2nd INTERNATIONAL WORKSHOP
ADVANCES IN CLEANER PRODUCTION

"KEY ELEMENTS FOR A SUSTAINABLE WORLD: ENERGY, WATER AND CLIMATE CHANGE"

Managing I/O material flows in industrial processes

A key step towards sustainable production

P. Partidário & JM. Figueiredo

INETI
INSTITUTO NACIONAL DE ENGENHARIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO, I.P.

Introduction

- **Wastes: unused resources (create costs and no added value).**
- **Material flows (micro level): crucial for waste prevention; key path towards higher resources productivity.**
- **Waste prevention strategies: particular focus on reducing or eliminating undesired waste streams and managing by-products (more cost-effective and environmentally sound than conventional pollution control approaches).**
- **The 'zero-waste' strategy: improve resource productivity and waste prevention subsequently.**
- **Apply to any manufacturing process.**
- **Range from relatively easy operational changes and good housekeeping practices to more extensive changes (e.g. replacing input materials, fine tuning or replacing equipment, process redesign or even making use of state-of-art technology).**
- **This paper: insights on twelve case studies, which have been performed in seven Portuguese industrial branches.**

Methodology

- **Material flows analysed at a micro level:** Material balances are used to monitor and improve resource productivity, and environmental performance, at a company level.

- **The zero waste strategy:** Avoid non-product outputs by integrating resource optimisation targets and waste prevention into business strategy.

- **Main tools used:** Process mapping and mass balances, Activity based costing, Pareto analysis, Cause-effect analysis, Cost-benefit analysis.

- **Case study approach:** 7 industrial branches selected (waste prevention potential, size/ nr. companies & waste volumes produced); 12 cases studied (incl. a cascade training process; actors from each company; practical work using a activity based costing methodology to 'zero-waste' activities; experience obtained extended to new initiatives and cooperative network).

- **Actors:** INETI, INR-National Waste Institute, Branch Associations (8), Technological Infrastructures (7), Companies (12).

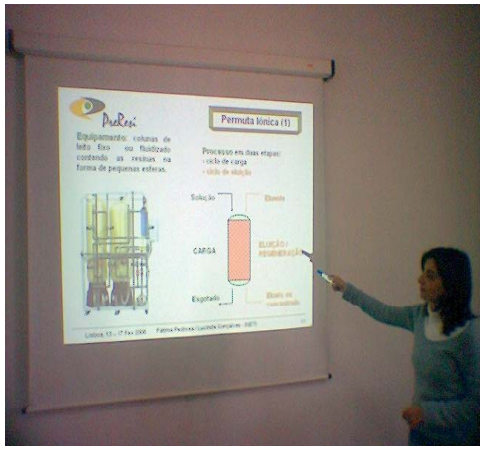
‘Zero Waste’ Strategy

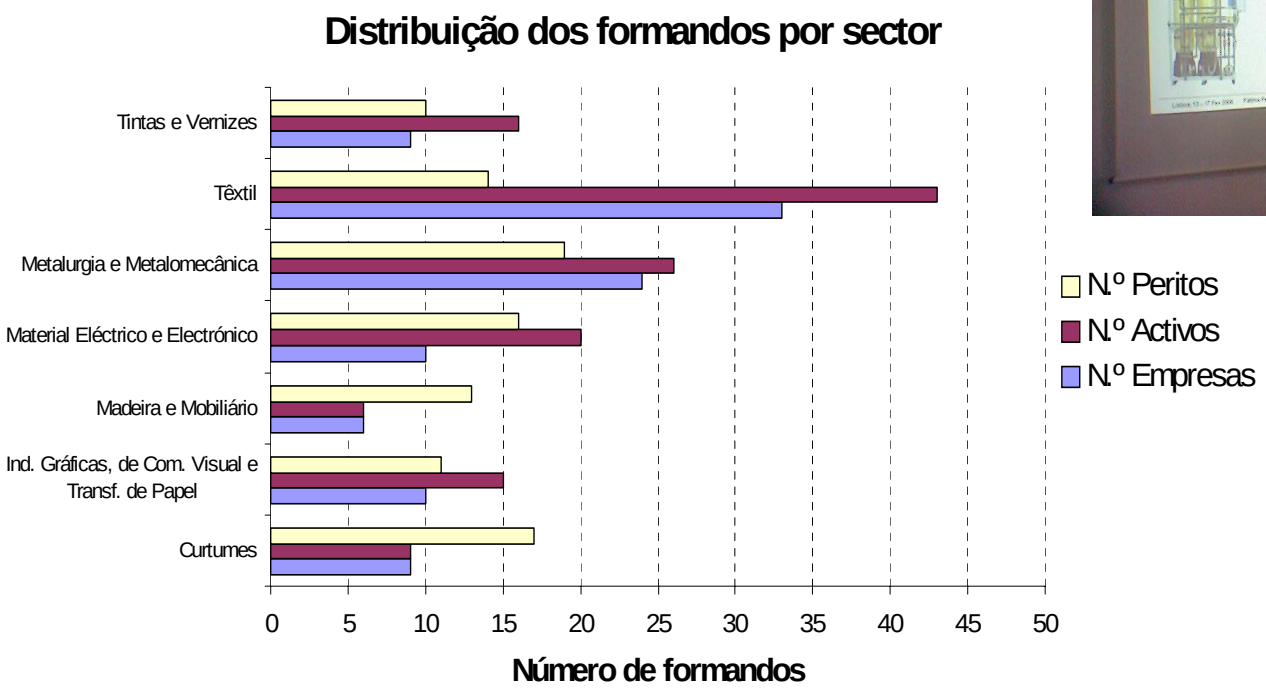
Method

Results (1/3)

