



1st
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

IV SEMANA PAULISTA DE P+L
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

Alteração de revestimento de zinco por organo metálico em fixadores metálicos visando melhorias de desempenho e minimizar o impacto das emissões dos efluentes gerados utilizando conceitos da Contabilidade Ambiental

JOSÉ FERNANDO FARO

São Paulo

21/11/2007

INTRODUÇÃO

- Pesquisas mundiais: novos revestimentos
 - maior resistência à corrosão
 - menos agressivos ao meio ambiente e à saúde humana
- Problemas associados ao uso do Cr^{6+} no revestimento de zinco (convencional)
- Tecnologia de organo metálicos
 - início dos anos 90: Zintek e Geomet
- Comparação: uso de recursos
 - zinco e organo metálico
 - Comparação: uso de recursos
- Serviços ambientais para diluir ou absorver os efluentes gerados

EMPRESAS

- Fonte que realiza o revestimento de zinco: 200 empregados
- Indústria de autopeças situada em Diadema
- Mercado alvo: indústria automotiva
- Capacidade: 45 t de fixadores revestidos ao mês
- Geração de lodo galvânico: 8.000kg ao ano
- Fonte que realiza o revestimento de organo metálico: 70 funcionários
- Aplicador de revestimento de organo metálico
- Mercado alvo: indústrias de autopeças
- Capacidade: 60 t de fixadores revestidos ao mês
- Geração de lodo galvânico: 400kg ao ano

REVESTIMENTO DE ZINCO



CARREGAMENTO



DESENGRAXE



DECAPAGEM



ZINCAGEM



CROMATIZAÇÃO



DESCARREGAMENTO



CENTRIFUGAÇÃO



COLETA RESÍDUOS

REVESTIMENTO DE ZINCO - ETE



**TRATAMENTO
COM FLOCULANTE**



FILTRO-PRENSA



**SEPARAÇÃO
RESÍDUO DA
ÁGUA**



LODO GALVÂNICO

REVESTIMENTO DE ORGANO METÁLICO



DESENGRAXE



JATEAMENTO



REVESTIMENTO



CURA

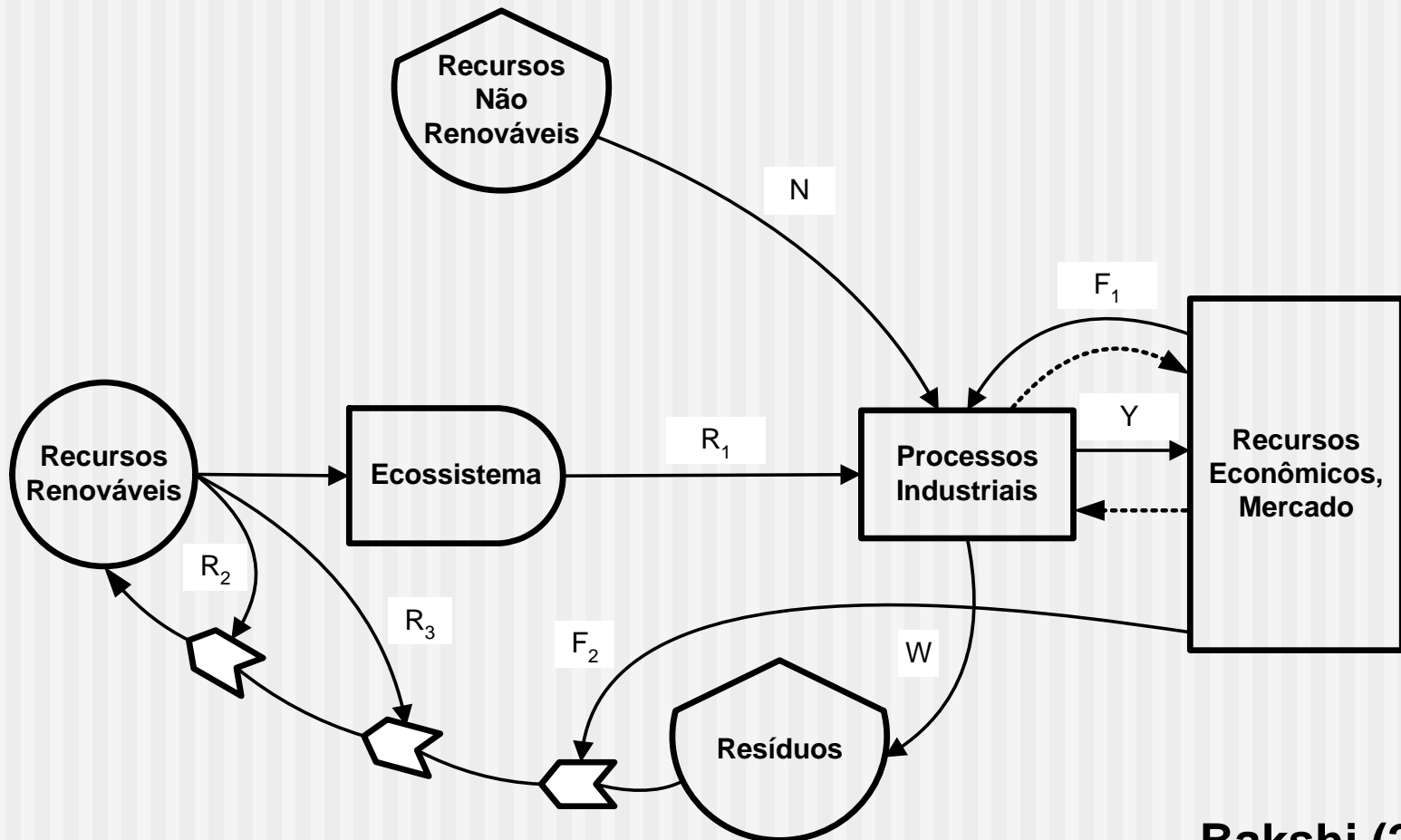
METODOLOGIA – SÍNTESE EM EMERGIA

- Síntese em emergia (*Odum, 1996*)

