



APRH

ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DOS RECURSOS HÍDRICOS



ABES ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

I SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE
ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

PROCESSAMENTO DO LODO E DOS RESÍDUOS SÓLIDOS
VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DE CURTUMES

António Victor Carreira de Oliveira

Engenheiro Químico Industrial (IST)

Técnico Superior da Direcção-Geral da Qualidade (M.I.E.)

Lisboa - Portugal

RESUMO

Pretende-se com esta comunicação, efectuar uma abordagem sistematizada da caracterização, quantificação e valorização dos resíduos sólidos provenientes da indústria de curtumes.

Após situar a indústria de curtumes no contexto da indústria transformadora portuguesa, realçando-se o seu impacte ambiental, efectua-se a classificação e caracterização dos resíduos sólidos nela originados.

Apresenta-se de seguida uma estimativa quantitativa dos mesmos.

Tendo em vista a sua valorização, sistematizam-se os processos de transformação a que podem ser submetidos, bem como as aplicações industriais preconizadas para os materiais obtidos, abordando-se, ainda, a valorização energética por incineração e a recuperação do crómio nas cinzas.

1 - INTRODUÇÃO

A indústria de curtumes apresenta-se como um dos sectores da indústria transformadora portuguesa com maiores impactes ambientais.

Estes resultam fundamentalmente de:

- Efluentes líquidos
- Resíduos sólidos

ambos em quantidades elevadas e fortemente poluidores.

A elevada quantidade de efluentes líquidos tem origem nas operações de solubilização inerentes aos processos de transformação das peles em couro, as quais exigem elevadas quantidades de água, que posteriormente são rejeitadas.

Os resíduos sólidos resultam do facto de o rendimento dos processos de transformação das peles em couro ser baixo - em média 40 a 50% - nos quais as operações mecânicas contribuem fortemente para a produção dos mesmos.

Naturalmente que os baixos rendimentos de utilização da matéria-prima, têm incidências directas nos custos de produção, originando ainda encargos adicionais para as unidades industriais, relativamente à eliminação dos resíduos sólidos por elas produzidos.

É de salientar, contudo, que a eliminação dos resíduos sólidos da indústria de curtumes põe problemas específicos, devido às suas quantidades e características próprias, não tendo sido ainda encontrada uma solução de forma a resolver cabalmente os inconvenientes provocados.

Assim, qualquer tentativa de transformação destes resíduos deve ter por objectivo a sua conversão em matéria-prima para outras indústrias.

Visa-se assim, a par da eliminação de uma importante fonte de poluição do meio ambiente, o aumento dos recursos naturais disponíveis tão necessários e importantes no momento actual, com as vantagens de natureza económica associadas a um tal procedimento.

Para a realização de um sistema industrial baseado no re-uso recíproco de matérias-primas secundárias, assume um papel de primordial importância a gestão da informação, por forma a possibilitar a divulgação e integração, entre indústrias de sectores diferentes, das disponibilidades e potencialidades das "novas" matérias-primas e a investigação aplicada, a qual dará origem a novos processos de aproveitamento e valorização (14).

A indústria de curtumes portuguesa dispõe actualmente, e com vista à minimização do seu impacte no meio ambiente, de um projecto de recuperação e reutilização de matérias-primas - caso do projecto de Recuperação do Crómio dos banhos residuais a instalar em Alcanena (7) - a qual irá permitir, quando em funcionamento, para além da vantagem de natureza económica associada à recuperação de matérias-primas em si mesma, a optimização do funcionamento da Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR), já instalada em Alcanena.

No tocante aos resíduos sólidos verifica-se que, mesmo nos países de tecnologias mais desenvolvidas, a percentagem de aproveitamento e valorização ainda é reduzida. Novos processos e hipóteses são continuamente referenciados, mas são poucos os que se concretizam à escala industrial, por razões de custos e de mercado. Em Itália, país de relevo no sector industrial de curtumes, apenas 20% dos resíduos são valorizados (15).

Em Portugal, onde a indústria de curtumes possui boa implantação, as soluções adoptadas para a resolução do problema posto pelos resíduos sólidos, são insuficientes para o solucionar completamente, visando as mesmas quase exclusivamente a eliminação dos mesmos, sendo insignificante a quantidade de resíduos sólidos efectivamente submetida a transformação e valorização.

Contudo, as iniciativas existentes são positivas e novas perspectivas interessantes estão surgindo, levadas a efeito por particulares, as quais a concretizarem-se poderão melhorar substancialmente a situação no futuro.

No presente trabalho sobre a situação portuguesa, far-se-á o estudo comparativo a nível nacional e na região de Alcanena, pólo de maior implantação e desenvolvimento da indústria de curtumes em Portugal, no concernente à produção de curtidos, geração de resíduos sólidos, soluções adoptadas para a eliminação e valorização dos mesmos.

Efectua-se de uma forma resumida a classificação e caracterização dos resíduos sólidos. Em seguida apresenta-se uma estimativa quantitativa da produção futura estimada de resíduos sólidos.

Sistematizam-se os processos tecnológicos de transformação a que podem ser submetidos os resíduos, incluindo a valorização energética, assim como as aplicações industriais preconizadas para os materiais obtidos, citando também a experiência internacional nestes domínios.

2 - A INDÚSTRIA DE CURTUMES EM PORTUGAL

A indústria de curtumes apresenta-se como um sector intermédio, tendo a montante a pecuária e a jusante as indústrias de transformação de peles, designadamente vestuário em pele, marroquinaria, mobiliário, luvaria, destacando-se pela sua importância a indústria do calçado, a qual absorve 70% da produção nacional da indústria de curtumes (2).

A importância do sector industrial dos curtumes no conjunto da indústria transformadora portuguesa é fraca, contribuindo somente com 0,63% para o valor bruto da produção (V.B.P.) e com 0,47% para o volume de emprego (11). Esta situação, é contudo, alterada se se considerar a indústria de curtumes integrada nas indústrias de transformação de peles.

Apresentam-se no Quadro 1 as características da indústria de curtumes portuguesa, verificando-se que relativamente às fontes inquiridas, respectivamente Instituto Nacional de Estatística (11) e Associação Portuguesa dos Industriais de Curtumes (2), existirem algumas discrepâncias nos valores encontrados para o número de estabelecimentos industriais existentes (ambos referidos ao ano de 1981).

Contudo, e considerando os dados estatísticos (11), por serem mais completos, podemos concluir que a indústria de curtumes em Portugal é constituída por 115 estabelecimentos industriais, distribuídos pela maioria dos distritos do país destacando-se, contudo, duas zonas principais de implantação: o distrito de Santarém, em primeiro lugar, com 73 estabelecimentos activos (63,5%), e o distrito do Porto com 14 estabelecimentos activos (12,2%). Estes dois distritos são responsáveis por aproximadamente 90% da produção nacional da indústria de curtumes.

De notar, todavia, que no distrito de Santarém predomina a pequena indústria (19,2 empregados /estabelecimento) enquanto que no distrito do Porto predomina a média indústria (76,7 empregados/estabelecimento).

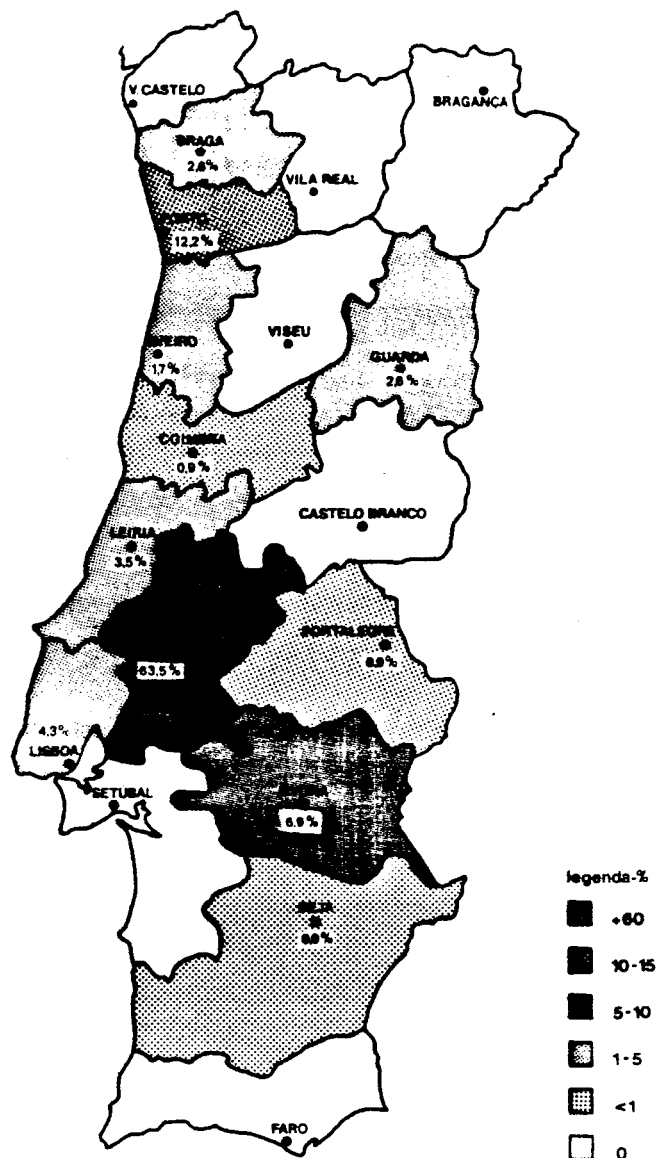
Apresenta-se no Mapa 1 a distribuição (em % distrital) das unidades industriais

de curtumes em portugal.

QUADRO 1 - CARACTERÍSTICAS DA INDÚSTRIA DE CURTUMES PORTUGUESA

DISTRITO	INSTITUTO NACIONAL ESTATISTICA					ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA INDUSTRIAIS DE CURTUMES	
	Nº de Estabelecimentos activos	z	Nº de Empregados	V.B.P. (contos)	Nº de Empregados por Estabelecimento	Nº de Estabelecimentos	z
AVEIRO	2	1,7	—	—	—	2	1,5
BEJA	1	0,9	—	—	—	1	0,8
BRAGA	3	2,6	128	193.522	42,6	3	2,3
COIMBRA	1	0,9	—	—	—	1	0,8
ÉVORA	8	6,9	31	8.869	3,9	4	3,0
GUARDA	3	2,6	75	165.936	25	3	2,3
LEIRIA	4	3,5	107	217.353	26,8	6	4,5
LISBOA	5	4,3	310	378.970	62	6	4,5
PORTALEGRE	1	0,9	—	—	—	1	0,8
PORTO	14	12,2	1.074	2.936.138	76,7	19	14,4
SANTARÉM	73	63,5	1.399	2.808.343	19,2	86	65,1
TOTAL	115	100,0	3.298	6.992.041	28,7	132	100,0

MAPA 1 - Distribuição das unidades industriais de curtumes em portugal (% distritais)



A indústria de curtumes portuguesa dedica-se quase exclusivamente à curtimenta de peles sem cabelo, sendo reduzido o número de estabelecimentos industriais que se dedicam à curtimenta de peles com cabelo (2).

As matérias-primas (peles) utilizadas são as provenientes dos bovinos, equídeos, ovinos e caprinos. Dado que a produção nacional das mesmas não consegue satisfazer senão em cerca de 25% as necessidades da indústria de curtumes, a mesma vê-se obrigada a recorrer à importação de peles em bruto.

Por outro lado, é de referir também que a quase totalidade dos produtos químicos utilizados pela indústria de curtumes são de origem estrangeira.

Encontram-se resumidas, respectivamente nos Quadros 2 e 3 (11), as matérias-primas (peles) consumidas pela indústria de curtumes no ano de 1981 bem como a produção de peles referente ao mesmo ano.

QUADRO 2 - MATÉRIAS-PRIMAS (PELES) CONSUMIDAS PELA INDÚSTRIA DE CURTUMES (ANO DE 1981)

PFLES		QUANTIDADE
BOVINOS	Verdes	28.154 Ton.
	Secas	2.353 Ton.
OVINOS E CAPRINOS		1,734.10 ⁶ Peles
EQUÍDEOS		400 Ton.
OUTRAS ESPÉCIES		329.10 ³ Peles
(CROUPONS, BARRIGAS, ESPALDARES)		1.215 Ton.

QUADRO 3 - PRODUÇÃO DA INDÚSTRIA DE CURTUMES (ANO DE 1981)

DESIGNAÇÃO	QUANTIDADE
Couros vendidos a peso	1.940 Ton
Couros vendidos por medida: vacas, vitelos, equídeos (incluindo os crôutes)	7,048.10 ⁶ m ²
Ovinos e Caprinos	1,131.10 ⁶ m ²
Outros	80.10 ³ m ²
Peles de ovinos curtidas com lã	114.10 ³ m ²

Admitindo que o rendimento de transformação das peles em couro curtido, segundo a curtimenta vegetal, é de 480 Kg/Ton. de pele em bruto (8), estima-se em 200m²/Ton. de pele em bruto consumida, o rendimento das peles curtidas ao crômio da indústria de curtumes portuguesa, situação esta semelhante à verificada em França (178 m²/Ton de pele) país onde a indústria de curtumes apresenta forte implantação.

No que se refere à exportação directa de curtidos, ela é praticamente nula, dado que as indústrias utilizadoras absorvem a quase totalidade da produção nacional. Porém, a exportação indirecta é bastante significativa, se atendermos a que a indústria de calçado é o principal cliente da indústria de curtumes (absorvendo, como se disse, cerca de 70% da sua produção), e que a maior parte do calçado se destina à exportação. Quanto à exportação indirecta no sector do vestuário e mobiliário, ela é pouco significativa (2).

Apresenta-se ainda no quadro 4 (11), a energia consumida pela indústria de curtumes no ano de 1981.

Conclui-se que as principais fontes energéticas utilizadas são a lenha e resíduos vegetais e o fuel-oil, face ao baixo preço do mercado, apresentando também o consumo de electricidade um valor acentuado.

QUADRO 4 - ENERGIA CONSUMIDA PELA INDÚSTRIA DE CURTUMES (ANO DE 1981)

TIPO DE COMBUSTÍVEL	QUANTIDADE (Ton)	PODER CALORÍFICO ESTIMADO (PCS) (Kcal/Kg)	ENERGIA CONSUMIDA (Kcal)
Carvão mineral	20	6.800	136.10 ⁶
Lenha e resíduos vegetais	10.340	3.000	31.020.10 ⁹
Outros combustíveis sólidos	78	-	-
Fuel-oil	5.477	10.100	55.318.10 ⁹
Electricidade	20.459.10 ⁶ Kwh	-	-

Não se apresentam, por não se encontrarem ainda disponíveis, os dados referentes a anos posteriores a 1981.

3 - RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DE CURTUMES

3.1 - CLASSIFICAÇÃO E CARACTERÍSTICAS

A tecnologia da indústria de curtumes consiste num conjunto de operações químico-físicas e mecânicas, as quais permitem transformar as peles brutas dos animais, de rápida degradação, numa forma estável e duradoura, convencionalmente designada por "couro".

O processo de transformação das peles inicia-se com a operação designada por molho, a qual tem por objectivo a remoção dos sais solúveis e dos resíduos susceptíveis de degradação e conduzir a pele ao seu estado natural de hidratação, repondo-lhe a água que perdeu aquando do processo de conservação.

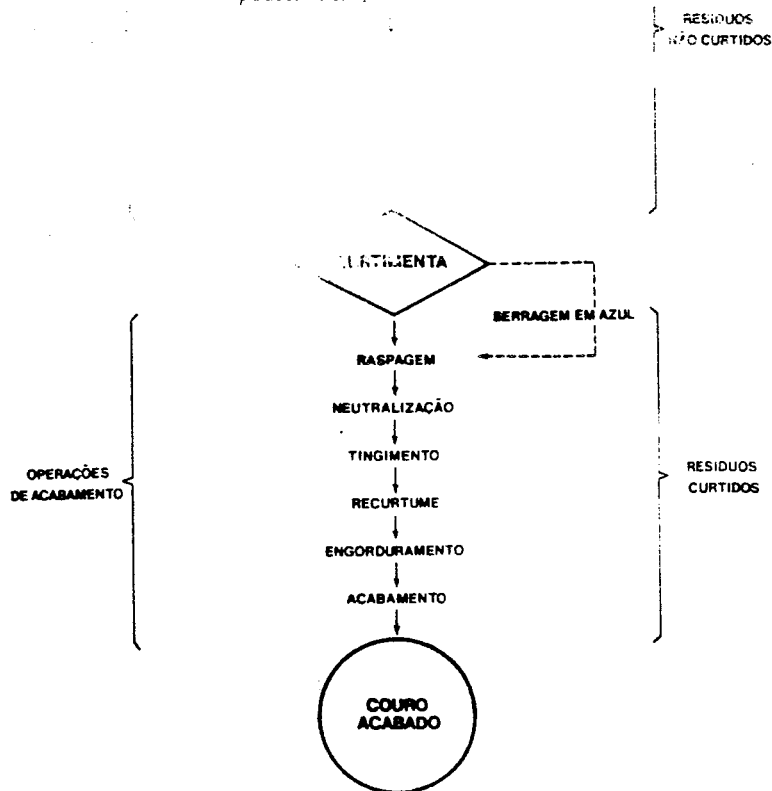
Em seguida, passa-se à eliminação e remoção dos pêlos e do sistema epidérmico, pela acção combinada de sulfureto de sódio e da cal, em fulão. Seguem-se depois, outras operações tais como, a descarnagem que remove o tecido sub-cutâneo, a neutralização (parcial) por meio de ácidos fracos, tais como os sais de amónia e a confitagem, que limpa a estrutura da pele. Finalmente surge a piquelagem, que tem por objectivo preparar as fibras da pele com vista a facilitar a penetração dos compostos curtidores. Este primeiro conjunto de operações designa-se por "Operações de Ribeira" e antecede a operação de curtimenta propriamente dita.

A "curtimento" é a operação central de transformação das peles em couro, sendo ela que vai modificar a estrutura do colagénio - proteína constituinte da pele animal - de uma forma irreversível, através da reticulação das suas fibras, obtendo-se deste modo um material imputrescível - o couro.

Os vários métodos existentes para a realização da operação de curtimenta, diferem entre si no agente químico utilizado. Assim, os principais são as curtimentas ao cromo, vegetal, ao alumínio, com aldeídos, ao óleo, com produtos sintéticos e as chamadas curtimentas combinadas.

Os critérios que podem condicionar a selecção do método de curtimenta a empregar são vários, destacando-se, pela sua importância, o destino e o uso das peles a curtir, assim como o nível de qualidade exigido (14).

À operação de curtimenta segue-se o conjunto das operações de acabamento, que compreendem a raspagem, a neutralização, o tingimento, o recurtume, o engorduramento e o acabamento propriamente dito.



Os resíduos sólidos da indústria de curtumes podem ser classificados segundo a sua natureza estrutural em duas categorias (ver Esquema 1), tendo como referência a operação principal de transformação da pele - "Curtimenta":

- Resíduos Não Curtidos
- Resíduos Curtidos

Os resíduos não curtidos resultam assim da primeira fase do processo de transformação das peles, designadas por "Operações de Ribeira". São constituídas por resíduos e recortes em pêlo, carnazes e resíduos de serragem em tripa. A percentagem deste tipo de resíduos oscila entre 18 a 25%, dependendo do tipo de pele e do processo (3), (6), (8), (12) e (15).

Os resíduos curtidos têm origem nas operações ditas de acabamento e distinguem-se dos primeiros por apresentarem uma estrutura estabilizada, serem muito menos biodegradáveis e conterem compostos tanantes e produtos de acabamento. A sua percentagem é idêntica à dos resíduos não curtidos, sendo igualmente afectada pelos mesmos factores.

Salienta-se, que simultaneamente às modificações na estrutura do colagénio atrás referidas, ocorrem ainda alterações físicas e mecânicas.

Estas actuam de uma forma acentuada sobre as propriedades dos resíduos, o que se apresenta relevante quando se tem em vista o seu aproveitamento e valorização.

Assim, para além da classificação de natureza estrutural efectuada, e tendo em vista uma melhor caracterização dos resíduos, temos de atender às suas características químicas, na medida em que elas estão na base de potenciais domínios de valorização dos resíduos.

Pode-se então, relativamente à composição química, referir que de um modo geral todos os resíduos são constituídos por compostos orgânicos ricos em proteínas, gorduras, sais minerais e água (3).

A distribuição dos resíduos em quantidade e qualidade, depende do estágio de trans formação das peles, o que ocasiona variações na sua constituição química.

No Quadro 5 apresenta-se uma composição química destes resíduos, a qual evidencia os componentes mais significativos.

QUADRO 5 - COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

TIPO DE RESÍDUO COMPOSIÇÃO	Resíduos em pêlo		Carnazes	Recorte em tripa	Raspas Azuis (bocados)	Raspas Azuis (Serragem ao crómio)	Raspas Finais
	Salgados	Secos					
Humidade (%)	45	20	80	75	45	40	25
Azoto (%)	5	12	1,8	4,0	8,0	8,5	12
Gorduras (%)	5	8	7	1	1	1	6
Substâncias Minerais (%)	15	15	3	2	9	10	6
Cr ³⁺ (%)	-	-	-	-	1,9	2,0	2,5

Realça-se que, de um modo geral, todos os tipos de resíduos são ricos em azoto, facto este que resulta da constituição intrínseca do tecido da pele animal, que como vimos anteriormente assenta na proteína - colagénio.

3.2 - ESTIMATIVA DE PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

No presente sub-capítulo, apresenta-se uma estimativa da produção futura de resíduos sólidos da indústria de curtumes. Esta foi elaborada, considerando em primeiro lugar a indústria de curtumes a nível nacional e em segundo lugar a região de Alcanena, atendendo à elevada concentração existente naquela região.

3.2.1 - A NÍVEL NACIONAL

Apresentam-se no Quadro 6, os consumos de pelarias verificados na indústria de curtumes portuguesa entre os anos de 1975 e 1981 (11).

QUADRO 6 - CONSUMOS DE PELARIA EM PORTUGAL

TIPO DE PELARIA ANO	BOVINOS		EQUÍDEOS (Ton)	ESPALDARES, CROUPONS BARRIGAS (Ton)	OVINOS E CA- PRINOS (nº de Peles)
	VERDES (Ton)	SECOS (Ton)			
1975	17.564	1.210	456	852	1.453.10 ³
1976	19.242	2.389	450	912	1.489.10 ³
1977	22.887	2.742	493	1.527	1.529.10 ³
1978	23.481	2.964	389	1.352	1.788.10 ³
1979	23.375	3.019	418	1.363	1.796.10 ³
1980	24.935	3.039	566	1.320	1.289.10 ³
1981	28.154	2.353	400	1.215	1.734.10 ³

Com base nos valores indicados, elaboramos uma estimativa aproximada dos consumos de peles da indústria de curtumes, recorrendo para o efeito a determinados factores de conversão (8).

Assim, e no que respeita às peles de bovinos (incluindo espaldares, croupons e barrigas) e equídeos, admitiu-se que as fases de conservação por salgagem e por secagem, provocam uma diminuição em relação ao peso da pele em bruto de 10% e 60%, respectivamente.

Apresenta-se no Quadro 7, o peso em bruto equivalente das peles de bovinos e equídeos, após aplicação das conversões mencionadas.

QUADRO 7 - PESO EM BRUTO EQUIVALENTE DE PELES DE BOVINOS E EQUÍDEOS

ANO	Peso em bruto equivalente (Bovinos e Equídeos) (Ton/ano)
1975	24.006
1976	28.866
1977	34.530
1978	35.434
1979	35.498
1980	37.400
1981	38.959

No Gráfico 1 e no Quadro 8, apresenta-se uma estimativa dos futuros consumos de peles de bovinos (incluindo espaldares, croupons e barrigas) e equídeos, expressos em peso bruto equivalente por ano.

No Gráfico 2 e no Quadro 9, apresenta-se uma estimativa dos consumos de peles de ovinos e caprinos, expressa em número de peles por ano.

Tomando para base o consumo estimado para 1984 de peles de bovinos e equídeos, que consta do Quadro 8, e adoptando as percentagens de produção de resíduos da referência bibliográfica (8), apresenta-se no Quadro 10, uma estimativa da produção de resíduos sólidos a nível nacional, obtida a partir das peles de bovinos e equídeos.

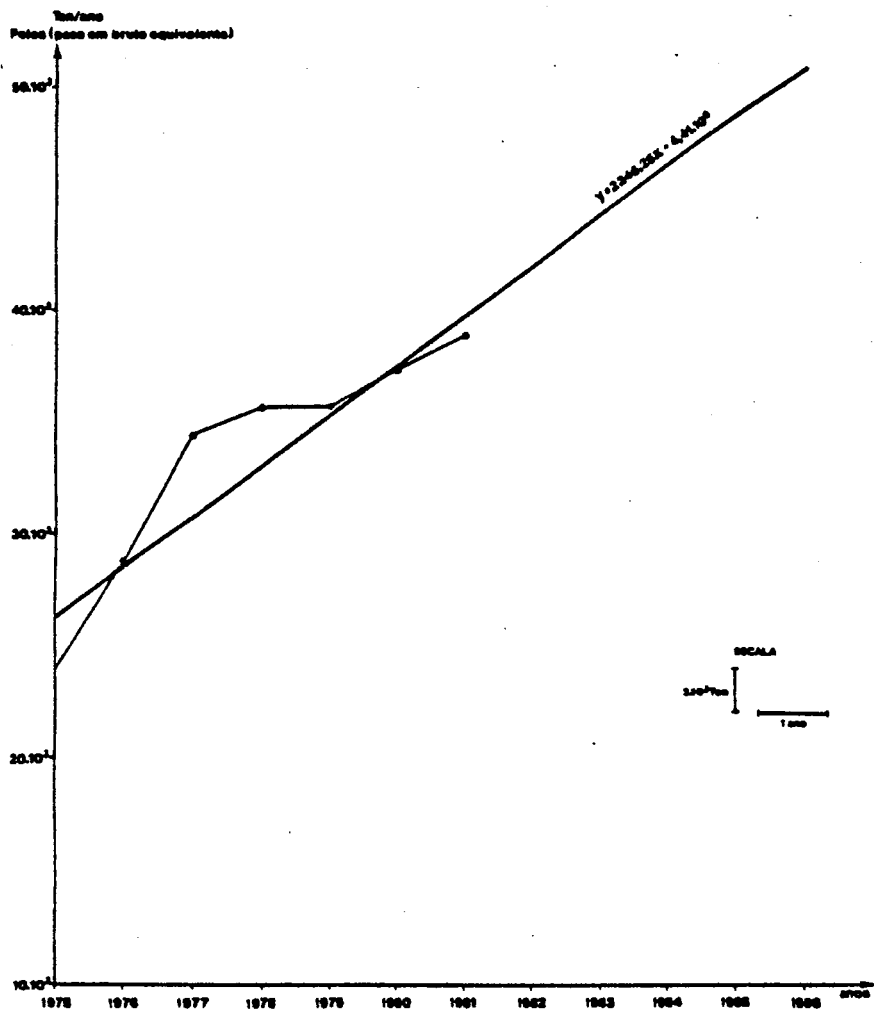
No Gráfico 3, visualiza-se a distribuição percentual de resíduos totais (não curtidos + curtidos), que constam do quadro anterior.

No Quadro 11 e no Gráfico 4, apresenta-se a distribuição percentual relativa da produção estimada de resíduos não curtidos a nível nacional, para o ano de 1984.

No Quadro 12 e no Gráfico 5, apresenta-se a distribuição percentual relativa da produção de resíduos curtidos e nível nacional, estimada para o ano de 1984.

Finalmente, e seguindo a sequência de cálculo idêntica à anteriormente enunciada (para o ano de 1984), mostra-se no Quadro 13, a evolução estimada da produção de resíduos sólidos da indústria de curtumes portuguesa.

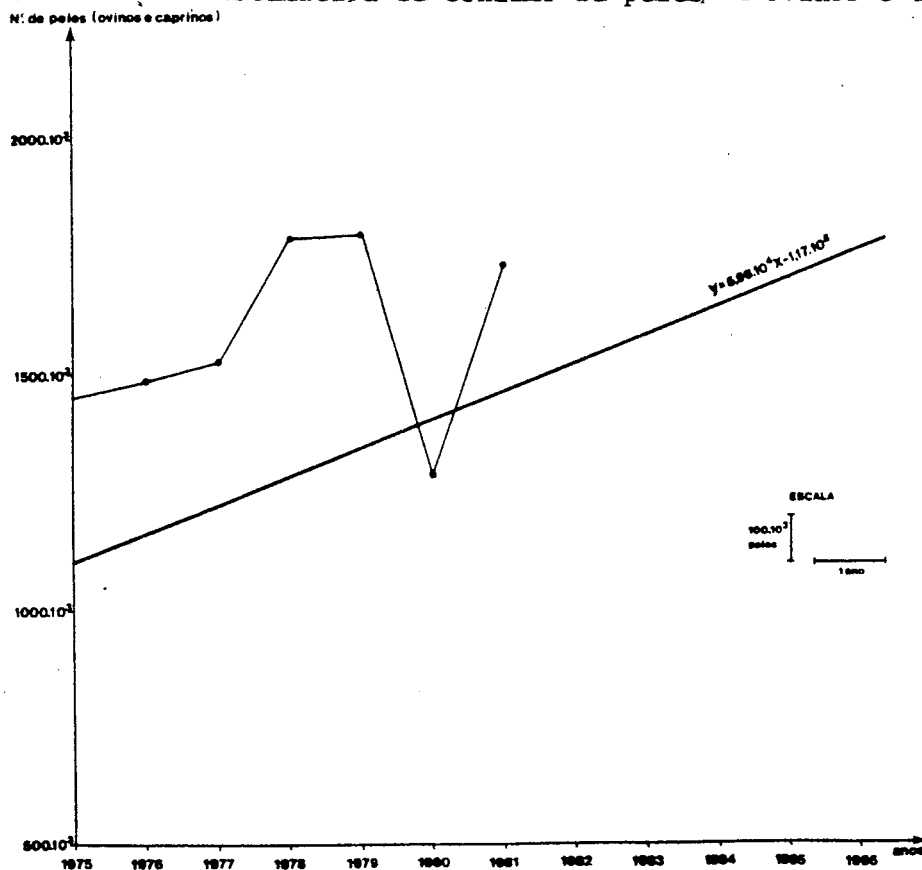
GRÁFICO 1 - Estimativa de consumo de peles de bovinos e equídeos



QUADRO 8 - ESTIMATIVA DE CONSUMO DE PELES DE BOVINOS E EQUÍDEOS - 1982 a 1990

ANO	Peso em bruto equivalente estimado (Ton/ano)
1982	42.068
1983	44.314
1984	46.560
1985	48.806
1986	51.053
1987	53.299
1988	55.545
1989	57.792
1990	60.038

GRÁFICO 2 - Estimativa de consumo de peles de ovinos e caprinos



QUADRO 9 - ESTIMATIVA DE CONSUMO DE PELES DE OVINOS E CAPRINOS - 1982 a 1990

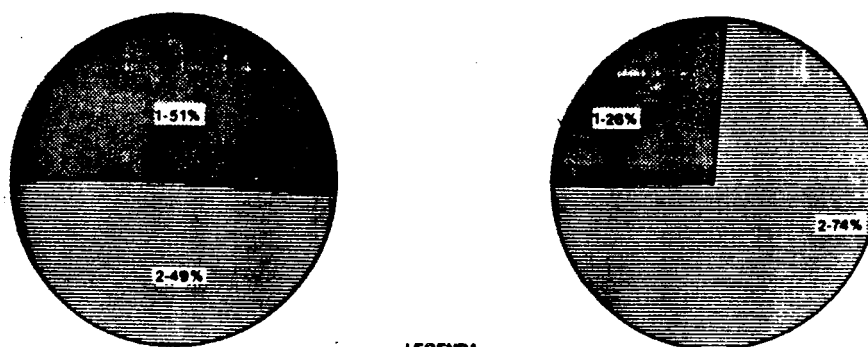
ANO	Nº Peles de Ovinos e caprinos consumo estimado
1982	1523.10 ³
1983	1583.10 ³
1984	1643.10 ³
1985	1703.10 ³
1986	1763.10 ³
1987	1823.10 ³
1988	1882.10 ³
1989	1942.10 ³
1990	2002.10 ³

QUADRO 10 - ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS A PARTIR DE PELES DE BOVINOS E EQUÍDEOS (Base: 46.560 Ton. de peles em bruto; Ano : 1984)

TIPOS DE RESÍDUOS		% RESÍDUOS	% HUMIDADE	EM BRUTO (Ton)	%	EM SECO (Ton)	%
NÃO CURTIDOS	Resíduos em pêlo	1,5	62	523,8	4	199,1	3
	Carnazes	13,9	80	4.853,9	35	970,8	16
	Serragem em tripa	4,8	75	1.676,2	12	419,1	7
	Total (1)	20,2	-	7.053,9	51	1.589,0	26
CURTIDOS	Raspas Azuis (serragem)	6,9	45	2.409,5	17	1.325,2	22
	Raspas Azuis (bocados)	6,5	40	2.269,8	16	1.361,9	23
	Raspas de curtume vegetal	4,9*	45	171,1	1	94,1	2
	Raspas de produto final	4,7	18	1.641,3	12	1.345,8	22
	Outros	1,0	15	349,2	3	296,8	5
	Total (2)	24,0	-	6.840,9	49	4.423,8	74
TOTAL GLOBAL [(1) + (2)]		44,2	-	13.894,8	100	6.012,8	100

* Considerou-se que 10% da produção corresponde à curtimenta vegetal.

GRÁFICO 3 - Distribuição percentual de resíduos totais (não curtidos + curtidos) em bruto em seco



LEGENDA

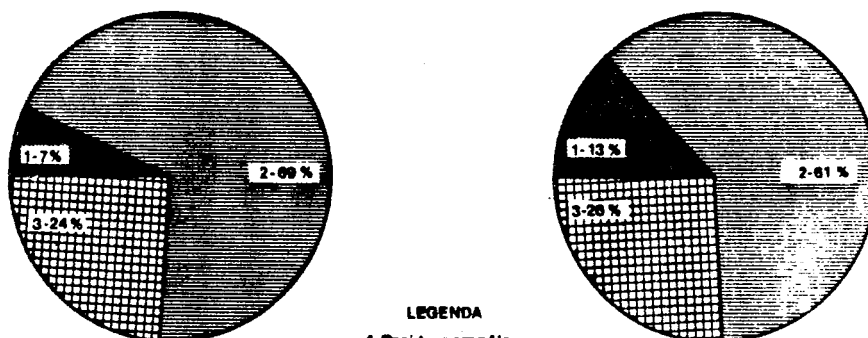
1-Resíduos não curtidos

2-Resíduos curtidos

QUADRO 11 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL RELATIVA DE RESÍDUOS NÃO CURTIDOS

RESÍDUOS NÃO CURTIDOS	EM BRUTO (Ton)	% relativa	EM SECO (Ton)	% relativa
Resíduos em pêlo	698,4	7	265,4	13
Carnazes	6.471,8	69	1.294,4	61
Serragem em tripa	2.234,9	24	558,7	26
TOTAL	9.405,1	100	2.118,5	100

GRÁFICO 4 - Distribuição percentual relativa de resíduos não curtidos em bruto em seco



LEGENDA

1-Resíduos em pêlo

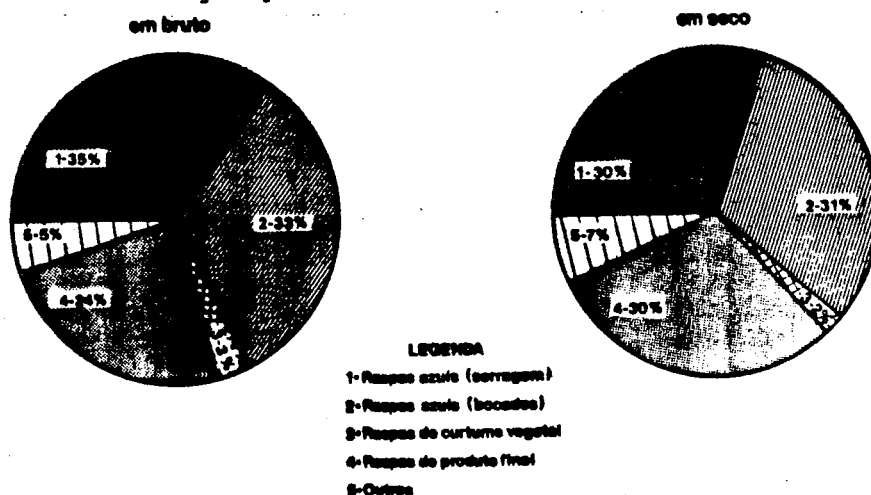
2-Carnazes

3-Serragem em tripa

QUADRO 12 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL RELATIVA DE RESÍDUOS CURTIDOS

RESÍDUOS CURTIDOS	EM BRUTO (Ton)	% relativa	EM SECO (Ton)	% relativa
Raspa Azuis (serragem)	3.212,6	35	1.766,9	30
Raspa Azuis (bocados)	3.026,4	33	1.815,9	31
Raspa de curtume vegetal	228,1	3	125,5	2
Raspa de produto final	2.188,3	24	1.794,4	30
Outros	465,6	5	395,8	7
TOTAL	9.121,0	100	5.898,5	100

GRÁFICO 5 - Distribuição percentual relativa de resíduos curtidos



QUADRO 13 - EVOLUÇÃO ESTIMADA DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DE CURTUMES (A PARTIR DE PELES DE BOVINOS E EQUÍDEOS)

ANO	CONSUMO PELES ESTIMADO Ton/ano	RESÍDUOS NÃO CURTIDOS		RESÍDUOS CURTIDOS		TOTAL RESÍDUOS	
		EM BRUTO Ton/ano	EM SECO Ton/ano	EM BRUTO Ton/ano	EM SECO Ton/ano	EM BRUTO Ton/ano	EM SECO Ton/ano
1984	45.560	9.405,1	2.118,5	9.121,0	5.898,5	18.525,1	8.017,0
1985	48.805	9.858,8	2.220,7	9.551,2	6.182,9	19.420,0	8.403,5
1986	51.053	10.312,7	2.322,9	10.001,3	6.457,7	20.314,0	8.790,6
1987	53.299	10.755,5	2.425,1	10.441,3	6.752,1	21.207,8	9.177,2
1988	55.545	11.220,2	2.527,3	10.881,2	7.036,7	22.101,4	9.554,0
1989	57.792	11.674,0	2.629,5	11.321,4	7.321,4	22.995,4	9.950,9
1990	60.038	12.127,7	2.731,8	11.761,5	7.605,9	23.889,2	10.337,7

3.2.2 - NA REGIÃO DE ALCANENA

Admitindo que a indústria de curtumes implantada na região de Alcanena é responsável por aproximadamente 75% da produção nacional desta actividade transformadora, o que corresponde a um consumo de cerca de 34.920 toneladas de peles de bovinos e equídeos (75% do consumo estimado para o ano de 1984), apresenta-se no Quadro 14, a respectiva estimativa de produção de resíduos sólidos nesta região.

No Gráfico 6, visualiza-se a distribuição percentual de resíduos totais (não curtidos + curtidos), que constam do quadro anterior.

