



Universidade Federal de Santa Catarina
Centro Tecnológico
Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental



ENS 5125 Gestão e Planejamento ambiental



Prof. Sebastião Roberto Soares, Dr
soares@ens.ufsc.br
www.ens.ufsc.br/~soares

Florianópolis
Semestre 2006/1

Índice



0.	Apresentação da disciplina	1
	0.1. Objetivos do curso	1
	0.2. Calendário	1
	0.3. Bibliografia	1
	0.4. Avaliação	2
1.	Tema 01 : Bases para planejamento e gestão ambiental.....	3
	1.1. Conceitos Básicos	3
	1.2. A variável ambiental nas organizações	7
	1.3. Noções de planejamento e políticas ambientais	18
2.	Tema 02 : Fundamentos de balanço de massa e unidade funcional.....	28
	2.1. Introdução	28
	2.2. Sistemas conservativos em equilíbrio	29
	2.3. Sistemas não conservativos em equilíbrio	35
	2.4. Sistemas com acumulação (não conservativos e sem equilíbrio).....	37
	2.5. Balanço de massa em gestão ambiental	39
3.	Tema 03 : Análise e avaliação de impactos ambientais.....	47
	3.1. Introdução	47
	3.2. Princípios gerais.....	47
4.	Tema 04 : Apoio à decisão aplicada à gestão ambiental	55
	4.1. Introdução	55
	4.2. Conceitos	56
	4.3. Princípios básicos de análise multicritério	57
	4.4. Soma ponderada.....	61
	4.5. Produto ponderado.....	64
	4.6. Soma ponderada modificada.....	65
	4.7. Método ELECTRE I	66
	4.8. Referências bibliográficas.....	72
5.	Tema 05 : Análise de riscos ambientais	73
	5.1. Conceitos	73
	5.2. Análise de riscos ambientais	74
	5.3. Bibliografia	88
6.	Tema 06. Sistema de gestão ambiental	89
	6.1. Introdução	89
	6.2. Principais ferramentas de ANÁLISE ambiental	92
	6.3. Bases para um sistema de Gestão Ambiental.....	95

6.4.	Análise de conformidade	100
6.5.	Bibliografia	105
6.6.	Anexo	106
7.	Tema 07 . Auditoria ambiental.....	112
7.1.	Introdução	112
7.2.	Roteiro de auditoria de SGA.....	114
7.3.	Reunião de encerramento.....	120
7.4.	Atividades finais da auditoria	121
7.5.	O papel dos auditores.....	122
7.6.	Auditores de certificação de SGA.....	122
7.7.	Bases Bibliográficas	123



0. Apresentação da disciplina

Semestre 2006/1



0.1. Objetivos do curso

Incorporar a variável ambiental nas estratégias de ação global de um sistema. Ou ainda, estabelecer um conjunto de rotinas e procedimentos que permita a uma organização planejar e administrar adequadamente as relações entre suas atividades e o meio ambiente que as abriga, atentando para as expectativas das partes interessadas.

0.2. Calendário

Dia	Maio	Dia	Junho
8	Aula 1 – Apresentação do curso	5	Aula 5 – Análise de riscos ambientais
15	Aula 2 – Balanço de massa e unidade funcional	12	Aula 6 – SGA
22	Aula 3 – Avaliação de impactos ambientais	19	Aula 7 – SGA
29	Aula 4 – Análise multicritério e gestão	26	Aula 8 – Prova I

Dia	Julho	Dia	Agosto
3	Aula 9 – Auditoria ambiental	7	Aula 14 – Licenciamento - EIA/RIMA
10	Aula 10 – Auditoria ambiental	14	Aula 15 – Outras ferramentas
17	Aula 11 – ACV	21	Aula 16 – Prova II
24	Aula 12 – ACV	28	
31	Aula 13 – Indicadores ambientais e Rotulagem		

0.3. Bibliografia

Não há livros-texto (com exceção das normas que são obrigatórias). A bibliografia abaixo é uma sugestão de textos nacionais para o bom acompanhamento das aulas.

O presente documento também NÃO CONSTITUI A REFERÊNCIA ÚNICA para acompanhamento das aulas.

- Abdalla de Moura, L. A. Qualidade e gestão ambiental : sugestões para implantação das normas ISO 14000 nas empresas. São Paulo : Editora Oliveira Mendes, 1998
- ABNT. NBR ISO 14001, 14004, 19011 e demais da série ISO 14000.
- Chehebe, J. R. Análise do ciclo de vida de produtos : ferramenta gerencial da ISO 14000. Rio de Janeiro: Qualitymark editora Ltda, 1998.
- Donaire, D. Gestão ambiental na empresa. São Paulo : editora atlas, 1995.
- Edwards, A. J. ISO 14001 : Environmental Certification. Step by Step. Burlington, MA (USA) : Elsevier, 2004.
- Ferrão, P. C. Introdução à gestão ambiental ; a avaliação do ciclo de vida de produtos. Lisboa (Portugal) : IST press, 1998.
- Philippi Jr et all, editores. Curso de gestão ambiental. Barueri, Sp : Manole, 2004

0.4. Avaliação

- Média = $A_t * 0.2 + P_{v1} * 0.4 + P_{v2} * 0.40$
- MédiaRec = (média+ rec)/2
- Aprovação : Média ou MédiaRec ≥ 6

- A Frequência mínima exigida é de 75% das AULAS DADAS.
- A chamada será realizada até 15 minutos após o início das aulas. Os alunos não presentes neste momento receberão falta.

1. Tema 01 : Bases para planejamento e gestão ambiental



1.1. Conceitos Básicos

- *Meio-Ambiente* : “tudo que envolve” ou o meio no qual os seres vivos se desenvolvem . José de Ávila Coimbra* define Meio Ambiente como : “o conjunto de elementos físico-químicos, ecossistemas naturais e sociais em que se insere o homem, individual e socialmente, num processo de interação que atenda ao desenvolvimento das atividades humanas, à preservação dos recursos naturais e das características essenciais do entorno, dentro de padrões de qualidade definidos”.
- *Ecologia* : ciência dos ecossistemas, estuda as relações dos seres vivos entre si e com o meio ;
- *Sistema* : parte limitada do espaço (fronteiras) na qual são feitas observações específicas ; ou ainda “conjunto de elementos em interação dinâmica, organizados em função de um objetivo”.Ou ainda, conjunto de elementos em interação dinâmica, organizada em função de um objetivo (De Rosnay).
- As fronteiras do sistema devem estabelecer uma distinção entre os elementos que o compõem dos elementos pertencentes ao ambiente. O ambiente representa um sistema de ordem mais elevada no qual o aquele que está sendo examinado é uma parte e, as modificações nos elementos do primeiro podem acarretar mudanças diretas nos valores dos elementos contidos no sistema sob exame.
- *Ecossistema* : sistema funcional que compreende uma comunidade de seres vivos e o meio ambiente a ela associado ;
- *Avaliação ambiental* : avaliação de sistemas baseada fundamentalmente na variável ambiental, ou seja, para sistemas que cumprem uma mesma função, a avaliação ambiental consistirá na definição de um conjunto de critérios que agregados convenientemente podem fornecer uma posição relativa do desempenho ambiental destes sistemas.
- *Poluição* : Introdução em um sistema de agentes químicos, físicos ou biológicos em quantidade suficiente para provocar anomalias do ecossistema considerado ou a deterioração física de bens materiais (fig. 1).

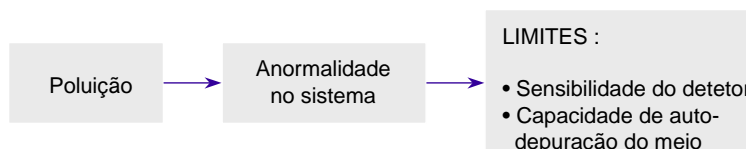


Figura 1 : constatação de poluição

Poluição crônica local : Está associada com pequenas doses localizadas de poluentes, porém de modo continuado. Ex. lançamento contínuo de efluentes em uma lagoa ou no solo, exposição contínua a pequenas doses de radioatividade, etc..

Poluição crônica global : Se refere àquelas emissões contínuas cuja repercussão se dá muito além do ponto emissor. Por exemplo, emissão de gases a efeito estufa, gases que degradam a camada de ozônio, etc.

Poluição acidental (ou aguda) : Emissão de uma grande dose de poluente em um curto intervalo de tempo. Ex, desastre com um petroleiro,

- *Contaminação* : passagem de um poluente de um meio a outro (ar <=> água, água <=> sedimentos...) ou, em um mesmo meio, de um corpo a outro.
- *Biodegradação* : metabolização total ou parcial de diferentes substâncias químicas por microorganismos.

*Coimbra, J. A. O outro lado do meio ambiente. São Paulo : Cetesb, 1985.

- **Bioacumulação** (ou bioconcentração) : acumulação nos tecidos de organismos (absorção ou adsorção) de substâncias diversas (naturais ou sintéticas) (fig. 2).

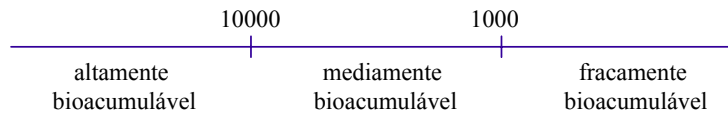


Figura 2 : representação esquemática de escala de bioacumulação

A avaliação do grau de bioacumulação é feita através do quociente da concentração em um tecido com relação à referência (meio de lançamento). Por exemplo, se um dado produto apresenta concentração na água de x mg/l e a concentração deste mesmo produto no tecido de uma espécie aquática for de y mg/kg, o índice de bioacumulação será y/x .

- **Efeitos** : Resultado de uma ação em relação a um alvo específico, ou a consequência objetiva (sobre um alvo) de uma ação de interesse.

Os efeitos podem ser :

Diretos : a ação se dá diretamente sobre o alvo.

- **Tóxicos agudos** : exposição de um indivíduo ou meio a uma dose ou concentração elevada durante um curto período de tempo (em geral 24 h) => (CL 50, DL 50)
- **Tóxicos crônicos** : exposição de um indivíduo ou meio a uma dose ou concentração fraca durante um longo período de tempo (1 mês até a duração de várias gerações de animais)
- **Estéticos**

Indiretos : a ação não se dá diretamente sobre o alvo. Por exemplo, o lançamento de um efluente (ação) e os peixes de um lago (alvo). A morte destes pode ser dar não pela ação tóxica do efluente, mas por exemplo, pela diminuição do teor de O_2 , diminuição da luminosidade ou desequilíbrios interespecies.

- **Impacto ambiental** : Modificação identificável e mensurável, benéfica ou adversa, das condições ambientais de referência. O impacto ambiental pode ser caracterizado por um efeito (direto) ou soma de efeitos (diretos e indiretos) com relação a um alvo específico.

Exemplo :

Ação : emissão de CO_2 .

Alvo : nível das águas do mar.

Efeito : ampliação do “efeito estufa” (aumento da temperatura) e indiretamente o aumento do nível do mar.

Impacto ambiental : elevação de 0,1 m do nível do mar.

Finalmente, o impacto depende dos efeitos e da exposição. A exposição deve ser apreciada em termos de nível e de duração.

- **Nível de exposição** : concentração de um produto em um dado meio, ou a dose ingerida segundo o caso.
- **Duração de exposição** : tempo durante o qual os seres vivos são expostos a uma concentração.
- **Resíduos** : Materiais ou substâncias que num determinado tempo e espaço são descartados ou destinados ao descarte pelo seu responsável (fig. 3).

A produção de resíduos em um sistema, em algum momento, será inevitável devido às seguintes variáveis:

Biológica	Química	Tecnológica
Econômica	Ecológica	Acidental

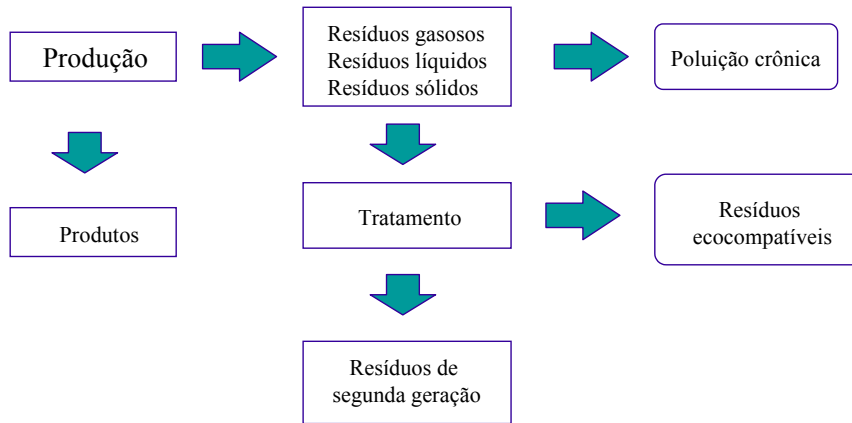


Figura 3 : fluxo de produção de resíduos

A produção de resíduos pode representar, além de problemas ambientais, uma perda de matéria e energia.
→ *ineficiência produtiva !!*

- **Redução de resíduos :** procedimentos que visam evitar a produção de resíduos e/ou diminuir a quantidade de resíduos a tratar. Esta estratégia permite, em geral, a diminuição de custos e riscos :
 - Reduz os custos de gestão e tratamento de resíduos ;
 - Reduz riscos de contaminação, acidentes e emergências ;
 - Reduz os custos de produção devido a melhor gestão dos materiais e eficiência do processo.

Os procedimentos empregados para redução de resíduos na fonte passam necessariamente por uma das seguintes alternativas :

Gestão de estoques

Modificação do processo de produção

- Procedimentos de operação e manutenção
- Substituição de materiais

Redução de volumes

- Segregação
- Concentração

Qualificação de recursos humanos

Obs. Um procedimento extremo de redução de resíduos consiste em eliminar a fonte de produção (produto).

- **Tratamento de resíduos :** O termo tratamento de resíduos envolve as técnicas que visam a transformação do resíduo, seja para a sua valorização, seja para a sua eliminação.

Valorização

- Valorização energética
- Valorização de matérias-primas
- Valorização em ciências dos materiais
- Valorização em agricultura e agro-alimentar
- Valorização em técnicas de meio-ambiente

Eliminação

- Processos térmicos
- Processos biológicos
- Processos físico-químicos
- Estocagem em aterros sanitários

- **Desenvolvimento sustentável :** atendimento das necessidades da geração atual sem comprometer o direito das futuras gerações atenderem as suas próprias necessidades

- *Qualidade ambiental* : atendimento aos requisitos de natureza física, química, biológica, social, econômica e tecnológica que assegurem a estabilidade das relações ambientais no ecossistema no qual se inserem as atividades consideradas
- *Objetivo* : propósito ambiental que se pretende atingir em um sistema. Exemplo controlar emissões atmosféricas
- *Meta* : objetivo quantificado, por exemplo, controlar 50% das emissões atmosféricas.
- *Aspecto Ambiental* : Elemento das atividades, produtos ou serviços de um sistema que pode interagir (causar alteração) com o meio ambiente. Os agentes de cada alteração constituem os aspectos ambientais. Por exemplo, emissão atmosférica, odor, resíduos sólidos, etc.
- *Planejamento* : concepção das atividades que permitirá alcançar uma meta.
- *Gestão ambiental* : sistema que inclui a estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental.
A gestão ambiental é a forma pela qual a organização se mobiliza, interna e externamente, para a conquista da qualidade ambiental desejada. Ela consiste em um conjunto de medidas que visam ter controle sobre o impacto ambiental de uma atividade.

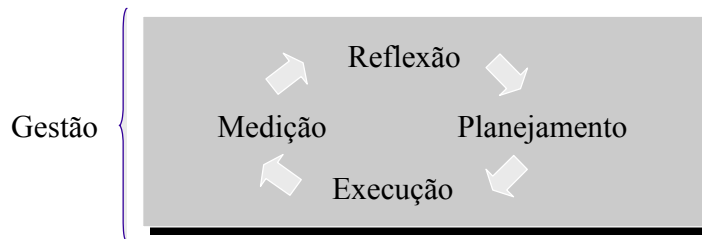


Figura 4. Etapas de gestão ambiental

As estratégias para uma gestão eficiente do meio ambiente incluem as atividades a montante e a jusante do sistema considerado, entre as quais se destacam o consumo de matérias-primas, a produção de resíduos (sólidos, líquidos e gasosos), a modificação do ambiente natural, as perturbações (ruído, temperatura...), emissões eletromagnéticas, radioativas, etc..

O *Consumo de matérias primas* pode ser avaliado no tocante aos **Recursos não renováveis** (Não reciclável (matérias fósseis e físseis) e Reciclável (matérias minerais)) e **Recursos renováveis** (biomassa).

Com relação à *produção de resíduos*, esta deve ser analisada em termos quantitativos e qualitativos, sua natureza (sólido, líquido, ou gasoso) e com relação ao meio receptor.

Quanto a modificação do ambiente natural, pode-se considerar, por exemplo, condições como :

- Desmatamento
- Desertificação
- Degradação das paisagens
- Degradação dos ecossistemas
- Inundação
- Modificação de correntes (vento, água)
- etc.

As perturbações estão relacionadas sobretudo com a qualidade ambiental no interior do sistema. Pode-se citar as condições de ruído, temperatura, iluminação, vibração como elementos de avaliação de tal qualidade.

Estes elementos podem interferir também externamente ao sistema.



1.2. A variável ambiental nas organizações

Texto introdutório adaptado de

- Donaire, D. *Gestão ambiental na empresa. São Paulo : Editora Atlas, 1995*
- SEBRAE, IBAMA e Instituto Herbert Levy. *Gestão ambiental- Compromisso da empresa. 1996*



Introdução

Minamata, Japão, anos 50.

A indústria química Chisso despeja 460 toneladas de materiais poluentes na Baía de Yatsushiro. Mais de 1000 pessoas morrem e um número não calculável sofre mutilações em consequência do envenenamento por mercúrio. A empresa é obrigada a pagar mais de 600 milhões de dólares em indenizações e muitos processos judiciais correm até hoje.

Ontário, Canadá, 1982.

Chuvas ácidas, provocadas pela queima de combustíveis - provavelmente em território norte-americano -, causam a morte de peixes em 147 lagos. O governo canadense acusa os Estados Unidos de indiferença em relação à questão ambiental.

Cubatão, São Paulo, 1984.

O rompimento de um oleoduto da Petrobrás, provocado por um incêndio, arrasa a favela de Socó, umas das áreas mais poluídas do planeta. Noventa pessoas morrem e 200 ficam feridas.

Bhopal, Índia, 1984.

Um vazamento de isocianeto de metila em uma fábrica de pesticidas da Union Carbide mata mais de 2000 pessoas e deixa por volta de 200000 com graves lesões nos olhos, pulmões, fígado e rins.

Chernobil, antiga URSS, 1985.

Uma explosão destrói um dos quatro reatores de uma usina atômica, lançando 100 milhões de curies de radiação na atmosfera, 6 milhões de vezes o volume que escapou de Three Mile Island, nos Estados Unidos pouco anos antes, no que era considerado até então o pior acidente atômico da história. Trinta e uma pessoas perderam a vida e outras 40000 ficam sujeitas ao risco de câncer nos 20 anos seguintes.

Basiléia, Suíça, 1986.

Um incêndio em uma indústria química de Sandoz atira no Reno 30 toneladas de pesticidas, fungicidas e outros produtos altamente tóxicos - o volume de poluentes recebidos pelo rio em um ano. O acidente dá força ao Partido Verde na renovação do Parlamento alemão.

Alasca, EUA, 1989.

O petroleiro Exxon Valdez bate em um recife e derrama 41,5 milhões de litros de petróleo no estreito de Príncipe Willian. Cerca de 580 000 aves, 5 550 lontras e milhares de outros animais morrem no maior acidente ambiental da história recente dos EUA.

Rio de Janeiro (RJ), Araucária (PR), 2000

Rompimento de dutos transportadores de óleo comprometendo a baía de Guanabara (1,29 mil toneladas – liberados pela refinaria Duque de Caxias) e o rio Barigüi, afluente do Rio Iguaçu e o próprio Iguaçu (4 milhões de litros de óleo cru – oriundo da refinaria presidente Getúlio Vargas)

Costa da Galícia, Espanha, 2002

O afundamento do petroleiro Prestige, das Bahamas, a 250 quilômetros da região da Galícia, na costa da Espanha, que transportava 77 mil toneladas de óleo combustível. O acidente pode se tornar uma das maiores catástrofes ambientais da história causadas por vazamento de óleo. O navio afundou no dia 19 de novembro. O vazamento de óleo atingiu as praias e as encostas da Espanha, com repercussões também na França e Portugal.

Os casos acima são exemplos de poluição aguda "espetacular" da história recente. Estes fatos, se comparados ao somatório da poluição crônica e aguda que ainda fazem parte do cotidiano humano, são plenamente insignificantes. Entretanto, grandes episódios têm uma maior repercussão sobre necessidades de mudança de comportamento. Ou seja, continuamos ainda expostos ao perigo de todo o tipo de poluição. Prova recente foi o rompimento, em janeiro, de um duto da Petrobrás, que durante 4 horas despejou 1,3 milhões de litros de óleo nas já degradadas águas da baía de Guanabara, atingindo os manguezais, essenciais para a sobrevivência da fauna da região. Ou o vazamento de cianeto no rio Tisza, afluente do Danúbio. A diferença é que desastres como estes não passam mais em branco. Agressões ambientais agora chocam a opinião pública, abalando fortemente a imagem de uma empresa, e podem custar caro. A Petrobrás pagou uma multa de R\$ 35 milhões ao Ibama e deve desembolsar mais de R\$ 110 milhões em indenizações para amenizar o impacto da devastação. E os governos da Iugoslávia e da Hungria ameaçam recorrer à Corte Internacional de Justiça de Haia contra a Romênia pela catástrofe no Danúbio, que também corta os territórios destes países.

É notório, portanto, o surgimento de uma consciência ecológica, que não se manifesta apenas por grupos ambientalistas, mas vem sendo incorporada por um número cada vez maior de consumidores preocupados com a qualidade de vida. Outra prova pode ser observada nas exigências referentes à proteção ambiental que durante muito tempo foram consideradas como um freio ao crescimento da produção, um obstáculo jurídico legal e requerentes de grandes investimentos e, portanto, fator de aumento dos custos de produção. Atualmente, é quase um consenso que a despreocupação com os aspectos ambientais pode traduzir-se no oposto : em aumento de custos, em redução de lucros, perda de posição no mercado e, até, em privação da liberdade ou cessação de atividades. O Meio ambiente e sua proteção estão se tornando oportunidades para abertura de mercados e prevenção contra restrições futuras quanto ao acesso a mercados e financiamentos internacionais e mesmo nacional.

A cotação de um país, para receber investimentos estrangeiros, está cada vez mais relacionada com sua imagem internacional associada com seus cuidados com o meio ambiente. Do mesmo modo, organismos de fomento nacional (BNDS, Caixa Econômica Federal, por exemplo) já condicionam a liberação de determinadas linhas de crédito à viabilidade ambiental do empreendimento financiado. Isto porque tem sido demonstrado a insustentabilidade do modelo de desenvolvimento tradicional e que os custos, monetários e sociais, infligidos por uma poluição desenfreada são maiores do que o investimentos necessários para eliminá-la e, sobretudo, evitá-la. Neste sentido, a resposta das organizações tem ocorrido em três fases (superpostas ou não, dependendo maturidade ambiental da empresa) :

- controle ambiental nas saídas do sistema considerado (fim de linha) ;
- integração do controle ambiental nas práticas e processos industriais ;
- integração do controle ambiental na gestão administrativa.

Algumas organizações perfilam-se na primeira fase, enquanto a maioria se encontra na segunda fase e apenas uma minoria na já amadurecida terceira fase.

O *controle ambiental nas saídas do sistema* consiste na instalação de equipamentos de controle de poluição nos pontos terminais da organização, como chaminés e redes de esgoto, mantendo a estrutura produtiva existente. A despeito de seu alto custo e da elevada eficiência dos equipamentos instalados, esta solução nem sempre se mostra eficaz, tendo seus benefícios sido frequentemente questionados pelo público e pela própria indústria.

A *integração do controle ambiental nas práticas e processos produtivos*, por sua vez deixa de ser uma atividade de controle da poluição e passa a ser uma função da produção. O princípio básico é o da prevenção da poluição, envolvendo a seleção das matérias-primas, o desenvolvimento de novos processos e produtos, o reaproveitamento da energia, a reciclagem de resíduos e a integração com o meio ambiente.

E finalmente, na fase mais evoluída, as organizações passaram à *integração do controle ambiental na gestão administrativa*, projetando-o nas mais altas esferas de decisão. Atender ao presente e gerar respostas setoriais e estanques passou a não ser suficiente ; olhar o futuro, horizontalizar a análise e planejar corporativamente passou a ser o caminho natural e necessário.

A justificativa para esta mudança de atitude deve-se ao aumento da preocupação ambiental, com o estabelecimento de um verdadeiro mercado verde, o que torna os consumidores mais eficientes que os órgãos de meio ambiente. Surgindo inicialmente nos países desenvolvidos, este mercado tem origem basicamente

em consumidores já satisfeitos em suas necessidades quantitativas e/ou mais exigentes de qualidade de vida. Eles passam a se preocupar com o conteúdo dos produtos e a forma como são feitos, rejeitando os que pareçam mais agressivos ao meio ambiente - nem sempre com fundamentação e muitas vezes na esteira de campanhas idealizadas por empresas e setores concorrentes.

Com isso, a proteção do meio ambiente deixa de ser uma exigência punida com multas e sanções e inscreve-se em um quadro de ameaças e oportunidades, em que as conseqüências passam a poder significar posições na concorrência e a própria permanência ou saída do mercado.

A proteção ambiental deslocou-se uma vez mais, deixando de ser uma função exclusiva de produção para torna-se também uma função da administração. Contemplada na estrutura organizacional, interferindo no planejamento estratégico, passou a ser uma atividade importante na organização da empresa, seja no desenvolvimento das atividades de rotina, seja na discussão dos cenários alternativos e na conseqüente análise de sua evolução, gerando políticas, metas e planos de ação. Essa atividade dentro da organização passou a ocupar o interesse dos presidentes e diretores e a exigir nova função administrativa na estrutura administrativa que pudesse abrigar um corpo técnico específico e um sistema gerencial especializado, com a finalidade de propiciar à empresa uma integração articulada e bem conduzida de todos seus setores e a realização de um trabalho de comunicação social moderno e consciente. Assim, a preocupação com o meio ambiente torna-se, enfim, um valor da empresa, explicitado publicamente como um dos objetivos principais a ser perseguido pelas organizações.



Diante do exposto entende-se porque a questão ambiental está se tomando matéria obrigatória das agendas dos executivos das organizações. A globalização dos negócios, a internacionalização dos padrões de qualidade ambiental esperadas na ISO 14000, a conscientização crescente dos atuais consumidores e a disseminação da educação ambiental nas escolas permitem antever que a exigência que farão os consumidores em relação à preservação do meio ambiente e à qualidade de vida deverão intensificar-se. Diante disto, as organizações deverão, de maneira acentuada, incorporar a variável ambiental na prospecção de seus cenários e na tomada de decisão, além de manter uma postura responsável de respeito à questão ambiental.

A experiência das empresas pioneiras permite identificar resultados econômicos e resultados estratégicos do engajamento da organização na causa ambiental. Estes resultados, porém, não se viabilizam de imediato. Há necessidade de que sejam corretamente planejados e organizados todos os passos para a interiorização da variável ambiental na organização para que ela possa atingir, no menor prazo possível, o conceito de excelência ambiental, que lhe trará importante vantagem competitiva.

Elkington e Burke (1989)¹ destacam dez passos necessários para a excelência ambiental :

1. Desenvolver e publicar uma política ambiental.
2. Estabelecer metas e continuar a avaliar os ganhos.
3. Definir claramente as responsabilidades ambientais de cada uma das áreas e do pessoal administrativo (Linha ou assessoria)
4. Divulgar interna e externamente a política, os objetivos e metas e as responsabilidades.
5. Obter recursos adequados.
6. Educar e treinar o pessoal e informar os consumidores e a comunidade.
7. Acompanhar a situação ambiental da empresa e fazer auditorias e relatórios.
8. Acompanhar a evolução da discussão sobre a questão ambiental.
9. Contribuir para os programas ambientais da comunidade e investir em pesquisa e desenvolvimento aplicada à área ambiental.
10. Ajudar a conciliar os diferentes interesses existentes entre todos os envolvidos : empresa, consumidores, comunidade, acionistas, etc.



¹ ELKINGTON, J., BURKE, T. *The green capitalists*. Londres: Gallancz, 1989.

Posicionamento da organização

A questão ambiental, quando considerada do ponto de vista empresarial, levanta dúvidas com respeito ao aspecto econômico. A idéia que prevalece é de que qualquer providência que venha a ser tomada em relação à variável ambiental traz consigo o aumento de despesas e o conseqüente acréscimo dos custos do processo produtivo.

Algumas empresas, porém, têm demonstrado que é possível ganhar dinheiro e proteger o meio ambiente, mesmo não sendo uma organização que atua no chamado "mercado verde". É necessário que as empresas possuam uma certa dose de criatividade e condições internas que possam transformar as restrições e ameaças ambientais em oportunidades de negócios.

Entre essas oportunidades pode-se citar a reciclagem de materiais, que tem trazido uma grande economia de recursos para as empresas ; o reaproveitamento dos resíduos internamente ou sua venda para outras empresas através de Bolsas de Resíduos ou negociações bilaterais; o desenvolvimento de novos processos produtivos com a utilização de tecnologias mais limpas ao ambiente, que se transformam em vantagens competitivas e até mesmo possibilitam a venda de patentes; o desenvolvimento de novos produtos para um mercado cada vez maior de consumidores conscientizados com a questão ecológica ; o mercado de seguros contra riscos de acidentes e passivos ambientais ; desenvolvimento de novas especializações profissionais como auditores ambientais, gerentes de meio ambiente, advogados ambientais, bem como o incremento de novas funções técnicas específicas.

Quadro : *posicionamento da organização em relação a questão ambiental.*

Empresas agressivas	Classificação					Empresas amigáveis
	1	2	3	4	5	
1. Ramo de atividade						
2. Produtos <ul style="list-style-type: none"> • MP não renováveis • não há reciclagem • não há aproveitamento resíduos • poluidores • consumo energia 						<ul style="list-style-type: none"> • MP renováveis • reciclagem • reaproveitamento de resíduos • não poluidores • baixo consumo energia
3. Processo <ul style="list-style-type: none"> • poluente • resíduos perigosos • alto consumo energia • ineficiente uso dos recursos • insalubre aos trabalhadores 						<ul style="list-style-type: none"> • não poluentes • poucos resíduos • baixo consumo energia • eficiente uso dos recursos • não afeta trabalhadores
4. Consciência ambiental <ul style="list-style-type: none"> • consumidores não conscientes 						<ul style="list-style-type: none"> • Consumidores conscientes
5. Padrões ambientais <ul style="list-style-type: none"> • baixos padrões • não obediência às restrições 						<ul style="list-style-type: none"> • altos padrões • obediência às restrições
6. Comprometimento gerencial <ul style="list-style-type: none"> • não comprometido 						<ul style="list-style-type: none"> • comprometido
7. Nível capacidade do pessoal <ul style="list-style-type: none"> • baixo • acostumado velhas tecnologias 						<ul style="list-style-type: none"> • alto • voltado a novas tecnologias
8. Capacidade de P&D <ul style="list-style-type: none"> • baixa criatividade • longos ciclos de desenvolvimento 						<ul style="list-style-type: none"> • alta criatividade • curtos ciclos de desenvolvimento
9. Capital <ul style="list-style-type: none"> • ausência de capital • pouca possibilidade de empréstimos 						<ul style="list-style-type: none"> • existência de capital • alta possibilidade de empréstimos

Classificação

1 = Empresa muito ameaçada pela questão ambiental

5 = Questão ambiental constitui oportunidades de crescimento

Não se sabe até que ponto as considerações acima têm norteado as ações dos dirigentes empresariais nacionais, mas é certo que todos eles gostariam de saber até onde a sua organização seria afetada pelo aumento da consciência ecológica dos consumidores e pelas exigências da legislação. Para colaborar com este anseio, North (1992)² apresenta uma avaliação do posicionamento da empresa em relação à questão ambiental. Este procedimento propõe a avaliação do perfil da organização segundo diversas variáveis indicando, para cada um dos quesitos colocados, se a empresa apresenta características "amigáveis" ou "agressivas" ao meio ambiente (quadro). Ou seja, quanto mais "amiga" do meio ambiente mais apta estaria a empresa, neste tocante, a enfrentar as exigências sociais e regulamentares.

A utilização do quadro pode ser feita da seguinte maneira : Cada um dos itens apresenta duas afirmativas extremas. Se a afirmativa da esquerda reflete plenamente a situação da empresa assinalar 1. Se a afirmativa da direita reflete plenamente a situação, assinalar 5. Se a situação da empresa está mais próxima da situação da esquerda ou da direita, assinalar respectivamente 2 ou 4. Finalmente, adotar 3 para uma situação intermediária. Por exemplo, se no quesito "Produtos" não ocorrer nenhum aproveitamento dos resíduos, a nota do item seria 1. Por outro lado, se todos os resíduos fossem aproveitados a nota seria 5. Se metade dos resíduos fossem valorizados a nota seria 3 e assim sucessivamente.

Com relação aos resultados, se a maioria dos valores atribuídos estiver entre 1 e 2, a empresa está provavelmente diante de um importante desafio : identificar e integrar os requisitos qualidade ambiental aos requisitos de qualidade de sua empresa, eliminando assim a vulnerabilidade característica deste desempenho ; Se a maioria dos valores atribuídos às questões foi 3, provavelmente a empresa vem realizando um esforço para sustentar seu atual desempenho ambiental ; Se os valores atribuídos estiverem concentrados em 4, é muito provável que a empresa esteja no caminho certo. Ela deve continuar a reavaliar as oportunidades de melhoria ;

Finalmente, se a maioria dos valores atribuídos às questões foi 5, é muito provável que o desempenho ambiental da empresa seja excelente.

Seja qual for o resultado obtido, eles permitirão identificar "Onde estamos ?". A partir daí identificar "Onde queremos chegar?".

Ainda de acordo com North (1992), para a correta avaliação de posição da empresa, no quadro 1, é importante estabelecer algumas considerações sobre as variáveis selecionadas.

▪ **Ramo de atividade da empresa**

À primeira vista pode ser considerado o mais importante indicador da ameaça que a organização pode causar ao meio ambiente e dos custos que se fazem necessários para atender às exigências da regulamentação ambiental. Dados da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, colocam entre os setores industriais mais poluentes: as indústrias químicas, de papel e celulose, de ferro e aço, de metais não ferrosos (por ex.: alumínio), de geração de eletricidade, de automóveis e de produtos alimentícios. Conhecer apenas o ramo, porém, não é suficiente, visto que os níveis de tecnologia e de produção podem variar muito de uma região para outra e mesmo de uma empresa para outra.

Isso é particularmente verdadeiro num país grande como o Brasil, onde as exigências ambientais e de tecnologias limpas estão mais circunscritas aos grandes centros urbanos.

▪ **Produtos**

A conceituação da empresa ambientalmente amigável é determinada não só pelas características de seu processo produtivo, mas também pelos produtos que fabrica. Assim sendo, produtos obtidos de matérias-primas renováveis ou recicláveis, que não agredem o meio ambiente e que têm baixo consumo de energia devem ter a preferência das organizações engajadas na causa ambiental.

▪ **Processo**

Um processo para ser considerado ambientalmente amigável deve estar próximo dos seguintes objetivos:

² NORTH, K. *Environmental business management*. Genebra: ILO, 1992.

- poluição zero;
- nenhuma produção de resíduos;
- nenhum risco para os trabalhadores;
- baixo consumo de energia; e
- eficiente uso dos recursos.

Para saber quanto a empresa está próxima ou longe desses objetivos ideais, é necessário que ela faça uma estimativa de seu balanço ambiental, levando em consideração todas as entradas e saídas do processo produtivo. Tal estimativa deve também levar em conta os padrões ambientais estabelecidos na busca de não apenas obedecê-los, mas também sempre que possível, de superá-los. Esta meta deve ser continuamente buscada porque hoje ainda não se conhecem as consequências que determinadas substâncias podem acarretar no longo prazo e também porque os padrões estabelecidos, muitas vezes por questões econômicas e políticas, podem estar muito aquém das reais necessidades sociais, provocando efeitos adversos ao meio ambiente que só serão avaliados no futuro.

▪ **Conscientização ambiental**

A inexistência de consumidores conscientizados em relação a causa ambiental pode dar falsa impressão de que a empresa não está ameaçada pela crescente ampliação dos produtos amigáveis ao ambiente no mercado de bens e serviços. Estas empresas podem ser pegadas de surpresa pelos concorrentes que eventualmente já incorporaram essa variável em seu processo de tomada de decisão e na avaliação de seus cenários e que poderão tirar substanciais e permanentes vantagens desse seu pioneirismo.

Acompanhar o crescimento das reivindicações ambientais e a sua transformação em novas ideologias e valores sociais que se consubstanciam em mudanças na legislação e em regulamentações mais severas é tarefa muito importante para a sobrevivência e lucratividade da empresa no longo prazo.

▪ **Padrões ambientais**

Há uma correlação direta entre a conscientização da sociedade e os padrões ambientais estabelecidos. Assim, quanto maior a pressão social mais restrita é sua legislação ambiental. A princípio, isto pode parecer uma grande ameaça para as empresas, porém existem inúmeros exemplos de que isso não é uma verdade absoluta. Nos países onde as restrições ambientais são mais severas como Japão, Alemanha, Suécia etc., suas organizações desenvolveram excelentes oportunidades de novos negócios, relacionados com a questão ambiental, que atualmente estão inclusive exportando *know-how* para outros países.

▪ **Comprometimento gerencial (linha e staff)**

No nível interno da organização, a mudança mais importante que pode ser conseguida em relação à questão ambiental é o comprometimento gerencial, tanto das posições de linha como de *staff*. Este comprometimento dissemina no seio da organização a formação de um clima propício ao surgimento de esquemas e círculos de qualidade ambientais, bancos de sugestões, auditorias etc., que se traduzem em uma contínua busca de melhorias.

Como a questão ambiental está em evidência, muitas empresas têm se engajado nessa onda apenas no discurso e não através de ações efetivas, pois não conseguem nem mesmo sensibilizar seus próprios executivos de que a preocupação com a proteção ao meio ambiente é realmente um objetivo empresarial importante a ser alcançado. Caso estes executivos não estejam realmente conscientizados e comprometidos com a causa ambiental, qualquer iniciativa nesse sentido seria apenas superficial e efêmera.

▪ **Capacitação do pessoal**

Estar comprometida com a preservação do meio ambiente exige que a empresa enfrente eficientemente este desafio. Baixos níveis de poluição podem estar ligados a novos equipamentos, tecnologias mais novas que podem provocar mudanças nos processos e produtos. Além dos investimentos em novas máquinas, instalações e equipamentos, tal posição implica necessariamente a existência de um pessoal competente e convenientemente treinado que seja capaz de transformar os planos idealizados em ações efetivas e eficazes.

▪ **Capacidade da área de P&D**

As empresas ambientalmente orientadas têm demonstrado ser capazes de se antecipar e reagir rapidamente às mudanças do mercado e à legislação ambiental. Isto se deve a seu desempenho e criatividade em desenvolver

novos processos e novos produtos ou modificar os existentes. O aparecimento de detergentes biodegradáveis, tratamento físico-químico de efluentes, serviços de administração de resíduos, novas tecnologias de reciclagem etc. foram resultados de bem sucedidos projetos de P&D.

Assim, as organizações que possuem na área de P&D, equipes flexíveis e criativas, que se caracterizam por ciclos curtos de desenvolvimento de processos e produtos e que estão atualizadas com as informações sobre novas tecnologias, podem não só viabilizar a causa ambiental internamente, mas também transformar este *know-how* em atividades de consultoria para outras empresas, desenvolvendo dessa forma grandes oportunidades de negócios.

▪ **Capital**

A grande dívida da empresa e que sempre se levanta é não saber se o investimento realizado com a questão ambiental será rentável, pois muitas vezes pode levar muito tempo para conseguir o retorno desse investimento.

Como o retorno do investimento não pode ser previsto em termos determinísticos, sempre haverá necessidade de aporte de capitais próprios ou de terceiros para que a empresa se integre na causa ambiental. Para minimizar este impactos porém, as empresas poderão negociar com os órgãos governamentais de controle acordos que resultem em cronogramas mais amplos e padrões de emissão decrescentes que poderão viabilizar ao longo do tempo objetivos difíceis de ser alcançados no curto prazo.

Concluindo, a verificação de posicionamento de empresa em relação a esses aspectos, permitirá avaliar até que ponto os negócios da empresa poderão ser atingidos pela variável ambiental.



Por que se integrar na causa ambiental?

- Sem organizações orientadas para o meio ambiente, não poderá existir uma economia orientada para o ambiente;
- Sem organizações orientadas para o ambiente, não poderá existir consenso entre o público e a comunidade empresarial ;
- Sem gestão ambiental da organização, esta perderá oportunidades no mercado em rápido crescimento e aumentará o risco de sua responsabilização por danos ambientais ;
- Sem gestão ambiental da organização, os conselhos de administração, os diretores executivos, os chefes de departamentos e outros membros do pessoal verão aumentadas a sua responsabilidade em face de danos ambientais ;
- Sem gestão ambiental da organização, serão potencialmente desconsideradas muitas oportunidades de redução de custos ;
- Sem gestão ambiental da organização, os tomadores de decisão estarão em conflito com sua própria consciência (??).



Benefícios da gestão ambiental

Benefícios econômicos

- Economia de custos
 - Economia devido à redução do consumo de água, energia e outros insumos ;
 - Economia devido à reciclagem, venda e aproveitamento de resíduos e diminuição de efluentes ;
 - Redução de multas e penalidade por poluição.
- Incremento de receitas
 - Aumento da contribuição marginal de "produtos verdes" que podem ser vendidos a preço mais altos;

- Aumento da participação no mercado devido a inovação dos produtos e menos concorrência ;
- Linhas de novos produtos para mercados ;
- Aumento da demanda para produtos que contribuam para a diminuição da poluição.

Benefícios estratégicos

- Melhoria da imagem institucional ;
- Renovação do "Portfólio" de produtos ;
- Aumento da produtividade ;
- Alto comprometimento do pessoal ;
- Melhoria nas relação de trabalho ;
- Melhoria e criatividade para novos desafios ;
- Melhoria das relações com órgão governamentais, comunidade e grupos ambientalistas ;
- Acesso assegurado ao mercado externo ;
- Melhor adequação aos padrões ambientais.

Além destes benefícios, deve-se considerar ainda os seguintes argumentos para que uma organização se engaje na causa ambiental :

- Aceite primeiro o desafio ambiental antes que seus concorrentes o façam ;
- Seja responsável em relação ao meio ambiente e torne isso conhecido ;
- Utilize formas de prevenir a poluição ;
- Ganhe o comprometimento do pessoal.



Princípios de planejamento ambiental

Prioridade organizacional

- Reconhecer que a questão ambiental está entre as principais prioridades da empresa e que ela é uma questão-chave para o desenvolvimento sustentado.
- Estabelecer políticas, programas e práticas no desenvolvimento das operações que sejam adequadas ao meio ambiente.

Gestão integrada

- Integrar as políticas, programas e práticas ambientais intensamente em todos os negócios como elementos indispensáveis de administração em todas as suas funções.

Processo de melhoria

- Continuar melhorando as políticas corporativas, os programas e a performance ambiental tanto no mercado interno quanto externo, levando em consideração o desenvolvimento tecnológico, o conhecimento científico, as necessidades dos consumidores e os anseios da comunidade, tendo como ponto de partida as regulamentações ambientais.

Educação do pessoal

- Educar, treinar e motivar o pessoal, para que possam desempenhar suas tarefas de forma responsável em relação ao ambiente.

Prioridade de enfoque

- Considerar as repercussões ambientais antes de iniciar nova atividade ou projeto e antes de instalar novos equipamentos e instalações ou de abandonar alguma unidade produtiva.

Produtos e serviços

- Desenvolver e produzir produtos e serviços que não sejam agressivos ao ambiente e que sejam seguros em sua utilização e consumo, que sejam eficientes no consumo de energia e de recursos naturais e que possam ser reciclados, reutilizados ou armazenados de forma segura.

Orientação ao consumidor

- Orientar e, se necessário, educar consumidores, distribuidores e o público em geral sobre o correto e seguro uso, transporte, armazenagem e descarte dos produtos produzidos.

Equipamentos e operacionalização

- Desenvolver, desenhar e operar máquinas e equipamentos levando em conta o eficiente uso da água, energia e matérias-primas, o uso sustentável dos recursos renováveis, a minimização dos impactos negativos ao meio ambiente e a geração de poluição e o uso responsável e seguro dos resíduos existentes.

Pesquisa

- Conduzir ou apoiar projetos de pesquisas que estudem os impactos ambientais das matérias-primas, produtos, processos, emissões e resíduos associados ao processo produtivo da empresa, visando a minimização de seus efeitos.

Enfoque preventivo

- Modificar a manufatura e o uso de produtos ou serviços e mesmo processos produtivos, de forma consistente com os mais modernos conhecimentos técnicos e científicos, no sentido de prevenir as sérias e irreversíveis degradações do meio ambiente.

Fornecedores e subcontratados

- Promover a adoção dos princípios ambientais da empresa junto dos subcontratados e fornecedores encorajando e assegurando, sempre que possível, melhoramentos em suas atividades, de modo que elas sejam uma extensão das normas utilizadas pela empresa.

Planos de emergência

- Desenvolver e manter, nas áreas de risco potencial, planos de emergência idealizados em conjunto entre os setores da empresa envolvidos, os órgãos governamentais e a comunidade local, reconhecendo a repercussão de eventuais acidentes

Transferência de tecnologia

- Contribuir na disseminação e transferência das tecnologias e métodos de gestão que sejam amigáveis ao meio ambiente junto aos setores privado e público

Contribuição ao esforço comum

- Contribuir no desenvolvimento de políticas públicas e privadas, em programas governamentais e iniciativas educacionais que visem a preservação do meio ambiente.

Transparência de atitude

- Propiciar a transparência e diálogo com a comunidade interna e externa, antecipando e respondendo a suas preocupações em relação aos riscos potenciais e impacto das operações, produtos e resíduos.

Atendimento e divulgação

- Medir a performance ambiental. Conduzir auditorias ambientais regulares e averiguar se os padrões da empresa cumprem os valores estabelecidos na legislação. Prover periodicamente informações apropriadas para a Alta Administração, acionistas, empregados, autoridades e o público em geral.

**Por onde começar ?**

Quais são os pontos fortes referentes à questão ambiental da empresa e de seus diferentes departamentos funcionais ?

- Produtos amigáveis ao ambiente
- Processo produtivos que economizam recursos e não provocam riscos ao ambiente
- Imagem corporativa em relação a causa ambiental
- Compromisso da gerência e do pessoal com a proteção ambiental
- Capacidade da área de P&D para tecnologias e produtos "Limpos"

Quais são os pontos fracos relativos à questão ambiental ?

- Produtos que não podem ser reciclados
- Embalagens, recipientes etc. não recicláveis
- Processos poluentes
- Efluentes perigosos
- Imagem poluidora
- Pessoal não engajado na questão ambiental

Quais são as oportunidades relacionadas à questão ambiental ?

- Entrada em novos mercados
- A possibilidade de transformar produtos tradicionais em produtos ambientalmente amigáveis
- Assegurar a sobrevivência da empresa pela manutenção de uma boa imagem ambiental
- Aumentar o desempenho dos fornecedores e colaboradores estabelecendo novos objetivos para a proteção ambiental
- A possibilidade de economizar recursos, energia e custos

Quais as ameaças pertinentes à questão ambiental ?

- Avanço da legislação ambiental e a possibilidade de investimento adicionais e diminuição dos lucros
- Intervenção governamental nas atividades produtivas atuais
- Atuação de grupos ecológicos
- Desempenho dos concorrentes referentes à questão ambiental

Investimento em meio ambiente : uma equação delicada

Silvia Czapski | Jornal Valor Econômico, São Paulo Nº 72, Quinta-feira, 10|8|2000

A bomba atômica lançada sobre Nagasaki em 9 de agosto de 1945 – há exatos 55 anos – é o marco de uma virada histórica. A violência da morte de 100 mil pessoas (três dias antes, 190 mil haviam morrido em Hiroshima) forçou o Tratado de Paz que selaria o fim da Segunda Guerra Mundial. A paz permitiu um ciclo de intenso crescimento econômico, onde a fumaça das chaminés passou a ser símbolo do progresso.

A resposta da natureza veio rápida. Em 1952, o smog (poluição atmosférica industrial) em Londres matou milhares de habitantes. Outras cidades, como Los Angeles, Nova York e Berlim, também enfrentavam os efeitos negativos da poluição.

Em 1953, houve outro desastre, no Japão: o despejo industrial de mercúrio na Bacia de Minamata contaminou milhares de pessoas, provocando desde distúrbios neurológicos a mutações genéticas em bebês. As causas do “Mal de Minamata” só foram reconhecidas quase dez anos depois, quando o problema se repetiu em Niigata.

Curiosamente, não foram esses desastres que criaram o movimento ecologista radical, e sim um pequeno livro, escrito pela norte-americana Rachel Carlson, em 1962. “Primavera Silenciosa” contava uma história real, a da contaminação dos Grandes Lagos dos Estados Unidos por DDT – organoclorado idealizado em 1939 como instrumento bélico e transformado em sucesso mundial de vendas no pós-guerra, como inseticida agrícola.

No efervescente ano de 1968, o empresário italiano Attilio Percei, preocupado com a conjuntura mundial, convidou cientistas, economistas e industriais para debater saídas para a crise. Desse encontro nasceu o Clube de Roma, que produziu vários relatórios sobre as condições do planeta. Usando pela primeira vez modelagem de computador, no programa World3, o grupo lançou outro livro de impacto para o debate sobre a questão ambiental: “Limites do Crescimento”.

O livro desenhava dois cenários. No primeiro, estudava o desenvolvimento da economia e da degradação ambiental, no ritmo então em vigor. O modelo matemático detectou um limite de crescimento, prevendo o caos em cem anos. No segundo cenário, descrevia como evitar o desastre, por meio de uma reforma que priorizasse o equilíbrio ecológico e econômico.

O cenário projetado pelo Clube de Roma influenciou a 1.^a Conferência da ONU sobre o Ambiente Humano, promovida na Suécia, no mesmo ano. Nesse evento foi tomada a importante decisão de criar o Programa de Meio Ambiente da ONU.

Mas, já em 1973, aconteceu algo não previsto pelo Clube de Roma: a crise do petróleo. Assustadas com o novo custo da energia, as empresas passaram a considerar a possibilidade de investir para aproveitar melhor esse recurso natural. A 3M, nos EUA, foi a mais ousada: em 1975 adotou, como iniciativa voluntária, o primeiro grande plano de prevenção à poluição. Sua meta era reduzir as emissões do ar em 70%, até 1993.

O Brasil experimentava então um crescimento industrial inédito, acompanhado de muita poluição. Nos anos de chumbo surgiram obras faraônicas, como a Transamazônica. Ao mesmo tempo, a poluição crescente e a pressão internacional inspiraram o surgimento da Cetesb, em São Paulo, e Feema, no Rio de Janeiro, como órgãos de controle da poluição. Em nível federal, nasceu a Sema – Secretaria Especial do Meio Ambiente, liderada por Paulo Nogueira Neto.

Ele lembra, desse período, de alguns embates com o setor industrial. “Quando propusemos a Lei da Política Nacional do Meio Ambiente, a CNI (Confederação Nacional da Indústria) resistiu. Queria o veto de 13 artigos. Mas o presidente João Figueiredo (1979-1985) promulgou a lei em 1981, com apenas dois vetos. E as empresas aceitaram.”

Nos anos 80 ocorreram novos desastres ecológicos. Em 1984, um vazamento de gás da Union Carbide, em Bhopal, na Índia, matou milhares de pessoas. Em 1986, o acidente na usina nuclear ucraniana de Chernobyl exterminou dezenas de milhares de vidas e contaminou toda a região. Em 1989, a colisão do petroleiro Exxon Valdez sujou 250 quilômetros quadrados do mar Ártico: as despesas com despoluição superaram US\$ 1 bilhão. Porém, também houve progressos. Nos anos 80, assinou-se o Protocolo Internacional de Montreal, para proteger a camada de ozônio e foi criado o conceito de “Desenvolvimento Sustentável”. O Brasil promulgou sua nova Constituição com um capítulo para o meio ambiente e instituiu os Estudos de Impacto Ambiental. E, em dezembro de 1989 – um ano após a morte de Chico Mendes, um dos símbolos nacionais da luta pela preservação – a ONU aprovou a Conferência sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, Eco-92, que ocorreria em 1992, no Rio.

A Eco 92 trouxe mais de 150 chefes de Estado ao Brasil, culminando em acordos internacionais importantes, como a Convenção da Biodiversidade Biológica e a de Mudanças Climáticas (para evitar o aumento do efeito estufa). Porém, cinco anos depois da Eco, a Comissão de Desenvolvimento Sustentável da ONU concluía que as decisões não foram implementadas.

Mas novidades aconteceram. Pesquisas de mercado detectam a opção de um número cada vez maior de consumidores por produtos e serviços ecologicamente corretos. Apesar de ainda haver choques, cresce o número de alianças entre organizações ambientalistas e empresas para atividades de caráter sócio-ambiental. O mercado global exige certificações ecológicas, que se multiplicam. E muitas empresas, mesmo não certificadas, abrem departamentos de meio ambiente ou investem em pesquisas e melhorias nessa área. Em todos os ramos profissionais, aumenta o espaço para especialização em meio ambiente, como é o caso da auditoria e contabilidade ambiental, um nicho promissor.

“Aqui no Brasil, pela primeira vez, a Pricewaterhouse Coopers montou um núcleo fixo de sete profissionais na área de meio ambiente”, conta Paulo Vanca, Sócio da Price no Brasil. Segundo relata, os acionistas das empresas globais, como Shell e Rhone Poulenc, também começaram a solicitar relatórios anuais que incluem o balanço social, ambiental e econômico.

O fundo de investimentos Terra, administrado pela A2R no Brasil para beneficiar projetos ecologicamente corretos, a recente discussão sobre as “commodities ambientais” e os “certificados de seqüestro de carbono da natureza”, surgem como outros indícios de um novo tempo, onde a economia está tentando entrar em acordo com o meio ambiente.



1.3. Noções de planejamento e políticas ambientais



Conceitos

- Política : Maneira organizada de conduzir uma questão; maneira de agir e tratar com habilidade; arte ou ciência de governar.
- Meio ambiente : conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas.
- Há uma tendência, entretanto, de que a abordagem da questão ambiental englobe também seus aspectos artificiais, sociais, culturais, econômicos e políticos denominados *meio ambiente artificial*
- Poluição : Qualquer alteração prejudicial ao meio ambiente por interferência antrópica;
- Poluidor : pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental;
- Desenvolvimento sustentável : aquele que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades

O texto a seguir foi extraído de Dalia Maimon. Passaporte Verde - Gestão Ambiental e Competitividade. Qualitymark Editora, Rio de Janeiro 1996.



Introdução

A política ambiental de um país ou de uma região depende, em primeiro lugar, da "preferência social pelo meio ambiente" e da disponibilidade de recursos financeiros, técnicos e humanos necessários à sua implantação.

A "preferência social pelo meio ambiente" demarca o "nível de poluição socialmente aceitável", isto é, quanto de incômodo a sociedade está disposta a suportar e, sobretudo, qual a contrapartida de recursos que está disposta a **abrir** mão para melhorar seu meio ambiente.

Essa "preferência" é distinta entre regiões e classes sociais. Depende das crenças, ideologias e culturas, e dos conflitos de interesses dos atores envolvidos, tais como o setor público, o setor privado, a sociedade civil e militar, e as organizações não-governamentais.

Ceteris paribus os demais fatores, a "preferência pelo meio ambiente" será influenciada pela ocorrência de grandes acidentes ecológicos, pela aceleração da deterioração ambiental e pela forma com que os meios de comunicação e os formadores de opinião abordam o assunto.

Em nível internacional, as políticas ambientais podem ser classificadas segundo três macroobjetivos: uma Política de Segurança Mínima (PSM), uma política de crescimento ecologicamente sustentável e uma política com ênfase na Qualidade Total, incluindo neste conceito a Qualidade Ambiental.

A PSM visa garantir a segurança sobre os riscos e acidentes ecológicos de grande vulto, evitando as respectivas repercussões sobre a saúde da população, conservando os espaços e espécies legitimamente

consideradas como merecedoras de preservação e satisfazendo as necessidades expressas e imediatas da maioria dos usuários. Esta política caracteriza os países com recursos orçamentários e técnicos restritos e onde não há uma forte sensibilização quanto à questão ambiental.

A PSM tem por inconveniente transferir para o longo prazo os impasses ecológicos e econômicos onerosos, sobretudo se considerada a irreversibilidade de certos danos ao meio ambiente. Dada a globalização dos problemas ambientais, a PSM tem que ser minimamente compatível com os acordos internacionais sobre a matéria.

A política de crescimento ecologicamente sustentável marca a maioria dos países que avançaram no campo da política ambiental. Tem por base a gestão racional dos recursos e a prudência no longo prazo. Visa evitar os impasses e os custos ecológicos insuportáveis social e economicamente. Nesta ótica, enfatiza-se a prevenção da poluição, a internalização das externalidades, a gestão probabilística de riscos globais, o desenvolvimento científico-tecnológico e o acesso democrático à informação.

Embora a política de crescimento ecologicamente sustentável seja o discurso de grande número de nações, esta foi, efetivamente, implantada nos Países Baixos, na Dinamarca e na Suécia. Nestes países de clima frio, caracterizados por pequenas superfícies e escassos recursos energéticos com relação à demanda, a reprodução dos recursos naturais tornou-se uma pré-condição da modernização econômica.

A política de modernização pela Qualidade Total parte da premissa de que o meio ambiente deve ser considerado não somente como uma pré-condição de crescimento de longo prazo, mas como um *must* a ser valorizado na política global de qualidade, em todos os seus níveis: econômico, social e ecológico. Visa utilizar o meio ambiente como elemento dinâmico da concorrência e de imagem internacional, de redução das desigualdades sociais e de segurança.

Atualmente, nenhum país pode advogar como praticante da Qualidade Total no sentido acima exposto. Entretanto, os macroobjetivos da política ambiental da ex-Alemanha Ocidental e do Estado da Califórnia são os que mais se aproximaram do modelo. A crise econômica atravessada por estas duas regiões acabou pesando sobre a respectiva política, acarretando um questionamento dos empresários quanto à regulação do governo e a exportação dos problemas ambientais, em particular dos resíduos sólidos. Em nível micro, a política de Qualidade Total é praticada por algumas empresas ou setores industriais.



Instrumentos de política ambiental

Os principais instrumentos de política ambiental são os de comando e controle, e os econômicos. O Estado pode, ainda, abdicar de um planejamento confiando na auto-regulação das empresas, ou acionar macropolíticas que tenham interface com a política ambiental. Aqui, vale citar o planejamento regional e urbano, a política de desenvolvimento tecnológico, o planejamento energético e a educação ambiental, entre outros.

Quanto à incidência, os instrumentos podem ser classificados em diretos ou indiretos, quando acionados pelos órgãos reguladores diretamente ou indiretamente sobre os agentes de emissões e de danos.



COMANDO E CONTROLE

Os instrumentos de comando e controle são os mais utilizados na política ambiental. Podem ser definidos como um conjunto de regulamentos e normas impostos pelo governo que têm por objetivo influenciar diretamente as atitudes do poluidor, limitando ou determinando seus efluentes, sua localização, hora de atuação, etc.

Assim, para distritos industriais podem ser admitidas normas de poluição mais flexíveis, enquanto para áreas de conservação e de preservação, a norma é zero.

A implementação e fiscalização dos instrumentos de comando e controle demandam uma sofisticada engenharia de mensuração da poluição, do cálculo de sua dispersão e da sinergia entre poluentes, bem como das técnicas de depuração.

As normas de poluição da água referem-se à Demanda Bioquímica de Oxigênio (medida de oxigênio consumido pelos microrganismos atuantes na oxidação de compostos orgânicos biodegradáveis), estipulam quantidades máximas de descarga de metais pesados, como cobre, mercúrio, chumbo, estanho e zinco, etc. As normas de poluição do ar estabelecem limites para as emissões de partículas em suspensão, aerossóis, óxidos de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, etc.

Dado o alto custo de fiscalização de uma política de comando e controle tradicional, seus defensores sugerem recorrer à concessão de prêmios a empresas menos poluidoras e à publicação de listas anuais daquelas mais poluidoras.

Esta prática, introduzida recentemente nos EUA e no Canadá, tem se revelado eficiente no combate à poluição em sociedades onde a sensibilidade ecológica é elevada e, em consequência, onde as empresas temem macular sua imagem junto à opinião pública ou aos consumidores. No Estado do Rio de Janeiro, este instrumento foi, também, adotado por uma associação de cientistas e intelectuais defensores do meio ambiente. Infelizmente, não tem surtido o efeito desejável, o que comprova que a simples transposição de um instrumento, sem levar em consideração a "preferência social" pelo meio ambiente é fadada ao insucesso.



AUTO-REGULAÇÃO

A auto-regulação é o planejamento ambiental reivindicado pelos neoliberais e pelos empresários que confiam às forças do mercado a incorporação da responsabilidade ambiental nas empresas. Nesta ótica, as recentes gestões ambientais, segundo a lógica da prevenção da poluição em todo o ciclo de vida do produto (*Life Cycle Analysis ou assessment*), as inovações tecnológicas relativas às economias de energia e de recursos naturais, bem como a capacidade de reciclar os resíduos sólidos comprovam que o mercado pode conduzir à "ecoeficiência" (*Business Councilfor Sustainable Development-BCSD*).

Adicionalmente, a auto-regulação é, obviamente, o instrumento mais barato de se implementar pelo governo, e pelas empresas que teriam liberdade de optar por inovações redutoras de custos (Schimidleiney, 1992)³.

O BCSD enfatiza a necessidade de mercados abertos e competitivos para que o crescimento limpo e equitativo seja possível. Novas oportunidades de negócios podem ser criadas, com recursos das empresas, desenvolvendo substitutos ambientalmente saudáveis para produtos correntes ou dedicando-se à indústria de proteção ambiental. Entre as dificuldades de se atingir a "ecoeficiência", destacam-se as preocupações com a viabilidade econômica, a falta de informações da alta administração e a falta de incentivos adequados, como por exemplo a cooperação técnica.

Os autores que defendem o mercado como auto-regulador apontam alguns fatores que vêm estimulando a *performance* ambiental da firma, entre eles, a opinião pública, o consumismo ambiental, o acesso privilegiado a alguns financiamentos, a pressão exercida pelas companhias de seguro, etc..

Ottman (1992)⁴ enfatiza o papel do consumismo ambiental. Os consumidores, estando dispostos a pagar mais por produtos verdes, exigem, em contrapartida, um certificado de Análise do Ciclo de Vida. Esta exigência afeta primeiramente as firmas que produzem bens finais e num segundo momento as empresas de bens intermediários que as fornecem.

A certificação ambiental vem se revelando um importante instrumento de política ambiental doméstica. Auxilia o consumidor, na escolha de produtos menos nocivos ao meio ambiente, servindo de um instrumento de marketing para as empresas que diferenciavam seus produtos no mercado, atribuindo-lhes uma qualidade

³ Schimidleiney S. (1992) *Changing Course: a global perspective on development and the environment*, Massachusetts Institute of Technology.

⁴ Ottman, J. A. (1992) *Green Marketing: Challenges and Opportunities for the New Marketing Age*, Chicago.

a mais. A ecocompatibilidade dos produtos passa a ser, então, uma informação adicional ao preço na escolha da cesta de consumo.

A Fondation Nationale Entreprise & Performance (1994) aponta para as companhias de seguro como um novo ator de Desenvolvimento Sustentado. Uma pesquisa elaborada pelo escritório Graham Ban-nock and Partners junto a 353 empresas médias na Grã-Bretanha, nos EUA, na França e nos países do Benelux (Bélgica, Holanda e Luxemburgo) sugere que o meio ambiente é a primeira preocupação do seguro das empresas, com exceção da França, onde ele está colocado em nono lugar.

As companhias de seguro são responsáveis pela maior frequência de auditorias ambientais nas empresas (Maimon, 1992)⁵. Estas últimas tendo que incorrer com os riscos ambientais, que envolvem o processo de produção e/ou transporte e armazenamento do produto e do lixo industrial, acabam incluindo os riscos ambientais na política de seguro da firma. Em contrapartida, as companhias de seguro fazem uma inspeção periódica das instalações, uma vez que se vêem ameaçadas pela maior frequência e pelos altos custos das indenizações dos desastres ecológicos.

Tomer (1992)⁶ aponta para a nova ética ambiental que vem caracterizando as empresas mais modernas como justificativa de auto-regulação. Estas empresas têm por missão o Desenvolvimento Sustentado em longo prazo. Seu desempenho ambiental não é incompatível com os lucros, podendo significar novas oportunidades de negócios.

Apesar do forte *lobby* que está por trás da auto-regulação, poucos países têm defendido tal política que, se aplicada de forma genérica, pode acarretar uma deterioração ambiental irreversível.



MACROPOLÍTICAS COM INTERFACE AMBIENTAL

As macropolíticas com interface ambiental são predominantemente as estratégias de eco-desenvolvimento. A título de ilustração, resumimos algumas destas estratégias.

- **Desenvolvimento tecnológico.** A redução da aceleração da utilização de recursos naturais, descoberta de novos materiais, de tecnologias e processos menos poluentes constituem uma estratégia privilegiada para harmonizar os objetivos sociais, econômicos e ecológicos.
- **Planejamento energético.** Tem um papel fundamental na política ambiental seja nos aspectos tecnológicos de conservação e de fontes alternativas de energia, seja no que tange à escolha do modo e do meio de transporte. A poluição do ar, em particular, está estritamente associada à eficiência energética das tecnologias de combustão.

Adicionalmente, a escolha social por um tipo de energético afeta a localização espacial da poluição, entre as zonas de consumo e as respectivas zonas de produção. Tal é o caso da energia hidroelétrica e do álcool produzidos no Brasil, que sendo inócuos nos grandes centros urbanos são extremamente poluentes na zona rural e na de barragem hidroelétrica.

Quanto ao transporte, num país de grande extensão territorial, recomenda-se substituir o transporte de carga rodoviário pelo ferroviário, por ser mais eficiente em termos energéticos. Nas áreas urbanas, o transporte coletivo é, de longe, de maior eficiência.

- **Planejamento regional e urbano.** É um campo privilegiado de ação complementar de um planejamento ambiental. Aqui, cabe ressaltar a importância de um zoneamento econômico ecológico, como ponto de partida da distribuição das atividades econômicas no espaço. Esta distribuição deverá buscar um equilíbrio regional.

A explosão da população nos centros urbanos, em particular nos países em desenvolvimento, uma redefinição da ocupação e da relação entre o urbano e o rural e uma melhor distribuição espacial da população nas urbes.

⁵ MAIMON D. (1992) Ensaio sobre Economia do Meio Ambiente, APED Editora, Rido de Janeiro.

⁶ TOMER J. F. (1992) The human firm in natural environment: a social economic analysis of this behavior, Ecological Economics N° 6, Amsterdam.

- **Educação ambiental** formal e mesmo informal tem um papel fundamental tanto na criação no médio e longo prazos de uma consciência ecológica, como, também, na formação de recursos humanos necessários à implantação de um planejamento ambiental e de uma política tecnológica voltada para o meio ambiente.



INSTRUMENTOS ECONÔMICOS

Os instrumentos econômicos podem ser definidos como um conjunto de mecanismos que afetam os custo-benefício dos agentes econômicos. Estes instrumentos envolvem tanto transferências fiscais entre os agentes e a sociedade (impostos, taxas subsídios, etc), quanto a criação de mercados artificiais (licenças negociáveis de poluição, quotas negociáveis, mercados de reciclados, etc).

Os instrumentos econômicos têm por base a noção de internalização das externalidades. O livre jogo de mercado e o reducionismo ao econômico das tomadas de decisão acarretaram a privatização dos lucros e a socialização dos prejuízos. Assim, os agentes econômicos ao decidirem qual o ótimo de produção, consumo e investimento não levam em consideração as conseqüências ambientais e/ou sociais de suas decisões, as externalidades. Estas não são contabilizadas na análise custo-benefício dos agentes. Neste enfoque, desde que se assegure um preço correio para os recursos naturais e para o meio ambiente, estes podem ser tratados como qualquer outro bem e serviço.

O cerne da análise teórica dos instrumentos econômicos repousa sobre as hipóteses de concorrência perfeita ou próximos desta situação. Os agentes maximizam uma função objetiva determinada, lucro para as empresas e satisfação para os consumidores. Os agentes dispõem de informação sobre o elenco de tecnologias disponíveis, sobre a natureza, sobre a qualidade dos bens econômicos e sobre a relação custo-benefício de suas ações. São dadas as condições técnicas e as funções econômicas. Em particular, as empresas supõem conhecer sua função de produção, de custo e o custo marginal da depuração ambiental.

Transferências fiscais

As transferências fiscais dizem respeito a dois campos distintos da economia: o de finanças públicas e o de políticas públicas. Do ponto de vista das finanças públicas, as taxas e os impostos objetivam financiar o orçamento público, em geral, ou de um fundo público com finalidade específica, enquanto os subsídios têm uma conotação negativa sobre o orçamento público. Ainda que estas transferências não tenham por objetivo modificar o comportamento dos agentes, acabam resultando nas escolhas destes e da alocação de bens e recursos.

No campo da política pública, procura-se privilegiar justamente a mudança de comportamento dos agentes. Este efeito incitativo vai depender das alterações nos custos e nos preços. Um efeito redistributivo ocorre, na maioria dos casos, independentemente da ação incitativa, já que as receitas provenientes das taxas são utilizadas para **financiar** objetivos coletivos.

Taxas e impostos : As taxas que visam internalizar as externalidades ambientais têm por finalidade corrigir uma distorção existente do ponto de vista do bem-estar coletivo, através do princípio "poluidor pagador". Funcionam como um mecanismo de equalização dos custos sociais e privados.

Estas taxas foram analisadas, pela primeira vez, por Arthur C. Pigou (1877-1959), no seu livro *Economics of Welfare* e por isso ganharam a denominação de taxas Pigouvianas.

Para Pigou existe um nível de poluição "ótimo". O tributo deverá ser equivalente ao custo da externalidade negativa. A dificuldade de se obter a taxa "ótima" está na mensuração dos custos ambientais. Os danos são medidos em unidades físicas como toneladas de poluentes ou concentração no meio físico. Por outro lado, existem efeitos de sinergia entre várias fontes poluidoras, sendo assim, estimar o valor econômico de uma externalidade específica passa a ser o maior obstáculo. Como há grandes dificuldades metodológicas na mensuração e estimativa dos custos marginais de degradação, na prática, o nível socialmente aceitável de poluição é definido com base em critérios outros que os econômicos. Esta dificuldade metodológica é comum a outras políticas públicas, como a política social, saúde, educacional e mesmo de segurança nacional.

As taxas podem incidir sobre:

- as emissões, pagamentos diretamente proporcionais à qualidade ou quantidade da descarga no ar, na água ou no solo, bem como na geração do barulho;
- serviço prestado, pagamento por um tratamento coletivo ou público dos dejetos. O usuário deve contribuir no correspondente ao custo total do serviço público da despoluição incluindo os custos de administração;
- produto, aplicadas ao preço dos produtos que geram poluição durante o processo de produção, consumo, estocagem ou por gastos gerados para sua eliminação. Podem incidir sobre os insumos poluentes ou sobre o produto final que utiliza estes insumos. Em geral são utilizados para produtos tóxicos nocivos ao meio ambiente como metais pesados, PVC, CFC, halogênios, hidrocarbonos, nitrogênio e fósforo. A taxa do produto pode substituir a taxa da emissão, uma vez que simplifica a tarefa da fiscalização. A desvantagem deste tipo de taxa é de não levar em conta o comportamento ambiental diferenciado em cada indústria. Em consequência, as que utilizam métodos e processos de depuração são penalizadas da mesma forma que as demais;
- administrativas, aplicadas com a finalidade de cobrir gastos dos serviços administrativos prestados pelas instituições que gerem o meio ambiente.
- Nos debates internacionais sobre Mudanças Climáticas, as negociações sobre as taxas pigouvianas sugerem uma taxa no limite inferior e que esta aumente gradativamente. Assim, apesar das imprecisões sobre as mensurações dos danos, poderá se adaptar às medidas, acelerando ou desacelerando em função da reação dos agentes envolvidos (OCDE, 1992).

Ajudas financeiras : A terminologia Ajudas Financeiras designa diversos tipos de auxílio que incitem os poluidores a modificarem seus comportamentos ou a iniciarem projetos ambientais que sejam muito difíceis de serem empreendidos por um poluidor. Estas medidas pressupõem que é melhor dar um incentivo do que penalizar aqueles que poluem. Têm implicitamente a idéia de que o desrespeito ao meio ambiente ocorre por falta de recursos financeiros das municipalidades e/ou das firmas. Assim, um incentivo não desestabilizaria a produção e o vigor financeiro dos agentes econômicos. As críticas à política de ajudas financeiras são idênticas às das demais ajudas em economia. Além de gerar *déficits* orçamentários, o governo cria motivação para que mais firmas queiram ganhar subsídios e, portanto, está se estimulando a novas fontes poluidoras.

As ajudas financeiras podem ser de diversos tipos:

- **subsídios** — são ajudas não reembolsáveis para estimular a redução dos efluentes através de compra de equipamento ou mudança de processo;
- **ajuda fiscal** — consiste em favorecer as indústrias, reduzindo progressivamente seus impostos, se certas medidas anti-poluição forem estabelecidas. Influenciam diretamente as receitas ou benefício das empresas, já que acabam reduzindo os custos;
- **sistema de consignação** — consiste na aplicação de sobretaxa sobre os produtos potencialmente poluentes. Se a poluição é evitada pelo retorno destes produtos ou de seus resíduos, através de um sistema de coleta, a poluição é reembolsada. Esta prática é habitual para garrafas de refrigerantes; No caso do lixo, o sistema de consignação funciona eficientemente, evitando a poluição por substâncias tóxicas, como baterias, incineração de plásticos ou resíduos de pesticidas;
- **Incentivos financeiros por conformidade** — podem ser de dois tipos. Taxas de não-conformidade que são impostas quando os poluidores não respeitam certas regulamentações. São calculadas a partir do montante de ganhos decorrentes do desrespeito às regulamentações.

Nota do professor : Veja a seguir a diferença entre os conceitos

Imposto – arrecadação não vinculada a qualquer atividade dos governos (federal, estadual e municipal), ou serviços específicos. Ou seja, é uma verba que não corresponde a nenhuma prestação de serviço ao cidadão, que irá integrar o caixa dos respectivos governos. Sua destinação custeia despesas gerais do estado e seu investimento é decidido pelo governante.

Taxa – valor vinculado ao exercício de diversas formas de fiscalização e vigilância realizadas por órgãos públicos (que, tecnicamente, têm o chamado poder de polícia, embora nada tenham a ver com as polícias civil, militar e federal) ou a uma prestação específica de serviço público. Nesse caso, o tributo é devido independentemente de sua efetiva utilização pelo contribuinte. Esse serviço público deve ser identificado (por exemplo: taxa do lixo, custas de processos judiciais ou custo da emissão de certidões).

Contribuição – tributo obrigatoriamente destinado ao custeio direto de determinada atividade dos governos, divide-se em quatro modalidades.

Contribuição de Melhoria: contraprestação da realização de obra pública que traga valorização imobiliária ao contribuinte. Por exemplo, abertura de uma linha de metrô ou de uma nova avenida;

Contribuição Social: forma o fundo de previdência dos trabalhadores e manutenção dos serviços de assistência social e de saúde;

Contribuição de Intervenção no Domínio Econômico - CIDE: é devida para favorecer o equilíbrio de determinado setor econômico (por exemplo, a CIDE dos Combustíveis).

Contribuição de Categorias Profissionais ou Econômicas: sustenta entidades de registro e fiscalização de profissões regulamentadas.

Criação de mercados

Consiste na criação de mercados artificiais, onde os agentes podem transacionar produtos, quotas ou licenças que não tinham valor econômico antes da criação deste mercado. A criação de mercados tem se caracterizado por três tipos:

Mercado de reciclados : Através de subvenções de preço determinadas pelo governo, uma empresa ou organização não governamental cria um mercado para os dejetos, resíduos e lixos que não tinham valor econômico.

No Brasil, pode-se citar a Brahma que num programa piloto, ainda que de pequena escala, criou um mercado para as latas de alumínio.

Mercado de seguros :Ao transferir para o poluidor a responsabilidade legal pêlos dano causados ao meio ambiente, pelo custo de limpeza dos detritos, há um incentivo para as empresas tomarem maior precaução em relação ao ecossistema, já que estas terão que arcar com todos os custos de despoluição.

Licenças negociáveis de poluição : Criação de um mercado artificial onde os agentes teriam a possibilidade de adquirir direitos de poluição, ou efetivos ou potenciais ou de vendê-los. Neste mercado, o setor público determina a quantidade de poluição, o socialmente desejada e divide ou leiloa cotas de poluição para os agentes poluidores.

O mercado de licenças negociáveis de poluição tem por base a teoria do "direito da propriedade" de Coase (1960)⁷. Se o mercado de licenças é competitivo e as firmas maximizam lucros, as emissões serão minimizadas com a introdução de licenças negociáveis.

As licenças negociáveis podem ser de três tipos:

- **Bubbles** - quando duas fontes estacionárias de poluição podem se reajustar, compensando o aumento da poluição de uma pela diminuição da poluição da outra. As fontes podem ser de diferentes estabelecimentos na mesma empresa ou de duas empresas distintas.
- **Offset** - programas que permitem a entrada ou expansão de uma firma em zonas geográficas com interdição de entrada. A nova firma ou aquela que quer se expandir compra o direito de poluir de uma firma existente.
- **Quotas** - programas que estabelecem um nível máximo de poluição ou produção de bens tóxicos e que podem ser comercializados.

A implantação do sistema de licenças negociáveis obedece às seguintes etapas :

- Estabelecer o objetivo do nível de poluição desejada ou suportada.
- Nível da qualidade ambiental deve ser definido em termos do total de emissões permitidas.

⁷ Coase, R. H. (1960) The Problem of Social Cost, The Journal of Law and Economics.

- Licenças, que constituem essencialmente direitos de propriedade, são então alocados às firmas. Cada licença permite ao proprietário emitir uma quantidade específica de poluição.

- As firmas podem negociar estas licenças.

A vantagem do mercado de licenças negociáveis é de que há possibilidade de saber o nível global de poluição. Adicionalmente, o órgão regulador do meio ambiente não precisa ter conhecimento preciso das variáveis econômicas e técnicas da depuração. A hipótese é de que, se as licenças são alocadas, inicialmente, não corresponderem ao "ótimo", o mercado vai se encarregar de levar a este ponto.

As licenças negociáveis foram introduzidas nos EUA pela EPA (Environment Protection Agency). Os mais importantes são : o programa de poluição negociável, que já tem 10 anos de existência ; o direito de adicionar chumbo à gasolina, que durou apenas dois anos, de 1985 a 1987 ; e dois outros programas de licenças de poluição dos corpos de água do rio Fox e do Reservatório Dillon implantados em nível local (Hahn e Hester, 1989)⁸.

Hahn e Hestler (1989) analisando os resultados das transações de licenças negociáveis observaram que :

- sobre 130 *bubbles* que foram aprovados, somente, dois foram entre empresas distintas, as demais ocorreram entre estabelecimentos de uma mesma firma.
- nas 2.000 operações do sistema de compensação offset, somente 200 ocorreram em firmas distintas.

Se não houvesse dificuldade no cálculo do custo marginal de depuração, o sistema de taxação de emissões e de licenças negociáveis conduziram a um mesmo resultado. O valor de mercado das licenças negociáveis, por quantidade fixa de emissão, tem que ser exatamente igual ao custo marginal de depuração correspondente a esta quantidade.

Assim, as licenças negociáveis podem substituir as taxas de poluição, embora não sejam substitutos perfeitos. Tem por vantagem representar um ativo para as empresas, a desvantagem consiste em constituir uma barreira à entrada no mercado de novas firmas.



Debate internacional sobre as políticas ambientais

A questão ambiental chegou para ficar. O dilema da empresa moderna é o de adaptar-se ou correr o risco de perder espaços arduamente conquistados, sendo imperativo aplicar princípios de gestão ambiental condizentes com o desenvolvimento sustentável.

A legislação, as normas e os regulamentos aplicáveis aos mais diversos setores produtivos exigem a adoção de sistemas de gestão ambiental cada vez mais aprimorados. Tais sistemas visam primordialmente o equacionamento da difícil questão econômica, já que uma empresa ou todo um segmento econômico poderá sucumbir diante de exigências legais, normativas ou comunitárias que inviabilizem a atividade produtiva.

Neste contexto, definidos os objetivos e a legitimidade da política ambiental, resta o problema da escolha de instrumentos a serem utilizados na redução das externalidades negativas das empresas. A escolha deve levar em conta, *além* da eficiência ecológica e econômica, outros parâmetros tais como os custos de implantação e gestão, os efeitos redistributivos e aceitação pela população dos instrumentos a serem implantados (OCDE, 1991).

O confronto das eficiências econômicas dos distintos instrumentos deve conduzir à escolha daquele onde se observa uma melhor alocação dos recursos, minimizando os custos associados a um mesmo benefício ambiental. Os instrumentos têm distintos efeitos redistributivos, uma vez que representam um custo

⁸ HAHN, R. W. and HESTER G. L. (1989). "Where Did All the Markets Go? An Analysis of EPA's Emission Trading Program." Yale Journal of Regulation.

adicional, e podem ser parcial ou totalmente repassados aos preços, afetando consideravelmente o poder aquisitivo da população. Deve-se, portanto, escolher os instrumentos que minimizem as desigualdades de renda pessoal e regional. Finalmente, deve-se optar por políticas de menor custo administrativo e de maior aceitabilidade por parte dos atores envolvidos.

O debate internacional sobre instrumentos de política ambiental oscila entre privilegiar os instrumentos econômicos ou a auto-regulação. Com efeito, até pouco tempo, os principais instrumentos de planejamento ambiental eram os de comando e controle, ou seja, através de estabelecimento de normas de poluição e/ou sistema de licenciamento da atividade produtiva, o Estado regulamentava as atividades produtivas.

Na década de 80, o debate sobre os instrumentos relançou certos aspectos importantes. Em primeiro lugar, o questionamento da eficiência dos instrumentos de regulação e controle com relação aos instrumentos econômicos, tais como impostos e subsídios que foram aplicados na Europa ou licenças negociáveis implantadas nos EUA.

A experiência internacional revela que os instrumentos de comando e controle são eficientes em situações: quando o número de poluidores é pequeno e de fácil identificação quando a tecnologia limpa é uniforme, onerando de forma equivalente todos os poluidores; e quando o desrespeito aos padrões de emissão corresponder a elevados custos.

A principal crítica aos instrumentos de comando e controle é de que regulação é inflexível e, na maioria das vezes, não reflete a forma menos onerosa de se atingir uma mudança no padrão de poluição. Os órgãos reguladores têm um alto dispêndio, não somente no desenvolvimento da tecnologia relativa aos instrumentos de mensuração da poluição e nos modelos de coleta de amostra, como também na administração e fiscalização periódica. No que tange à poluição do ar, por exemplo, os instrumentos de controle são de 2 a 20 vezes mais onerosos que os instrumentos econômicos (Schimidheiny, 1992).

Dado o alto custo, a fiscalização acaba sendo descontínua e, desta forma, reduz a eficiência da regulamentação, uma vez que há uma diminuição apenas temporária da poluição. Assim, a partir do cumprimento das exigências estabelecidas, o poluidor não tem nenhum incentivo para reduzir a emissão de poluentes. Adicionalmente, os instrumentos de comando e controle implicam a limitação a um equipamento de despoluição específico, restringindo a criatividade das firmas quanto a outras melhorias que podem resultar em inovações de processos.

Em suma, a regulamentação é pouco eficaz em relação à "internalização" dos custos ambientais, sendo recomendada, apenas, em casos extremos - de desastre ecológico, de risco à saúde ou à segurança - nos quais se proíbe, simplesmente, a emissão.

O pressuposto de uma estrutura regulamentatória básica e o alto custo da implementação dos instrumentos de comando e controle criam uma dificuldade adicional no planejamento ambiental dos países em desenvolvimento.

O maior interesse na aplicação dos instrumentos econômicos resulta de quatro necessidades : recompensar e incentivar continuamente as melhorias no campo ambiental- usar os mercados de forma mais efetiva para se atingir os objetivos ambientais; buscar menores custos efetivos para ambos: o governo e as empresas; e mudar a ênfase da política e da prática ambiental recorrendo à prevenção ao invés da correção (Schimidheiny, 1992).

Uma vantagem adicional dos instrumentos econômicos é de que eles podem financiar a política ambiental. Esta vantagem é bastante controversa, pois a literatura insiste sobre a "neutralidade fiscal", como pré-condição das finanças públicas. Isto é, os impostos ambientais a serem implantados devem ser recompensados por uma redução equivalente nos demais tributos.

Uma pesquisa da OCDE (Organização de Cooperação para o Desenvolvimento Econômico) que comprova a adesão aos instrumentos econômicos, entre 1987 e 1991, mostra que 21 nações recorreram a tais instrumentos, tendo a frequência triplicada deste tipo de medida no período observado. Apesar disso, com exceção dos países escandinavos, o uso destes instrumentos continua limitado, numa média de seis a sete instrumentos por país (duas ou três taxas de água e lixo, um sistema de consignação, etc.).

No que tange à arrecadação, esta foi de apenas 0,1% do PNB (Produto Nacional Bruto) nos países que utilizam os instrumentos econômicos. Cabe ressaltar, entretanto, que estes tributos têm sido mais utilizados com o objetivo de mudar o comportamento do poluidor, do que para financiar a política ambiental.

A Suécia, a Noruega e mais recentemente a Dinamarca inovaram na utilização de instrumentos econômicos. As taxas implementadas pelo governo foram basicamente sobre a energia consumida: as taxas sobre a emissão de CO₂, a mais importante, sobre a emissão de SO₂ ou NO_x. Na Suécia, inclusive, uma reforma fiscal substituindo a tributação indireta pela direta teve um pretexto ambiental, ficando em estudo uma taxa sobre a emissão de veículos.

A reforma fiscal na Suécia vai de encontro às reivindicações de alguns economistas do Banco Mundial. Estes sugerem que os impostos econômicos sobre a poluição e os recursos naturais a serem preservados devem substituir os impostos tradicionais que incidem sobre a renda e o emprego. O sistema deve penalizar o "mal", aquilo que ele pretende evitar, e não "bem", o que se pretende estimular. Segundo Reichman (1994)⁹, uma reforma fiscal de grande amplitude, tributando-se a poluição e o abuso de recursos naturais e eliminando-se na mesma proporção outros impostos, pode fazer com que a tributação verde chegue a atingir 10% do PNB (Produto Nacional Bruto).

Autores franceses insistem que a pouca eficiência dos instrumentos de comando e controle está mais diretamente associada aos problemas de legitimidade das políticas da natureza do passado do que à eficácia do instrumental em si. Os instrumentos analisados não podem ser discutidos sem se ter em conta o quadro institucional, uma vez que dependem de certos dispositivos sociais, representação da natureza, conflitos de interesses e concepção de organização e coordenação da sociedade. Abordar o problema de outra forma, a problemática da legitimidade concerne aos processos pelos quais os sujeitos sociais elaboram, reconhecem ou implementam os princípios gerais que constituem uma matriz percebida como legítima (Godard, 1993)¹⁰.

Um outro aspecto privilegiado na literatura é de que, face à constatação e conscientização dos ambientais globais, urge a busca de instrumentos transnacionais que sejam compatíveis com as soberanias dos estados nacionais. Isto porque as idéias de responsabilidade comuns introduzidas pelo Relatório Brundtland e a recente Guerra contra o Iraque relançaram a discussão sobre o "direito de ingerência", ou seja, o direito de interferir nas decisões de soberania nacional quando interesses internacionais estão o em jogo. Com a inexistência de um organismo transnacional que possa aprovar uma legislação e zelar por sua aplicação, os acordos entre países e as pressões econômicas e políticas têm sido os únicos recursos do planejamento ambiental internacional utilizados.

Finalmente, com a onda neoliberal, questiona-se a própria intervenção do Estado na gestão ambiental das empresas. Esta intervenção interferiria nos direitos da propriedade privada, sendo ainda socialmente onerosa. Os neoliberais argumentam, ainda, que com o crescimento da consciência ecológica e com o movimento ambientalista o mercado tem sinalizado positivamente para soluções ambientais. A crescente responsabilidade das empresas no que tange aos problemas ambientais - as auditorias ambientais voluntárias, os selos verdes que endossam a compatibilidade ecológica dos produtos, a expansão do *ecobusiness* (indústria de equipamento de depuração, mercados de produtos reciclados, produtos "verdes") - podem induzir por si só a melhora da qualidade ambiental.

Neste sentido, a discussão sobre a escolha de instrumentos, além de confrontar a eficiência ambiental, econômica e administrativa de cada opção, tem implícita, e mesmo explícita, a discussão sobre o novo papel do Estado na regulação econômica e o novo papel dos estados nacionais.



⁹ Reichman J. H. (1994) "Legal Hybrids Between the Patent and the Copyright Paradigms", in *Columbia Law Review*, 94, 2432-2558.

¹⁰ Godard, R. (1993). *Behavioral Ecology and Sociobiology*.

2. Tema 02 : Fundamentos de balanço de massa e unidade funcional



Objetivo : estabelecer os princípios básicos de balanço de massa, associado a uma unidade funcional, destacando a sua utilidade no contexto de gestão ambiental de sistemas.

2.1. Introdução

Qualquer atividade de gestão passa pelo primeiramente pelo conhecimento das variáveis que regem o sistema analisado. No caso do estudo de repercussões ambientais de uma atividade, o conhecimento do fluxo de matéria (ou balanço de massa) envolvido é o procedimento primordial para a tomada de decisões.

Tradicionalmente, em se tratando de matéria, nada se cria, nada se elimina. Tudo se transforma¹¹
 → **Lei de conservação de massa**

A realização de um balanço de massa está condicionada à definição de um sistema¹² de controle (um tanque de mistura, um lago, uma termelétrica, a fábrica de um produto, uma bacia hidrográfica, uma cidade...).

No estudo de balanço de massa de sistemas, a focalização analítica principal está em verificar as relações entre a entrada e saída. Conforme o grau de detalhamento que se deseje obter, duas maneiras distintas podem ser aplicadas (figura 1) :

Caixa preta : o sistema em seu todo é tratado como unidade, sem qualquer consideração a propósito de sua organização e funcionamento interno. A atenção dirige-se somente para o caráter da saída resultante das entradas identificadas;

Caixa cinza : há uma tentativa de identificar e analisar as estocagens, fluxos e outros processos, a fim de obter conhecimento detalhado e claro de como funcionam a fim de transformar uma entrada em uma saída. Para maiores detalhes sobre “sistemas ambientais”, consultar a Christofoletti, 2000¹³.

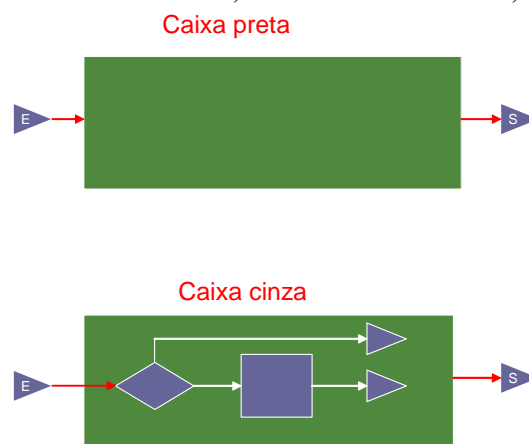


Figura 1. Modelos de sistemas para balanço de massa.

¹¹ Apesar de que em reações nucleares massa pode ser convertida em energia

¹² Parte limitada do espaço (fronteiras) onde são feitas observações específicas. Ou ainda, conjunto de elementos em interação dinâmica, organizada em função de um objetivo (De Rosnay).

As fronteiras do sistema devem estabelecer uma distinção entre os elementos que o compõem dos elementos pertencentes ao ambiente. O ambiente representa um sistema de ordem mais elevada no qual o aquele que está sendo examinado é uma parte e, as modificações nos elementos do primeiro podem acarretar mudanças diretas nos valores dos elementos contidos no sistema sob exame.

¹³ Christofoletti, A. Modelagem de sistemas ambientais. São Paulo : Edgard Blücher Ltda, 2000.

Sendo identificadas as fronteiras do sistema, é estabelecido o fluxograma¹⁴ das operações e pode-se começar a avaliar o fluxo (e eventual acumulação) de materiais no interior destas (figura 2). Esta avaliação, em função do grau de conhecimento das variáveis envolvidas, poderá seguir um dos dois modelos citados anteriormente.

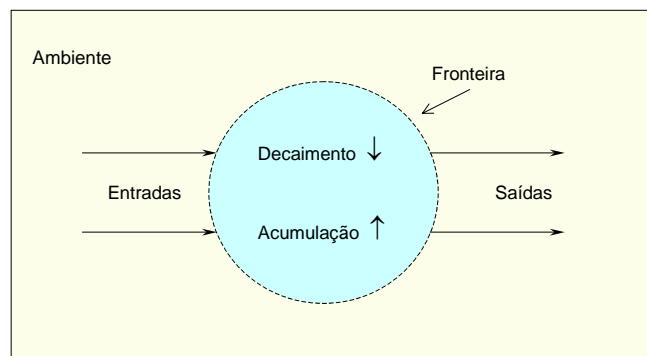


Figura 2 : representação esquemática de balanço de massa

As substâncias que entram no sistema têm três destinos possíveis : sair inalteradas, acumular no sistema ou serem convertidas em outras substâncias. Assim sendo, pode-se representar matematicamente o balanço de massa pela equação (1).

$$(\text{Taxa de entrada}) = (\text{Taxa de saída}) + (\text{Taxa de decaimento}) + (\text{Taxa de acumulação}) \quad (1)$$

Nesta equação, a conceito de taxa está associado ao fluxo de matéria em um dado período de tempo.

O decaimento apresentado não implica na violação da lei de conservação das massas. Ele indica uma modificação (e não eliminação) da substância original.

A equação (1) pode ser considerada para duas condições : sistemas conservativos e sistemas não conservativos. A simplificação mais comum resulta quando o sistema é considerado conservativo e em equilíbrio¹⁵. Neste caso nada muda com o tempo. A concentração de poluentes é constante. A taxa de acumulação é considerada nula e não há decaimento (radioativo, decomposição biológica ou reações químicas). Em outras palavras, a quantidade de matéria que entra no sistema é a mesma que sai. No que se refere ao decaimento, pode-se citar como exemplo de substâncias consideradas com taxa de decaimento igual a zero, os sólidos totais dissolvidos ou CO₂ no ar (substâncias que se mantêm estáveis ao longo do tempo). Alguns problemas envolvendo sistemas não conservativos podem, portanto ser simplificados quando a taxa de reação é pequena.



2.2. Sistemas conservativos em equilíbrio

$$\text{Taxa de entrada} = \text{Taxa de saída} \quad (2)$$

Considere a figura 3. Em uma entrada do sistema existe um fluxo de matéria, esgoto doméstico por exemplo, com vazão Q_S (volume/tempo), e com concentração em poluente de C_S (massa/volume). A outra entrada

¹⁴ O fluxograma do processo é uma representação gráfica destinada ao registro de diversas etapas que constituem um determinado processo, facilitando sua visualização e análise.

¹⁵ O estado de estabilidade ou equilíbrio é atingido quando a importação e a exportação de matéria e energia forem equacionadas por meio do ajustamento das formas do próprio sistema, permanecendo constantes enquanto não se alterarem as condições externas. Assim sendo o estado de estabilidade é independente do tempo e as suas formas e organização não se modificam pelo simples transcorrer da variável temporal.

Em uma bacia hidrográfica, por exemplo, as condições climáticas, litológicas, biogeográficas e outras vão condicionar a estruturação de determinada rede de drenagem e de determinadas formas de relevo. Alcançando o estado de estabilidade, a geometria da rede fluvial e a morfologia encontram-se em perfeito estado de equilíbrio e só sofrerão modificações se porventura houver alterações nas variáveis condicionantes.

pode ser um efluente industrial com vazão Q_R e concentração de poluente C_R . A saída do sistema é uma mistura com vazão Q_M e concentração C_M . Se o sistema é considerado conservativo e em equilíbrio, o balanço de massa poderá ser escrito segundo a equação (3).

$$C_S Q_S + Q_R C_R = C_M Q_M \quad (3)$$

Onde Q_M pode ser considerado como igual a $Q_S + Q_R$

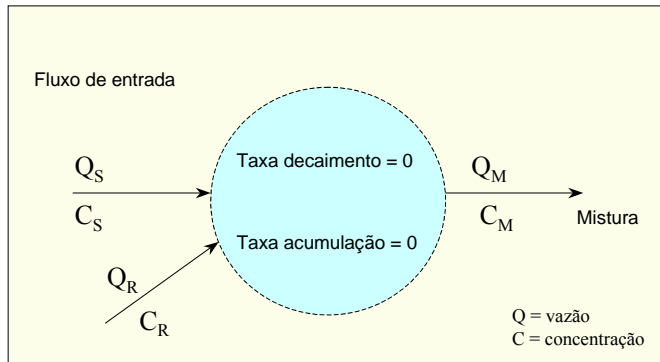


Figura 3 : Sistema conservativo em equilíbrio.

Exemplo 1

Uma tubulação industrial tem uma vazão de $10,0 \text{ m}^3/\text{s}$ e uma concentração de cloretos de 20 mg/l . Esta tubulação recebe a contribuição de um outro duto, cuja vazão é de $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ e a concentração em cloretos é de 40 mg/l , conforme a figura 4.

Considerando o cloreto como uma substância conservativa e admitindo uma mistura completa entre as duas vazões, qual a concentração de cloretos na saída do sistema ?

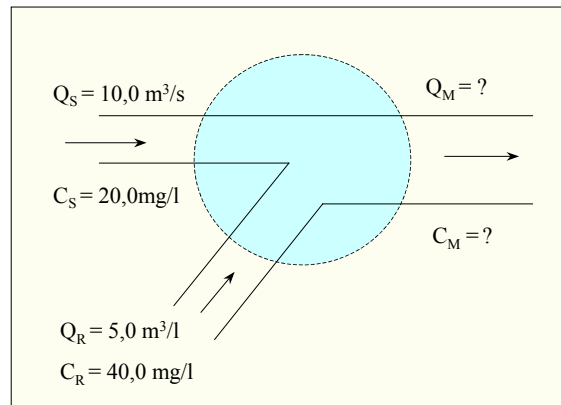


Figura 4 : exemplo 1

$$C_M = \frac{C_S Q_S + C_R Q_R}{Q_M} = \frac{C_S Q_S + C_R Q_R}{Q_S + Q_R}$$

$$C_M = \frac{(20,0 \times 10,0 + 40,0 \times 5,0) \text{mg} / \text{l} \cdot \text{m}^3 / \text{s}}{(10,0 + 5,0) \text{m}^3 / \text{s}} = 26,7 \text{ mg} / \text{l}$$

Como se pode perceber, neste tipo de sistema a acumulação pode ser desprezada.
Obs. : Atenção às unidades de medida.

Exemplo 2

Pode-se considerar uma usina de incineração como um sistema conservativo em equilíbrio. A fim de controlar a validade dos cálculos, pode-se fazer uma comparação entre o fluxo calculado que entra com os resíduos e o fluxo medido nas diferentes saídas (gás, águas, escórias e cinzas).

Toda transformação é caracterizada por uma função de transferência do processo de tratamento de resíduos. A função de transferência descreve simplesmente como os elementos químicos que compõem o resíduo se repartem nos diferentes sub-produtos do tratamento na saída do processo, como mostra a figura 5.

Esta função de transferência descreve a repartição do fluxo de elemento X, a partir do resíduo até os produtos finais A, B e C que atravessam o processo. O coeficiente de transferência *k* é definido pela equação :

$$k_{\text{sub-produto}} = X_{\text{sub-produto}}/X_{\text{resíduo}}$$

Onde X é expresso em unidade de fluxo (por exemplo kg/dia de cobre). Tem-se ainda as seguintes relações

$$X_A + X_B + X_C = X_I$$

$$k_A + k_B + k_C = 1$$

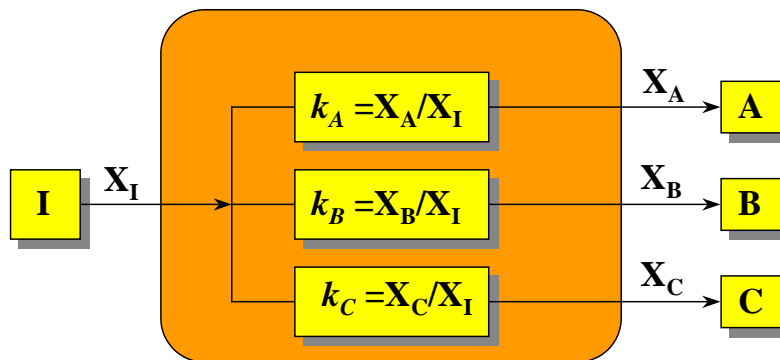


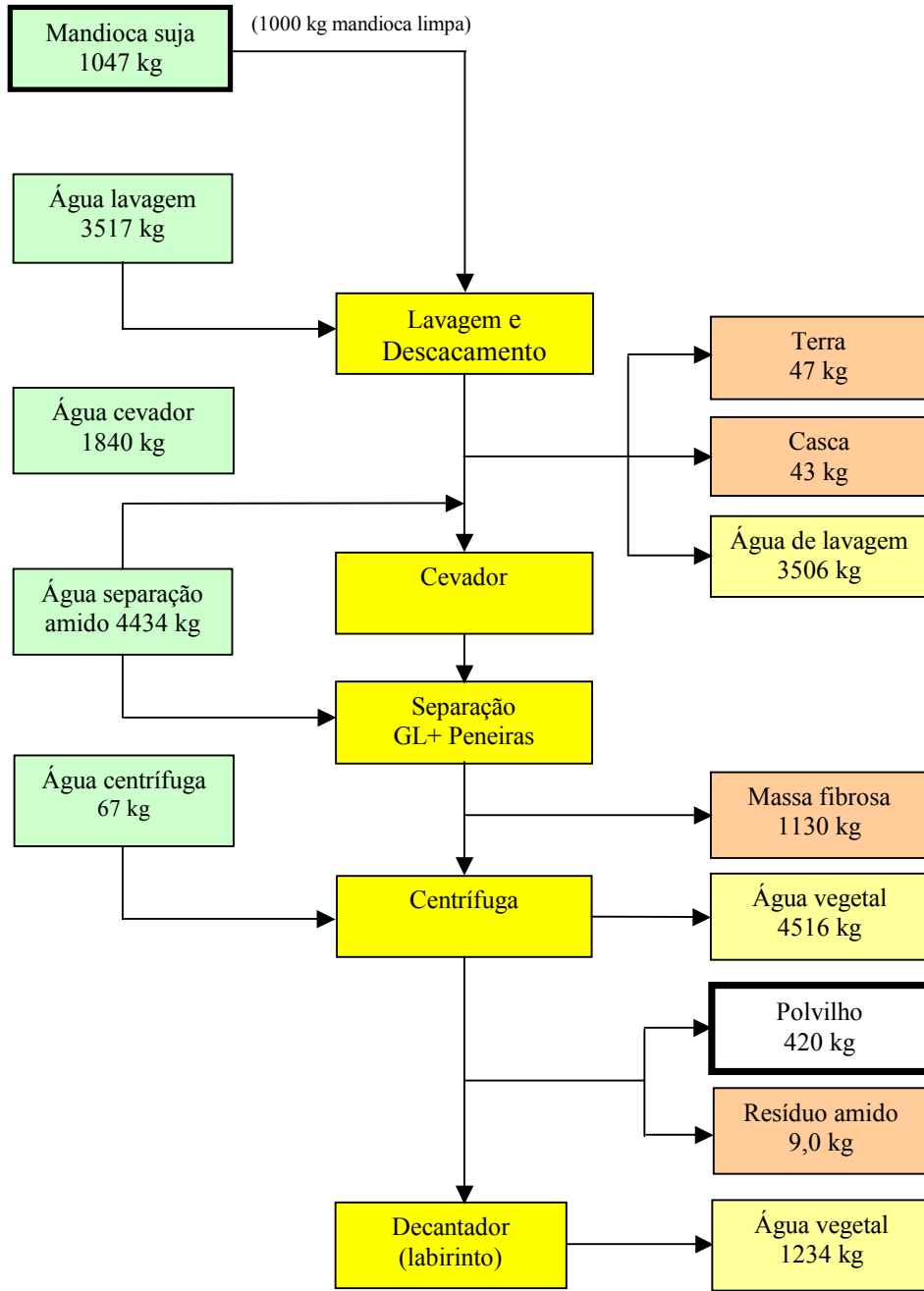
Figura 5 : função de transferência (exemplo 2)

- I = Resíduo
- A,B,C = Sub-produtos do tratamento
- k = Coeficiente de transferência
- X = Elemento
- XI = Fluxo da molécula X no resíduo
- XA = Fluxo da molécula X no sub-produto A

Exemplo 3

Outro exemplo de sistema conservativo em equilíbrio, baseado em estudo real de campo, está associado à produção de polvilho. As matérias primas básicas são mandioca e água. Os resíduos são constituídos de frações sólidas e líquidas (figura 6). O estudo é preliminar. Estudos complementares devem ser realizados a fim de estabelecer o balanço específico de matérias. Por exemplo, no caso da água, deve-se considerar a umidade da mandioca, da casca, do produto e demais resíduos sólidos.

Entrada Processo Saída



Fonte : Lima, J. (2001). Análise ambiental do processo produtivo em indústrias de polvilho no extremo sul de Santa Catarina. Dissertação (Engenharia de Produção), UFSC.

Figura 6 : balanço de massa para a produção de polvilho (exemplo 3)

Exemplo 4

A tabela 1 a seguir apresenta o balanço de massa diário do homem. Os valores dados são as quantidades de substâncias consumidas e excretadas por um homem moderadamente ativo e de tamanho médio. Utilizando os dados da tabela, prepare um balanço de água e calcule a quantidade em quilogramas de água metabólica produzida em 1 dia pelo homem médio.

Tabela 1 : balanço de massa diário de um homem.

Material	Balanço material (kg)
Saída	
Urina (95% H ₂ O)	1,429
Fezes (75,8% H ₂ O)	0,132
H ₂ O de transpiração	0,998
CO ₂ (1,63 lb de O ₂)	1,016
Outras perdas	0,064
Total	3,639
Entrada	
Alimento (peso seco)	0,680
O ₂	0,832
H ₂ O	2,127
Total	3,639

Solução:

Entrada de água: 2,127 kg

Saída de água: $1,429 \times 0,95 + 0,132 \times 0,758 + 0,998 = 2,455$ kg

Água metabolizada = $2,455 - 2,127 = 0,328$ kg

Exemplo 5

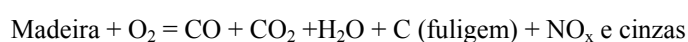
A tabela 2 apresenta os valores relativos ao balanço de massa da produção de 21,55 tijolos, com 3,3 kg cada (peça queimada).

Tabela 2. balanço de massa da produção de tijolos

Balanço de massa da produção de 21,55 tijolos	
Entradas	Saídas
Argila – 100kg	71,13 kg – tijolos
Água – 0,2 kg	0,9 kg – perdas
H ₂ O – 6,22 kg	41,18 kg – água
C – 8,44 kg	10,71 kg - C
Serragem	0,26 kg – cinzas
Cinzas – 0,26 kg	0,018 kg – NO ₂
O – 7,82 kg	
N – 0,18 kg	
Total: 124,2 kg	Total: 124,2 kg

Considerar que o combustível utilizado para a queima das peças é a serragem, cuja composição elementar segue à da madeira de eucalipto: C = 47,5%; O = 44%; H = 6%; N = 1%; cinzas = 1,5% e umidade de 25,9%.

Os valores de carbono (C) da saída são a soma das emissões de CO, CO₂ e fuligem, regidas pela equação:



As vazões de CO e CO₂ medidas por meio de análises específicas permitiram o cálculo da massa de C.

Não foram consideradas neste balanço as vazões de entrada e saída de O₂, por não implicarem em impactos ambientais.

Componente de amarração

Um componente (ou elemento) de amarração é um material que passa de uma corrente para a outra sem sofrer qualquer tipo de alteração ou sem que tenha sido adicionado ou retirado deste componente qualquer material assemelhado. Se existe um componente de amarração num problema, você pode escrever um balanço material que envolva apenas duas correntes. Além disso, o balanço material tem uma forma particularmente simples, como a de uma razão.

Freqüentemente vários componentes passam inalterados num processo e, nestes casos, tem-se várias escolhas de elementos de amarração global, que proporcionará, aos cálculos, um menor erro percentual em relação ao caso de um elemento de amarração individual. Pode ocorrer o caso de um constituinte menor passar inalterado, mas se a percentagem de erro para a análise deste componente for alta, deve-se desconsiderá-lo como componente de amarração. Em alguns casos não é possível a determinação do elemento de amarração através de inspeção direta do problema, porém pode-se ainda criar um componente de amarração hipotético, ou um componente de amarração artificial, que será igualmente efetivo como componente de amarração para um determinado material. O componente de amarração é útil mesmo quando não são conhecidos todos os pesos e composições num dado problema, porque o componente de amarração permite que duas correntes sejam colocadas na mesma base. Sendo assim, pode ser adotada uma solução parcial, mesmo se o problema como um todo não for resolvido.

Na resolução de problemas que envolvam componentes de amarração nem sempre é vantajoso selecionar-se como base de cálculo “o que se tem”. Freqüentemente, a composição de uma corrente é dada como uma composição percentual, e então é conveniente selecionarmos como base de cálculo 100 kg (ou outra massa) do material, porque quilogramas serão iguais a percentagem e os mesmos números podem ser usados para representar ambos. Após ter efetuado os cálculos na base de 100 kg (ou outra base), a resposta pode ser transformada para a base correspondente à quantidade de material efetivamente dada através do uso do fator de conversão apropriado. Por exemplo, caso tenha-se 32,5 kg de material e se conheça sua composição em termos percentuais, pode-se tomar como base 100 kg de material, e, ao término dos cálculos, converter a resposta à base de 32,5 kg.

É claro que os problemas de componentes de amarração podem ser trabalhados algebricamente, mas em problemas de combustão, e em alguns tipos mais complicados de cálculos na indústria química, o número de incógnitas e equações envolvidas é tão grande que o uso de um componente de amarração simplifica enormemente os cálculos. O uso de um componente de amarração também clarifica o entendimento íntimo de um processo.

Exemplo 6: Secagem

Os produtos da pesca podem ser transformados em farinha de peixe, e esta farinha de peixe pode ser usada como ração para a produção de carne para o homem ou pode ser usada diretamente como alimento. O uso direto da farinha de peixe aumenta significativamente a eficiência da cadeia alimentar. Entretanto, o concentrado de proteínas de peixe, principalmente por motivos estéticos, é usado como fonte suplementar de proteína alimentar. Como tal, ele compete com proteínas da soja e outras oleígenas.

No processamento do peixe, após a extração do óleo, a torta de peixe é seca em secadores de tambor rotativo, moída fina e empacotada. O produto resultante contém 65% de proteína. Em certo lote de torta de peixe contendo 80% de água (o restante é torta seca), 100 kg de água são removidos, e constata-se que agora o teor de água na torta é 40%. Calcule o peso de torta de peixe originalmente colocado no secador.

Solução:

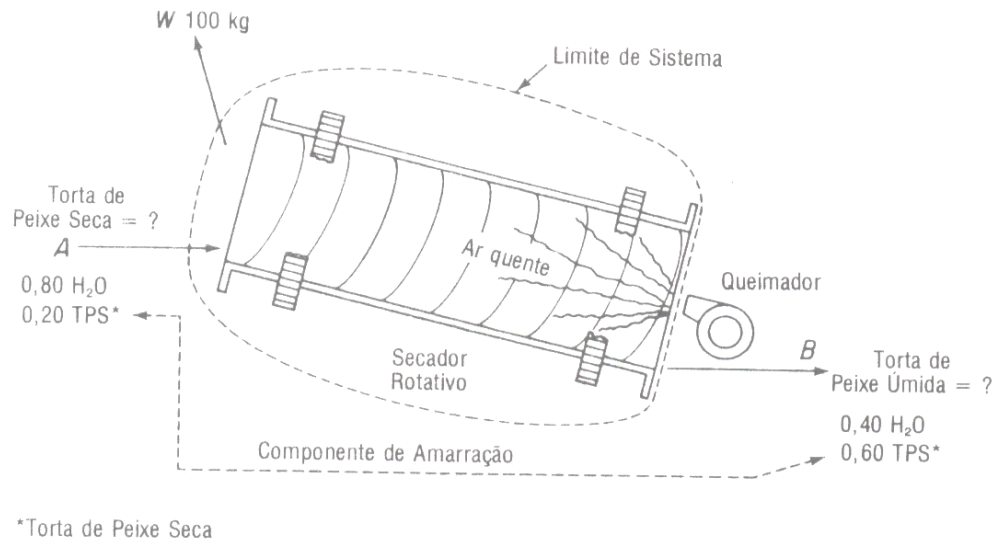


Figura 7. processamento de peixe

São duas as vazões de corrente desconhecidas: A e B. Todas as composições são conhecidas. Escolhe-se uma base com os dados do problema.

Base de cálculo: 100 kg de água evaporados

A resolução algébrica requer o uso de duas equações independentes de balanço de massa.

Entrada = Saída

Balanço Total: $A = B + W = B + 100$

Balanço de TPS: $0,20A = 0,60B$

Observe que, devido ao fato do balanço de a torta totalmente seca envolver apenas duas correntes, pode-se estabelecer uma razão direta de A para B, que é a essência do componente de amarração:

$$B = 0,20A/0,60 = 1/3 A$$

A introdução desta razão no balanço total fornece

$$A = 1/3 A + 100$$

$$2/3 A = 100$$

$$A = 150 \text{ kg de torta original}$$

Portanto: 150 kg torta inicial - 100 kg H₂O evaporada = 50 kg torta final

Outros exemplos de balanço deste tipo podem ser visualizados nas figuras 9 e 10 no final deste capítulo.



2.3. Sistemas não conservativos em equilíbrio

Muitos dos poluentes ambientais sofrem reações química, biológica ou nuclear em proporções tais a serem considerados como substâncias não conservativas, ou seja elas tendem a “desaparecer” com o tempo, ou ainda, a matéria de referência não se conserva. Se admitirmos uma situação de equilíbrio e poluentes não conservativos, então,

$$\text{Taxa de entrada} = \text{Taxa de saída} + \text{Taxa de decaimento} \quad (4)$$

O decaimento de substâncias não conservativas é em geral modelado como reações de primeira ordem, isto é, assume-se que o fluxo de "perda" da substância é proporcional a quantidade da substância que está presente.

$$\frac{dC}{dt} = -KC \quad (5)$$

Na equação (5), K é o coeficiente de reação com dimensão 1/tempo, o sinal negativo significa uma diminuição da substância no tempo e C é a concentração de poluente.

A equação diferencial pode ser resolvida da seguinte maneira :

$$\int_{C_0}^C \frac{dC}{C} = \int_0^t (-K) dt$$

De onde,

$$\ln(C) - \ln(C_0) = \ln \frac{C}{C_0} = -Kt$$

resultando,

$$C = C_0 e^{-Kt} \quad (6)$$

Sendo C_0 = Concentração inicial, a concentração da substância em questão decai exponencialmente.

Considerando que a substância é distribuída uniformemente no volume V, o total de substância disponível no sistema é CV. A taxa total de decaimento da substância não conservativa é $d(CV)/dt = V dC/dt$, ou seja,

$$\text{Taxa de decaimento} = KCV \quad (7)$$

Pode-se, portanto reescrever a equação do balanço de massa como sendo :

$$\text{Taxa de entrada} = \text{Taxa de saída} + KCV \quad (8)$$

Exemplo 7

A figura 8 apresenta um lago com volume $10,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ que recebe uma vazão (taxa) de $5,0 \text{ m}^3/\text{s}$ com concentração de poluente de $10,0 \text{ mg/l}$. Há também uma descarga de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ de um efluente industrial com a mesma poluição (concentração = $100,0 \text{ mg/l}$). O coeficiente de reação é de $0,2/\text{dia}$. Considerando que a poluição é totalmente misturada e que não há evaporação ou outras perdas ou ganhos de líquido, calcular a concentração de equilíbrio (na saída do sistema).

Solução

Hipótese : assumindo uma **mistura completa e instantânea** da poluição originalmente presente no lago com o efluente industrial, a concentração C no interior do lago é a mesma da saída, C_M . Assim,

$$\text{Taxa de entrada} = \text{taxa de saída} + \text{taxa de decaimento}$$

$$\begin{aligned} \text{Taxa de entrada} &= Q_S C_S + Q_R C_R \\ &= (5,0 \text{ m}^3/\text{s} \times 10,0 \text{ mg/l} + 0,5 \text{ m}^3/\text{s} \times 100,0 \text{ mg/l}) \times 10^3 \text{ l/m}^3 \\ &= 1,0 \cdot 10^5 \text{ mg/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Taxa de saída} &= Q_M C_M = (Q_S + Q_R) C \\ &= (5,0 + 0,5) \text{ m}^3/\text{s} \times C \text{ mg/l} \times 10^3 \text{ l/m}^3 \\ &= 5,5 \cdot 10^3 C \text{ mg/s} \end{aligned}$$

Taxa de decaimento = $KCV = (0,2/\text{dia} \times C \text{ mg/l} \times 10,0 \times 10^3 \text{ m}^3 \times 10^3 \text{ l/m}^3) / (24 \text{ h/dia} \times 3600 \text{ s/h})$
 = $23,1 \cdot 10^3 C \text{ mg/s}$

$1,0 \cdot 10^5 \text{ mg/s} = 5,5 \cdot 10^3 C \text{ mg/s} + 23,1 \cdot 10^3 C \text{ mg/s}$

$C = 3,5 \text{ mg/l}$

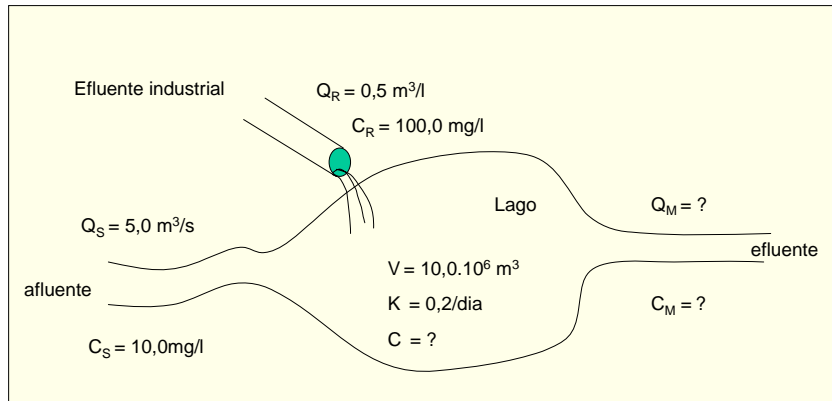


Figura 8 : exemplo 4

Observação : a noção de conservação depende da referência utilizada para o balanço de massa. Se esta referência for, por exemplo, uma molécula composta, existe a possibilidade do sistema ser não conservativo devido à decomposição da molécula. Se a referência for os elementos que compõem a molécula anterior, o sistema em geral será conservativo.



2.4. Sistemas com acumulação (não conservativos e sem equilíbrio)

Considera-se agora uma situação onde há acumulação de poluentes (o sistema deixa de estar em equilíbrio). Imagine um recipiente com volume V , o qual recebe uma vazão Q . Se o conteúdo da caixa está em constante mistura completa, então a concentração C no interior da caixa é a mesma na saída. A massa total de poluente na caixa é, portanto VC e a taxa de incremento (acumulação) de poluente é $V dC/dt$. Sendo designado por S a taxa total de poluição que entra na caixa (massa/tempo), a equação do balanço de massa pode ser escrita da seguinte maneira :

$$\text{Taxa de acumulação} = (\text{Taxa de entrada}) - (\text{Taxa de saída}) - (\text{Taxa de decaimento})$$

$$V dC/dt = S - QC - KCV \tag{9}$$

- Onde
- V = volume do sistema (volume)
 - C = concentração no interior e na saída do sistema (massa/tempo)
 - Q = taxa total (vazão) no interior e na saída do sistema (volume/tempo)
 - K = coeficiente de reação (tempo^{-1})

Esta equação (9) também pode ser escrita da forma a seguir (C e S são colocados em evidência):

$$\frac{dC}{dt} = -\frac{Q + KV}{V} \left(C - \frac{S}{Q + KV} \right) \tag{10}$$

Fazendo-se uma troca de variáveis, onde

$$y = C - \frac{S}{Q + KV} \tag{11}$$

Derivando esta equação em relação ao tempo, obtém-se :

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dC}{dt} \tag{12}$$

Pois S, Q, K e V são constantes.

Substituindo (12) e (11) em (10), tem-se :

$$\frac{dy}{dt} = -(K + \frac{Q}{V})y \tag{13}$$

Onde o termo $K + Q/V$ é uma constante, assim :

$$y = y_0 e^{-(K+Q/V)t} \tag{14}$$

y_0 é o valor de y quando $t = 0$. Se C_0 é a concentração no sistema em $t = 0$, então equação (11) adquire a seguinte forma :

$$y_0 = C_0 - \frac{S}{Q + KV} \tag{15}$$

Substituindo os valores de y e y_0 (equações 11 e 15) na equação exponencial (14), tem-se

$$C - \frac{S}{Q + KV} = (C_0 - \frac{S}{Q + KV})e^{-(K+Q/V)t}$$

$$C(t) = (C_0 - \frac{S}{Q + KV})e^{-(K+Q/V)t} + \frac{S}{Q + KV} \tag{16}$$

No tempo infinito, a taxa de acumulação é igual a zero e C passa a ser constante (estado de equilíbrio) :

$$C(\infty) = S/(Q + KV) \tag{17}$$

Nesta situação, a equação principal (16) pode ser escrita conforme a equação (18).

$$C(t) = [(C_0 - C(\infty))e^{-(K+Q/V)t} + C(\infty)] \tag{18}$$

No tempo $t = 0$ o termo exponencial é igual a 1 e $C = C_0$. No tempo $t = \infty$, o termo exponencial é igual a zero e $C = C(\infty)$. A figura 9 traduz esta última equação.

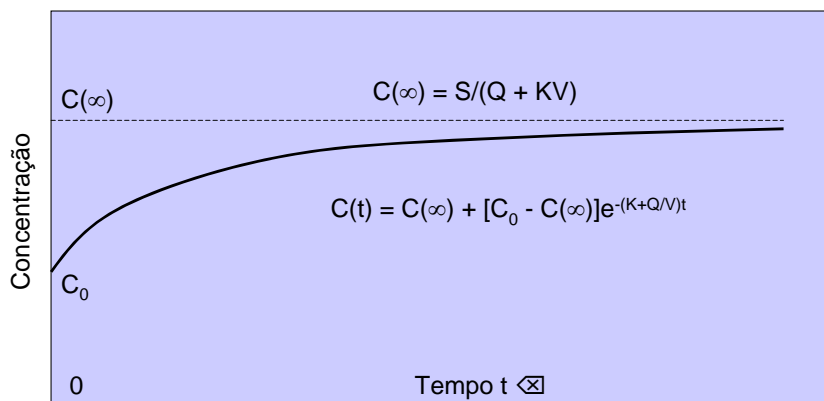


Figura 9 : sistema com acumulação



2.5. Balanço de massa em gestão ambiental

A partir das definições aqui apresentadas, e considerando os critérios consumo de matéria e produção de resíduos como elementos de avaliação ambiental, o balanço de massa ou inventário, pode ser interpretado como a medida de fluxo e de concentração em um sistema (figura 10), ou seja, toda entrada de matéria (qualitativa e quantitativa) deve encontrar uma saída quantificada como produto e resíduos (gás, líquido, sólido)

Em gestão ambiental, o balanço de massa contribui com várias atividades da organização, dentre as quais podemos destacar :

- Apoio na decisão de investimentos de despoluição ;
- Estabelecimento de um plano de investimentos em longo prazo ;
- Análise técnica teórica das soluções de despoluição (reciclagem, reutilização...);
- Respostas a solicitações de ordem regulamentar.

O balanço de massa, neste caso, assume uma função semelhante a um “Balanço poluição”, pois está ligado basicamente a medidas de diagnóstico e de redução da poluição.

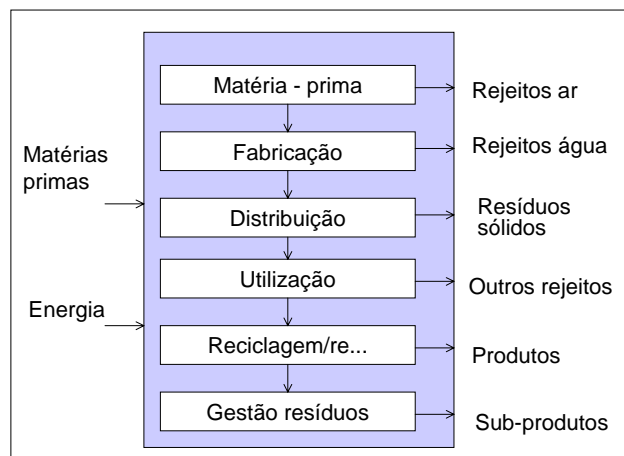


Figura 10: definição de sistemas e sub-sistemas para balanço de massa¹⁶

Freqüentemente, em análise ambiental, o balanço de massa é empregado como ferramenta para o estabelecimento de objetivos e metas ambientais e como indicador de desempenho (um sistema em relação a outro ou a evolução de um mesmo sistema). Nestes casos, para que o procedimento seja eficiente é necessário que seja estabelecido uma unidade de referencia para a qual os dados de entrada e saída são relacionados. Pode-se adotar o tempo (por exemplo, toneladas/dia de matéria prima, m³/dia de efluentes), mas esta unidade de referência as vezes não é sensível ao desempenho do sistema. Imagine um sistema que consumindo 10 toneladas de matéria prima produza 10 m³/dia de efluentes ; em um segundo sistema, consome 20 toneladas e emita 10 m³/dia do mesmo efluente. Aparentemente os dois sistemas são equivalentes no que se refere à produção de resíduos, porém o primeiro sistema ao que tudo indica é mais eficiente. Além do mais, outro questionamento deve ser levantado : os dois sistemas desempenham atividades equivalentes ?

Por isso, uma das mais importantes considerações ao se definir o objetivo de um balanço de massa é a definição clara das características de desempenho da atividade a ser modelada (função). Um sistema pode ter várias funções possíveis.

A quantificação/medição dessa função identificada e realizada é chamada **unidade funcional**. Esta unidade é a referência a qual são relacionadas às quantidades mencionadas no inventário (balanço de massa). Ela considera simultaneamente uma **unidade de produto** e uma **unidade de função**.

¹⁶ Nesta figura, “produto” deve ser interpretado no sentido amplo do termo, ou seja, o resultado de uma atividade ou serviço.

Geralmente, as seguintes etapas devem ser seguidas, após a delimitação do sistema (figura 6), para o estabelecimento de uma unidade funcional :

- Identificar possíveis funções do sistema
- Selecionar a função utilizada para análise
- Definir da unidade de função
- Identificar da performance do produto
- Calcular do fluxo de referência

Exemplo 5 : considerar a escolha de uma tinta dentre várias (A, B, C...)

Sistema de produto	Tinta A
Identificação das funções	Colorir parede
	Cobrir superfície
	Impermeabilização
	Resistência
Seleção da função	Cobrir parede
Unidade de função	Cobrir 100 m ²
Performance do produto	0.5 kg/m ² coberto
Fluxo de referência	50 kg tinta A

A Unidade Funcional neste caso será a Massa de tinta/100 m² de parede coberta.

É importante ressaltar, no caso de estudos comparativos, que os sistemas devem ser analisados utilizando-se procedimentos metodológicos equivalentes, principalmente no que se refere aos limites do sistema, qualidade dos dados, procedimentos de alocação e regras de decisão na avaliação dos dados de entrada e saída.

Com a unidade funcional definida, o balanço de massa poderá ser utilizado de forma mais consistente. É evidente que os resultados a serem obtidos dependem dos processos de **obtenção e de tratamento de dados**.

A coleta de dados será bem conduzida se considerar as seguintes etapas :

- Conhecimento do sistema considerado (processo de produção, por exemplo)
- Localização dos pontos de produção de resíduos e locais de destinação
- Levantamento completo da rede de coleta dos resíduos
- Medida de vazões e amostragem nas saídas do sistema
- Medida de vazões e amostragem no interior do sistema
- Análise das amostras
- Estabelecimento do balanço poluição propriamente dito
- Estabelecimento do balanço de matérias-primas
- Determinação da poluição associada a uma unidade de referência
- Identificação de poluições concentradas (qualidade quantidade)

Assim que as informações forem recebidas será importante checar se estão completas e se estão compatíveis com os dados de outras fontes. O próprio balanço de massa permitirá identificar anomalias e ausência de dados. O resultado final dos cálculos deve referir todos os dados de entrada e saída à unidade funcional.

Em resumo, o estabelecimento de um balanço de massa inclui, as seguintes etapas :

- Estabelecimento do quadro de trabalho
 - Determinação da unidade funcional
 - Definição do sistema e suas fronteiras (figura 6)
 - Divisão do sistema em sub-sistemas
- Coleta de dados
- Validação dos dados
- Tratamento de dados

As figuras 11 e 12, e as tabelas 3 e 4 apresentam um exemplo de procedimento para realização de balanço de massa respectivamente para produção de 1 kg de Polietileno e PVC.

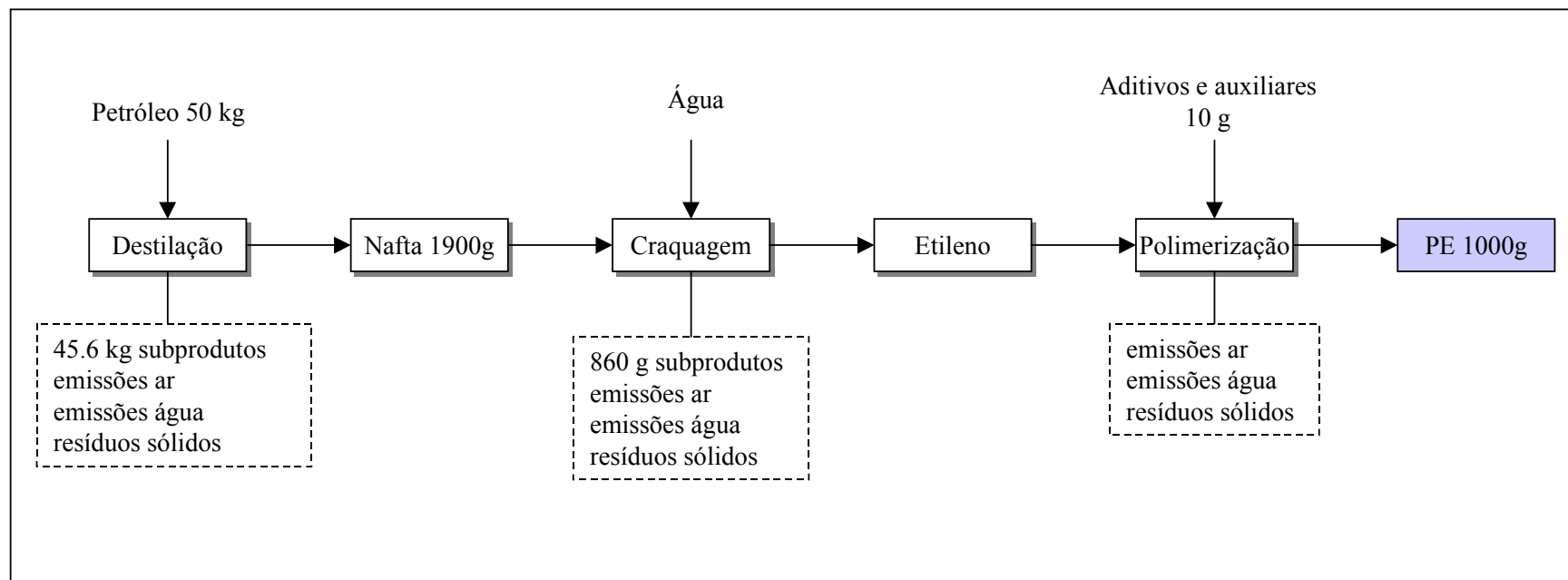


Figura 11 : fluxograma de produção de 1 kg de polietileno

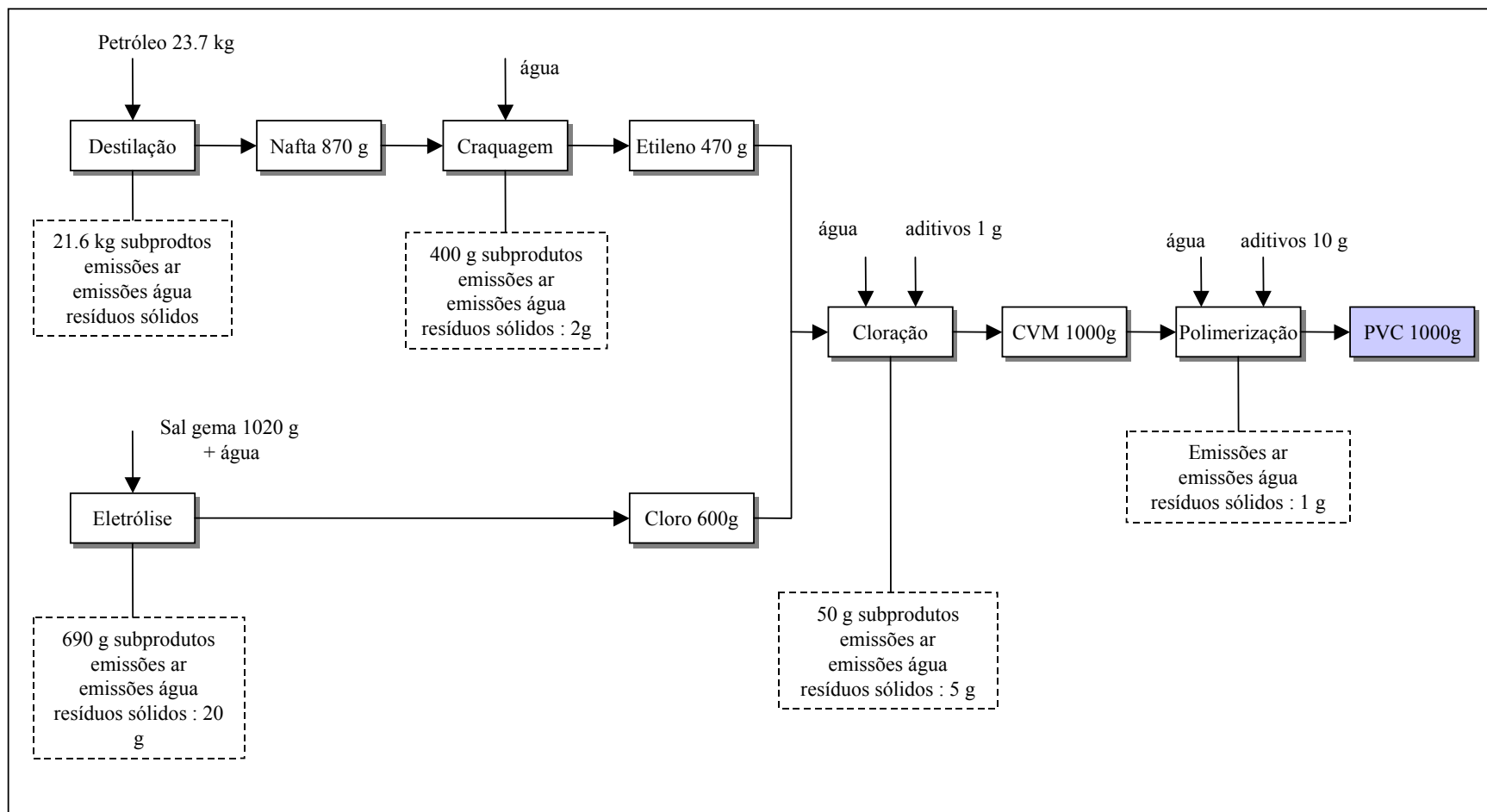


Figura 12 : fluxograma de produção de 1 kg de PVC

Tabela 3: Balanço para produção de 1 kg de PE

Matérias –primas	
Petróleo bruto (obter 1900 g de nafta)	50000g
Aditivos	10 g
Água	1 l
Subprodutos	
Da destilação	45600 g
Do craqueamento	860 g
Efluentes líquidos	
Matérias sólidas inorgânicas	25 g
Fenol	4 g
Efluentes gasosos	
CO	670 mg
HC	11300 mg
NOx	1090 mg
SO ₂	990 mg
CO ₂	800 g
Resíduos	
De processo : Massa	4 g
Volume	4 cm ³
Entradas (exceto água)	
Saídas	48307 g
Entradas – saídas/saídas	4 %
Energia consumida	
	580 Wh

Tabela 4 : Balanço para produção de 1 kg de PVC

Matérias –primas	
Petróleo bruto (obter 870 g de nafta)	23700g
Rocha salina	1400 g
Aditivos	10 g
Água	6 litros
Subprodutos	
Da destilação	21600 g
Da eletrólise	690 g
Do craqueamento	400 g
Da cloração	50 g
Efluentes líquidos	
MÊS	62 mg
Matérias sólidas inorgânicas	18700 mg
HC	524 mg
Fenol	5 mg
Fluoreto	2 mg
Hg	0.02 mg
DBO	1.2 mg
DQO	3 mg
Pb	3.6 mg
Efluentes gasosos	
Poeiras	630 mg
CO	1060 mg
HC	10520 mg
Nox	3440 mg
SO ₂	5960 mg
Cl ₂	0.3 mg
Hg	0.3 mg
CO ₂	800 g
Resíduos	
De minas	300 g
De processo	28 g
Massa	28 cm ³
Volume	
Entradas (exceto água)	25110 g
Saídas (DBO e DQO excluídas)	24909 g
Entradas – saídas/saídas	1 %
Energia consumida	1150 Wh

Exercícios

- Um bar com dimensões de 15 x 12 x 2,8 tem 50 fumantes no seu interior, cada um fumando dois cigarros por hora. Um cigarro emite, entre outras coisas, aproximadamente 1,40 mg de formaldeído (HCHO). O formaldeído é convertido em dióxido de carbono em uma taxa K de 0,40/h. O ar fresco entra no bar em uma taxa de 1000,0 m³/h e o ar saturado sai na mesma proporção. O sistema pode ser considerado em equilíbrio e em mistura completa.

Considerando que o interior do bar se encontra a 25° C e 1 atm de pressão e que 0,05 ppm de formaldeído é suficiente para causar irritação nos olhos, as pessoas presentes no bar estariam sujeitas a esta situação ?

Obs. 1 mol de formaldeído a 25° C e 1 atm ocupa 24,45 litros.

Transformação de mg/m³ em ppm

1 ppm (volume) = 1 volume de poluente/10⁶ volumes de ar. (equação 1)

1 mol (g) de poluente ocupa, a 0° C, o volume de 22,4 litros, ou seja,
 1 m³ de poluente corresponde x mg, portanto $x = 1 \text{ mol} \cdot 10^3(\text{mg})/22,4 \cdot 10^{-3}(\text{m}^3)$ (equação 2)
 Onde 10³ serve a transformar (g) em (mg) e 10⁻³ transforma (l) em (m³).

Assim, 1 m³ (1 volume) de poluente contém 1 mol.10⁶/22,4 mg. A transformação de ppm em mg/m³ corresponde a saber quantos mg de poluente está contido em 1 m³ de ar. Deste modo, substituindo na equação 1 o volume de poluente pela massa de poluente, tem-se :

$\text{mg/l} = 1 \text{ mol} \cdot 10^6/22,4/ 10^6 = 1 \text{ mol}/22,4.$ (equação 3)
 Deste modo 1 ppm.1mol/22,4 é a transformação de ppm em mg/m³, de onde

$\text{mg/m}^3 = \text{ppm} \cdot \text{mol}/22,4$ (equação 4)

- No bar do exemplo anterior, suponha que o ar no seu interior é limpo quando ele abre às 17 horas. Se o formaldeído, com constante de reação K = 0,40/h, é emitido com uma taxa constante de 140,0 mg/h iniciando às 17 horas, qual será a concentração às 18 horas ?
- Considere o exemplo do lago citado no texto (sistemas não conservativos em equilíbrio). Nele foi encontrado uma concentração de 3,5 mg/l de poluente no estado de equilíbrio. A poluição é não conservativa com uma constante de reação K= 0,20/dia. Suponha que as condições ambientais do lago tenham se tornado inaceitáveis e a solução encontrada para o problema foi a interdição completa do efluente industrial. Foi eliminado com isso uma fonte de poluição de vazão Q= 0,5 m³/s e concentração C= 100,0 mg/l. Assumindo uma condição de mistura completa no lago, encontre a concentração de poluição uma semana após a decisão e qual a nova concentração de equilíbrio ?
- A combustão uma massa de resíduo (mg/kg) em um incinerador gera um volume V_f de fumaça (Nm³). Esta fumaça transporta no seu interior uma certa quantidade de poluentes que devem ser “eliminados” no sistema de tratamento de gases. Considere uma substância X (mg) presente no resíduo antes da incineração e que o sistema de tratamento tenha uma eficiência de η (%) com relação remoção da substância X. A norma de emissão admissível para X é n_X (mg/Nm³). Nestas condições, qual a quantidade máxima de X admitida no resíduo (mg/kg) para que a sua incineração não ultrapasse os limites fixados em norma ?
 (atenção : a resolução deste problema não necessita a utilização (direta) das equações apresentadas)
- Um resíduo apresenta uma concentração de 100 mg/kg de Pb. Sabe-se que a incineração de 1 kg deste resíduo produz w m³ de gás, y kg de escória e z kg de cinzas volantes. Sabendo que a concentração de Pb na cinza e na escória é de respectivamente 30 e 10 mg/kg, qual será a concentração deste metal nos gases de combustão ? Calcular também os coeficientes de transferência.

6. O tratamento de resíduos contendo cianeto (CN^-) é em geral realizado em fase líquida. Determinados resíduos sólidos (como sais de têmpera) podem conter valores superiores a 20 g/kg de cianeto. Um processo de tratamento para tais resíduos consiste na sua solubilização (dissolução em água para posterior tratamento).
- Considerando um resíduo que apresente um teor de CN^- de X mg/kg de resíduo, uma fração solúvel do resíduo de Y % e que a solubilidade em água da fração solúvel seja de Z g/l, qual será a concentração de CN^- na solução líquida resultante (mg/litro), com o menor consumo de água possível ?
- (atenção : a resolução deste problema não necessita a utilização (direta) das equações apresentadas).

3. Tema 03 : Análise e avaliação¹⁷ de impactos ambientais



Objetivo : Propor procedimentos para analisar o impacto ambiental relativo de sistemas

3.1. Introdução

A realização de um balanço de massa (inventário) resulta em uma lista objetiva de substâncias que entram e que saem do sistema de referência. Entretanto, ele quantifica o fluxo, mas não define os impactos reais sobre o meio ambiente e é pesado a manipular visto o grande número de parâmetros envolvidos.

Para auxiliar a associação dos impactos ao fluxo de matéria recorre-se freqüentemente a análise e avaliação de impactos (*impact assessment*, em inglês) que tem basicamente dois objetivos :

- Passar dos *fatores de impacto* aos *impactos* propriamente ditos ;
- Simplificar os resultados.

É importante ressaltar que existem dois problemas para a análise de impactos ambientais. O primeiro é a falta de dados para avaliação do dano ambiental causado pelo impacto e o segundo, a falta de um procedimento consensual de quantificação do dano, se este poder ser calculado.



3.2. Princípios gerais

A avaliação de impactos procura identificar, caracterizar e avaliar, quantitativa e qualitativamente, impactos potenciais das intervenções ambientais identificadas na etapa de análise do inventário.

Ressalta-se, portanto, que nesta fase do curso a análise dos impactos estará associada somente ao fluxo de matéria. Em etapas posteriores serão abordados outros elementos de impactos ambientais como a modificação do espaço natural, riscos, emissões não-materiais, etc..

Alguns conceitos e métodos de avaliação de impacto são recentes e até o momento nenhuma metodologia consensual foi estabelecida. Algumas linhas gerais estão sendo preconizadas pela ISO 14040 baseada, sobretudo, nas premissas estabelecidas pelo SETAC¹⁸. Estes procedimentos determinam que o processo seja realizado em três etapas :

- Classificação
- Caracterização
- Avaliação

Na primeira, deve-se determinar as categorias que permitem de classificar os fatores de impacto. A segunda consiste em quantificar e agregar os fatores de impacto em categorias e, na terceira, são as categorias que podem ser agregadas ou hierarquizadas.



¹⁷ *Análise* : Exame de cada uma parte de um todo, tendo em vista conhecer sua natureza, suas proporções, suas funções, suas relações, etc..

Avaliar : Determinar a valia ou o valor, o preço, o merecimento, etc.; calcular, estimar; reconhecer a grandeza, a intensidade, a força de.

Ou ainda, verificação formal e contínua dos resultados atingidos comparados com os padrões de desempenho estabelecidos

¹⁸ Society of environmental toxicology and chemistry. A conceptual Framework for Life-Cycle Impact Assessment. 1993

Classificação dos fatores de impacto

O que motiva um consumidor a escolher de um produto, entre vários, que cumprem uma mesma função ? As explicações são variadas, porém geralmente a escolha é feita baseada em um conjunto de critérios definidos pelo(s) interessado(s), tais como : preço, durabilidade, desempenho (...), aparência, etc..

Neste sentido, analisar o *desempenho ambiental* de um produto ou processo passa primeiramente pela definição de um conjunto de critérios que possam descrevê-lo, segundo a justificativa dos implicados no processo, como por exemplo, consumo de matérias-primas, contribuição à produção de chuvas ácidas, etc..

Seguindo os termos anteriormente citados, os fatores de impacto (fluxo de matéria) levantados durante o inventário devem ser classificados ou agrupados em categorias, que são os grandes focos de preocupação ambiental.

Esta classificação pode considerar dois enfoques, utilizada independentemente ou de forma complementar:

- Em função dos *meios receptores* nos quais os poluentes são rejeitados.
- Em função dos *problemas ambientais* : nesta caso cada fator de impacto vai ser analisado com relação às consequências que ele tem sobre o ambiente

Meios receptores

Neste tipo de abordagem, os fatores de impacto são classificados em função do meio físico no qual eles são rejeitados :

- os efluentes gasosos poluem o ar (o critério de avaliação é o *volume crítico de ar* (ver 2.2.1));
- os efluentes líquidos poluem a água (o critério de avaliação é o *volume crítico de água* (ver 2.2.1));
- os resíduos ocupam o solo (o critério de avaliação é o volume de resíduos dispostos em aterros sanitários);

Problemas ambientais

Nesta abordagem, mais recente e mais abrangente, o fator de impacto vai ser analisado com relação aos problemas causados ao meio ambiente, como aqueles citados na tabela 1.

Neste caso, contrariamente ao enfoque anterior, um fator de impacto pode participar de mais de um problema ambiental. Por exemplo, os óxidos de nitrogênio (NOx) rejeitados no ar participam simultaneamente do aquecimento global e de chuvas ácidas.



Caracterização

A caracterização consiste em analisar o efeito dos fatores de impacto com relação às duas abordagens apresentadas na etapa anterior, para as diferentes categorias selecionadas. O objetivo é quantificar os efeitos a fim de agregar, se possível, os fatores de impacto.

Em outras palavras, para cada critério selecionado vários fatores de impactos podem contribuir. Por exemplo, uma emissão atmosférica pode conter compostos (fatores de impacto) como NO₂, SO₂, HCl. Cada um deles é contribuinte para o critério acidificação. A caracterização consiste, portanto, em quantificar tal critério a partir das contribuições de cada um dos fatores de impacto.

A caracterização supõe a compreensão de dois tipos de relação : relação entre a emissão de um fator de impacto e a dose recebida pelo receptor sensível (emissão-dose) ; relação entre a dose recebida pelo receptor e o efeito que esta provoca sobre ele (dose-efeito). Por exemplo, os óxidos de nitrogênio provocam uma acidificação da atmosfera, que provoca chuvas ácidas as quais prejudicam a saúde de certos vegetais. Para quantificar o problema com precisão, será necessário modelar os trajetos possíveis entre a fonte de óxidos de nitrogênio e os vegetais sensíveis (emissão-dose) e precisar o efeito de uma quantidade dada de óxido de

nitrogênio sobre um vegetal (dose-efeito), atendo para as interações entre os óxidos de nitrogênio e outros gases.

Tabela 1 : exemplos de problemas ambientais

Problemas ambientais	Escala geográfica	Exemplo
Redução de recursos		
Recursos não renováveis não recicláveis recicláveis	Global	Índices de esgotamento segundo reservas conhecidas
Recursos renováveis Ocupação de espaço	Global Regional/local	kg km ²
Poluições		
Aquecimento global (efeito estufa)	Global	Potencial de aquecimento global (em equivalente CO ₂)
Redução da camada de ozônio	Global	Potencial de redução de ozônio (equivalente CFC-11)
Toxicidade (humana e ecotoxicidade)	Continental/regional	Equitox
Acidificação	Continental/regional	Equivalente H ⁺
Formação de ozônio troposférico	Regional	Potencial de oxidação (equivalente etano)
Eutrofização de lagos e cursos d'água	Regional	Equivalente nitrogênio
Resíduos sólidos (classe I, II, III)	Regional/local	Volume, espaço ocupado, custo
Perturbações		
Desertificação	Regional/local	
Degradação de paisagens	Regional/local	
Degradação de ecossistemas	Regional/local	
Segurança	Local	

Meios receptores

Para caracterizar os impactos ambientais segundo a abordagem dos meios receptores, será apresentada uma proposição que considera as emissões no ar e na água pela utilização de *volumes críticos* e uma proposição que considera os volumes de diferentes resíduos sólidos produzidos e destinados a aterro sanitário.

Volume crítico

Este procedimento suíço se apóia sobre os valores regulamentares de concentração de rejeitos no ar e na água: atribui-se a cada fator de impacto regulamentado (poeiras, cloro, chumbo, compostos orgânicos, etc.) a quantidade de água ou de ar que seria necessária para "diluir" e atingir o limite de concentração limite (volume crítico = emissão/valor limite). Por exemplo, se uma regulamentação autoriza um rejeito no ar de 8 mg/m³ de CO ; o ciclo de vida de 1 kg de vidro produz 78 mg de CO. Isto produz um volume crítico de 9,75 m³ de ar (78/8) para o Monóxido de Carbono. O mesmo cálculo é repetido para os demais poluentes. O volume crítico para um determinado sistema é dado pela equação (4) a seguir :

$$\text{Volume crítico} = \Sigma (\text{rejeitado } m_i / \text{Norma } m_i)$$

O volume crítico é um artifício matemático que permite simplesmente a comparação entre os impactos dos diferentes materiais na água e no ar, e mesmo assim, o usuário deve considerar os seguintes aspectos :

- As normas não são necessariamente científicas ;
- As normas são variáveis de uma região a outra ;
- Aplicável para rejeitos regulamentados ;
- Não considera efeitos de sinergia e antagonismo.

Produção de resíduos sólidos

Pode-se considerar, por exemplo, o volume de resíduos de Classe I, Classe II, Classe III, a necessidade de tratamentos específicos, etc..

No caso de volume, pode-se recorrer à equação a seguir :

$$Vr = \sum_{i=1}^n m_i \frac{F_i}{\rho_i}$$

Onde,

m_i = massa do resíduo i

F_i = fator de compactação do resíduo

ρ_i = massa específica do resíduo i

Problemas ambientais

Esgotamento de matérias-primas

- Consumo de matéria-prima

$$M = \sum m_i \quad (1)$$

Onde m_i = massa da matéria-prima i utilizada

- Contribuição ao Esgotamento de recursos naturais

$$E = \sum (\text{Consumo/Reserva})_i \cdot m_i / \sum m_i$$

Onde,

Consumo [Massa/Tempo] da matéria-prima i

Reserva (global ou regional) [Massa] da matéria-prima i

m_i = consumo da matéria prima [massa] i no sistema considerado.

O consumo/reserva pode se considerado como o percentual da massa de matéria prima conhecida que é consumido na unidade de tempo considerada. Evidentemente quanto menor este índice melhor. Em seguida cada valor é multiplicado pelo consumo respectivo de matéria prima por unidade funcional. O somatório final fornece um índice de contribuição ao esgotamento de matéria prima.

A tabela 2 fornece alguns dados referentes ao período de abundância (Reserva mundial/Consumo mundial) de algumas matérias primas.

Tabela 2 : Período de abundância de certas matérias-primas

Matérias-primas energéticas				
	Urânio	Carvão	Petróleo	Gás
anos	50	220	40	50
Matérias-primas não energéticas				
	Estanho	Zinco	Cobre	Biomassa
anos	70	20	50	Infinita

- Não renovabilidade das matérias primas

$$R = \sum (m_i \cdot (1 - 1/t_i)) / \sum m_i \quad (3)$$

R = índice de não “renovabilidade” das matérias primas consumidas pelo sistema considerado (tabela 3)

m_i = massa por unidade funcional da matéria prima i , consumida pelo sistema considerado

t_i = tempo relativo de “renovabilidade” da matéria prima i

Σm = consumo por unidade funcional das matérias primas

Tabela 3 : Tempos relativos de renovabilidade de matérias-primas

	Matérias-primas			
	Matérias físseis	Matérias fósseis	Matérias minerais não fósseis	Biomassa não fóssil e água
Tempo relativo de renovação	infinita	10000	infinita	1

Potencial de aquecimento global : (PAG ou GWP de Global Warming Potential) – Medida em relação ao efeito de 1 kg de CO₂

Tabela 4 : Potencial de aquecimento global em um horizonte de 100 anos

Composto	PAG	Composto	PAG
CO ₂	1	CFC 12	7300
CH ₄	21	CFC 113	4200
N ₂ O	290	CFC 114	6900
CO	2	CFC 115	6900
COV	3	Halon 1301	5800
CCl ₄	1300	HCFC 22	1500
CH ₃ CCl ₃	100	HCFC 123	85
CFC 11	3500	HCFC 124b	440

Potencial de acidificação equivalente (PAE) : a unidade escolhida para a medida da contribuição de uma substância gasosa à acidificação é o PAE (potential acid equivalent) que é igual a massa molar da substância x / número de moles de H⁺ liberáveis por mol de x . A tabela x apresenta alguns valores de PAE.

Tabela 5 : Potencial de acidificação equivalente (PAE)

Composto	PAE
NH ₄ ⁺	18,0
NO ₂	46,0
SO ₂	32,0
HCl	36,5

Potencial de redução da camada de ozônio : (PRCO ou ODP de Ozone Depletion Potential) – Medida em relação ao efeito de 1 kg de CFC-11

Tabela 6 : Potencial de redução da camada de ozônio

Composto	PRCO	Composto	PRCO
CFC 11	1,00	Halon 2402	6,00
CFC 12	1,00	HCFC 22	0,06
CFC 113	0,80	HCFC 123	0,05
CFC 114	1,00	HCFC 124	0,05
CFC 115	0,60	HCFC 124b	0,10
Halon 1211	3,00	HCFC 142b	0,06
Halon 1301	10,00	CCl ₄	1,10

Estes índices significam que, por exemplo, no caso do aquecimento global deve-se converter a contribuição de todos os gases que causam o aquecimento do planeta tomando-se o CO₂ como substância de referência. Em outras palavras, o efeito de aquecimento do metano é expresso em termos da quantidade equivalente de CO₂ que causaria o mesmo efeito de aquecimento global.

Potencial de eutrofização : Medido em relação a 1 kg de fosfato

Observação.

- Neste enfoque, uma mesma substância pode contribuir em mais de uma classe de impacto, participando da pontuação final (ver exemplo, tabela 7).
- Os critérios aqui apresentados, como já mencionado, não constituem uma lista exaustiva. Outros podem fazer parte da avaliação como, por exemplo, ruído, odor, toxicologia, ecotoxicologia, etc..

Tabela 7. exemplo de passos de caracterização de um pequeno inventário.

Emissão	Quantidade (kg)	Efeito estufa	Redução da camada de ozônio	Toxicidade humana	Acidificação
CO ₂	1.792	x 1	-	-	-
CO	0.000670	-	-	x 0.012	-
NO _x	0.001091	-	-	x 0.78	x 1.43
SO ₂	0.000987	-	-	x 1.2	x 1
Pontuação dos efeitos		1.792	0	0.00204	0.0025

As emissões são multiplicadas pelos fatores correspondentes antes do somatório por classe.

No caso de uma avaliação comparativa os resultados da caracterização obtidos podem ser apresentados sob a forma de eco-perfis. A figura 1 apresenta um exemplo hipotético comparando embalagens de papel e polietileno de baixa densidade. Neste exemplo as pontuações foram apresentadas em percentuais, sendo as maiores pontuações (piores desempenhos) referenciadas em 100%.

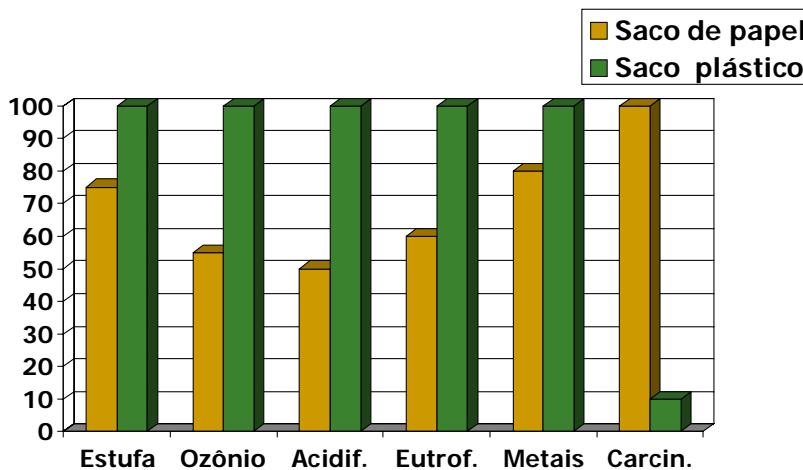


Figura 1: exemplo de classificação.

As maiores pontuações foram notadas em 100%. As classes são : efeito estufa, degradação da camada de ozônio, metais pesados, substâncias carcinogênicas, smog de verão, pesticidas, uso de energia e disposição de resíduos sólidos.

Fonte : adaptado de http://www.pre.nl/life_cycle_assessment/impact_assessment.htm#characterization

Se todas as pontuações para um produto são maiores do que outro, é fácil concluir qual é o mais eco-compatível (mais ambientalmente amigável). Mas se para um critério de avaliação um produto tem uma pontuação maior e em outro critério uma pontuação menor que o seu concorrente a conclusão já se torna mais difícil.

A interpretação depende de dois fatores.

- A dimensão relativa de um critério com relação a outros. Isto é a normalização, na avaliação.
- A importância relativa associada aos vários efeitos ambientais. Isto é a ponderação, na avaliação final.



Avaliação

Os resultados obtidos na caracterização dos impactos ambientais, em geral apresentados sob a forma de eco-perfil, podem ser relacionados a uma referência (figura 2). Esta referência pode ser, por exemplo :

- Um determinado produto ou substância
- Uma determinada condição de referência (uma área geográfica ou uma média de indústria)
- Um determinado valor crítico (determinado valor legal de limite de poluição)
- