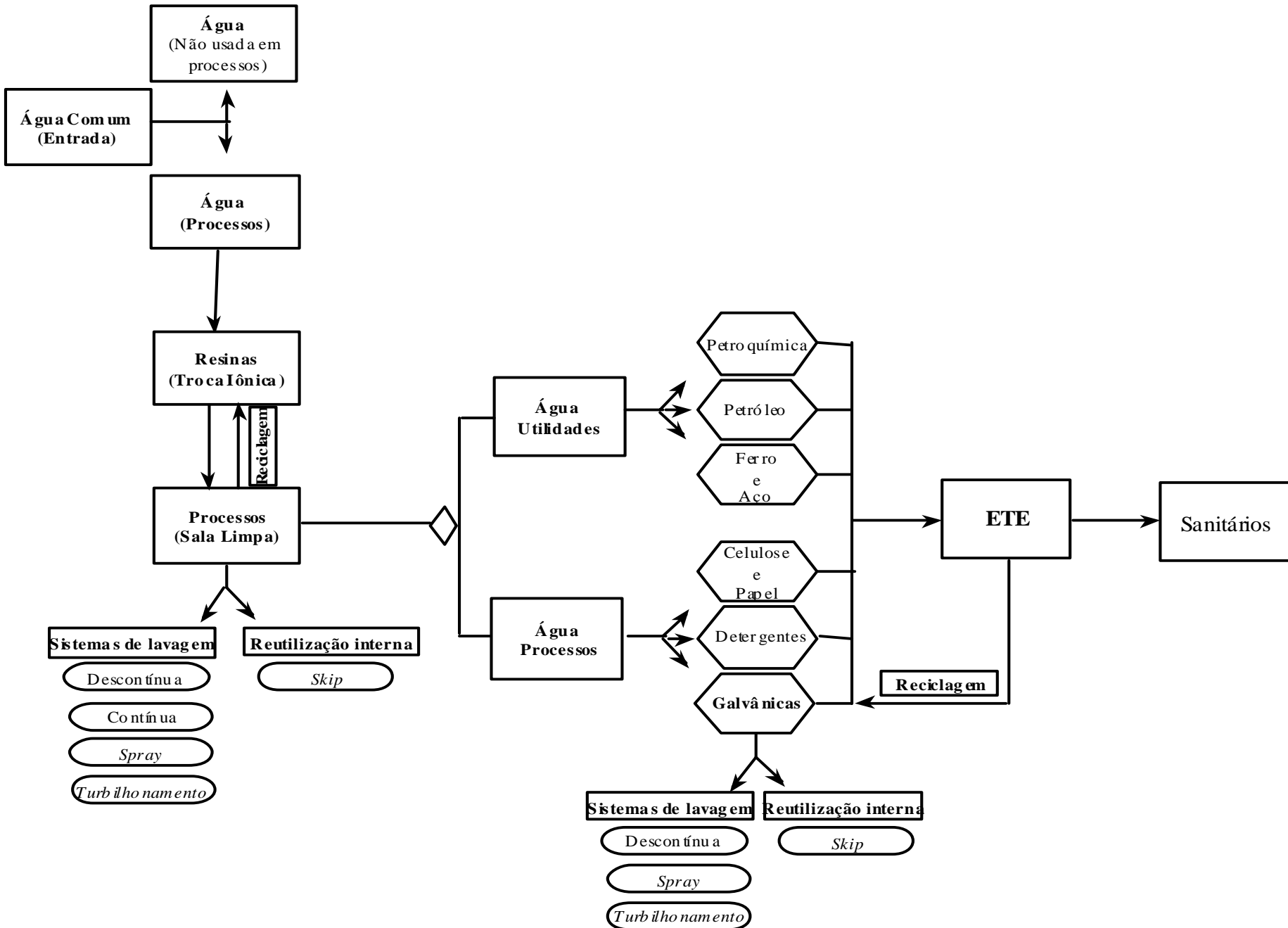
X – obtenção de energia, x – formação de liga metálica, ? – uso como fertilizante ou ração animal; a – uso de tecnologia limpa

