



**Análise de custo-benefício para a
redução das emissões de dioxinas e
furanos e avaliação das opções de
tratamento de PCBs**

Eng. Marcus E. M da Matta, PhD
Diretor Executivo EcoAdvisor
marcus@ecoadvisor.com.br
www.ecoadvisor.com.br

PALESTRANTE

- Marcus E. M. da Matta, PhD, CEO

- Engenheiro Ambiental pela Escola Superior de Química Oswaldo Cruz, Doutor em Ciências pela Faculdade de Medicina da USP e Especialista em Gestão Ambiental pela Faculdade de Saúde Pública da USP.
 - Diretor Executivo da EcoAdvisor Associados, possui experiência em projetos realizados para o Ministério do Meio Ambiente (MMA), Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS/OMS) e Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), com destaque para os projetos: Desenvolvimento de Metodologia para o Inventário Nacional de Bifenilas Policloradas (PCBs) no setor elétrico (2011); a elaboração de planejamento estratégico, assistência técnica e treinamento para aplicação da metodologia de Registro e Emissão de Transferência de Poluentes (2013) e Avaliação Socioeconômica de ações para implementação da Convenção de Estocolmo sobre Poluentes Orgânicos Persistentes (2015).



EQUIPE ECOADVISOR



Foto: Reunião na sede da EcoAdvisor para
Início do projeto

Coordenação técnica:

Dr. Marcus Emmanuel Mamana
da Matta

Consultores:

Msc. Marie Shimada
Msc. Eduardo de Almeida
Menezes
Dra. Maurea Nicoletti Flynn
Dr. João Salvador Furtado
Dra. Maria de Fátima M. Pedrozo
Eng. Marco Antônio Parreira
Ferreira
Dr. Biagio F. Giannetti
Dra. Maria Cecília Villas-Boas de
Almeida

Editoração:

Esp. Pedro Henrique Bolanho
Simões

Tópicos

- Objetivos BRA 10-32100/2015
- Atividades
- Limitações
- Metodologia
- Resultados
 - Análise de custo-benefício para a redução das emissões de dioxinas e furanos
 - Avaliação das opções de tratamento de PCBs



OBJETIVO GERAL

- Avaliar de forma preliminar os impactos socioeconômicos e analisar o custo-benefício das ações, alternativas e sistemas voluntários propostos no Plano Nacional de Implementação (NIP) no Brasil da Convenção de Estocolmo.
- Contrato BRA 10-32100/2015
 - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Ministério do Meio Ambiente - Gerência de Segurança Química e Consórcio Intertox/Ecoadvisor - execução [EcoAdvisor Associados](#).



- Avaliar o risco social de cada opção de gerenciamento e da viabilidade das mesmas no Brasil;...
- Analisar o custo/ benefício objetivando a homogeneização de todos os impactos (custos) e todos os efeitos positivos (benefícios), em base monetária comum, em Reais (R\$) e em Dólares (US\$);
- Avaliar as opções de tratamento, disposição e destruição de estoques e resíduos de POPs;
- Produzir matriz de Tomada de Decisão com análise classificatória das técnicas de redução/eliminação da geração, utilização/produção, da destinação dos poluentes orgânicos persistentes.



Limitações

- Conforme TR o projeto foi baseado em fontes secundárias;
 - não contemplando consulta às partes interessadas para avaliação da percepção dos diferentes interesses socioeconômicos nos planos de ação;
 - não incluiu as captações de informações primárias, com pesquisas a campo para estimativa mais aproximada e detalhada dos custos.
- Prazo para execução 90 dias.



Neste sentido, trata-se de estudo propositivo da aplicação das metodologias de análise de risco socioeconômico e custo-benefício.

