Avaliação Ambiental da Produção de Ésteres de Óleo de Girassol Epoxidado Visando o Emprego na Área de Usinagem

Environmental Assessment of the Production of Sunflower Oil Epoxidized Esters seeking Employment in the Machining

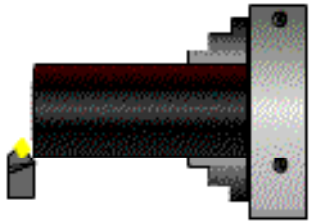
UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul
Mestrado em Tecnologia Ambiental

Klafke, A.L.; Bock, F.; Schneider, M.; Schneider, R.C.S.; Moraes, J.A.R.

Introdução

Usinagem: processo de fabricação, por **geração de superfície**, através da **remoção de material**, conferindo à peça **dimensão**, **forma** ou **acabamento**, ou ainda uma combinação qualquer desses três.

→15% do valor de todos os produtos manufaturados são por processos de usinagem
(TRENT & WRIGHT, 2000)



ATRITO → forças de grandes intensidades
Energia associada a deformação do cavaco:
→ ENERGIA TÉRMICA → CALOR

Fluido de Corte
aplicado na ferramenta e no material (peça + cavaco), para facilitar a operação de usinagem
Funções → **lubrificação, refrigeração**, anti-corrosivo, remoção cavaco

→ AUMENTO DE PRODUTIVIDADE

(sec XIX) **água ..... mineral sintético vegetal**

MESTRADO TECNOLOGIA AMBIENTAL

Óleos Vegetais

Óleos Vegetais como Fluidos de Corte

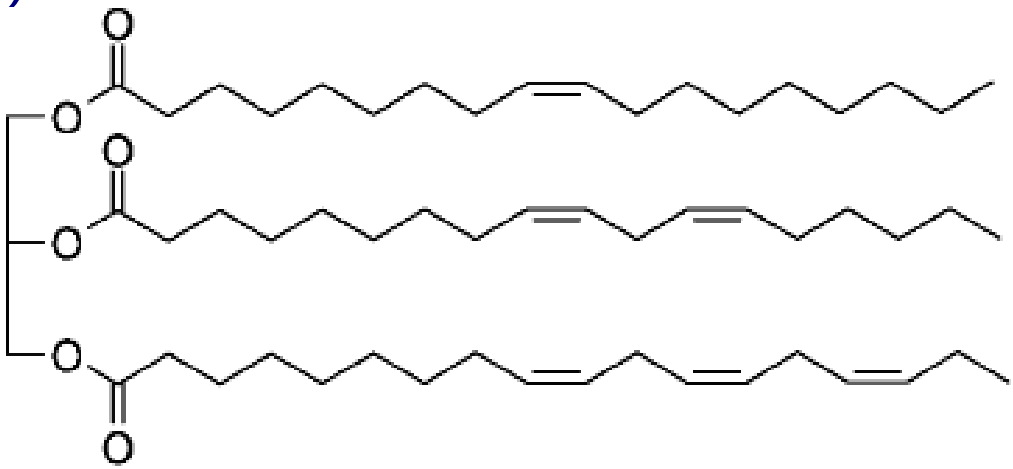
✓excelente lubricidade,
✓biodegradabilidade,
✓baixa volatilidade e
✓boas características de viscosidade-temperatura

Ehran et al. (2006)

→submetidos a modificações químicas em sua estrutura, passam a ser uma alternativa mais atrativa para o seu uso

Hwang & Erhan (2006); Campanella et al. (2010)

Porém... em presença de O_2: suscetibilidade de ocorrer hidrólise e oxidação do óleo (ERHAN et al., 2006)



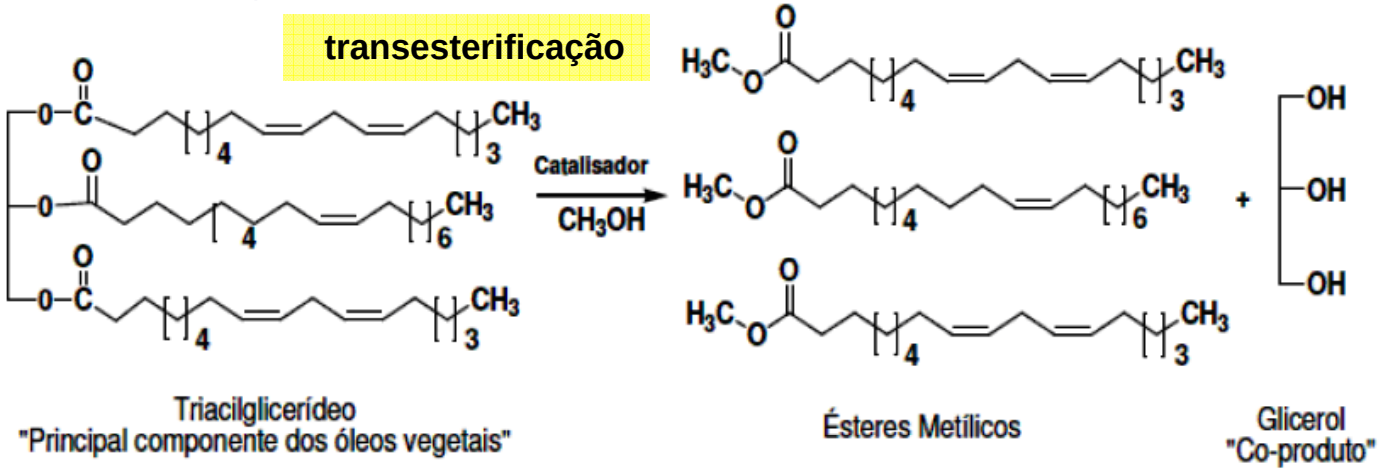
✓EAL – *environmentally adapted lubricants* = lubrificantes adaptados ao meio ambiente ➔ este conceito é sinônimo da utilização de óleos vegetais em formulações de lubrificantes

Clarens et al. (2008)

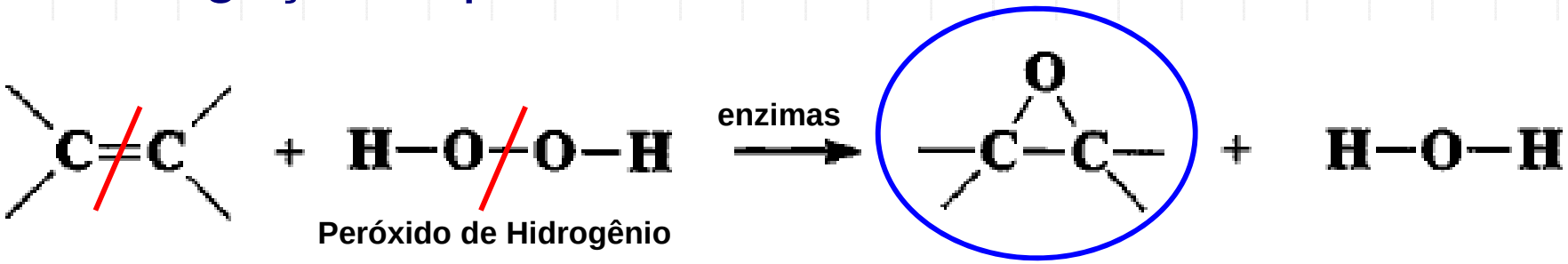
Modificações Químicas

Ésteres Metílicos são composto de mono-alquil-ésteres de ácidos graxos de cadeia longa (GHALY et al., 2010)

✓principal aplicação → combustíveis = **BIODIESEL**



Epoxidação é uma reação química de transferência de oxigênio para uma ligação dupla de carbono, formando um anel **oxirano**



Objetivo → maior estabilidade da molécula
processo + limpo: enzimático

MESTRADO TECNOLOGIA AMBIENTAL

Impactos Ambientais

UNISC
UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

✓quaisquer alterações nas características físicas, químicas ou biológicas do ambiente, causadas por qualquer forma de matéria ou energia derivada das atividades humanas

✓afetam, direta ou indiretamente, a saúde, segurança e o bem-estar da população, as atividades econômicas e sociais; a biota; as condições estéticas e sanitárias; e a qualidade dos recursos ambientais (CONAMA, 1986)

Avaliação dos Impactos Ambientais:

✓Leopold et al. (1971) → matriz de interação bidimensional, ações X impactos potenciais ambiente

✓uso em estudos de impactos ambientais, procurando associar os impactos de uma ação com as características ambientais de sua área de influência (Mota & Aquino, 2000)

✓planilhas para avaliação de impacto → metodologia de controle e remediação (Barbieri, 2007)

MESTRADO TECNOLOGIA AMBIENTAL

Impactos Ambientais

UNISC
UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS RELEVANTES														
		Meio Físico				Meio Biótico	Meio Antrópico							
		Ar		Recurso Hídrico	Recurso Edáfico	Flora/ Fauna								
Etapas	Atividades Impactantes	Partículas Sólidas	Gases e Vapores	Contaminação	contaminação do solo	Diminuição da Diversidade	Econômico Local	Infra-Estrutura	Tecnologia	Qualidade de Vida	Saúde	Desenvolvimento Regional	Paisagismo	Qualid. Prod. Final

MESTRADO
TECNOLOGIA
AMBIENTAL

Impactos Ambientais

Para qualificar os impactos, adotam-se os critérios apresentados por Silva (1996) e estão caracterizados a seguir.

- **Valor**:

a) ***Positivo***: ação melhora qualidade de um parâmetro;
b) ***Negativo***: ação causa dano à qualidade de um parâmetro.

- **Ordem**:

a) ***Impacto direto***: relação de causa e efeito;
b) ***Impacto indireto***: reação secundária em relação à ação.

- **Características Espaciais**:

a) ***Local***: próprio sítio e suas imediações;
b) ***Regional***: efeito se propaga além das imediações;
c) ***Estratégico***: o componente é afetado coletivo, nacional ou internacional.

Impactos Ambientais

Para qualificar os impactos, adotam-se os critérios apresentados por Silva (1996) e estão caracterizados a seguir.

- **Características Temporais**:

a) Curto prazo ***b) Médio prazo*** ***c) Longo prazo***

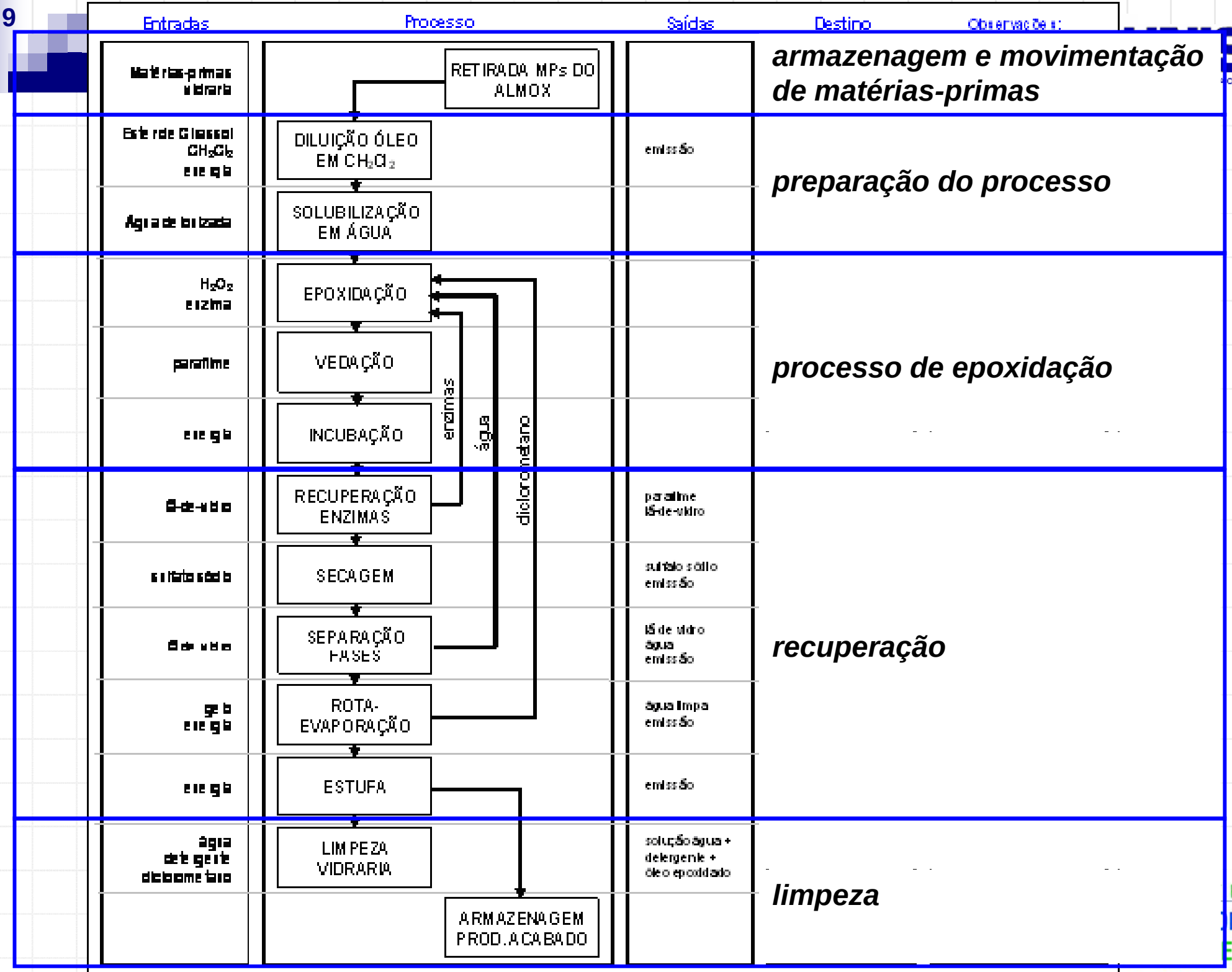
conforme a manifestação do efeito

- Características Dinâmicas:

a) ***Temporário***: efeito permanece por um tempo determinado;
b) ***Cíclico***: efeito se faz sentir em determinados períodos;
c) ***Permanente***: efeitos não cessam num horizonte temporal

- **Características Plásticas**:

a) ***Reversível***: após ação, o fato retorna às condições originais;
b) ***Irreversível***: cessada a ação, o fator ambiental não retorna às suas condições originais


Entradas
Processo
Saídas
Destino
Observações:
RETIRADA MPs DO ALMOX
DILUIÇÃO ÓLEO EM CH_2Cl_2
SOLUBILIZAÇÃO EM ÁGUA
EPOXIDAÇÃO
VEDAÇÃO
INCUBAÇÃO
RECUPERAÇÃO ENZIMAS
SECAGEM
SEPARAÇÃO FASES
ROTA-EVAPORAÇÃO
ESTUFA
LIMPEZA VIDRARIA
ARMAZENAGEM PROD.ACABADO
enzimas
água
diclorometano
emissão
parafina
lã-de-vidro
sulfato sódio
emissão
lã de vidro
água
emissão
água limpa
emissão
emissão
solução água + detergente + óleo epoxidado
armazenagem e movimentação de matérias-primas
preparação do processo
processo de epoxidação
recuperação
limpeza

Processo de Epoxidação

UNISC
UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS RELEVANTES

LEGENDA:
P = positivo; N = negativo;
D = direto; I = indireto;
L = local; R = regional; E = estratégico;
C = curto prazo; M = médio prazo;
O = longo prazo;
T = temporário; Y = cíclico; A = permanente;
V = reversível; S = irreversível.

		Meio Físico				Meio Biótico	Meio Antrópico							
		Ar		Recurso Hídrico	Recurso Edáfico	Flora/ Fauna								
Etapas	**Atividades Impactantes**	**Partículas Sólidas**	**Gases e Vapores**	**Contaminação**	**contaminação do solo**	**Diminuição da Diversidade**	**Econômico Local**	**Infra-Estrutura**	**Tecnologia**	**Qualidade de Vida**	**Saúde**	**Desenvolvimento Regional**	**Paisagismo**	**Qualid. Prod. Final**
Armazenagem e Movimentação das Matérias-primas														
Preparação do Processo														
Processo: Epoxidação														
Recuperação														
Limpeza e Armazenagem P.A.														

MESTRADO
TECNOLOGIA AMBIENTAL

Processo de Epoxidação

UNISC
UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS RELEVANTES

LEGENDA:
P = positivo; N = negativo;
D = direto; I = indireto;
L = local; R = regional; E = estratégico;
C = curto prazo; M= médio prazo;
O = longo prazo;
T = temporário; Y = cíclico; A = permanente;
V = reversível; S = irreversível.

		Meio Físico				Meio Biótico	Meio Antrópico							
		Ar		Recurso Hídrico	Recurso Edáfico	Flora/ Fauna								
Etapas	**Atividades Impactantes**	Partículas Sólidas	Gases e Vapores	Contaminação	contaminação do solo	Diminuição da Diversidade	Econômico Local	Infra-Estrutura	Tecnologia	Qualidade de Vida	Saúde	Desenvolvimento Regional	Paisagismo	Qualid. Prod. Final
Armazenagem e Movimentação das Matérias-primas	Armaz./Movim. Óleo Girassol			NILOTV						NILOTV		PILMTV		
	Armaz./Movim. DCM		NDLCTV	NILOTV						NILOTV	NDLCTV	PILMTV		
	Armaz./Movim. Peróxido H_2			NILOTV						NILOTV		PILMTV		
	Armaz./Movim. Enzimas	NDLMTV				NILOTV	PIRMTV							
Preparação do Processo	Preparação Óleo Girassol		NDLCTV											NDLCTV
	Solubilização													NDLCTV
	Adição Peróxido Hidrogênio													NDLCTV
	Adição Enzimas	NDLMTV												NDLCTV
Processo: Epoxidação	Lacração do Sistema													NDLCTV
	Incubação (incub. Shalker)		NDLCTV											NDLCTV
Recuperação	recuperação enzimas	PDLMTV												
	secagem		NDLCTV	NILOTV										
	separação fases			NILOTV										
	roto-evaporação		NDLCTV	NILOTV										
	aquecimento em estufa		NDLCTV	NILOTV										
Limpeza e Armazenagem P.A.	limpeza vidraria			NILCTV	NILOTV	NIROTV				NILMTV	NDLOTV			
	armazenagem prod.acab.			NILOTV	NILOTV	NILOTV				NILMTV				

NDLCTV

P = positivo; N = negativo;
D = direto; I = indireto;
L = local; R = regional; E = estratégico;
C = curto prazo; M = médio prazo;
O = longo prazo;
T = temporário; Y = cíclico; A = permanente;
V = reversível; S = irreversível.