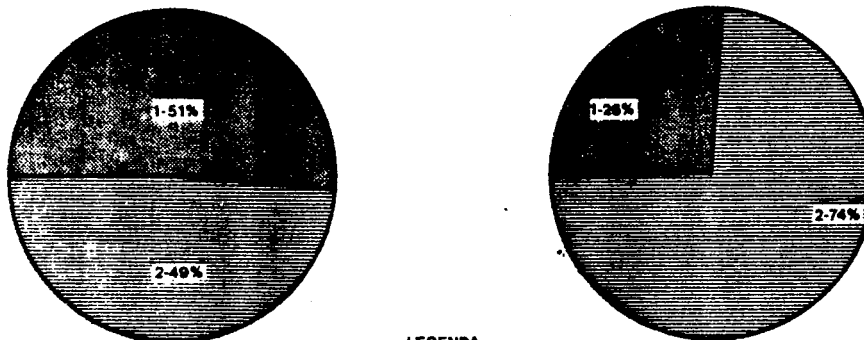
No Quadro 15 e no Gráfico 7, apresenta-se a distribuição percentual relativa da produção estimada de resíduos não curtidos na região de Alcanena, para o ano de 1984.

QUADRO 14 - ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS A PARTIR DE PELES DE BOVINOS E EQUÍDEOS (Base: 34.920 Ton. de peles em bruto; Ano: 1984), NA REGIÃO DE ALCANENA

TIPOS DE RESÍDUOS		% RESÍDUOS	% HUMIDADE	EM BRUTO (Ton)	%	EM SECO (Ton)	%
NÃO CURTIDOS	Resíduos em pêlo	1,5	62	523,8	4	199,1	3
	Carnazes	13,9	80	4.853,9	35	970,8	16
	Serragem em tripa	4,8	75	1.676,2	12	419,1	7
	Total (1)	20,2	-	7.053,9	51	1.589,0	26
CURTIDOS	Raspas Azuis (serragem)	6,9	45	2.409,5	17	1.325,2	22
	Raspas Azuis (bocados)	6,5	40	2.269,8	16	1.361,9	23
	Raspas de curtume vegetal	4,9*	45	171,1	1	94,1	2
	Raspas de produto final	4,7	18	1.641,3	12	1.345,8	22
	Outros	1,0	15	349,2	3	296,8	5
	Total (2)	24,0	-	6.840,9	49	4.423,8	74
TOTAL GLOBAL [(1) + (2)]		44,2	-	13.894,8	100	6.012,8	100

* Considerou-se que 10% da produção corresponde à curtimenta vegetal.

GRÁFICO 6 - Distribuição percentual de resíduos totais (não curtidos + curtidos) em bruto em seco



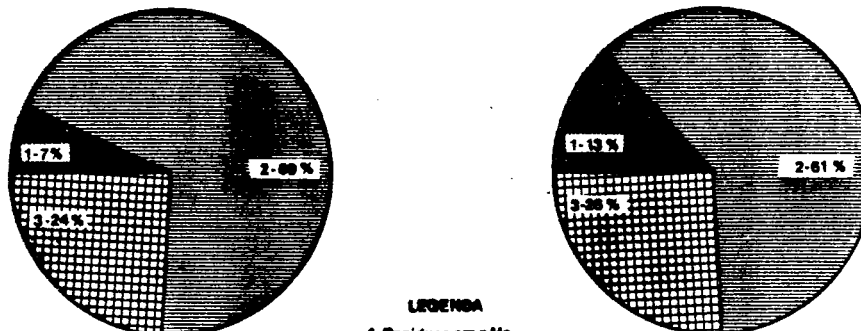
LEGENDA

- 1-Resíduos não curtidos
- 2-Resíduos curtidos

QUADRO 15 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL RELATIVA DE RESÍDUOS NÃO CURTIDOS NA REGIÃO DE ALCANENA

RESÍDUOS NÃO CURTIDOS	EM BRUTO (Ton)	% relativa	EM SECO (Ton)	% relativa
Resíduos em pêlo	523,8	7	199,1	13
Carnazes	4.853,9	69	970,8	61
Serragem em tripa	1.676,2	24	419,1	26
TOTAL	7.053,9	100	1.589,0	100

GRÁFICO 7 - Distribuição percentual relativa de resíduos não curtidos em bruto em seco



LEGENDA

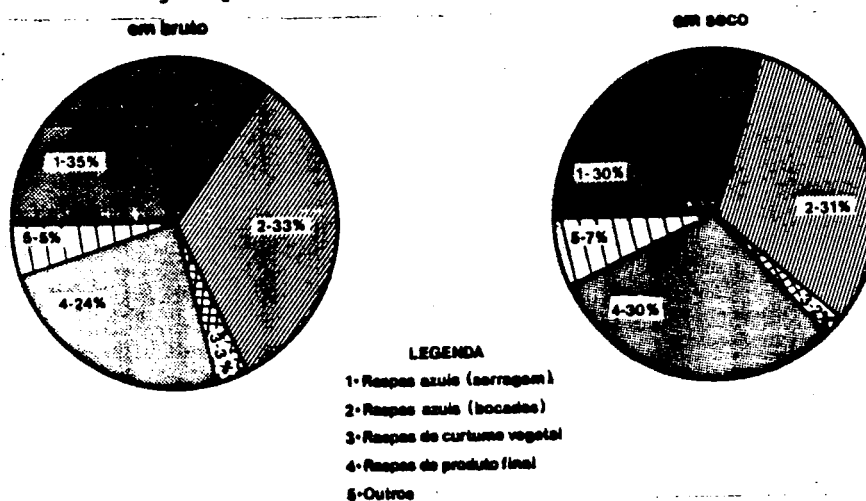
- 1-Resíduos em pêlo
- 2-Carnazes
- 3-Serragem em tripa

No Quadro 16 e no Gráfico 8, apresenta-se a distribuição percentual relativa da produção de resíduos curtidos na região de Alcanena, estimada para o ano de 1984.

QUADRO 16 - DISTRIBUIÇÃO PERCENTUAL RELATIVA DE RESÍDUOS CURTIDOS NA REGIÃO DE ALCANENA

RESÍDUOS CURTIDOS	EM BRUTO (Ton)	% relativa	EM SECO (Ton)	% relativa
Raspas Azuis (serragem)	2.409,5	35	1.325,2	30
Raspas Azuis (bocados)	2.269,8	33	1.361,9	31
Raspas de curtume vegetal	171,1	3	94,1	2
Raspas de produto final	1.641,3	24	1.345,8	30
Outros	349,2	5	296,8	7
TOTAL	6.840,9	100	4.423,8	100

GRÁFICO 8 - Distribuição percentual relativa de resíduos curtidos



Por último e idênticamente ao efectuado a nível nacional, mostra-se no Quadro 17, a evolução estimada da produção de resíduos sólidos da indústria de curtumes, implantada na região de Alcanena.

QUADRO 17 - EVOLUÇÃO ESTIMADA DA PRODUÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DE CURTUMES (A PARTIR DE PELES DE BOVINOS E EQUÍDEOS), NA REGIÃO DE ALCANENA

ANO	CONSUMO PELES ESTIMADO Ton/ano	RESÍDUOS NÃO CURTIDOS		RESÍDUOS CURTIDOS		TOTAL RESÍDUOS	
		EM BRUTO Ton/ano	EM SECO Ton/ano	EM BRUTO Ton/ano	EM SECO Ton/ano	EM BRUTO Ton/ano	EM SECO Ton/ano
1984	34.920	7.053,9	1.589,0	6.840,9	4.423,8	13.894,8	6.012,8
1985	35.605	7.394,2	1.665,5	7.170,9	4.537,4	14.555,1	6.302,9
1986	38.290	7.734,6	1.742,3	7.501,0	4.850,8	15.215,6	6.593,1
1987	39.974	8.074,8	1.818,9	7.830,9	5.054,0	15.905,7	6.882,9
1988	41.659	8.415,1	1.895,5	8.150,9	5.277,5	15.576,0	7.173,0
1989	43.344	8.755,5	1.972,1	8.491,2	5.491,0	17.245,6	7.453,1
1990	45.029	9.095,8	2.048,8	8.821,2	5.704,5	17.917,0	7.753,3

Com base nos valores constantes dos Quadros 13 e 17, foram traçados os Gráficos 9, 10 e 11, os quais evidenciam, comparativamente, a evolução futura da estimativa de produção de resíduos sólidos, a nível nacional e na região de Alcanena.

Não foi efectuada qualquer estimativa de produção de resíduos sólidos a partir

das peles de ovinos e caprinos. Tal facto, resulta de a quantidade de resíduos o riginados por este tipo de pelarias, embora não sendo de desprezar na prática, não ser quantitativamente significativa, quando comparada com os provenientes das peles de bovinos e equídeos.

GRÁFICO 9 - Estimativa da produção de resíduos sólidos não curtidos (em bruto e em seco), a nível nacional e na região de Alcanena.

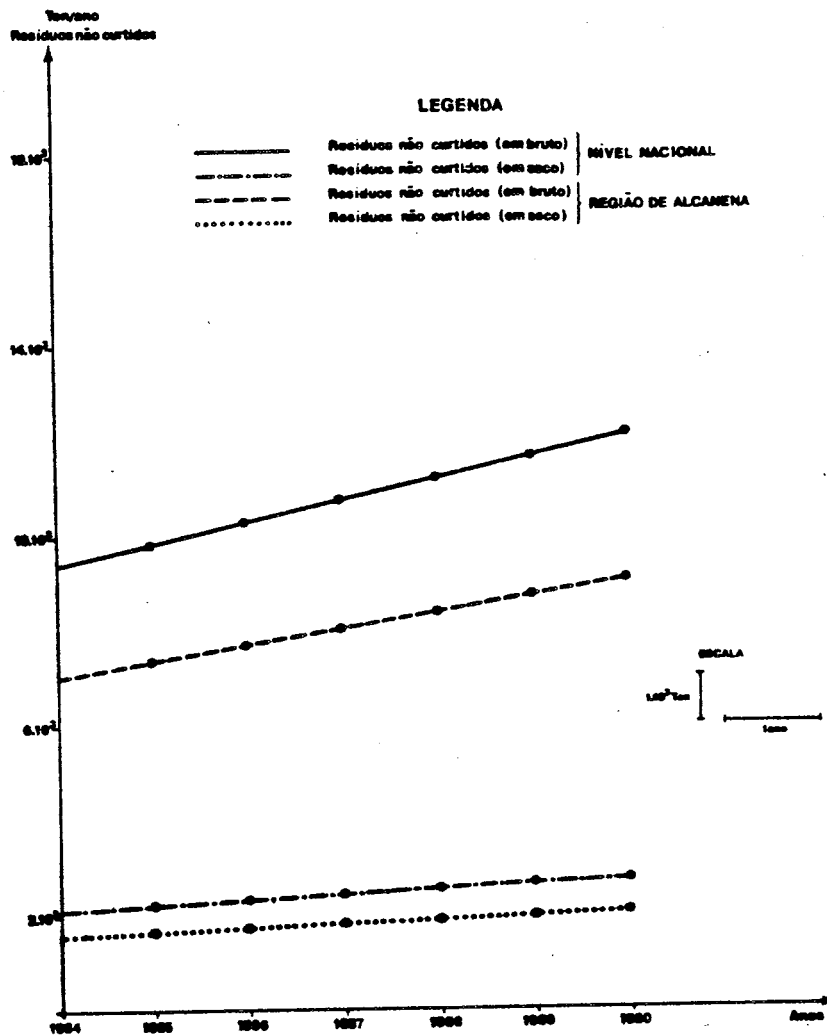


GRÁFICO 10 - Estimativa da produção de resíduos sólidos curtidos (em bruto e em seco) a nível nacional e na região de Alcanena

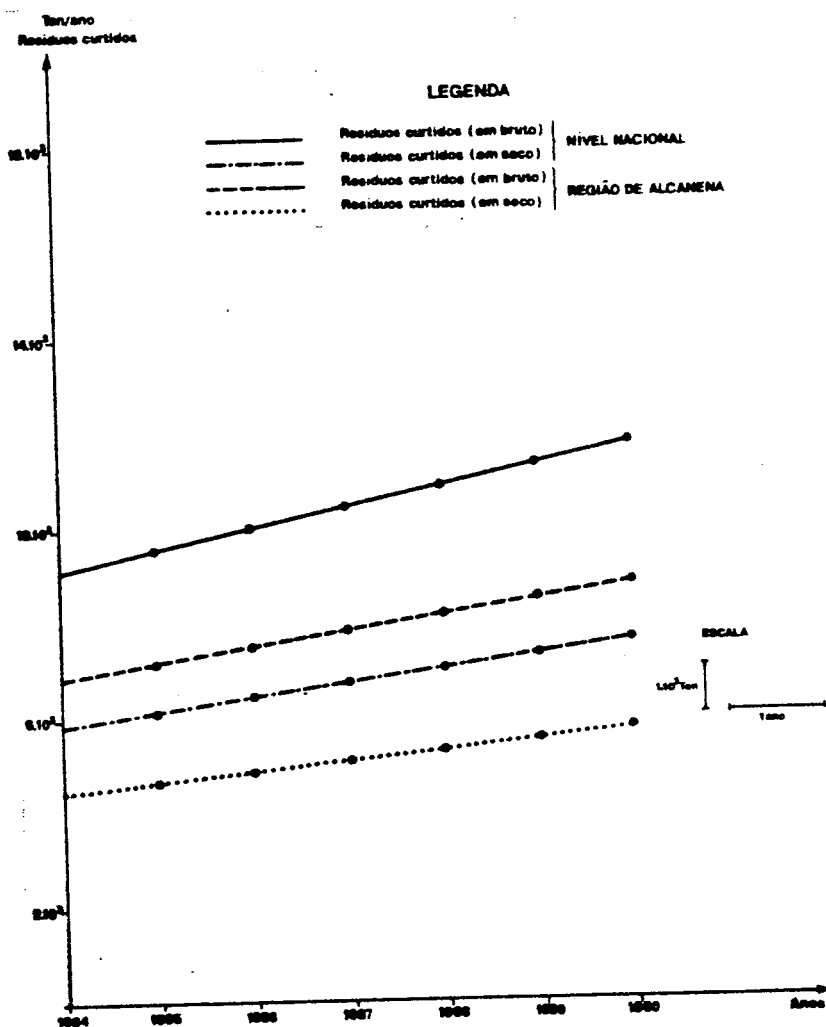
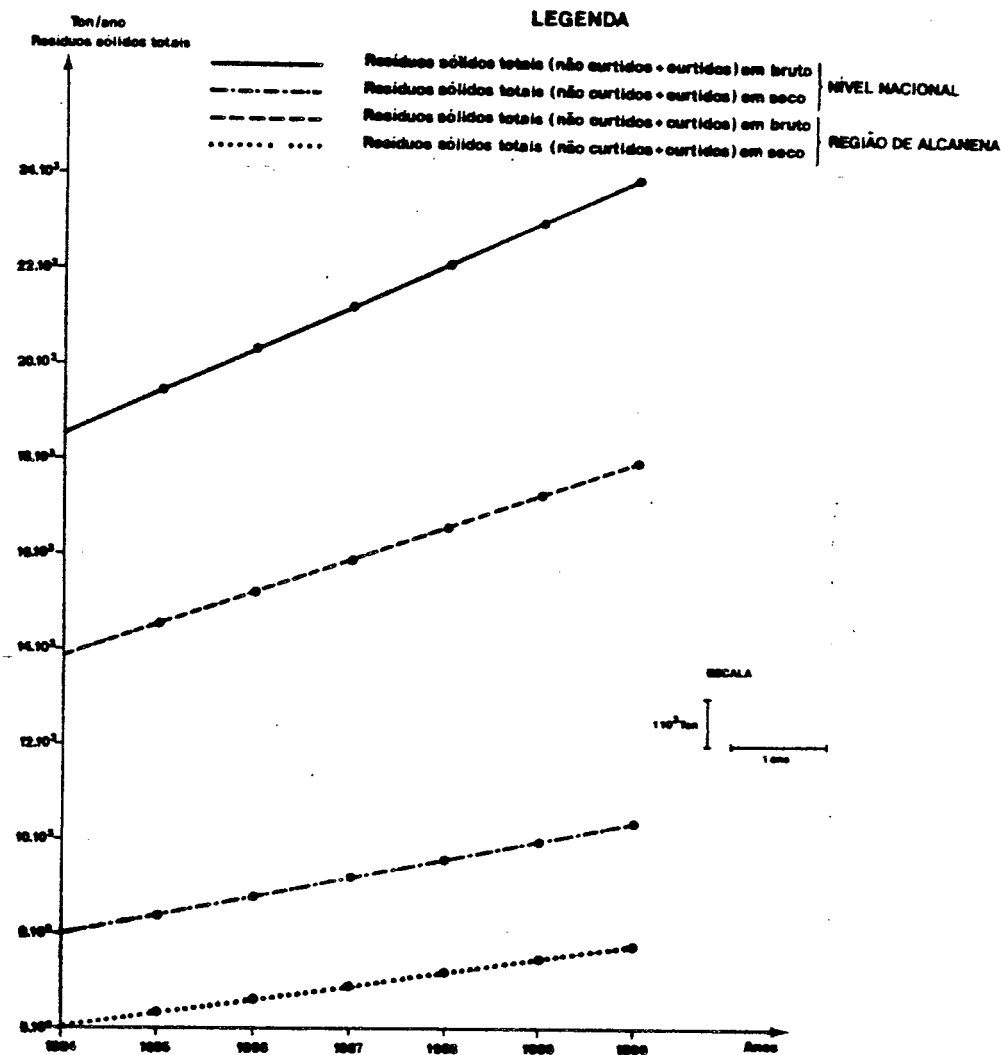


GRÁFICO 11 - Estimativa da produção de resíduos sólidos totais-não curtidos/curtidos (em bruto e em seco), a nível nacional e na região de Alcanena



4 - VALORIZAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS DA INDÚSTRIA DE CURTUMES

4.1 - SITUAÇÃO EM PORTUGAL

A "gestão" dos resíduos sólidos da indústria de curtumes portuguesa, têm-se caracterizado essencialmente pela eliminação não controlada dos mesmos. Têm sido reduzidas as tentativas de valorização com vista a tirar partido das suas potencialidades como matérias-primas.

Assim, e considerando a região de Alcanena, por ser representativa da situação a nível nacional, apenas a ela nos referiremos em pormenor.

Nesta região, existe uma empresa que se dedica à recolha, transporte e eliminação dos resíduos sólidos produzidos pela maioria das indústrias existentes, as quais por vezes suportam os custos dessas operações.

Porém, existem industriais de curtumes que procedem ao vazamento dos seus resíduos em terrenos próprios, por vezes adquiridos especificamente para esse efeito. Esta forma de procedimento, embora podendo permitir a adubagem ou o depósito puro e simples, consoante o tipo de resíduos, é encarada por parte dos industriais, como uma forma deles se desembaraçarem.

Voltando à empresa que se dedica à recolha dos resíduos, veremos de seguida como se processa a sua actuação.

Os resíduos com pêlo são enterrados nos terrenos da empresa e também, por vezes, cedidos a agricultores locais, que os misturam com palha, visando a adubagem dos terrenos. Os resíduos provenientes da operação de descarnagem - carnazes - são igualmente utilizados na adubagem directa dos terrenos. As raspas verdes resultantes da serragem das peles, são vendidas a uma empresa industrial localizada em Torres Novas, a qual as transforma em cola. Os crôutes, igualmente recolhidos pela empresa, são seleccionados por forma aos considerados de valor serem vendidos a industriais que procedem ao seu acabamento final.

Parte dos resíduos curtidos da serragem são vendidos a empresas que os utilizam para a produção de aglomerados de couro.

Os resíduos (em pedaços), sem valor para a indústria de curtumes, são depositados em terreno próprio, na expectativa futura de poderem vir a serem transformados com vista à sua valorização.

