

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DE SERINGA PARA INJEÇÃO ODONTOLÓGICA

Eixo Temático: 2.2 – Abordagens e Técnicas de Gestão Socioambiental

Celso Munhoz Ribeiro

Professor Assistente do Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da UNIP, Mestrando em Engenharia de Produção

Prof. Dra. Cecília M. V. B. Almeida e Prof. Dr. Biagio F. Giannetti

UNIP – Universidade Paulista
Mestrado em Engenharia de Produção
Área de Concentração: Produção e Meio Ambiente
Linha de Pesquisa: Produção Mais Limpa e Ecologia Industrial
Rua Dr. Bacelar, 1212 - 4º Andar – CEP 04026-002 – São Paulo (SP)
e-mail: procelso@ig.com.br

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO
2. TRATAMENTO DE DADOS E RESULTADOS
3. COMENTÁRIOS
4. CONCLUSÕES
5. REFERÊNCIAS
6. FOLHA DE DADOS (EXEMPLO)

RESUMO

Os modelos atuais para desenvolvimento de novos produtos ou aperfeiçoamento dos já existentes, não consideram os impactos ambientais provocados pelo produto durante seu ciclo de vida. Em especial, as pequenas empresas industriais, em sua grande maioria, desconhecem ou utilizam minimamente tais processos. Este trabalho apresenta a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para minimizar os impactos ambientais resultantes da produção industrial de seringa para injeção odontológica, fabricada com metais não-ferrosos. Mostram-se as etapas de planejamento e de inventário de uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em uma empresa de pequeno porte (EPP) industrial, fabricante de aparelhos odontológicos.

PALAVRAS-CHAVE

Gestão Ambiental, gestão tecnológica, avaliação do ciclo de vida

1.0 INTRODUÇÃO

O principal motivo deste estudo é a realização da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) para minimizar os impactos ambientais resultantes da produção industrial de seringa para injeção odontológica, fabricada com metais não-ferrosos.

Este trabalho apresenta uma Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) em uma empresa de pequeno porte (EPP) industrial, fundada em 1951, localizada em São Paulo/SP, fabricante de aparelhos odontológicos.

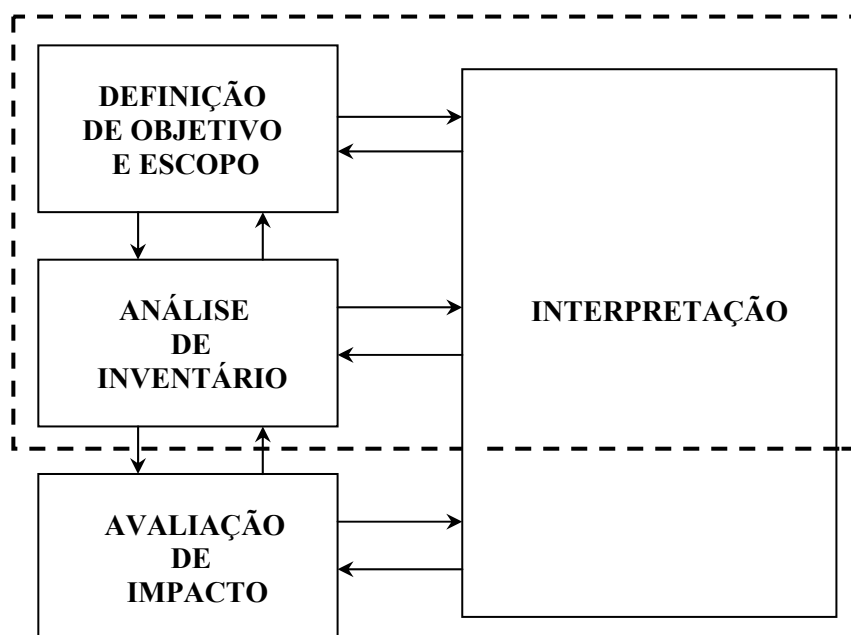
O objetivo desta pesquisa é o estudo detalhado para identificar os maiores impactos ambientais causados pela produção de uma seringa para injeção odontológica utilizando a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Neste trabalho são apresentadas as etapas de planejamento e inventário do ciclo de vida do produto. A unidade funcional utilizada é o número de anestésias aplicadas no Brasil no ano de 2002.

Os resultados apresentados são parciais, visto que, neste inventário foca-se o estudo no consumo de energia elétrica e na geração de resíduos sólidos em cada estágio da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) excluindo-se, por exemplo, o impacto causado pelo transporte dentro e entre cada etapa da ACV.

A partir dos resultados, poderão ser modificadas certas etapas na usinagem das peças que compõem o produto visando minimizar o consumo de energia elétrica e, também, reduzir a massa de resíduo sólido gerada.