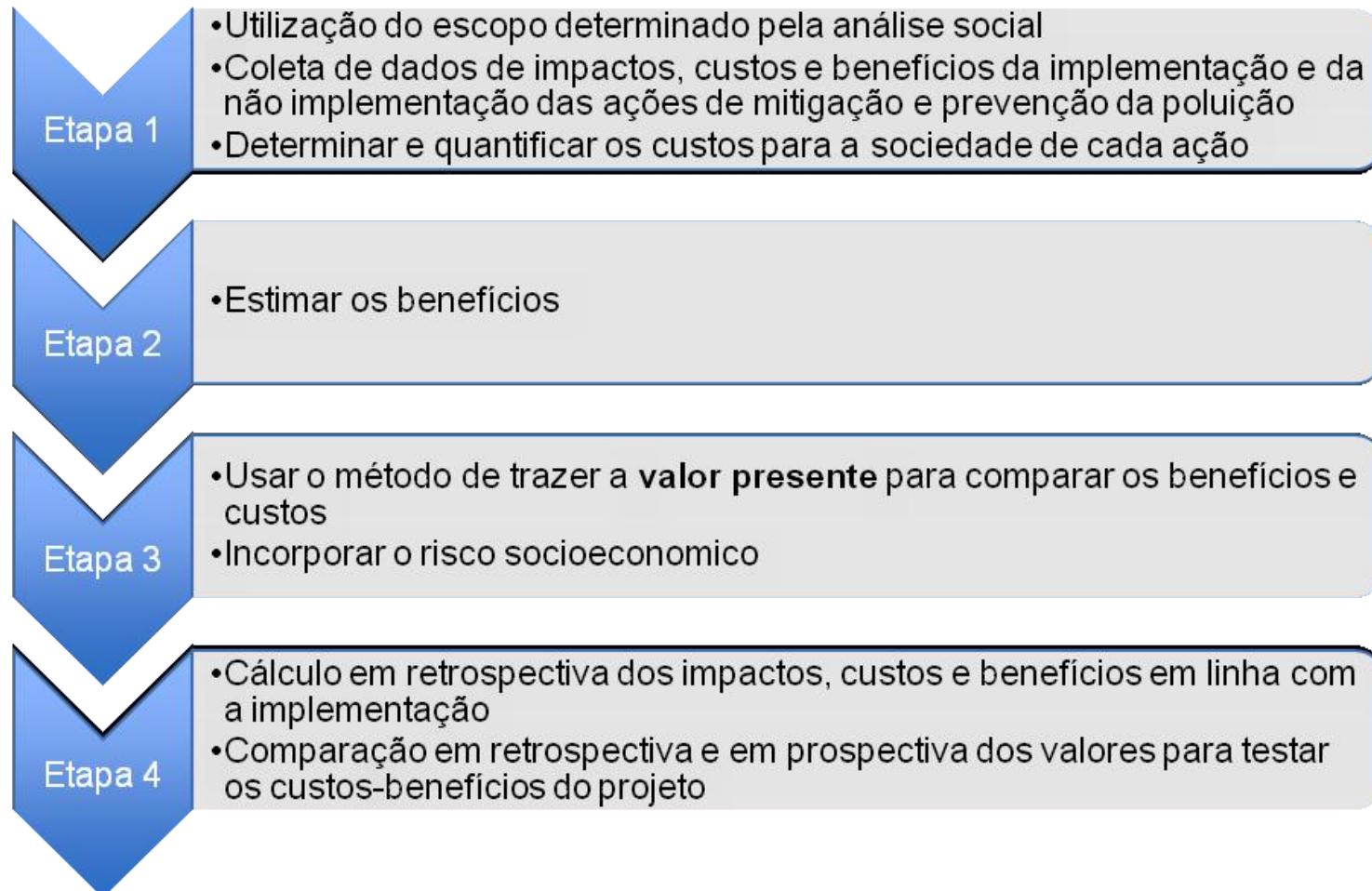


Figura - Etapas de condução de análise de custo-benefício.

Fonte: Socio-economic assessment for national implementation plan development and implementation under the Stockholm Convention (UNEP, 2007)

Metodologia – Estimativa de Custos

- Cenários:

- Custos Individuais: relacionados com parâmetros individuais da implantação da estratégia na indústria ou setor.
 - Custos Nacionais: agrega parâmetros que possam refletir um potencial cenário de custos nacional.

- Tipologias de custos:

- Custos de implementação BAT/BEP
 - Custos de monitoramento
 - Custos de treinamento

- Partes envolvidas no custo:

- Setor Privado
 - Governo
 - Sociedade



Metodologia

Estimativa custo-benefício social

- Potencial de benefício social das ações:
 - DALY (Anos de Vida Perdidos (YLL) e Vividos com Incapacidades(YLD) do inglês *Disability Adjusted Life Years*)
 - DALY = YLL + YLD

Índice DALY para todas as causas de doenças - OMS

Ranking	País	DALY
1	Islândia	9.863,05
2	Japão	10.430,23
3	Israel	10.447,96
4	Cingapura	10.559,13
5	Kuweit	10.609,22
6	Austrália	11.020,91
35	Chile	14.013,04
47	México	15.090,12
63	Uruguai	16.458,13
67	Argentina	16.569,72
114	Brasil	20.720,87
132	Bolívia	27.041,67
138	Índia	28.575,08
191	Angola	81.591,81

Adaptado de *Environmental Strategy Papers N.1: Health and Environment* de Lvovsky (2001)

Doenças potencialmente associadas à exposição de POPs	DALY para 100.000 pessoas (Brasil, 2002)
Infecções Respiratórias	515
Recém-nascido com peso baixo	156
Neoplasmas Malignos	1.173
Diabetes Mellitus	388
Doenças endométricas	296
Depressão Unipolar Desordenada	1.620
Doenças Cardiovasculares	2.299
Nefrites e Nefroses	95
Anomalias Congênitas	469
Envenenamentos	8
Total	7.019
DALY devido a todas as causas de doenças	20.721

Metodologia – Estimativa de Custos

○ Cálculo:

- $\text{DALY}_{\text{população}} = \text{DALY} \times \text{População do Brasil}/100.000$
- $7019 \times 203.912.979 / 100.000$ (habitantes - dados de 2014), temos 14.312.652 anos de vida perdidos.
- Adaptado de Lvovsky (2001), consideramos como $\text{DALY}_{\text{POPs}}$ a faixa de 20% (conservador) e 40% (moderado) do $\text{DALY}_{\text{população}}$

DALY	Critérios	Brasil
$\text{DALY}_{\text{POPs}}$ Anos de vida perdidos por morte prematura ou sofrimento devidos a doenças provocadas pela exposição aos POPs	Conservador Moderado	2.862.530 anos 5.725.060 anos
Representatividade do $\text{DALY}_{\text{POPs}}$ no valor total do DALYBRASIL	Conservador Moderado	7% 14%



Metodologia – Estimativa de Custos

- O valor anual no Brasil de uma vida estatística (DALY) é de US\$ 7.700 (Seroa da Motta et al., 1998)
 - Considera renda per capita, expectativa de vida, despesas de saúde e elasticida de renda.
- Perdas econômicas (PE) referentes aos danos à saúde da população brasileira pela exposição aos POPs:
 - $PE = DALY_{POPs} \text{ (valores da tabela 1)} \times US\$ 7.700$
 - Conservador = 22 bilhões de dólares
 - Moderado = 44 bilhões de dólares
- Representam perdas no PIB do Brasil de 2014 que variam entre 1 a 2%.



Ações para redução das emissões de Dioxinas e Furanos

Valores de Referência DALY	Em milhões de dólares
Valor Salvo (conservador)	22.000
Valor Salvo (moderado)	44.000