Existe ainda, na zona considerada, uma unidade industrial de curtumes, que envia os resíduos da sua curtimenta vegetal para uma empresa situada nos arredores do Porto. Esta transforma-os em aglomerados de couro, reenviando-os ao mesmo estabelecimento industrial, onde são convertidos em tacões para calçado.

Uma outra unidade fabril de curtumes da zona, fabrica cola a partir de cabeças frescas de gado bovino abatido, matérias-primas estas, provenientes do matadouro de Lisboa.

É importante salientar, que as quantidades de resíduos efectivamente aproveitadas, constituem uma pequena parcela, quando comparadas com as quantidades disponíveis.

Verifica-se no entanto e apesar do exposto, que as soluções até agora adoptadas para a maior parte dos resíduos, têm incidido principalmente sobre a eliminação dos mesmos. Cita-se, a título de exemplo, o caso dos carnazes e dos resíduos de serragem em tripa, os quais podem ser utilizados, com vantagens, como fontes de proteínas e de gorduras, e são depositados em terrenos como actualmente se pratica.

4.2 - ALTERNATIVAS E PERSPECTIVAS DE VALORIZAÇÃO

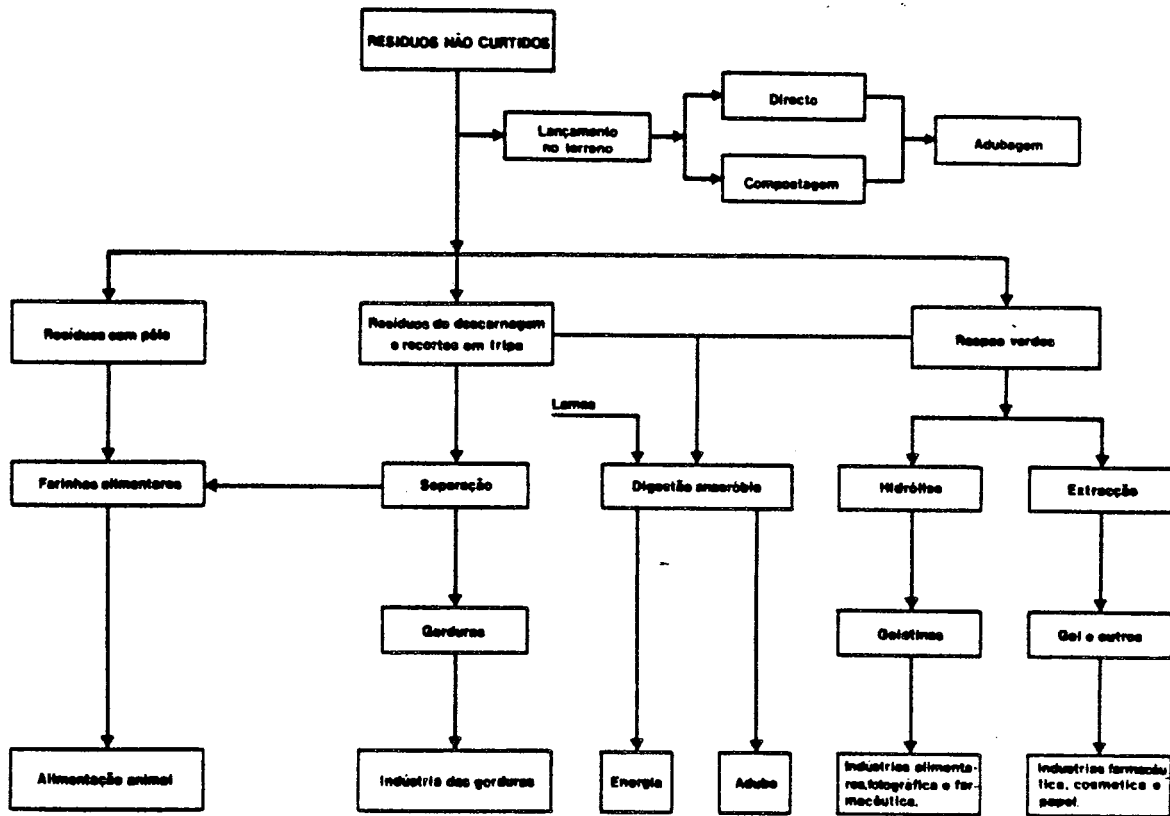
A valorização dos resíduos de curtumes, caracteriza-se pela extrema diversidade das técnicas empregues ou preconizadas. Esta diversidade de soluções é devida à diversidade dos resíduos gerados:

- i) - Diversidade em natureza: resíduos não curtidos (pele) brutos ou encalados, resíduos curtidos (couro) sob a forma de "wet-blue", de tintura ou acabados;
- ii) - Diversidade em estado: secos ou húmidos, sob a forma de pedaços, aparas ou poeiras.

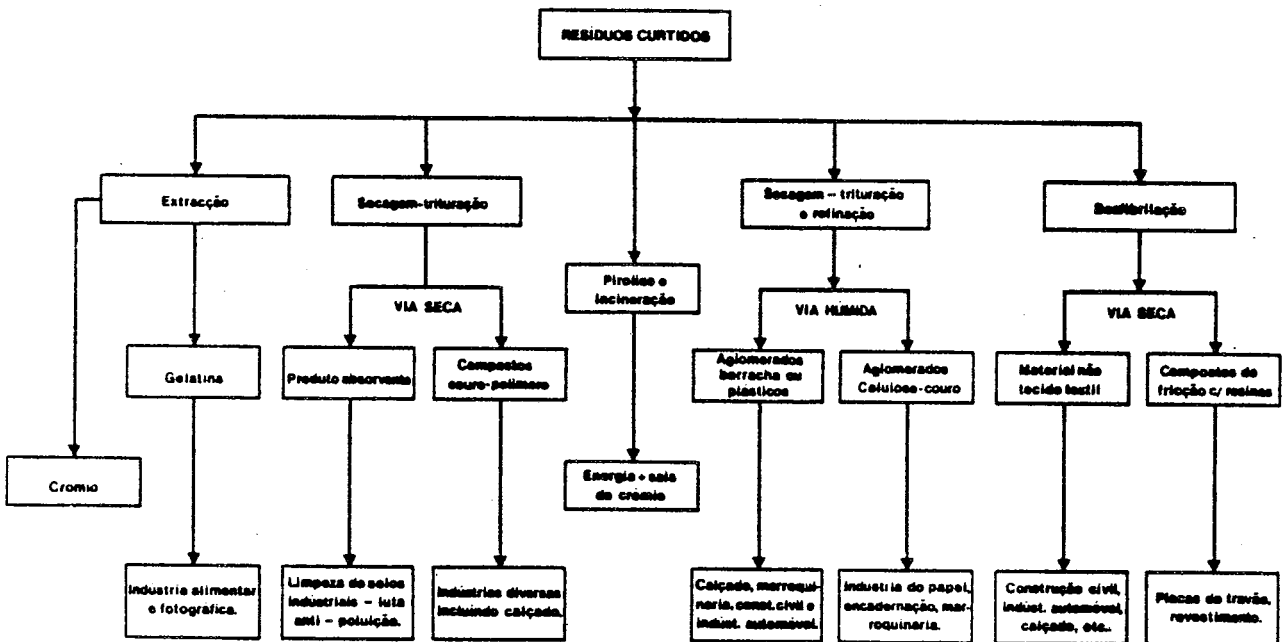
Uma outra característica destes resíduos, é o seu reduzido valor comercial, o qual é ainda agravado pelos custos de manutenção, armazenagem e transporte. Por vezes o seu valor chega a ser negativo - casos em que o industrial paga para a sua eliminação.

Em face das características dos resíduos sólidos da indústria de curtumes, anteriormente mencionadas, as possibilidades de aproveitamento e valorização investigadas até ao momento presente, encontram-se sumarizadas nos Esquemas 2 e 3, respectivamente para resíduos não curtidos e resíduos curtidos.

ESQUEMA 2 - Aproveitamento e valorização dos resíduos não curtidos.



ESQUEMA 3 - Aproveitamento e valorização dos resíduos curtidos.



4.2.1.-RESÍDUOS NÃO CURTIDOS

Verifica-se, assim, e relativamente aos resíduos não curtidos (Esquema 2), que os resíduos com pêlo, dada a sua composição bioquímica (ricos em proteínas queratínicas e colagénicas), são facilmente utilizáveis na produção de farinhas destinadas à alimentação animal, como o demonstraram os estudos analíticos, toxicológicos e zootécnicos efectuados. Embora a farinha assim obtida, apresente carência em alguns aminoácidos, a mesma é facilmente compensada, recorrendo à sua mistura com farinhas de outras origens.

Salienta-se, que as experiências realizadas neste campo têm conduzido a resultados positivos.

A idêntico processo de valorização, podem ser submetidos os resíduos da descarnagem e os recortes em tripa (serragem em tripa), obtendo-se ainda gorduras utilizáveis na indústria.

Deve notar-se, que a rentabilidade económica destes processos é função de vários factores, nomeadamente, da capacidade da instalação, dos custos de energia e do mercado de proteínas.

Em relação às raspas verdes da encalagem existem, como possibilidades de valorização, a sua utilização na produção de gelatinas e de colagénio em diversas formas - em solução, gel, fibra, filme, etc - produtos com vastos domínios de aplicação ao nível das indústrias transformadoras, como sejam as alimentares, as fotográficas, a enzimologia, a farmacêutica, a cosmética e outras.

Uma alternativa a estas valorizações, possível para qualquer dos tipos de resíduos não curtidos, consiste na sua utilização como fertilizantes em agricultura. Para isso, procede-se ao seu lançamento directamente no terreno, ou após compostagem conjuntamente com lamas de estações de tratamento. Esta última variante permite melhorar de forma acentuada as qualidades do composto, nomeadamente no que se refere ao seu teor em azoto (5).

Todavia, a aplicação dos resíduos em agricultura, requer cuidados especiais em relação aos factores - natureza dos solos, tipo de cultura praticada, alcalinidade dos resíduos e ao seu teor em crómio.