MESTRADO
TECNOLOGIA AMBIENTAL

Planilha de Leopold

UNISC
UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

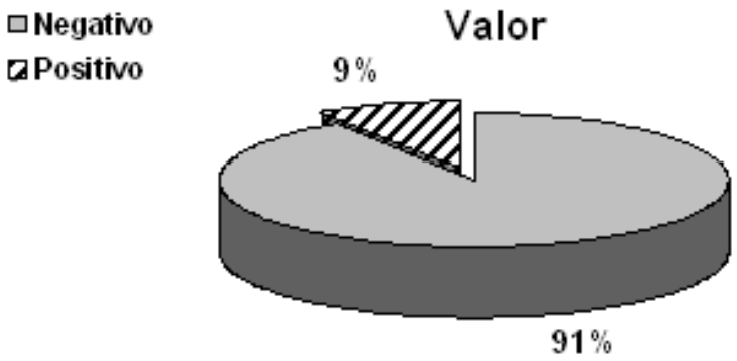
170 possíveis relações de impactos, das quais foram identificadas 83 = 48,8%

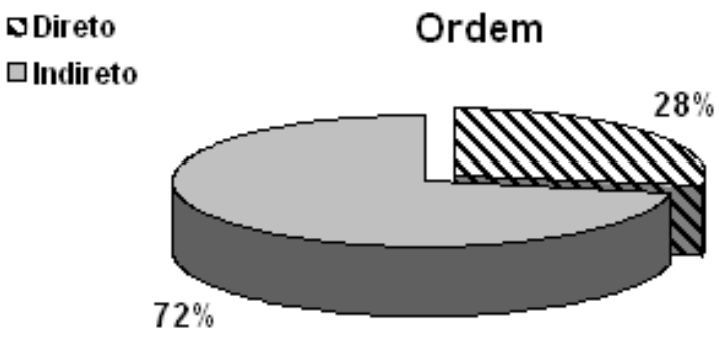
CARACTERÍSTICAS AMBIENTAIS RELEVANTES

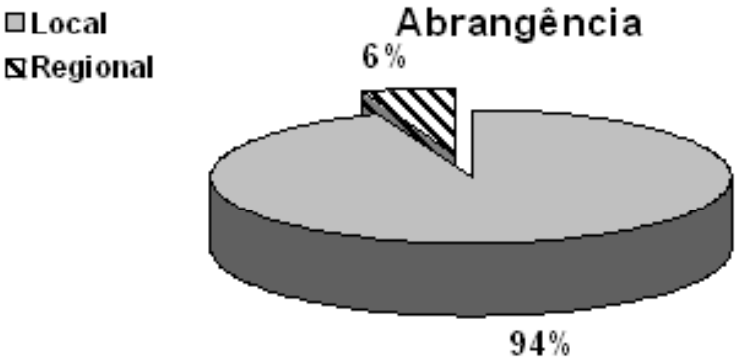
LEGENDA:
P = positivo; N = negativo;
D = direto; I = indireto;
L = local; R = regional; E = estratégico;
C = curto prazo; M = médio prazo;
O = longo prazo;
T = temporário; Y = cíclico; A = permanente;
V = reversível; S = irreversível.

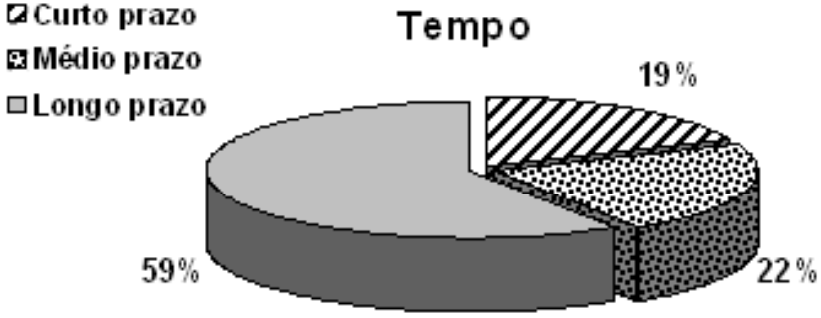
Etapas	Atividades Impactantes	Meio Físico				Meio Biótico	Meio Antrópico				
		Ar		Recurso Hídrico	Recurso Edáfico	Flora/ Fauna					
		Partículas Sólidas	Gases e Vapores	Contaminação	contaminação do solo	Diminuição da Diversidade	Econômico Local	Qualidade de Vida	Saúde	Desenvolvimento Regional	Qualid. Prod. Final
Armazenagem e Movimentação das Matérias-primas	Armaz./Movim. Óleo Girassol			NILOTV	NILOTV	NILOTV	PIRMTV	NILOTV		PILMTV	
	Armaz./Movim. DCM		NDLCTV	NILOTV	NILOTV	NILOTV	PIRMTV	NILOTV	NDLCTV	PILMTV	
	Armaz./Movim. Peróxido H_2			NILOTV	NILOTV	NILOTV	PIRMTV	NILOTV		PILMTV	
	Armaz./Movim. [illegible]										
Preparação do Processo	Preparação Óleo Girassol		NDLCTV		NILOTV	NILOTV		NILMTV			NDLCTV
	[illegible]										NDLCTV
	Adição Peróxido Hidrogênio				NILOTV	NILOTV		NILMTV	NDLCTV		NDLCTV
	Adição Enzimas	NDLMTV									NDLCTV
Processo: Epoxidação	Lacração do Sistema				NILOTV						NDLCTV
	Incubação (incub. Shalker)		NDLCTV		NILOTV	NILOTV		NILMTV	NDLOTV		NDLCTV
Recuperação	recuperação enzimas	PDLMTV									
	secagem		NDLCTV	NILOTV	NILOTV	NILOTV		NILMTV	NDLOTV		
	separação fases			NILOTV	NILOTV	NILOTV		NILOTV	NDLOTV		
	roto-evaporação		NDLCTV	NILOTV	NILOTV	NILOTV		NILMTV	NDLOTV		
	aquecimento em estufa		NDLCTV	NILOTV	NILOTV	NILOTV		NILMTV	NDLOTV		
Limpeza e Armazenagem P.A.	limpeza vidraria			NILCTV	NILOTV	NIROTV		NILMTV	NDLOTV		
	armazenagem prod.acab.			NILOTV	NILOTV	NILOTV		NILMTV			

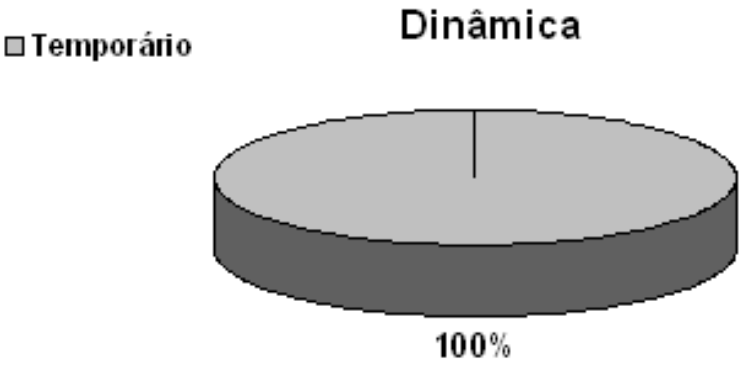
Avaliação dos Impactos

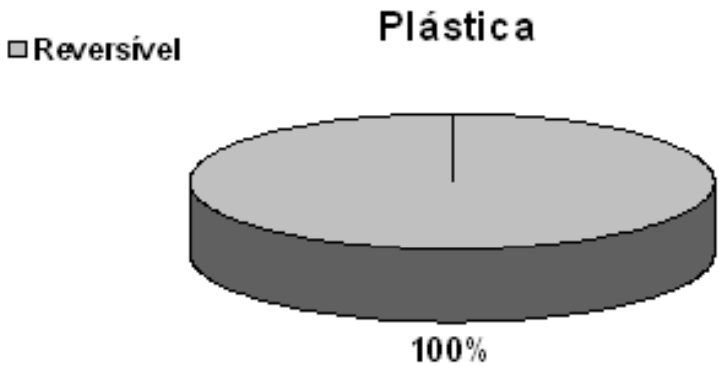




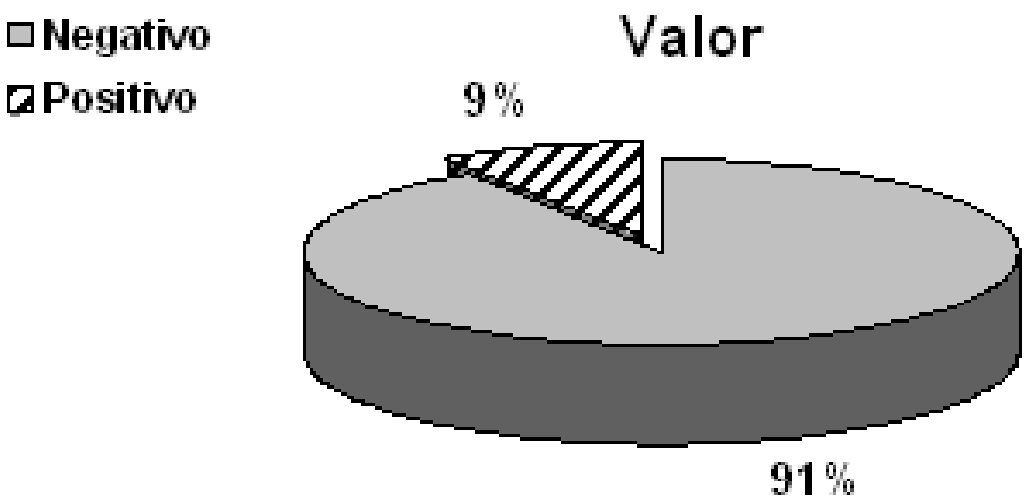








Avaliação dos Impactos

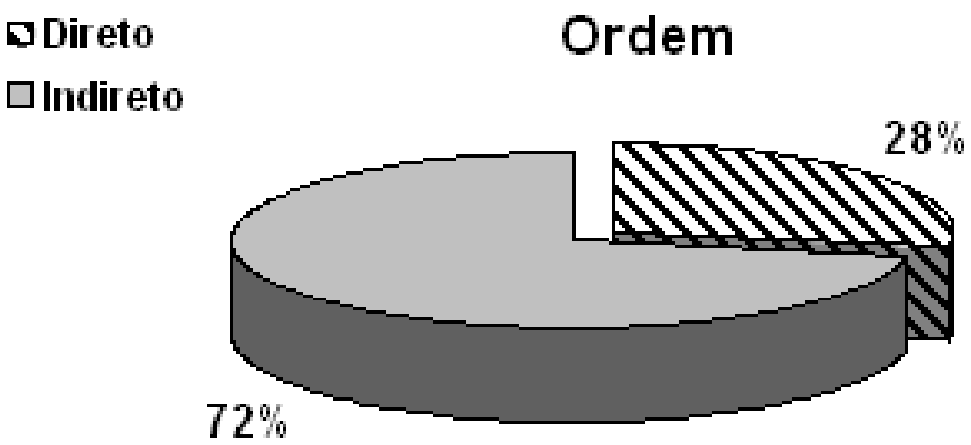


Valor:

✓**91% foram negativos** → emprego de solvente, geração de resíduo sólido, consumo de energia para o aquecimento e emissão acidental de vapores orgânicos para a atmosfera

✓**9% foram positivos** → ganhos econômicos e possibilidades de desenvolvimento para a região

Avaliação dos Impactos

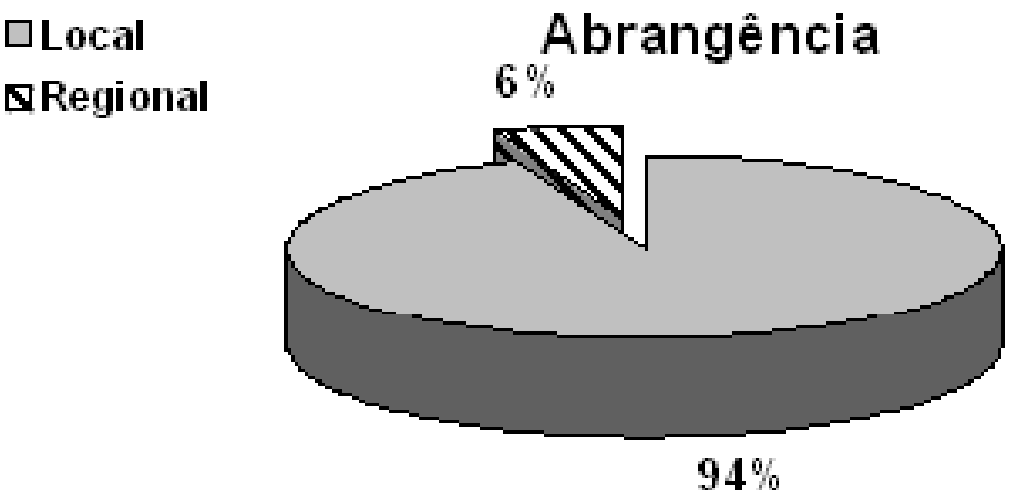


Ordem:

✓**72% dos impactos indiretos** → afetam os recursos hídricos, o solo e a diversidade da fauna e flora, dependendo ainda de outros eventos subseqüentes e o meio antrópico

✓**28% diretos** → o processo afeta o **ar**, através de contaminação por partículas sólidas, gases e vapores emitidos; a **saúde dos trabalhadores** envolvidos e a **qualidade do produto final**, resultado do procedimento

Avaliação dos Impactos

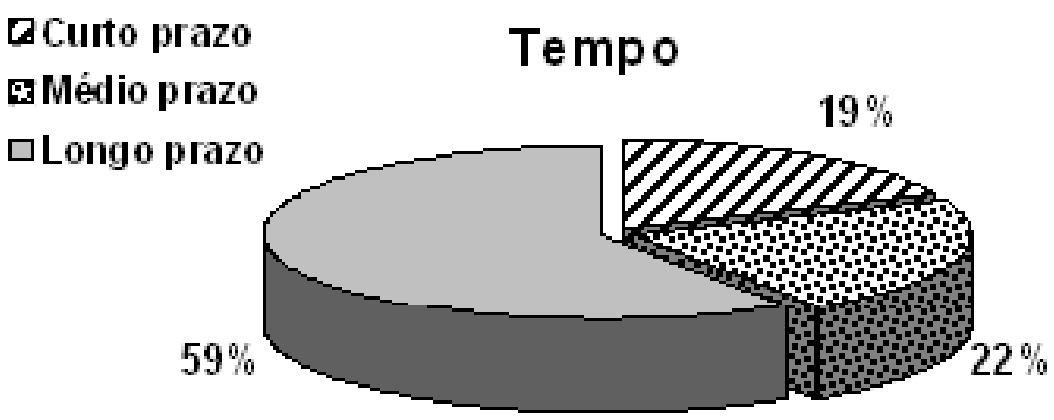


Abrangência:

✓**94%** dos impactos → atinge apenas o próprio **local** da realização

✓ação **regional em 6%** dos impactos → possíveis ganhos econômicos

Avaliação dos Impactos



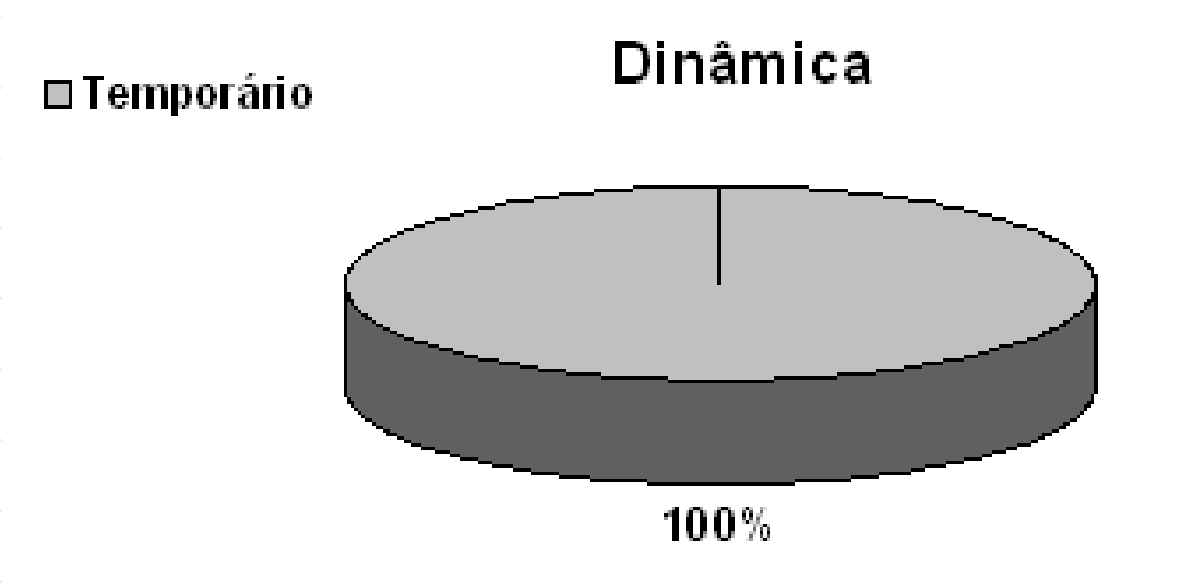
Tempo:

59% teriam manifestação no **longo prazo** → boa possibilidade de implementação de atitudes remediatórias

22% de médio prazo → posicionadas no meio antrópico

19% de curto prazo → caracterizadas pelas emissões de vapores e gases.