Atividade	Representatividade no total de emissões nacionais	Total Previsto de Redução de Emissões	Abatimento previsto de redução do ambiente	Benefícios (milhões de dólares)		Custo (milhões de dólares)	Benefícios (milhões de dólares)		Relação Custo Benefício	
				Conservador	Moderado		Inferior	Superior	Inferior	Superior
Sinterização de minério de ferro	18,17%	92%	16,7%	3.678	7.355	1.003	2.675	6.352	3,7	7,3
Queima de Biomassa ao Ar Livre	15,06%	50%	7,5%	1.657	3.313	987	669	2.326	1,7	3,4
Estratégia para incêndios e queima de resíduos ao ar livre, acidentais ou não-acidentais	7,72%	30%	2,3%	510	1.019	1.005	-496	14	0,5	1,0
Estratégia para incineração de resíduos de serviços de saúde	3,41%	77%	2,6%	578	1.155	114	463	1.041	5,1	10,1
Estratégia para usinas de ferro/aço (aciarias não-integradas)	8,40%	52%	4,4%	961	1.922	1.373	-412	549	0,7	1,4
Estratégia para produção de cal	1,67%	79%	1,3%	290	580	25	265	555	11,4	22,8
Estratégia para produção de alumínio	6,79%	84%	5,7%	1.255	2.510	323	932	2.187	3,9	7,8
Estratégia para recuperação térmica de fios e cabos	1,10%	72%	0,8%	177	353	16	160	337	10,8	21,6

*Dados incompletos para estimativa de custos



ESTIMATIVA

Ações	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5	Valor Presente Custo Total Estimado
	Total Custo Estimado (dólar)					
Sinterização de minério de ferro						
Adoção de melhores práticas ambientais (BEP) tanto em unidades existentes como nas novas. Para as unidades existentes deverá ser fixado prazo consistente para o seu atendimento, sugerindo-se 3 anos.	474.041.129					
Adoção das medidas primárias para impedir ou minimizar a formação de PCDD/PCDF durante sinterização de ferro, tais como: 1. operação estável e consistente da planta de sinterização; 2. programas de contínua monitorização de parâmetros; 3. recirculação de gases residuais; 4. minimização da quantidade de matérias-primas contaminadas com poluentes orgânicos persistentes ou contaminantes que levam à formação desses poluentes; 5. preparação do material de alimentação	50.824.065					
Adição de ureia no processo de sinterização. No entanto, o uso de ureia tem que ser avaliado em relação a efeitos colaterais na emissão dos outros poluentes.	1.644.791					
Adoção melhor tecnológica prática disponível para tratamento das emissões, com fixação de limite de emissão para a atmosfera de 0,2 ng-TEQ/Nm ³ , para fontes novas.	474.041.129					
Para as unidades existentes sugere-se a fixação de Padrão de Emissão com prazo consistente para o seu atendimento. O valor do padrão seria condizente com o resultado do monitoramento e pode-se pensar em valores da ordem de 0,5 a 2,5 ng-TEQ/Nm ³ para estas fontes.	286.165	286.165	286.165	286.165	286.165	
Adoção de monitoramento sistemático das emissões (ar, água e resíduos), de acordo com métodos normatizados, com fixação de frequência mínima de realização.	286.165	286.165	286.165	286.165	286.165	
Estimativa de Custos	1.001.123.443	572.329	572.329	572.329	572.329	1.002.834.701

Sinterização de minério de ferro

	Estimativa de Custos		Cenário 1: Custos Individuais				
	Cenário 1: Custos Individuais		Cenário 2: Custos Cenário Nacional				
	Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (reais)	Observações	Meta de Redução	Referência
Sinterização de minério de ferro							
Adoção de melhores práticas existentes como na prazo consistente para							
Adoção de medidas para PCDD/PCDF durante o prazo consistente da planta de monitorização de parâmetros minimização da quantidade de poluentes orgânicos para desses poluentes; 5. p	Aquisição de Precipitador Eletrostático pela indústria	Capacidade instalada de Aço Bruto (t/ano)	48.300.000	1.469.527.500,00	Considerando que 50% da capacidade instalada já possui o precipitador eletrostático	92%	IABr, 2014
	Ações de manutenção e monitoramento do sistema	Capacidade instalada de Aço Bruto (t/ano)	48.300.000	157.554.600,00	Considerando que 30% dos precipitadores estão em bom estado	92%	IABr, 2015
Adição de ureia no processo que ser avaliado em relação a poluentes.	Contratação de Projeto de Engenharia para desenvolvimento de adição de uréia no processo de sinterização	Quantidade de usinas de aço instaladas no Brasil	29	5.098.852,50	Considerando que 30% da capacidade instalada já possui a técnica de adição de ureia	92%	IABr, 2016
Adoção melhor tecnologia para emissões, com fixação de TEQ/Nm3, para fontes	Aquisição de Precipitador Eletrostático pela indústria	Produção de minério de ferro no Brasil (ton)	48.300.000	1.469.527.500,00	Considerando que 50% da capacidade instalada já possui o precipitador eletrostático	92%	IABr, 2017
Para as unidades existentes prazo consistente para condizente com o resultado da ordem de 0,5 a 2,5	Coleta de amostras e análise laboratorial de acordo com os protocolos de medição	Quantidade de usinas de aço instaladas no Brasil	29	887.110,29	Custo estimado para realização de campanha de monitoramento por usina	92%	IABr, 2018
Adoção de monitoramento de acordo com métodos de realização.	Coleta de amostras e análise laboratorial de acordo com os protocolos de medição	Quantidade de usinas de aço instaladas no Brasil	29	887.110,29	Custo estimado para realização de campanha de monitoramento por usina	92%	IABr, 2019