# ***Processos: microeletrônica***

## ***(Gameiro, J.)***



# FLUXOGRAMA DE DECISÃO



# Circuito impresso e montagem em superfície

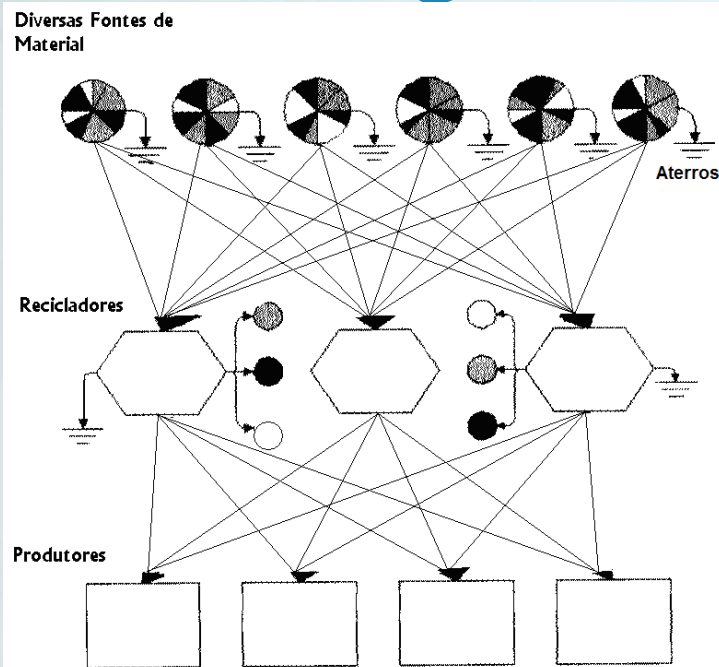
## Principais resíduos de acordo com 20% dos associados da área de circuito impresso

Material	Empresas que destinam (%)	Empresas que pagam para o descarte(%)	Empresas que descartam sem custo direto (via associações, ou prefeitura) (%)
Metais Ferrosos e não Ferrosos	20	46	34
Sucata de Metais Não Ferrosos	53	13	34
Papel, Papelão, Plástico, Madeira	26	33	41
Lixo de Restaurante	0	50	50
Fenol	0	100	0
Varridão de Fábrica	0	54	46
Torta de Filtro Prensa – Lodo Galvânico da ETE	0	94	6
Embalagens contaminadas	33	13	40
Solvente com cobre	80	0	20
Solvente sem cobre	6	94	0
Efluentes ácidos ou alcalinos	50	50	0
Laminado de “epox cobreado”	uma única empresa, dependendo da quantidade, vende por 0,07 /kg ou paga o descarte a 0,13 /kg.		

## Estimativa do valor médio econômico dos co-produtos gerados por fabricantes de circuitos impressos

Co-produto	Valor
Cobre/Alumínio	R\$ 1,00/kg
Papel	R\$0,15/kg
Termoplásticos	R\$ 0,15/kg
Outros Metais	R\$0,35/kg
Efluentes com cobre	R\$ 0,15/L

# Reciclagem de equipamentos



Percentual de reaproveitamento médio de coprodutos presentes em componentes eletroeletrônicos.

Coprodutos	Percentual de reaproveitamento
Polímeros orgânicos	12
Chumbo	12
Alumínio	8
Ouro	1
Cádmio	1
Aço	8
Prata	1
Mercúrio	1

Sodhi, 2001

Possíveis Simbioses Observadas Através Do Uso De Software para Reciclagem de um Radio Relógio.

Produtor Primário*/Produto	Consumidor			
	Indústria de eletroeletrônicos	Indústria de Componentes	Indústria Química	Indústria Mineradora
IR/PCI.	X	X		X
IR/componentes eletrônicos		X		X
IR/ resistor		X		X
IR/cerâmica				X
IR/Alumínio	X	X		X
IR/cobre	X	X	X	X
UR/equipamento		X		X

\* IR – Produtora do bem ; UR – Usuário do bem de consumo (rádio).  
 PCI – Placa de circuito impresso

# Aspecto Econômico

## Resumo Da Situação Da Empresa De Telecomunicações Antes E Depois Da Consolidação De Dados

### Situação anterior à consolidação

- Cada auditor, em suas visitas, diferentes informações sem definição padrão. Para essas informações é necessária a geração de aproximadamente 260 relatórios.
- Relatórios solicitados ficam disponíveis para os auditores em aproximadamente 45 dias;
- Vários sistemas fragmentados de finanças (em Access e Excel) sem integração com o SAP;
- Relatórios inflexíveis;
- Utilização de uma grande equipe em um grande período de tempo;
- Manutenção de sistemas legados em Access;
- Informação estática.

### Situação posterior à consolidação

- Criou-se uma única e consolidada base de dados que melhorou visivelmente os relatórios e agilizou sua geração (baseados em imobilizados, ordens internas, diagrama de rede e elemento PEP);
- Viabilizou todo e qualquer tipo de geração de relatórios para uso de auditorias;
- Fácil consolidação e acesso *real-time* das informações.
- Missão do estudo de caso foi cumprida utilizando banco de dados já existente.

## *Conclusão*

**ABINEE, ABRACI e FIESP - setor eletroeletrônico é de 29 % de Microempresas, 34% de Pequenas e 16% de Média empresas, 21% de Grandes empresas.**

- **melhoria do processo pelo aumento de metabolismo industrial e/ou formação de ecossistemas industriais, pode criar mecanismos de aumentar a competitividade ao mesmo tempo que protege o meio ambiente e atende às necessidades da mão-de-obra excedente.**

- **favorece a sustentabilidade desse setor que, pela sua dimensão, possui impacto global.**

- **aumento do metabolismo industrial, ou mesmo a formação de ecossistemas industriais, é favorecido pelo uso de software de controle (ERP), mas pode ocorrer por meios mais simples, como por exemplo o desenvolvimento de planilhas.**



**Muito obrigada!!**  
**(malu@lsi.usp.br)**