The cascade training process

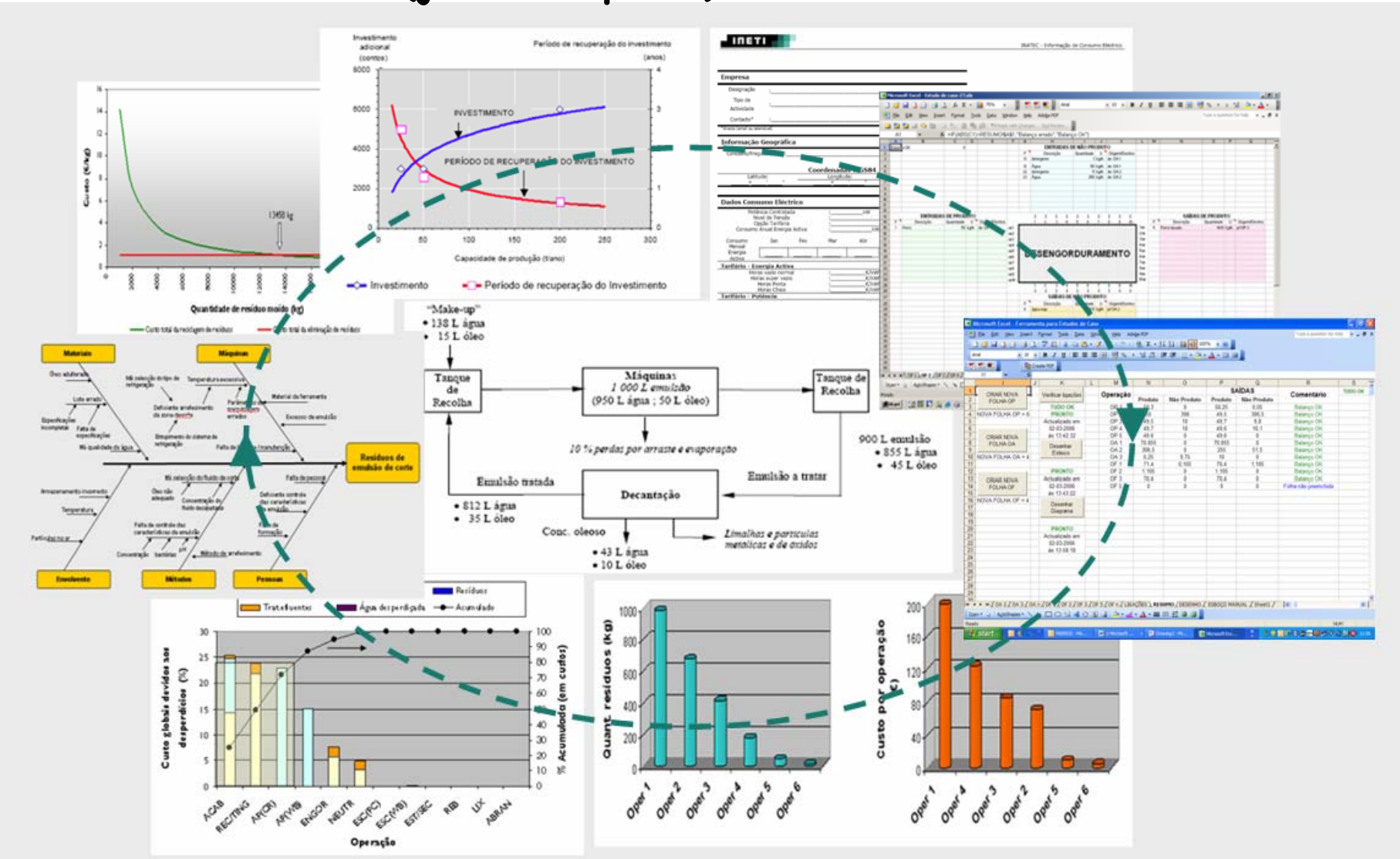
- 244 participants
- 100 companies
- 70 h training

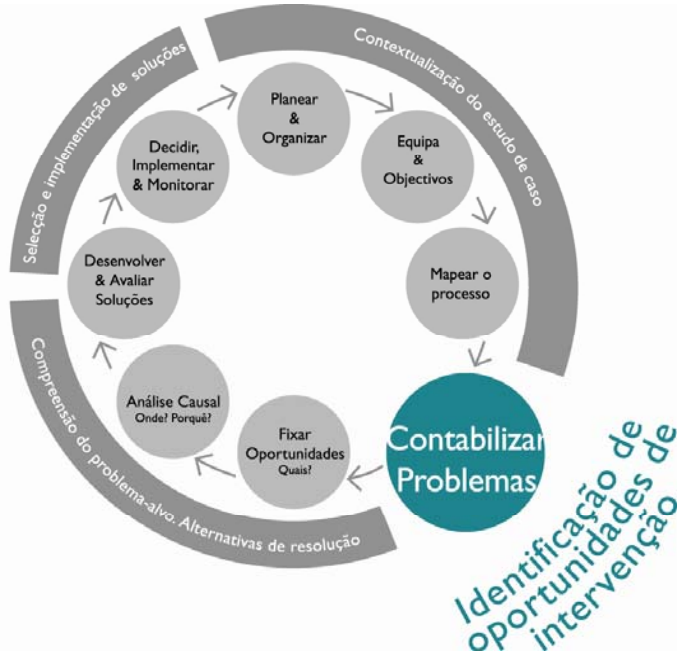




Results (2/3)

- A methodology was tested
- 12 cases studied (jul'05 – apr'07) in real industrial conditions





Which resources are wasted?

Goal: Manufacture 1st quality products w/ minimum resources

Resíduo para a atmosfera: 38 kg
Subprodutos combustão: 35 kg
Água: 3 kg

Água: 39.5 kg

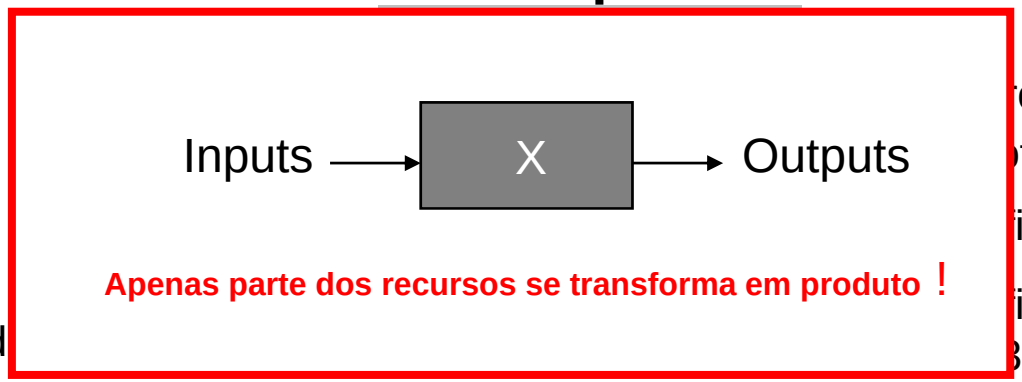
Gás natural:1.8 kg

Propano: 0.4 kg

Ar: 32,7 kg

Matéria total entrad

Energia total entrada:168816 kJ



oduto de 1ª Qualidade
tal de saídas: 48.6 kg
iciência mássica: 38%
icácia energética:
314 kJ/kg

Resíduo liquido:36 kg

Resíduo sólido: 5 kg

Accounting Resources by Activity (e.g. Paintshop – OP4)

Balanço OK 4,773E-09

ENTRADAS DE NÃO PRODUTO

F	Descrição	Quantidade	U	Origem/Destino
1	Água	42230000	Kg/anc	mina
2	Corantes	4525,2	Kg/anc	fornecedor
3	Amaciadores	7429,8	kg/anc	fornecedor
4	Produtos auxiliares	49178	kg/anc	fornecedor
5	Massas Lubrificantes	1	Kg/anc	de OA 1
6	Absorventes	1078	Kg/anc	fornecedor
7				
8				
9				
10				

ENTRADAS DE PRODUTO

F	Descrição	Quantidade	U	Origem/Destino	
1	Peças termofixadas para	104429,53	kg/anc	de OP 3	⇒1
2	Peças subcontratadas de	24533	kg/anc	exterior	⇒2
3	Peças para tinturaria	66208	kg/anc	de OP 8	⇒3
4					⇒4
5					⇒5
6					⇒6
7					⇒7
8					⇒8
9					⇒9
10					⇒10

↓ 1 ↓ 2 ↓ 3 ↓ 4 ↓ 5 ↓ 6 ↓ 7 ↓ 8

TINTURARIA

1⇒ 2⇒ 3⇒ 4⇒ 5⇒ 6⇒ 7⇒ 8⇒ 9⇒ 10⇒

SAÍDAS DE PRODUTO

F	Descrição	Quantidade	U	Origem/Destino
1	Peças tingidas	191429,72	kg/anc	p/ OP 5
2	Partidas reprocessada	9455,9	kg/anc	p/ OP 5
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

1 ↓ 2 ↓ 3 ↓ 4 ↓ 5 ↓ 6 ↓ 7 ↓ 8 ↓

SAÍDAS DE NÃO PRODUTO

F	Descrição	Quantidade	U	Origem/Destino
1	ARI	38764405	kg/anc	p/ OF 2
2	Embalagens Contaminad	915	kg/anc	p/ OF 1
3	Absorventes Contaminad	1078	kg/anc	p/ OF 1
4	Corantes	445,18	kg/anc	p/ OF 2
5	Amaciadores	3660,1	kg/anc	p/ OF 2
6	Produtos Auxiliares	48446	kg/anc	p/ OF 2
7	Perdas de carga têxtil	1951,7053	kg/anc	p/ OF 2
8	emissões	1	kg/anc	exterior
9	Vapor de água	3465594,91	kg/anc	exterior
10				

Each activity as a cost-centre →

Entradas
Primários
Esmaltes
Cores especiais
Vernizes
Diluentes

Gás propano
Electricidade

Mão-de-obra

Entradas
Produto p/ captação de poeiras
Filtros da cabine
Água (limpeza cabine)

Electricidade

Mão-de-obra

Entradas
Água
Ajustador de pH
Floculante
Hipoclorito de Na

Electricidade

Mão-de-obra

Peças (carroçaria) → **Cabine 2 - Pintura carroçaria** | **Fossa** → Peças (carroçaria) pintadas

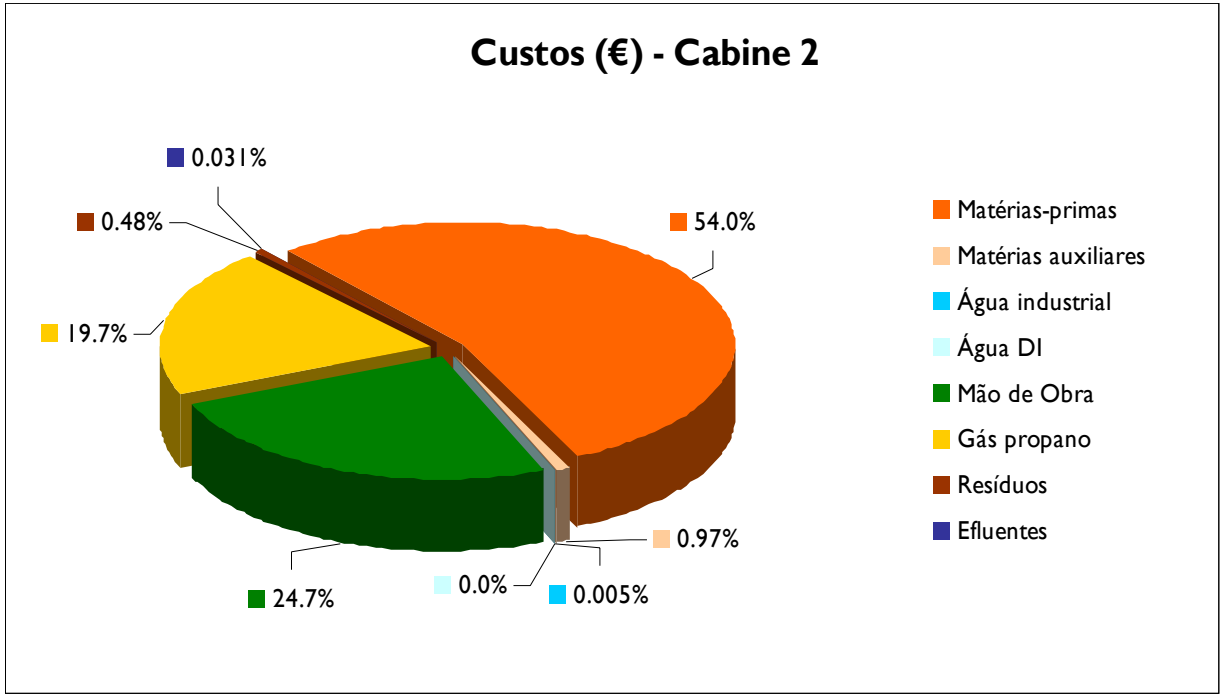
Saídas
Resíduos de tinta

Saídas
Filtros da cabine
Água residual

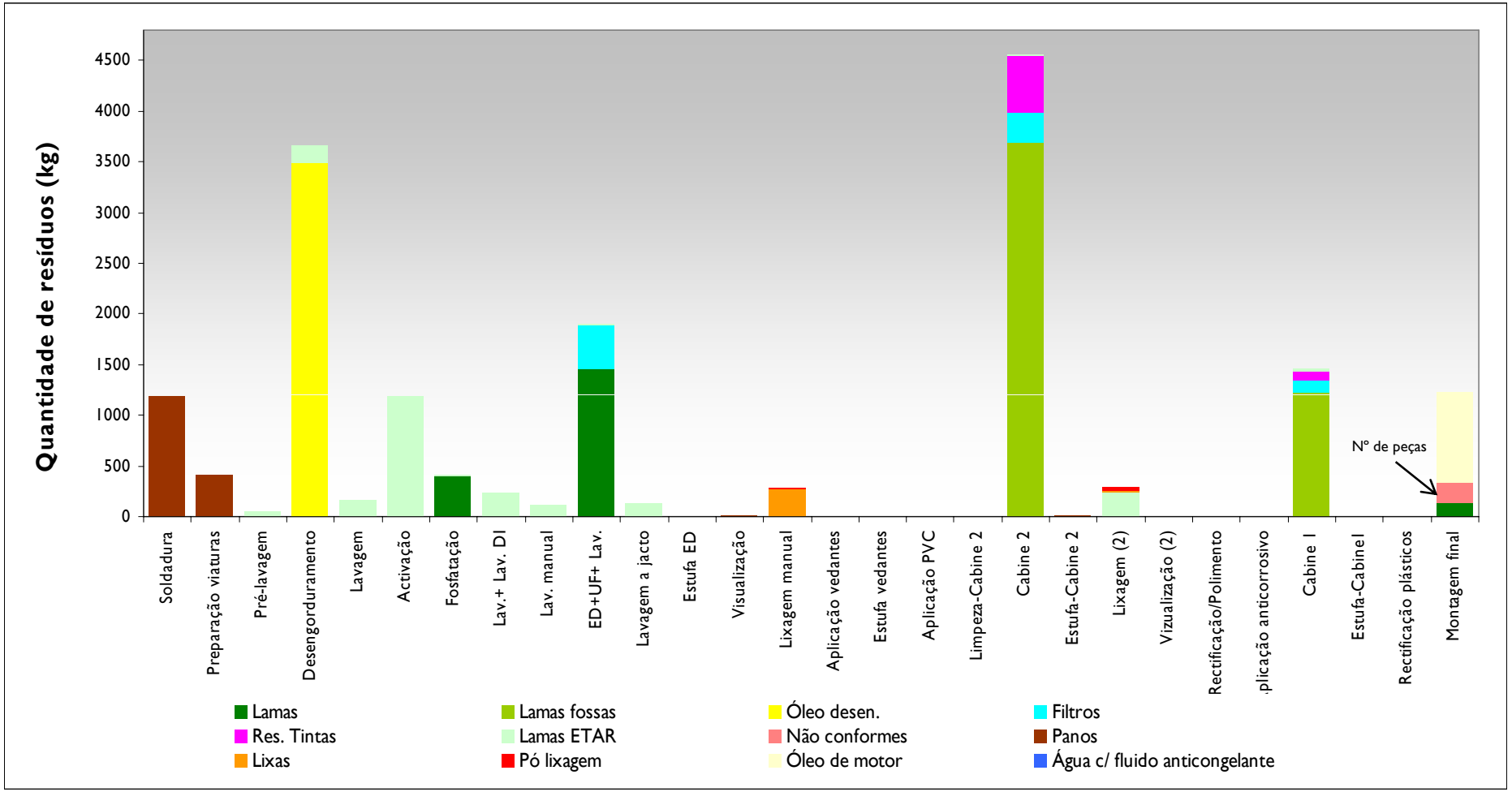
Saídas
Lamas
Água residual

RECURSOS E CUSTOS POR OPERAÇÃO

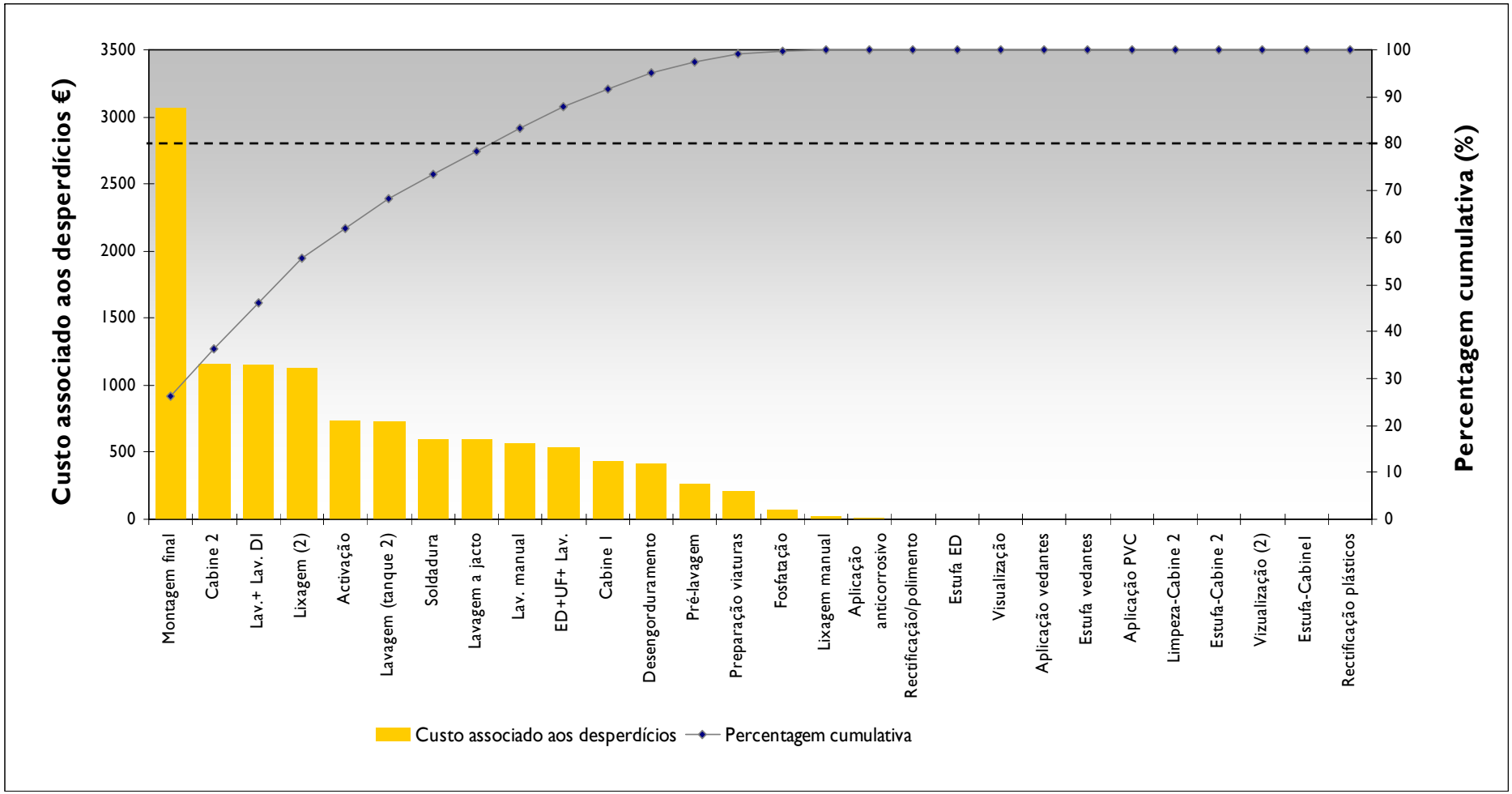
Distribuição percentual dos custos – Cabine 2

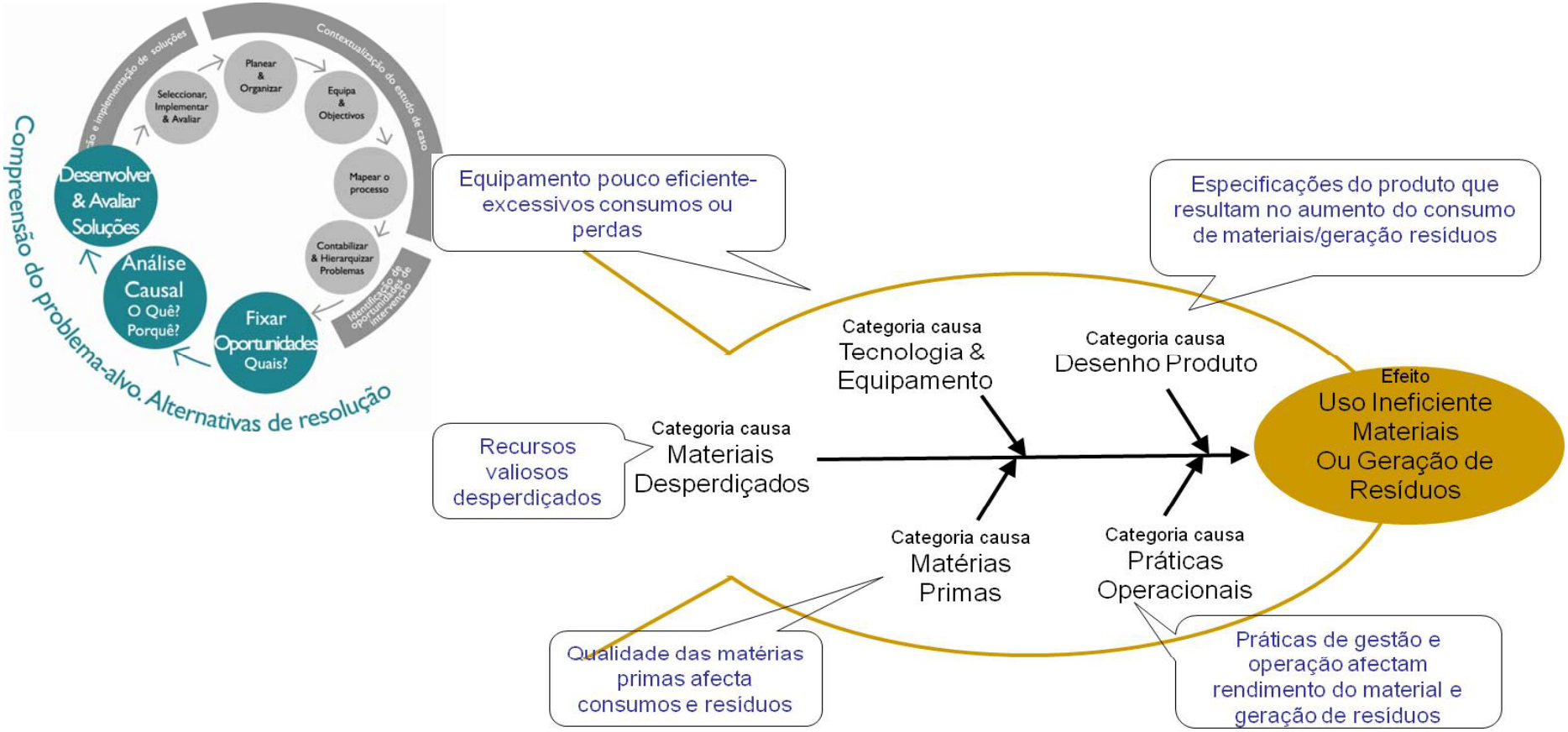


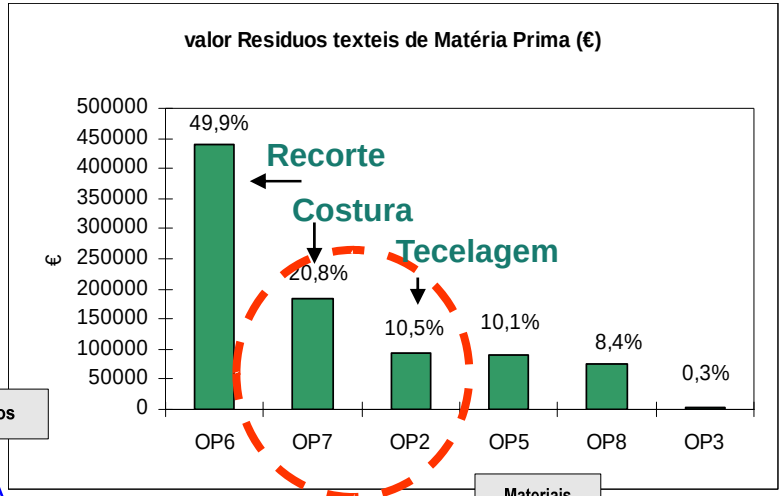
RESIDUOS POR OPERAÇÃO

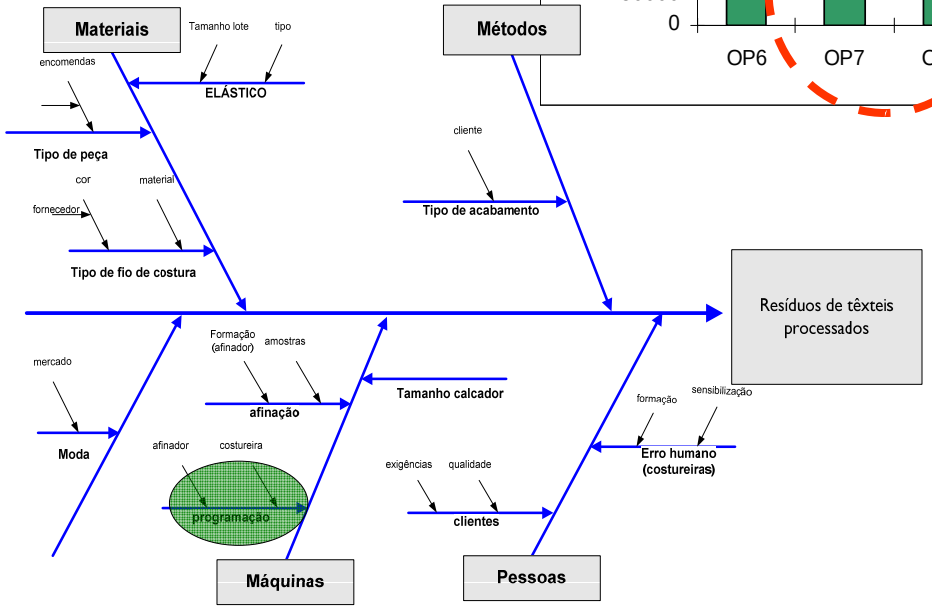


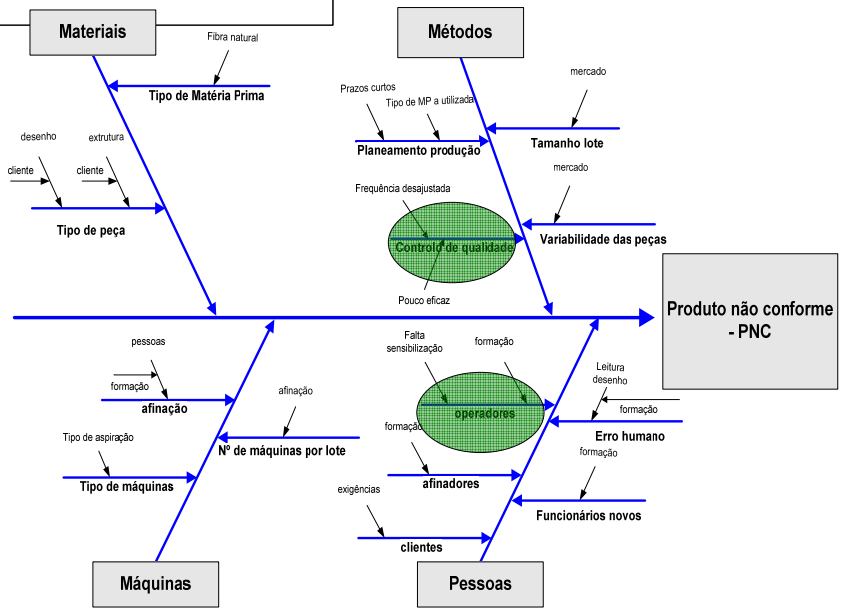
CUSTOS DAS PERDAS E DESPERDÍCIOS. OPORTUNIDADES DE PREVENÇÃO




Contextualização do estudo de caso
Planear & Organizar
Equipa & Objectivos
Mapear o processo
Contabilizar & Hierarquizar Problemas
Identificação de oportunidades de intervenção
Fixar Oportunidades Quais?
Análise Causal O Quê? Porquê?
Desenvolver & Avaliar Soluções
Seleccionar, Implementar & Avaliar
Compreensão do problema-alvo. Alternativas de resolução
Equipamento pouco eficiente- excessivos consumos ou perdas
Especificações do produto que resultam no aumento do consumo de materiais/geração resíduos
Categoria causa
Tecnologia & Equipamento
Categoria causa
Desenho Produto
Efeito
Uso Ineficiente Materiais Ou Geração de Resíduos
Recursos valiosos desperdiçados
Categoria causa
Materiais Desperdiçados
Categoria causa
Matérias Primas
Categoria causa
Práticas Operacionais
Qualidade das matérias primas afecta consumos e resíduos
Práticas de gestão e operação afectam rendimento do material e geração de resíduos


valor Residuos texteis de Matéria Prima (€)
€
500000
450000
400000
350000
300000
250000
200000
150000
100000
50000
0
49,9%
20,8%
10,5%
10,1%
8,4%
0,3%
Recorte
Costura
Tecelagem
OP6
OP7
OP2
OP5
OP8
OP3