Metodologia baseada:

- na contabilização da emergia solar (unidade: emjoule);
- em diagramas de energia
- em tabelas de emergia
- na classificação dos fluxos de energia dos sistemas: recursos R, N e F
- Transformidade: melhor uso dos recursos (equilíbrio sociedade humana e meio ambiente) - Caruso et al., 2001
 - transformidade solar é a emergia solar necessária para se obter um joule de um produto ou serviço

FLUXO DE EMERGIA DE SISTEMA INDUSTRIAL



Bakshi (2000)

USO DE PARCELAS RENOVÁVEIS

Em diversos trabalhos de pesquisadores italianos são identificadas frações renováveis: Ulgiati et al. (1994); Bastianoni e Marchettini (1996); Bastianoni et al. (2001); Marchettini et al. (2003); Castellini et al. (2006). Em estudo realizado na Eslovênia, foi considerada a parcela de renovabilidade da mão-de-obra em 20% (Laganis e Debeljak, 2006). No Brasil, Cavalett et al. (2006) consideraram frações renováveis para diversos recursos empregados.

DIAGRAMAS DE ENERGIA

Em Brown e McClanahan (1996) encontra-se um roteiro detalhado para identificar as entradas requeridas para a implantação e a operação de um processo, construir um diagrama de energia, as tabelas de energia, bem como desenvolver a síntese em energia.

EMERGIA DOS PROCESSOS

- Zinco:

$1,65 \times 10^{17}$ sej/ano

- Organo metálico:

$5,64 \times 10^{17}$ sej/ano

SERVIÇOS DE DILUIÇÃO

- Energia total considerando o descarte de cromo

DESCRIÇÃO	CLASSE	ENERGIA (sej/ano)
Energia envolvida (processo)	Y₁	1,65 x 10¹⁷
Cromo DALY	R ₂	1,12 x 10 ¹⁴
Cromo (diluição)	R ₂	1,40 x 10 ¹³
Energia com serviço do ambiente	Y₁	1,65 x 10¹⁷
Energia envolvida (fixadores)	Y₂	2,16 x 10¹⁸
Cromo DALY	R ₂	1,12 x 10 ¹⁴
Cromo (diluição)	R ₂	1,40 x 10 ¹³
Energia com serviço do ambiente	Y₂	2,16 x 10¹⁸

Genoni et al. (2003); Silva e Pedrozo (2001); Ukidwe e Bakshi (2004)

RESULTADOS OBTIDOS

- Outros aspectos comparativos entre os revestimentos de zinco e organo metálico (Yassuda, 2006)

REVESTIMENTO	ÁREA COBERTA/ MASSA (m ² /kg ano)	CORROSÃO (h)	VELOCIDADE DE MONTAGEM (ms)
ZINCO	10,72	180	600
ORGANO METÁLICO	30,10	750	950
ORGANO METÁLICO VERSUS ZINCO	(+) 2,81	(+) 4,17	(-) 1,58

Relação de desempenho organo metálico e zinco = $\frac{2,81 \times 4,17}{1,58} = 7,42$ vezes

CONCLUSÕES

Metodologia Tradicional

- Zinco
- Gás Natural (F)
(menor transf.)
- Energia elétrica (F)

Frações Renováveis

- Zinco
- Energia elétrica
(67%R)
- Gás Natural (↓)

Fabricação e Uso

- Organo metálico
- Corrosão
- Área revestida

Em todos os sistemas é bom destinar resíduos

SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Avaliar o acúmulo de cromo descartado em corpos d'água ao longo do tempo.
- Avaliar o efeito do acúmulo de cromo na saúde humana ao longo do tempo.
- Avaliar os sistemas com a utilização de indicadores que diferenciem o investimento em energia no tratamento das emissões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTIANONI, S.; MARCHETTINI, N. *The problem of co-production in environmental accounting by energy analysis*. Ecological Modeling v.129, p.187-193, 2000.

BROWN, M. T.; ULGIATI, S. *Emergy evaluations and environmental loading of electricity production systems*. Journal of Cleaner Production, v.10, p.321-334, 2002.

ODUM, H. T. *Environmental accounting – Emergy and environmental decision making*. Ed. John Wiley & Sons Ltd, p.370, 1996.

OSMAR, C.; ORTEGA, E.; COMAR, V. *Balanço de emergia do Brasil*.

<http://www.fea.unicamp.br/docentes/ortega/livro/C05-Brasil-COC.pdf> - 05/06/2005 - 23:00h.

ULGIATI, S.; BROWN, M. T. *Monitoring patterns of sustainability in natural and man-made ecosystems*. Ecological Modelling, v.108, p.23-36, 1998.

ULGIATI, S.; BROWN, M. T. *Quantifying the environmental support for dilution and abatement of process emissions – The case of electricity production*. Journal of Cleaner Production, v.10, p.335-348, 2002.

ULGIATI, S.; ODUM, H. T.; BASTIANONI, S. *Emergy use environmental loading and sustainability an energy analysis of Italy*. Ecological Modelling, v.73, p.215-268, 1994.



1st
INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

IV SEMANA PAULISTA DE P+L
CONFERÊNCIA PAULISTA DE P+L

Alteração de revestimento de zinco por organo metálico em fixadores metálicos visando melhorias de desempenho e minimizar o impacto das emissões dos efluentes gerados utilizando conceitos da Contabilidade Ambiental

JOSÉ FERNANDO FARO

São Paulo

21/11/2007