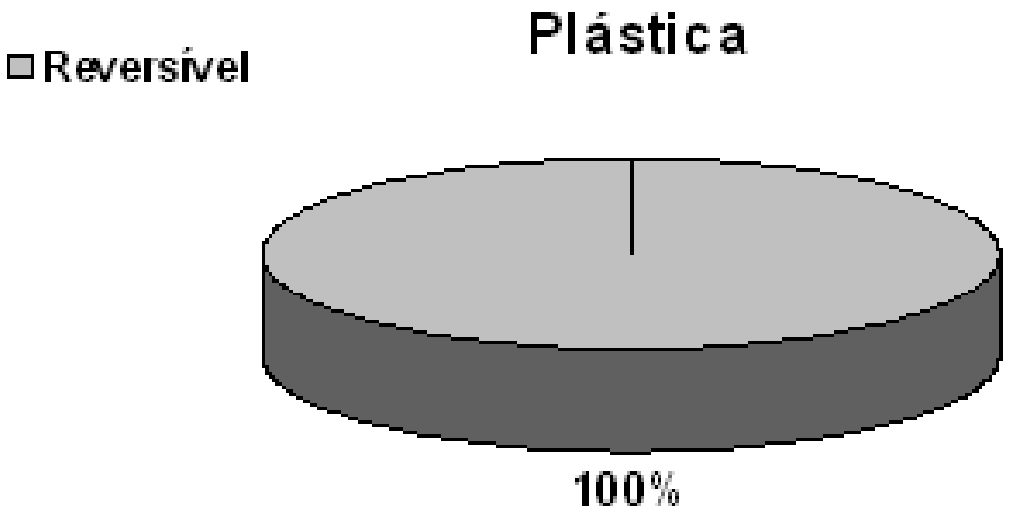
Avaliação dos Impactos



Dinâmica:

100% dos impactos temporários → os efeitos cessam após a finalização do processo

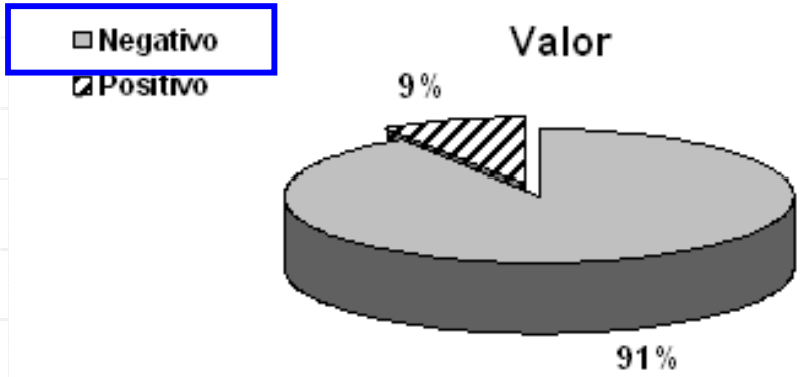
Avaliação dos Impactos

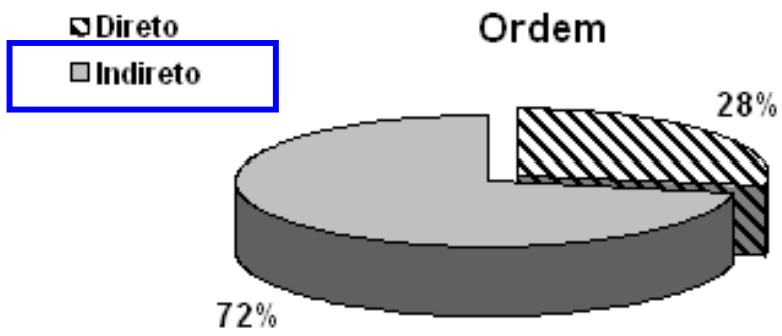


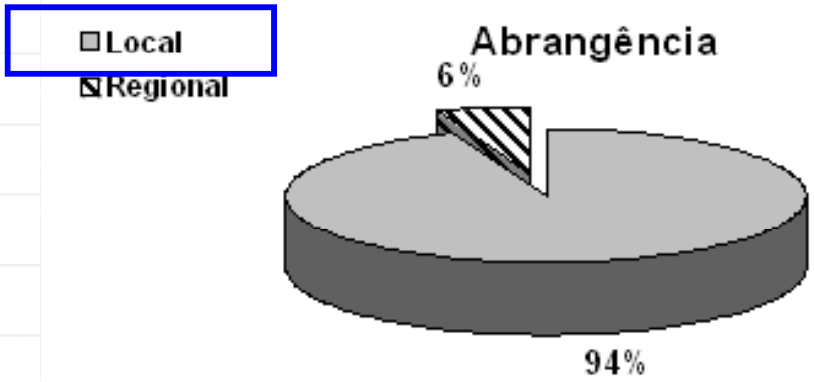
Plástica:

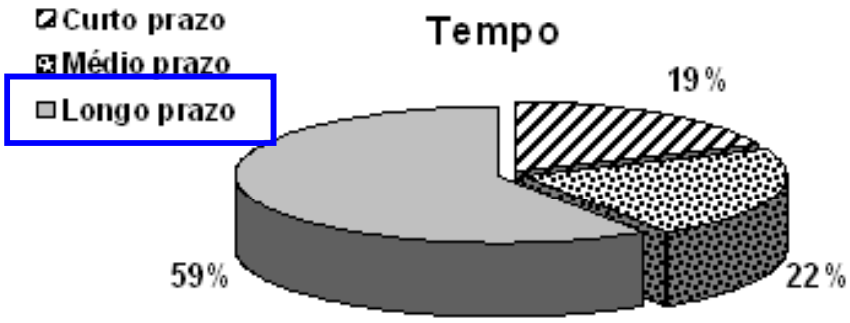
100% reversíveis → cessada a ação, os efeitos desaparecem e a condição original é restabelecida.