Materiais
Tamanho lote
tipo
ELÁSTICO
encomendas
Tipo de peça
cor
material
fornecedor
Tipo de fio de costura
Métodos
cliente
Tipo de acabamento
Resíduos de têxteis processados
mercado
Moda
Formação (afinador)
amostras
afinação
Tamanho calcador
afinador
costureira
programação
Máquinas
exigências
qualidade
clientes
formação
sensibilização
Erro humano (costureiras)
Pessoas


Materiais
Fibra natural
Tipo de Matéria Prima
desenho
extrutura
cliente
cliente
Tipo de peça
Métodos
Prazos curtos
Tipo de MP a utilizada
Planeamento produção
mercado
Tamanho lote
Frequência desajustada
Controlo de qualidade
Pouco eficaz
mercado
Variabilidade das peças
Produto não conforme - PNC
pessoas
formação
afinação
afinação
Nº de máquinas por lote
Tipo de aspiração
Tipo de máquinas
Máquinas
Falta sensibilização
formação
operadores
formação
afinadores
exigências
clientes
Leitura desenho
formação
Erro humano
formação
Funcionários novos
Pessoas

Identificação das Opções – Controlo de qualidade
Contexto de aplicação – Redução do PNC na OP2 e do PNC que passa no controlo de qualidade da OP2

Critério		Peso relativo (P)	Opção 1		Opção 2		Opção 3		Opção 4	
			Classif (C)	PxC	Classif (C)	PxC	Classif. (C)	PxC	Classif (C)	PxC
Efectividade	Redução de resíduos	10	10	100	8	80	10	100	8	80
	Redução de consumo de recursos	9	10	90	8	72	10	90	8	72
Implementação	Período	7	8	56	8	56	10	70	8	56
	Potencial de melhoria do produto	5	4	20	4	20	4	20	4	20
	Potencial de melhoria da qualidade do produto	5	4	20	4	20	4	20	4	20
	Ausência de risco	5	4	20	4	20	4	20	4	20
Custos	Potencial para reduzir custos e período de Pay-back	10	8	80	6	60	8	80	6	60
Sub-Classificação Ponderada Σ (PxC)				386		328		400		328
Sucesso Técnico (factor multiplicador)			1	386	1	328	1	400	1	328
Utilidade dos Resultados (factor multiplicador)			0,5	193	0,5	164	1	400	0,5	164
Classificação Total				965		820		1200		820
Hierarquização				**2º**		**3º**		**1º**		**3º**

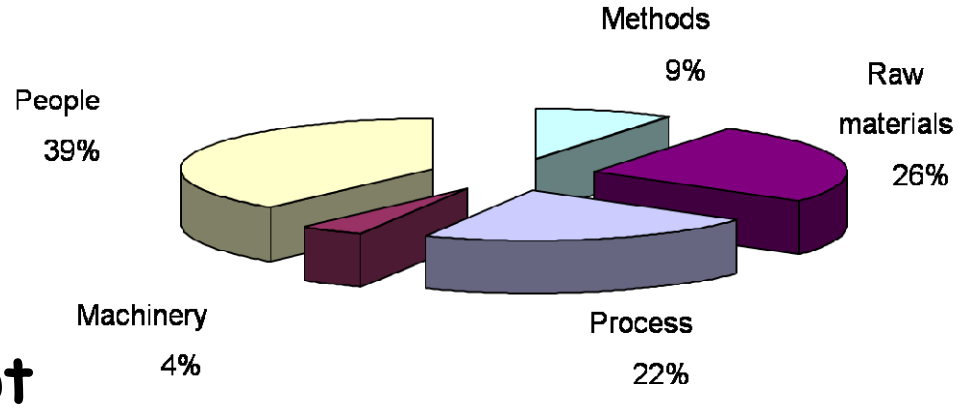
Technology demonstration

Results (3/3)

Desenvolvimento e Teste

(12 Empresas; 7 sectores)

- Acatel, SA
- Erofio , SA
- Fitcom, Lda
- Hydro A. Portalex, SA
- Irmade, SA
- JSL, Lda
- Malhas Sonicarla, SA
- Olegário Fernandes, SA
- Offsetlis, Lda
- Peltéci, SA
- Tintas Dyrup, SA
- Toyota Caetano, SA



http://preresi.ineti.pt

Main conclusions

- Method developed and tested in 12 case studies
- Strategic input for continuous improvements & decision taking (a hierarchy on a Economic & Environmental basis)
- In each company, empirical results show: a) the usefulness of the approach; b) how powerful waste prevention is; c) how critical operating conditions are, and therein both branch or company's culture, in order to influence the implementation of waste prevention initiatives
- Path dependency & technology lock-in: efficiency is not enough to guarantee sustainable patterns but it is a great step forward in a transition process.
- Main conclusions drawn from those case studies enable to propose both: a) at a micro level, new options for improvement; b) at a macro level, hypotheses about how public policies may address waste prevention and about the diffusion of eco-efficiency in those industrial branches in order to pave the way towards sustainable production.

INETI
Instituto Nacional de Engenharia, Tecnologia e Inovação IP

Source: H. Gonçalves (2006)

Thank you!

Paulo Partidário
INETI – Dept. Materiais & Tecnologias de Produção
Estrada Paço do Lumiar, 1649-038 LISBOA, PT
Tel. +351 210 924 658
paulo.partidario@ineti.pt
www.ineti.pt