QUEIMA DE BIOMASSA AO AR LIVRE

Queima de Biomassa	Cenário 2: Custos Cenário Nacional			Cenário 1: Custos Individuais				
	Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)	Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
Estender a indústria para o período de	Quantidade de trabalhadores na colheita de cana de açúcar	300.000	986.774.612,90	Substituição do corte manual pelo corte mecanizado	Máquina de Corte de Cana - Substituição de 100 homens	Equipamento	328.924,87	Setor Privado
Combater ambientais participações conscientes, malefícios especiais, que devem ser queimados futuras estatísticas	Quantidade de Treinamentos serão realizados para todo Brasil - pacote de 5 por região para Ano 1	5	186.964,81	Contratação de consultores externos para preparação de conteúdo, realização de treinamentos presenciais e prestação de serviços gráficos	Desenvolvimento do Conteúdo Didático, Realização de Treinamento e Materiais	Treinamento	37.392,96	Governo
O uso do risco Nacional deve auxiliar no combate. poderiam ocorrer responsáveis devidas práticas tomadas.	Não há parâmetro a ser estimado, visto que não há custo	0,00	0,00	Todos os dados e produtos são divulgados na internet pelo INPE sem custo para o usuário, cerca de três horas após sua geração.	Cooperação com o INPE para disponibilização dos dados	Contrato de Cooperação	0,00	Governo
O processo sempre prefeitos pra ser envolvidos e ouvidos no processo de forma a verificar as dificuldades e possibilidades de introdução das medidas	Quantidade de Campanhas a serem realizadas	4	36.056,52	Não há dados para estimar os custos	Desenvolvimento de material e campanha de sensibilização com as medidas sugeridas	Material para Sensibilização	9.014,13	Governo
	Não há dados para estimar os custos	Não há dados para estimar os custos	Não há dados para estimar os custos					

Incêndio e queima de resíduos ao ar livre

Estimativa de Custos			Cenário 1: Custos Individuais				
Cenário 2: Custos Cenário Nacional			Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)					
Treinamentos serão realizados para todo Brasil - pacote de 10 por região para Ano 1	5	306.534,26	Realização de treinamentos com as equipes indicadas com o conteúdo específico visando a conscientização	Desenvolvimento do Conteúdo Didático, Realização de Treinamento e Materiais	Treinamento	61.306	Governo
Total de Aterros Sanitários no Brasil	1.870	1.004.492.668,85	Investimento inicial do projeto inclui a instalação da usina de geração e sistema de captação do biogás	Instalação de usina de geração e sistema de captação do biogás com potência de 1MW	Planta	1.074.323	Setor Privado