4.2.2.-RESÍDUOS CURTIDOS

No tocante aos resíduos curtidos (Esquema 3), as hipóteses de valorização até a gora exploradas, têm como base as suas propriedades físicas, mecânicas e térmicas, ao invés da sua composição química. Este facto, resulta como vimos anteriormente, da estrutura estabilizada que estes resíduos apresentam e consequentemente da maior dificuldade em extrair delas compostos químicos.

É importante não esquecer ainda, a existência de compostos sintéticos nestes resíduos, os quais se comportam como elementos nocivos, nomeadamente e em especial, quando se tem em vista aplicar os produtos na indústria alimentar.

Contudo, e não obstante os inconvenientes citados, são já numerosas as experiências desenvolvidas com estes resíduos, tendo em vista a sua descromagem, visando a obtenção de gelatinas e a recuperação e reutilização do crómio.

É no sentido de explorar as propriedades físicas, mecânicas e térmicas destes resíduos, tais como o seu carácter fibroso e resistência mecânica e térmica, que mais experiências têm sido realizadas. Para o efeito, os investigadores neste domínio têm recorrido a técnicas de via húmida e seca, utilizadas em diversos sec

tores industriais-da indústria química, e segundo processos de polimerização, obtêm-se diversos materiais de couro e plástico; segundo técnicas papeleiras, produzem-se aglomerados celulose-couro, e do sector da indústria têxtil e após a produção de fibras de couro, transformam-se estas em tecido misto.

No Esquema 3 apresentam-se de uma forma sintetizada, as possibilidades de valorização para os resíduos curtidos, assim como os principais domínios de aplicação dos materiais produzidos.

4.2.3.-VALORIZAÇÃO ENERGÉTICA

A valorização energética dos resíduos da indústria de curtumes, surge como uma alternativa às técnicas anteriormente expostas. Pode ser concretizada, tanto pela biodegradação anaeróbia, como pela incineração ou pivólise.

O processo de produção de energia por biodegradação anaeróbia, aplica-se essencialmente aos resíduos não curtidos misturados com lamas de estações de tratamento (10).

A incineração dos resíduos de curtimenta, embora possível, levanta numerosos problemas e interrogações sobre o interesse da sua aplicação, dadas as suas características qualitativas e quantitativas, antes referidas.

Por outro lado, a incineração é uma técnica com elevados custos de investimento e de exploração, principalmente, quando aplicada a resíduos heterogêneos (13).

É igualmente necessário evitar que a incineração seja acompanhada de poluição atmosférica, o que para além dos inconvenientes inerentes, é indicação da deficientemente qualidade do tratamento efectuado.

O resíduo final da incineração (as cinzas) poderá conter crómio (nas formas tri e hexavalente), em quantidades significativas, impondo a análise atenta das condições de descarga e, permitindo eventualmente a sua utilização na preparação de licor de crómio, reutilizando-se, assim, aquele como agente curtiente na indústria de curtumes.

No Quadro 18 apresenta-se uma estimativa quantitativa, da energia possível de recuperar por incineração da totalidade dos resíduos da indústria de curtumes portuguesa, tomando para base o ano de 1981.

QUADRO 18-ESTIMATIVA DA ENERGIA RECUPERÁVEL POR INCINERAÇÃO DOS RESÍDUOS DA INDÚSTRIA DE CURTUMES (ANO DE 1981).

TIPO DE RESÍDUOS		QUANTIDADE EM BRUTO (Ton/ano)	P. C. I. EM BRUTO (Kcal/kg)	ENERGIA RECUPERADA (Kcal/ano)
NÃO CURTIDOS	Resíduos em pêlo	584,4	1.550	9,058.10 ⁸
	Carnazes	5.415,3	1.190	6,444.10 ⁹
	Serragem em tripa	1.870,0	1.240	2,319.10 ⁹
	Total (1)	7.869,7	—	9,669.10 ⁹
CURTIDOS	Raspas azuis (serragem)	2.688,2	2.310	6,209.10 ⁹
	Raspas azuis (bocados)	2.532,3	2.520	6,381.10 ⁹
	Raspas de curtume vegetal	190,9	2.910	5,555.10 ⁸
	Raspas de produto final	1.831,1	4.260	7,800.10 ⁹
	Outros	389,6	4.620	1,799.10 ⁹
	Total (2)	7.632,1	—	22,745.10 ⁹
TOTAL GLOBAL		[(1)+(2)]		32,414.10 ⁹

Comparando a quantidade total de energia produzível por incineração, com a energia consumida pela indústria de curtumes nacional (Quadro 4), constata-se que a mesma representa cerca de 37,5% desta, (excepção feita ao consumo de electricidade).

A execução prática da incineração dos resíduos exige condições específicas, nomeadamente, excessos de ar próximos dos 90% e temperaturas de combustão situadas entre 700 e 800º Celsius, para evitar a libertação de odores.

Sempre que a humidade dos resíduos ultrapasse 50 a 55%-caso dos resíduos não curtidos-a combustão directa deixa de ter interesse, dado que uma parte importante do calor é consumida na secagem dos resíduos.

Admite-se, em geral, que para um resíduo cujo P.C.I., em bruto, seja inferior a 2000 Kcal/Kg, não se justifica a sua incineração (13). Nestes casos, é conveniente utilizar outras das técnicas de valorização referidas.

Contudo, em França a incineração é bastante utilizada, apresentando períodos de amortização entre os 3 e 6 anos, em função do nível de recuperação de crómio (13).

Para capacidades elevadas de tratamento "tratamento integrado" podem-se obter economias de escala e, conseqüentemente, amortizações das instalações mais rápidas.

5-CONCLUSÕES

A valorização dos resíduos sólidos da indústria de curtumes revela-se um problema complexo.

A par das existentes, novas soluções técnicas se desenvolvem. Todavia, as dificuldades situam-se sempre ao nível da rentabilidade económica.

Neste sentido, e tendo em vista minimizar esta situação, a primeira preocupação deve consistir na redução das elevadas quantidades de resíduos gerados (recorde-se a estimativa apresentada), por via de uma melhor utilização da matéria-prima, a qual exige um aperfeiçoamento dos processos de fabrico, visando a optimização dos rendimentos peso/superfície.

Quanto à questão "eliminação ou valorização" dos resíduos, devem-se entender estas duas formas como complementares e não como opostas. Com efeito, a dispersão dos locais de produção, a diversidade dos resíduos, o seu reduzido valor e as elevadas quantidades, impõem muitas vezes soluções locais. Estas características su-

gerem soluções colectivas,as quais são quase sempre mais rentáveis.

No que diz respeito às disponibilidades de matérias-primas/resíduos,a estimativa efectuada,permite concluir que,caso não seja implementada solução adequada para a gestão destes resíduos,a situação agravar-se-á dramaticamente.

Salienta-se,uma vez mais,que as valorizações actualmente praticadas em Portugal - adubagem,produção de colas e de aglomerados-são reduzidas,quando comparadas com as possibilidades de valorização expostas.Acresce referir que,dada a "Estrutura Industrial Portuguesa",onde os sectores celulose,textil e plásticos,se encontram particularmente desenvolvidos,poderão constituir no futuro domínios de integração destes resíduos,para além das valorizações do tipo-farinhas proteicas,gorduras e gelatina.

Para finalizar,dada a grande implantação que a indústria de curtumes tem na região de Alcanena,e atendendo ao reduzido valor comercial dos resíduos, entendemos a referida região,por excelência adequada,ã possível concretização prática da valorização integrada destes resíduos.

6-BIBLIOGRAFIA

1. A. Magat; G. Ranc-Valeur Nutritive de la Farine Proteique de Peaux Non Tannés Chez le Rat en Croissance, Technicuir, N°10, Dec.77.
2. APIC (Associação Portuguesa dos Industriais de Curtumes), Directory 83-84.
3. A. Simoncini; G. Simone; R. Molinari-Fanghi Primari e Residui Solidi Conciari, Cuoio Pelli e Materie Concianti, N° 5, 58, Ott.82.
4. A. Simoncini; G. Manzo; G. Fedele-Deconcia di Rasatura e Scarti de Cromo, Cuoio Pelli e Materie Concianti, N°5, 55, Ott.79.
5. A. Simoncini; A. Russo-Trattamento Termico Misto di Fanghi e Residui Solidi Conciari per la Preparazioni di Composts di Base per la Produzione di Fertilizzanti, Cuoio Pelli e Materie Concianti, N°2, 59, Apr.83.
6. B. Vulliermet-Bilancio Massa Energia Nell'Industria Conciaria, Cuoio Pelli e Materie Concianti, N°3, 59, Giug.83.
7. DRENA -Estudo Técnico-Económico sobre a Recuperação de Crômio na Indústria de Curtumes, 83.
8. França. Agence Nationale Pour la Recupération Et L'Élimination des Déchets/ Centre Technique du Cuir-La Valorisation des Déchets de Tannerie et Mégisserie, Angers, Dec.82.
9. G. Manzo; G. Fedele-Ottenimento di Gelatina da Ritagli Cromati, Cuoio Pelli e Materie Concianti, N°6, 56, Dec.80.
10. G. Pichon-La Valorisation des Déchets de Tannerie- Mégisserie, Technicuir N°4, 18, Avr.84.
11. INE (Instituto Nacional de Estatística)-Estatísticas Industriais, 1975 a 1981.
12. J. Hillian; R. Orus-Bilan Matière en Tannerie, Technicuir , N°2, 17, Fev.83.
13. M. Aloy-L'Incineration des Déchets de la Fabrication du Cuir, Technicuir, N°4, 18, Avr.84.
14. S. Berardino; A. Oliveira-Resíduos Sólidos da Indústria dos Curtumes. Alternativas e Perspectivas, 1º Congresso Nacional de Resíduos Sólidos, Lisboa, 9/11 Nov.83.
15. Simoncini e Al.-Utilizzazioni Poco Note des Residui Conciari, Cuoio Pelli e Materie Concianti, N°4, 58, Ag.82.