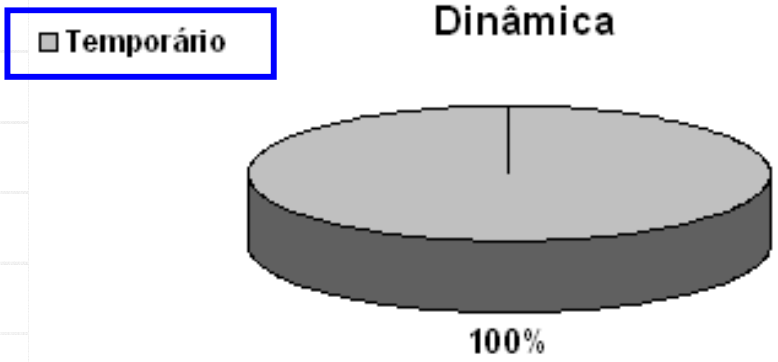
Avaliação dos Impactos

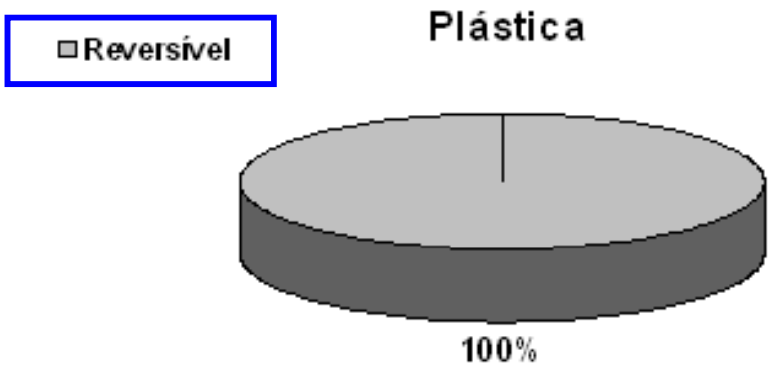












Considerações Finais

UNISC
UNIVERSIDADE DE SANTA CRUZ DO SUL

✓para a redução dos impactos é imprescindível reciclar os solventes e evitar escapes de vapores de diclorometano e, desta forma reduzir as emissões líquidas e gasosas

✓como a finalidade é utilizar o produto de reação em fluidos de corte, os quais apresentam um grande volume de água, é possível eliminar a etapa de secagem ao final do processo
(o que seria necessário para outras aplicações deste produto)

➔o processo é mais limpo, já que a biocatálise reduz o consumo de energia e muitas etapas de purificação, além de viabilizar a reutilização dos insumos

➔ o produto é mais limpo e promissor para substituir as emulsões utilizadas em fluidos de corte

Agradecimentos:
✓FAP-UNISC
✓PIBIT-CNPq
✓PUICvol – UNISC
✓SCT-RS

Referências

Barbieri, J.C., 2007. Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos, 2a ed., Editora Saraiva, São Paulo.

Belluco, W., De Chiffre, L., 2004. Performance evaluation of vegetable-based oils in drilling austenitic stainless steel. Journal of Materials Processing Technology 148, 171-176.

Campanella, A., Rustoy, E., Baldessari, A., Baltanás, M.A., 2010. Lubricants from chemically modified vegetable oils. Bioresource Technology 101, 245-254.

Cheng, C., Phipps, D., Alkhaddar, R.M., 2005. Treatment of spent metalworking fluids. Water Research 39, 4051-4063.

Clarens, A.F., Zimmerman, J.B., Keoleian, G.A., Hayes, K.F., Skerlos, S.J., 2008. Comparison of life cycle emissions and energy consumption for environmentally adapted metalworking fluid systems. Environmental Science & Technology 42, 8534-8540.

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1986. Resolução nº. 1.

Costa, M.V., Chaves, P.S.V., Oliveira, F.C., 2005. Uso das técnicas de avaliação de impacto ambiental em estudos realizados no Ceará. XXVIII Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

De Chiffre, L., Belluco, W., 2000. Comparison of methods for cutting fluid performance testing. CIRP (International Academy for Production Engineering) Annals – Manufacturing Technology 49, 57-60.

Ehran, S.Z., Sharma, B.K., Perez, J.M., 2006. Oxidation and low temperature of vegetable oil-based lubricants. Industrial Crops and Products 24, 292-299.

Referências

Ferraresi, D., 1995. Fundamentos da usinagem dos metais, 2ª ed. Editora Blücher, São Paulo.

Hasan, F., Shah, A.A. Hameed, A., 2005. Industrial applications of microbial lipases. Enzyme and Microbial Technology 31, 235-251.

Hwang, H., Erhan, S.Z., 2006. Synthetic lubricant basestock from epoxidized soybean oil and Guerbet alcohols. Industrial Crops and Products 23, 311-317.

Leopold, L.B., Clarke, F.S., Hanshaw, B., 1971. A procedure for evaluating environmental impact. Geological Survey Circular 645, 1-13.

Mota, S., Aquino, M.D., 2002. Proposta de uma matriz para avaliação de impactos ambientais. VI Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Vitória-ES.

Mukherjee, I., Ray, P.K., 2006. A review of optimization techniques in metal cutting process. Computers & Industrial Engineering 50, 15-34.

Munoz, A.A., Sheng, P., 1995. An analytical approach for determining the environmental impact of machining process. Journal of Materials Processing Technology 53, 736-758.

Oliveira, J.F.G., Alves, S.M., 2007. Adequação ambiental dos processos de usinagem utilizando Produção mais Limpa como estratégia de gestão ambiental. Jornal Produção 17, 129-138.

Pettersson, A., 2007. High-performance base fluids for environmentally adapted lubricants. Tribology International 40, 638-645.

Schneider, R.C.S.; Lara, L.R.S.; Bitencourt, T.B.; Nascimento, M.G.; Nunes, M.R.S., 2009. Chemo-enzymatic epoxidation of sunflower oil methyl esters. Journal of Brazilian Chemistry Society 20, 1473-1477.

Referências

Shashidhara, Y.M., Jayaram, S.R., 2010. Vegetable oils as a potential cutting fluid – an evolution. Tribology International 43, 1073-1081.

Shaw, M., 2005. Metal cutting principles, 2nd ed. Oxford University Press, New York.

Silva, E., 1996. Apostila do curso de Engenharia Florestal - Análise e avaliação de impactos ambientais. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Sokovic, M., Mijanovic, K., 2001. Ecological aspects of the cutting fluids and its influence on quantifiable parameters of the cutting processes. Journal of Materials Processing Technology 109, 181-189.

Theodori, D., Saft, R.J., Krop, H., Van Broekhuizen, P., 2004. Development of criteria for the award of the European Ecolabel to lubricants. IVAM - Research and Consultancy on Sustainability, Amsterdam.

Trent, E.M., Wright, P.K., 2000. Metal cutting, 4nd ed. Butterworth-Heinemann, Boston.

Vollhardt, K.P.C., Schore, N. E., 2004. Química orgânica estrutura e função, 4a ed. Editora Bookman, Porto Alegre.

UNISC – Universidade de Santa Cruz do Sul
Mestrado em Tecnologia Ambiental

Avaliação Ambiental da Produção de Ésteres de Óleo de Girassol Epoxidado Visando o Emprego na Área de Usinagem

Environmental Assessment of the Production of Sunflower Oil Epoxidized Esters seeking Employment in the Machining

Klafke, A.L.; Bock, F.; Schneider, M.; Schneider, R.C.S.; Moraes, J.A.R.