A Norma NBR ISO 14040 apresenta a seguinte metodologia de execução:

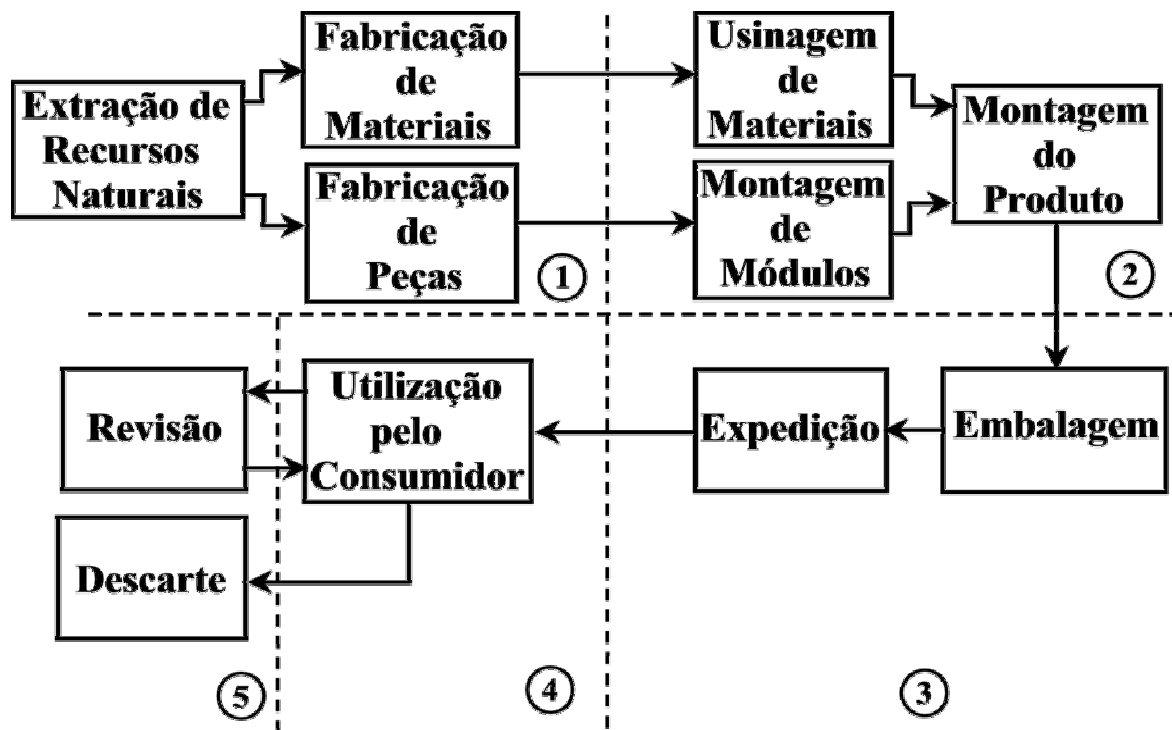
ANÁLISE DO CICLO DE VIDA – METODOLOGIA DE EXECUÇÃO



A zona demarcada indica o foco do presente estudo. A seqüência natural do mesmo será a avaliação de impacto.

2.0 TRATAMENTO DE DADOS E RESULTADOS

FLUXOGRAMA DOS CINCO ESTÁGIOS DE CICLO DE VIDA DO PRODUTO



B. R. Allenby, T.E. Graedel, 1995, p. 278 [1]

2.0.1 Estágio 1 – Extração de Recursos Naturais e Fabricação de Materiais

O material utilizado na fabricação da seringa para injeção odontológica é o latão. O mesmo é obtido através de processo siderúrgico com a composição aproximada, em massa, de 65% (sessenta e cinco por cento) de cobre e 35% (trinta e cinco por cento) de zinco. [2]

A produção brasileira de cobre, no ano de 2002, foi de 212.243 ton e a de zinco, no mesmo período, 254.000 ton. [3]

Levando-se em conta a parte da produção de cobre e zinco destinada à fabricação do latão obteve-se, para o ano de 2002, o total de 33.020 ton de latão produzido. [4]

Os dados obtidos permitem o cálculo da energia elétrica envolvida nos processos de obtenção do cobre, do zinco e do latão que é da ordem de 751.423,200 MWh. [2]

Outros insumos que participam dos processos de obtenção do cobre e do zinco serão acrescentados a este estudo posteriormente. Como exemplo temos: minérios oxidados, sulfetos, ácido sulfúrico, óleo combustível, coque, sílica e gás natural. Vários destes insumos são reaproveitados em outros processos em plantas que são próximas às que se dedicam à fabricação dos referidos metais, motivo este que nos levou a concentrar o presente estudo nas etapas de usinagem, utilização e descarte do produto.

2.0.2 Estágio 2 – Usinagem de Materiais, Tratamento de Superfícies e Montagem

2.0.2.1 Usinagem de Materiais

Os dados desta etapa foram obtidos diretamente da linha de produção da EPP (Empresa de Pequeno Porte) citada na introdução. Foram utilizadas Folhas de Dados conforme o modelo abaixo.

MODELO DE FOLHA DE DADOS

FOLHA DE DADOS Nº 1 - SERINGA PARA INJEÇÃO			
Processo:		Data: __/__/2003	
BALANÇO DE MASSA			
Entrada de Matérias-Primas:	Kg	Saída:	Kg
Produto Principal:			
Resíduos Sólidos:	Kg		
Outras Entradas:			
Comentários:			
ENTRADA DE ENERGIA			
Fontes Energéticas: Eletricidade -		KW.h	
Comentários:			
TRANSPORTES			
Meio: Rodoviário	Distância:	Km	Carga: Kg
DADOS AMBIENTAIS			
Emissões para o AR:		Kg	
Emissões para a ÁGUA:		Kg	
Emissões para a TERRA:		Kg	
Comentários:			

Chehebe, 1998 , p. 50 [5]

As Folhas de Dados completas são apresentadas no final deste trabalho no item “Referências”.

No ano de 2002 foram produzidas 5.020 seringas para injeção. Para cada uma das sete peças que compõem a seringa para injeção odontológica obteve-se as massas de resíduos sólidos e a totalização dos mesmos, como segue:

Peça	Nome	Resíduo Sólido (Kg)	Total de Peças (2002)	Resíduo Sólido/Peça (Kg) (2002)
1	Tubo	0,051	5.020	256,02
2	Haste	0,002	5.020	10,04
3	Garfo	0,040	5.020	200,80
4	Bucha	0,005	5.020	25,10
5	Porca	0,011	5.020	55,22
6	Orelha	0,016	5.020	80,32
7	Palmar	0,013	5.020	65,26
Resíduo Sólido Total (2002) →				692,76

Em 2002, portanto, o total de resíduos sólidos apresentado na etapa de usinagem da seringa é a somatória das sete parcelas acima o que acarreta um total de 692,76 kg.

As entradas e as saídas da matéria-prima latão após a usinagem foram obtidas pela média aritmética de 3 (três) medições da divisão do peso de 100 (cem) peças por 100. Utilizou-se balança digital com divisões de 0,005kg. O total de resíduo sólido é obtido pela diferença entre a entrada e a saída de material para cada uma das peças. A entrada total da matéria-prima latão utilizada, em 2002, na fabricação da seringa foi de 1.084,320 kg.

Analogamente, o consumo de energia elétrica necessário para a produção das 5.020 seringas no ano de 2002 foi de 582,47 kWh. Foi medido o tempo de usinagem e multiplicado pela potência do motor do torno ou da prensa utilizados no processo. O resultado provem da média aritmética de 3 (três) medições. Utilizou-se cronômetro digital com divisões de 0,01s.

2.0.2.2 Tratamento de Superfícies

O serviço é terceirizado. O consumo mensal de energia elétrica é de 5.500kWh. O tratamento de superfície para a seringa odontológica equivale a 0,2% do consumo total.

Portanto, para o ano de 2002, o total gasto com energia elétrica para a etapa de tratamento de superfície é dado por:

$$5.500\text{kWh/mês} \times 0,002 \times 12 \text{ meses} = 132\text{kWh}$$

A produção de resíduo sólido no ano de 2002 foi de 412 kg. A seringa para injeção representou 0,2% do total. Portanto, em 2002, o total de resíduo sólido (lodo químico seco) resultante do tratamento de superfície da seringa para injeção é dado por:

$$412\text{kg} \times 0,002 = 0,824\text{kg}$$

2.0.2.3 Montagem

A montagem do produto é realizada em um ambiente alimentado por quatro lâmpadas de 40W. Monta-se 100 (cem) seringas para injeção em 2 (duas) horas. Portanto, o cálculo do consumo de energia elétrica na montagem do produto é:

$$5.020/100 \times 160\text{W} \times 2\text{h} = 16064\text{Wh} = 16,064\text{kWh}$$

2.0.3 Estágio 3 – Embalagem

A embalagem do produto é realizada em um ambiente alimentado por quatro lâmpadas de 40W. Embala-se 200 (duzentas) seringas para injeção em 1 (uma) hora. A embalagem é constituída de uma caixa de papelão com massa de 0,009 kg (papelão 0,300 kg/m²) e um saco plástico PP (polipropileno) com massa de 0,00083 kg/Saco. Portanto, o cálculo do consumo de energia elétrica no processo de embalagem do produto é:

$$5.020/200 \times 160\text{W} \times 1\text{h} = 4.016\text{Wh} = 4,016\text{kWh}$$

A expedição do produto é feita por caminhões de redes distribuidoras, em todo o território brasileiro mas, como citado anteriormente, o transporte não é objeto do presente estudo.

2.0.4 Estágio 4 – Utilização pelo Consumidor

Os dados deste estágio foram obtidos por meio de questionários respondidos por dentistas da cidade de São Paulo em março de 2003. Foram entrevistados 20 (vinte) profissionais distribuídos da seguinte forma: oito clínicos gerais, dois especialistas em cirurgia buco maxilo-facial, dois em dentística restauradora, dois em endodontia, dois em odontopediatria, dois em patologia bucal e dois em periodontia. A tabela abaixo mostra o questionário enviado aos dentistas e os valores médios já calculados para as respostas obtidas.

MODELO DE QUESTIONÁRIO COM VALORES MÉDIOS CALCULADOS

1) Quantas Seringas para Injeção (Carpule) possui?	6 (seis)
2) Qual é o tempo de vida médio da seringa?	20 anos
3) Quantas anestésias aplica por dia?	4 (quatro)
4) Quantas agulhas descartáveis utiliza por dia?	4 (quatro)
5) Quantos tubetes de anestésico utiliza por dia?	4 (quatro)
6) Quantas vezes por dia esteriliza a(s) seringa(s)?	2 (duas)
7) Qual é o tempo de esterilização?	0,5h
8) Qual é o consumo de energia da auto clave?	1,5kW
9) Quantos dias por mês trabalha?	20 (vinte)
Comentários:	

O número de dentistas atuantes no Brasil em 2002 é 197.022. [6]

A quantidade de seringas para injeção odontológica existente, no território brasileiro, no ano de 2002, obtida por meio da resposta ao questionário é dada por:

$$6 \text{ seringas/dentista} \times 197.022 \text{ dentistas} = 1.182.132 \text{ seringas}$$

2.0.5 Estágio 5 – Descarte

A utilização do produto pelo profissional de odontologia, envolve o descarte das seguintes partes: 1 (uma) caixa de papelão por seringa, 1 (um) saco plástico por seringa, 1 (um) tubete de anestésico por anestesia aplicada, 1 (uma) agulha descartável por anestesia aplicada.

Para o ano de 2002, a produção de 5.020 seringas acarretou um descarte de 5.020 caixas de papelão e 5.020 sacos plásticos de polipropileno. Por outro lado, houve o descarte de 189.141.120 tubetes de anestésico e igual número de agulhas descartáveis. O cálculo destes dois últimos itens é dado por:

$$4 \text{ (agulhas/tubetes)/dia} \times 20 \text{ dias} = 80 \text{ (agulhas/tubetes)/dentista.mês}$$
$$80 \text{ (agulhas/tubetes)/dentista.mês} \times 197.022 \text{ dentistas} \times 12 \text{ meses} = 189.141.120 \text{ agulhas}$$

Para que os dados possam ser tratados, é necessária a conversão dos valores dos aspectos ambientais quantificados no inventário à uma mesma base. Esta mesma base é denominada UNIDADE FUNCIONAL e, neste estudo, o número adotado é o de anestésias aplicadas no Brasil em 2002, que corresponde a 189.141.120. Levou-se em conta, também, que o tempo de vida médio da seringa para injeção odontológica é de 20 anos. Este número representa o Fator de Conversão (FC) utilizado nos cálculos quando necessário.

2.0.6 Resultados e Conversão dos Dados para Uma Base Comum

2.0.6.1 Estágio 1 – Extração de Recursos Naturais / Fabricação de Materiais Consumo de Energia Elétrica

Foram consumidos 751.423,200 MWh para a produção de 33.020 toneladas de latão no Brasil em 2002. O cálculo para se obter quantos kWh por kg de latão são necessários, é dado por:

$$751.423.200 \text{ kWh} / 33.020.000 \text{ kg} = 22,756 \text{ kWh/kg}$$

A fórmula, apresentada abaixo, mostra o consumo de energia elétrica correspondente ao Estágio 1, em 2002, com a indicação dos Fatores de Conversão de dados:

$$EE = \frac{(\text{kWh/kg de Latão}) \times (\text{Entrada Latão 2002 em kg}) \times (\text{Seringas em Uso 2002})}{(\text{Seringas Produzidas 2002}) \times (\text{Fator de Conversão para Seringa})}$$

Substituindo os valores obtidos anteriormente, temos:

$$EE = \frac{(22,756 \text{ kWh/kg}) \times (1.084,320 \text{ kg}) \times (1.182.132)}{(5.020) \times (20)}$$

$$EE (\text{Estágio 1}) = 290.526,420 \text{ kWh}$$

2.0.6.2 Estágio 2 – Usinagem Consumo de Energia Elétrica

$$EE = \frac{(\text{kWh na Usinagem}) \times (\text{Seringas em Uso 2002})}{(\text{Seringas Produzidas 2002}) \times (\text{Fator de Conversão para Seringa})}$$

Substituindo os dados conhecidos na fórmula, temos:

$$EE = \frac{(582,470 \text{ kWh}) \times (1.182.132)}{(5.020) \times (20)}$$

$$EE (\text{Estágio 2 – Usinagem}) = 6.858,126 \text{ kWh}$$

Geração de Resíduos Sólidos

$$RS = \frac{(\text{Resíduos Sólidos em kg}) \times (\text{Seringas em Uso 2002})}{(\text{Seringas Produzidas 2002}) \times (\text{Fator de Conversão para Seringa})}$$

Substituindo pelos dados conhecidos, temos:

$$RS = \frac{(692,760 \text{ kg}) \times (1.182.132)}{(5.020) \times (20)}$$

$$RS (\text{Estágio 2 – Usinagem}) = 8.156,710 \text{ kg}$$

Estágio 2 – Tratamento de Superfícies

Consumo de Energia Elétrica

$$EE = \frac{(\text{kWh no Tratamento de Superfícies}) \times (\text{Seringas em Uso 2002})}{(\text{Seringas Produzidas 2002}) \times (\text{Fator de Conversão para Seringa})}$$

Introduzindo, na fórmula, os dados conhecidos, temos:

$$EE = \frac{(132 \text{ kWh}) \times (1.182.132)}{(5.020) \times (20)}$$

$$EE (\text{Estágio 2 – Tratamento de Superfícies}) = 1.554,196 \text{ kWh}$$

Geração de Resíduos Sólidos

$$RS = \frac{(\text{Resíduos Sólidos em kg}) \times (\text{Seringas em Uso 2002})}{(\text{Seringas Produzidas 2002}) \times (\text{Fator de Conversão para Seringa})}$$

Substituindo pelos dados conhecidos, temos:

$$RS = \frac{(0,824 \text{ kg}) \times (1.182.132)}{(5.020) \times (20)}$$

$$RS (\text{Estágio 2 – Tratamento de Superfícies}) = 9,699 \text{ kg}$$

Estágio 2 – Montagem

Consumo de Energia Elétrica

O consumo de Energia Elétrica, nesta etapa, é de 160W (4 lâmpadas de 40W) por duas horas para a Montagem de 100 seringas. O cálculo de KWh por seringa é dado por:

$$(160W/1000 \times 2h) / 100 = 0,0032 \text{ kWh / Seringa}$$

$$EE = \frac{(\text{kWh na Montagem de uma Seringa}) \times (\text{Seringas em Uso 2002})}{(\text{Seringas Produzidas 2002}) \times (\text{Fator de Conversão para Seringa})}$$

Substituindo, na fórmula, os dados conhecidos, temos:

$$EE = \frac{(0,0032 \text{ kWh}) \times (1.182.132)}{(5.020) \times (20)}$$

$$EE (\text{Estágio 2 – Montagem}) = 189,141 \text{ kWh}$$

2.0.6.3 Estágio 3 – Embalagem Consumo de Energia Elétrica

O consumo de Energia Elétrica, nesta etapa, é de 160W (4 lâmpadas de 40W) por meia hora para a Embalagem de 100 seringas. O cálculo de KWh por seringa é dado por:

$$(160\text{W}/1000 \times 0,5\text{h}) / 100 = 0,0008 \text{ kWh / Seringa}$$

$$EE = \frac{(\text{kWh na Embalagem de uma Seringa}) \times (\text{Seringas em Uso 2002})}{(\text{Seringas Produzidas 2002}) \times (\text{Fator de Conversão para Seringa})}$$

Substituindo, na fórmula, os dados conhecidos, temos:

$$EE = \frac{(0,0008 \text{ kWh}) \times (1.182.132)}{(5.020) \times (20)}$$

$$EE (\text{Estágio 3 – Embalagem}) = 47,285 \text{ kWh}$$

2.0.6.4 Estágio 4 – Utilização pelo Consumidor Consumo de Energia Elétrica

Os dados obtidos dos questionários respondidos permitem o cálculo da Energia Elétrica consumida – em auto-claves – pelos profissionais de Odontologia no Brasil, em 2002, na esterilização das seringas para injeção:

$$\begin{aligned} 0,5\text{h} \times 2/\text{dia} &= 1\text{h}/\text{dia} \times 20 \text{ dias}/\text{mês} = 20\text{h}/\text{mês} \\ 20\text{h}/\text{mês} \times 12 \text{ meses} \times 1,5\text{kW} &= 360\text{kWh}/\text{dentista} \\ 360\text{kWh}/\text{dentista} \times 197.022 \text{ dentistas} &= 70.927.920\text{kWh} \end{aligned}$$

$$EE (\text{Estágio 4 – Utilização pelo Consumidor}) = 70.927.920 \text{ kWh}$$

2.0.6.5 Estágio 5 – Descarte do Tubete de Anestésico Resíduos Sólidos

$$RS = (\text{N}^\circ \text{ de tubetes utilizados em 2002}) \times (\text{Massa de um tubete em kg})$$

$$RS = (189.141.120) \times (0,005 \text{ kg})$$

$$RS (\text{Estágio 5 – Descarte do Tubete de Anestésico}) = 945.705,600 \text{ kg}$$

Estágio 5 – Descarte Agulha
Resíduos Sólidos

RS = (Nº de agulhas utilizadas em 2002) X (Massa de uma agulha em kg)

$$RS = (189.141.120) \times (0,002 \text{ kg})$$

$$RS (\text{Estágio 5 – Descarte da Agulha}) = 378.282,240 \text{ kg}$$

Estágio 5 – Descarte Saco Plástico
Resíduos Sólidos

RS = $\frac{(\text{Nº de sacos plásticos descartados em 2002}) \times (\text{Massa de um saco em kg})}{(\text{Fator de Conversão para seringa/saco/caixa} = 20)}$

$$RS = [(5.020) \times (0,00083 \text{ kg})] / 20$$

$$RS (\text{Estágio 5 – Descarte Saco Plástico}) = 0,208 \text{ kg}$$

Estágio 5 – Descarte Caixa de Papelão
Resíduos Sólidos

RS = $\frac{(\text{Nº de caixas de papelão descartadas em 2002}) \times (\text{Massa de uma caixa em kg})}{(\text{Fator de Conversão para seringa/saco/caixa} = 20)}$

$$RS = [(5.020) \times (0,009 \text{ kg})] / 20$$

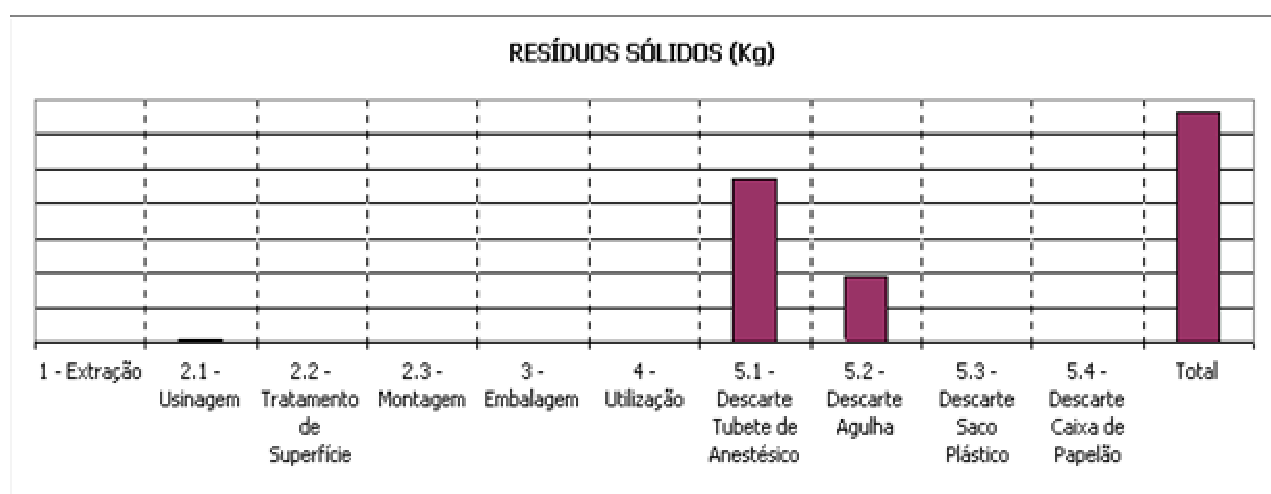
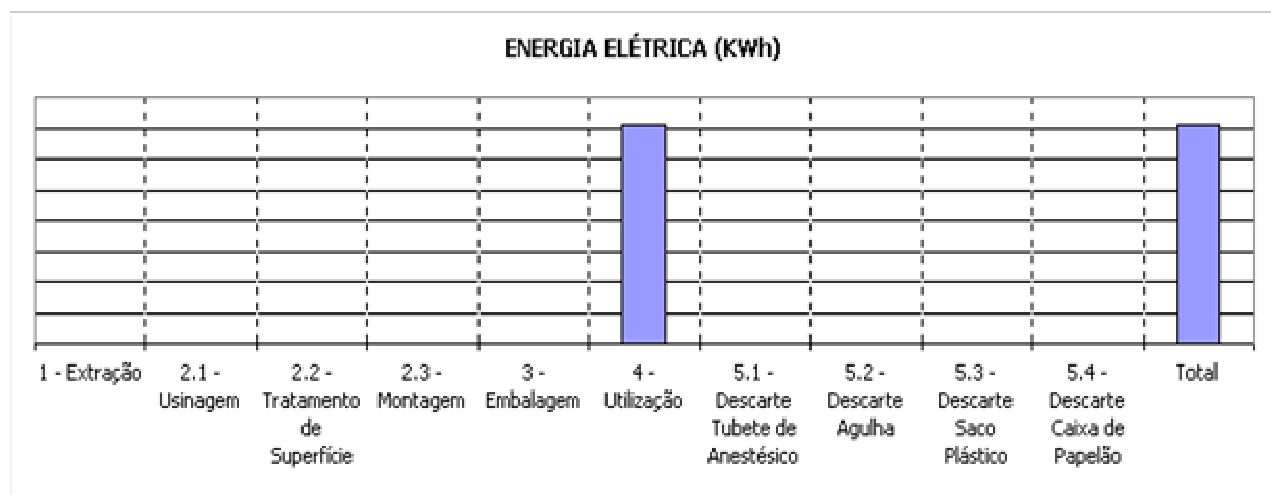
$$RS (\text{Estágio 5 – Descarte Caixa de Papelão}) = 2,259 \text{ kg}$$

3.0 COMENTÁRIOS

Os resultados obtidos permitem a construção de uma tabela que mostra o consumo de energia elétrica e a geração de resíduos sólidos em todos os cinco estágios de ciclo de vida da seringa para injeção odontológica. O estudo ainda depende da obtenção de dados referentes aos resíduos sólidos gerados na extração do cobre e do zinco e na fabricação do latão (Estágio 1). Deve-se destacar, também, que os dados relativos ao descarte do tubete de anestésico levam em consideração sua massa total que, na verdade, é constituída de três materiais: plástico ou vidro, borracha e alumínio. Analogamente, no item do descarte da agulha para injeção foi considerada sua massa total que é constituída de aço inoxidável e plástico. Todos os dados obtidos foram revisados e são provenientes das melhores fontes disponíveis. A seguir, apresenta-se a tabela 1, tabela de valores convertidos segundo os resultados anteriormente encontrados e os dois gráficos relativos ao consumo de energia elétrica e à geração de resíduos sólidos que ilustram de uma forma comparativa o que ocorre nos cinco estágios de ciclo de vida do produto considerado.

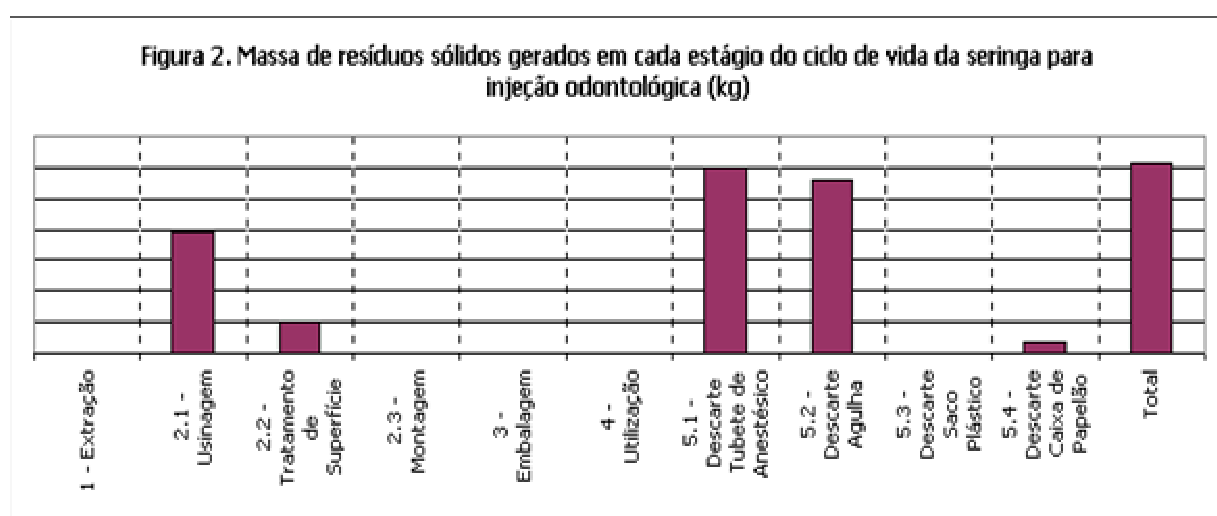
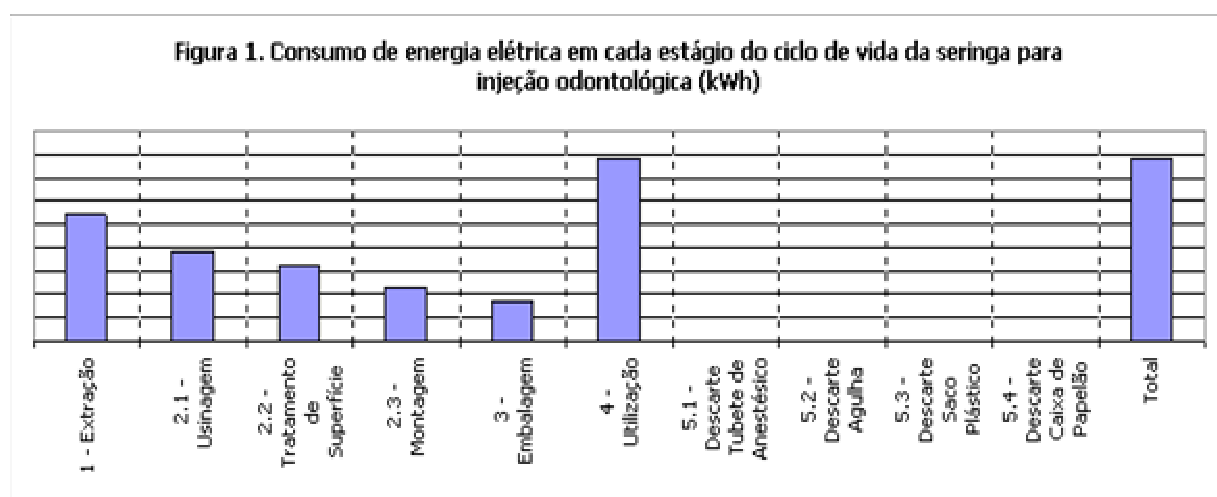
TABELA 1. Consumo de Energia Elétrica e Quantidades de Resíduos Sólidos Gerados em cada Estágio do Ciclo de Vida da Seringa para Injeção Odontológica

<i>ESTÁGIOS DA ACV</i>	<i>ENERGIA ELÉTRICA (KWh)</i>	<i>RESÍDUOS SÓLIDOS (Kg)</i>
1 - Extração	290.526,420	0,000
2.1 - Usinagem	6.858,126	8.156,710
2.2 - Tratamento de Superfície	1.554,196	9,699
2.3 - Montagem	189,141	0,000
3 - Embalagem	47,285	0,000
4 - Utilização	70.927.920,000	0,000
5.1 - Descarte Tubete de Anestésico	0,000	945.705,600
5.2 - Descarte Agulha	0,000	378.282,240
5.3 - Descarte Saco Plástico	0,000	0,208
5.4 - Descarte Caixa de Papelão	0,000	2,259
Total	71.227.095,168	1.332.156,716



Para que se possa visualizar mais adequadamente a influência de cada estágio do ciclo de vida do produto e compará-lo com os demais, as respectivas escalas foram modificadas para seus valores logarítmicos, obtendo-se a tabela 2.

TABELA 2. Consumo de Energia Elétrica e Quantidades de Resíduos Sólidos Gerados em cada Estágio do Ciclo de Vida da Seringa para Injeção Odontológica (Escala Logarítmica)



4.0 CONCLUSÕES

Diante dos dados obtidos, foram modificados certos procedimentos no processo de usinagem (Estágio 2) das peças. Por exemplo: as peças números 1 (tubo) e 3 (garfo) apresentavam excesso de resíduo sólido (cavacos) após seu processamento. A solução proposta foi a substituição de vergalhões redondos de latão por tubos com dimensões condizentes que além de minimizar o resíduo sólido ainda economizam energia elétrica devido ao menor tempo de usinagem. O processamento desta inovação está em fase de implantação.

Outra observação pertinente é que a agulha utilizada no processo de anestesia odontológica (Resíduo Classe A / Resíduos Infectantes Tipo A4 / Perfurante – Cortante), deveria ser descartada para o “lixo hospitalar”. Como os ciclos de coleta são variáveis de acordo com cada região do país, ocorre, em muitos casos, que a mesma é simplesmente descartada para o lixo comum. O tubete utilizado vai diretamente para o lixo comum. Tais fatos conduzem a indagações quanto ao que existe nos lixões brasileiros, visto que, em termos de resíduos sólidos, em nosso estudo, os maiores índices provêm destes dois itens.

Em termos de energia elétrica, o maior consumo é, também, proveniente dos consultórios odontológicos devido a utilização de auto-claves no processo de esterilização. Finalizando, os principais resultados da pesquisa foram o conhecimento detalhado de cada etapa de produção e suas interações promovendo uma visão ampla do conceito de ACV de um produto. Por meio da análise dos mesmos foi possível modificar parâmetros que vão desde a substituição de matérias-primas até a promoção de descarte mais eficiente.

Foi, também, possível diminuir o consumo de energia elétrica. Modificou-se parte do processo de produção que resultou em menor geração de resíduo sólido. As análises apresentadas sugerem que se dê continuidade às pesquisas como forma de engajar as empresas de pequeno porte no processo da ecologia industrial.

5.0 REFERÊNCIAS

[1] B. R. ALLENBY, T. E. GRAEDEL. Industrial Ecology. New Jersey, USA: Prentice Hall, 1995, 412 p.

[2] BRASIL. MME – Ministério das Minas e Energia. SMM – Secretaria das Minas e Energia. Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2002. Produção Brasileira de Metais Não-Ferrosos Primários. Disponível em: < www.mme.gov.br/smm/anuario2002/plndmnf.htm >. Acesso em 27/03/2003.

[3] BRASIL. Votorantim Metais. Zinco – Descubra Suas Propriedades, São Paulo, SP, Fevereiro de 2003.

[4] Votorantim Metais. Zinco – Processos de Aplicação de Zinco, São Paulo, SP: Versão 3, 28/10/2002. 1 CD-ROM.

[5] CHEHEBE, José Ribamar B. Análise do Ciclo de Vida de Produtos. Ferramenta Gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 105 p.

[6] BRASIL. CFO – Conselho Federal de Odontologia. Números do CFO em Todos os Estados. Disponível em: < www.cfo.org.br/CFODB/novo-numero6.cfm >. Acesso em 14/04/2003.

6.0 FOLHA DE DADOS (EXEMPLO)

FOLHA DE DADOS 2.1.1 - Seringa para Injeção Odontológica			
Processo: Usinagem em Torno Revólver		Data: 28/02/2003	
BALANÇO DE MASSA			
Entrada de Matérias-Primas: 0,066kg		Saída: 0,015kg	
(Vergalhão Redondo Latão 11,11mm – 0,83kg/m)			
Produto Principal: <i>TUBO</i>			
Resíduos Sólidos: 0,051kg (Cavacos = Sucata p/ Reciclagem)			
Outras Entradas: Óleo Solúvel em Água *			
<i>Comentários: Média aritmética de 3 (três) medições, antes e após a usinagem, da divisão do peso de 100 (cem) peças por 100. Balança digital com divisões de 0,005 kg.</i>			
ENTRADA DE ENERGIA			
Fontes Energéticas: Eletricidade - 0,038 kW.h			
<i>Comentários: Tempo de usinagem multiplicado pela potência do motor do torno revólver. Média aritmética de 3 (três) medições. Cronômetro digital com divisões de 0,01s.</i>			
TRANSPORTES			
Meio: Rodoviário	Distância:	Km	Carga: Kg
<i>Comentários: Cálculos não efetuados.</i>			
DADOS AMBIENTAIS			
Emissões para o AR:		kg	
Emissões para a ÁGUA:		kg	
Emissões para a TERRA:		kg	
<i>Comentários: Emissões para o ar desprezíveis (na usinagem). Óleo solúvel em água (até 1 litro a cada 75 dias) → emissões para a água desprezíveis (na usinagem).</i>			