Incineração de resíduos de serviço de saúde

	Cenário 2: Custos Cenário Nacional			Cenário 1: Custos Individuais				
	Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)	Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
Estimativa para a instalação de incineradores de resíduos de serviços de saúde	Quantidade de usinas necessárias para destinação da produção de resíduos de serviços de saúde	115	109.819.910,32	O investimento necessário para a implantação da unidade de tratamento de resíduos envolve planejamento, construção e implementação operacional da usina.	Instalação de Incinerador de 500kg/hr	Planta	954.955,74	Setor Privado
Usos existentes que podem ser considerados para a estimativa	Não há dados para estimar os custos	Não há dados para estimar os custos	Não há dados para estimar os custos					
Estimativa para a instalação de incineradores de resíduos de serviços de saúde	Quantidade de usinas necessárias para destinação da produção de resíduos de serviços de saúde	115	1.134.790,69	Desenvolvimento de medidas junto aos órgãos reguladores, como o CONAMA	Não há dados para estimar os custos	Não há dados para estimar os custos	Não há dados para estimar os custos	Setor Privado
Exigir monitoramento periódico das emissões (anual ou bienal).				Coleta de amostras e análise laboratorial de acordo com os	Campanha de monitoramento	Campanha	9.867,75	Setor Privado

USINAS DE FERRO/AÇO

	Cenário 2: Custos Cenário Nacional			Cenário 1: Custos Individuais				
	Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)	Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
Estratégia integrada	Capacidade instalada de Aço Bruto (t/ano)	48.300.000	659.295.000,00					
Adoção de unidades	Capacidade instalada de Aço Bruto (t/ano)	48.300.000	53.613.000,00	Aquisição de Forno Elétrico a Arco	Implementação de Forno Elétrico a Arco (Custo/t)	Equipamento	27,30	Setor Privado
Proposta 0,5 na conciliação de sustentabilidade	Capacidade instalada de Aço Bruto (t/ano)	48.300.000	659.295.000,00	Aquisição de Filtro de Mangas	Implementação de Filtro de Mangas (Custo/t)	Equipamento	2,22	Setor Privado
Proposta limite operacional de segurança e sustentabilidade	Quantidade de usinas de aço instaladas no Brasil	29	286.164,61	Aquisição de Forno Elétrico a Arco	Implementação de Forno Elétrico a Arco (Custo/t)	Equipamento	27,30	Setor Privado
Adoção de monitoramento periódico para PCDD/PCDF, com estabelecimento de frequência de coletas (anual ou bienal).				Coleta de amostras e análise laboratorial de acordo com os protocolos de medição	Campanha de monitoramento	Campanha	9.867,75	Setor Privado

Produção de cal

Cenário 2: Custos Cenário Nacional			Cenário 1: Custos Individuais				
Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)	Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
Produção de cal no Brasil (ton)	7.425.000	3.326.612,90	Visando reduzir as emissões, pode ser instalado um precipitador eletrostático, que é mais eficiente que um lavador para esta tarefa.	Implementação de precipitador eletrostático para indústrias (Custo/t)	Unidade	0,90	Setor Privado
Produção de cavão vegetal no Brasil (ton)	2.400.000	22.082.709,68	Substituição da utilização de coque de petróleo por carvão vegetal comparando o poder calorífico	Preço do carvão vegetal (Custo/ton)	Tonelada	184,02	Setor Privado



Produção de alumínio

Estimativa de Custos			Cenário 1: Custos Individuais				
<u>Cenário 2: Custos Cenário Nacional</u>			Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)					
Produção Nacional de Alumínio (t/ano)	145.211.000	161.184.210,00	Aquisição de Filtro de Mangas	Implementação de Filtro de Mangas (Custo/t)	Equipamento	2,22	Setor Privado
Produção Nacional de Alumínio (t/ano)	145.211.000	161.184.210,00	Aquisição de Filtro de Mangas	Implementação de Filtro de Mangas (Custo/t)	Equipamento	2,22	Setor Privado
Quantidade de usinas de aço alumínio	6	59.206,47	Coleta de amostras e análise laboratorial de acordo com os protocolos de medição	Campanha de monitoramento	Campanha	9.867,75	Setor Privado
Exigência de monitoramento periódico para PCDD/PCDF, com estabelecimento de frequência de coletas (anual ou bienal).							

Recuperação térmica de fios e cabos elétricos

Estimativa de Custos			Cenário 1: Custos Individuais					
Cenário 2: Custos Cenário Nacional			Descrição da Ação para Estimativa de Custo	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos	
Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)						
Estrutura elétrica	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	-		
Implementação a termo	Quantidade de fios e cabos elétricos a serem incinerados	878.980	14.177.096,77	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	Não há dados disponíveis para estimativa de custos	Setor Privado	
Implementação temporária sujos incinerados combustíveis	Quantidade de fios e cabos elétricos a serem incinerados	878.980	1.951.335,60	Aquisição de Incinerador pela indústria	Aquisição de Incinerador (custo/t)	Equipamento	32,26	Setor Privado
Adoção de efluentes todos térmicos deve ser feita ou existentes.	Quantidade de incineradores a serem instalados	20	197.354,90	Aquisição de Filtro de Mangas	Implementação de Filtro de Mangas (Custo/t)	Equipamento	2,22	Setor Privado
Adotar monitoramento periódico (anual ou bienal) das emissões de unidades que utilizam processos térmicos para a recuperação de cobre.			Coleta de amostras e análise laboratorial de acordo com os protocolos de medição	Campanha de monitoramento	Campanha	9.867,75	Setor Privado	

Estimativa de Custos		Cenário 1: Custos Individuais							
Técnicas de destinação e tratamento	Cenário 2: Custos Cenário Nacional			Parâmetro	Estimativa	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
	Parâmetro	Dado	Total Custo Estimado (dólar)	Parâmetro	Estimativa	Parâmetros dos custo	Indicador	Custo em Dólar	Principal Parte Interessada Impactada pelos Custos
Destinação às PCBs									
Incineradores de Alta Eficiência Nacional	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	438.709.677,42		Destinação do PCB por meio de incineração incluindo frete e outras despesas (Custo/ton)		Serviço	6.451,61	Setor Privado
Frete Nacional para Resíduos Perigosos	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	2.237,42		Contratação de frete rodoviário específico para transporte de resíduo até 25 toneladas (Custo/km rodado)		Serviço	0,82	Setor Privado
	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	447,48		Despesas com desembarço e despesas extras (Custo/Km rodado)		Serviço	0,16	Setor Privado
Outras despesas	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	53.720.000,00		Destinação por meio de Incineração de PCB em Hamburgo, Alemanha (Custo/ton)		Serviço	790,00	Setor Privado
Frete Internacional para Resíduos Perigosos	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	51.592.258,06		Contratação de frete marítimo em conteiner específico para resíduos perigosos para 15 toneladas		Serviço	11.380,65	Setor Privado
	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	43.870.967,74		Despesas com desembarço e despesas extras para destinação de PCB em Hamburgo		Serviço	645,16	Setor Privado
Outras despesas	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	196.683.200,00		Destinação em empresa americana especializada na técnica de Redução de Substâncias Químicas em Fase Gasosa (Custo/ton) para óleos contaminados com PCB		Serviço	2.892,40	Setor Privado
Redução de Substâncias Químicas em Fase Gasosa	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	280.286.656,80		Contratação de empresa especializada na técnica de Sal Fundido (Custo/ton)		Serviço	4.121,86	Setor Privado
Sal Fundido	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	2.242.292.363,60		Contratação de empresa especializada no Processo por Elétrons Solvatados para resíduos concentrados (Custo/ton)		Serviço	32.974,89	Setor Privado
Processo por Elétrons Solvatados	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	19.619.870,00		Contratação de empresa especializada na técnica assumindo pré-tratamento e certas condições de operações (Custo/ton)		Serviço	288,53	Setor Privado
Oxidação em Água Supercrítica	Estimativa do Estoque de PCB (ton)	68.000	394.838.709,68						



Obrigado!

contato@ecoadvisor.com.br
Tel.: +55 (11) 4302.5500
Av. Queiroz Filho, 1700 - CJ 204E
05319-000 – São Paulo-SP | Brasil

www.ecoadvisor.com.br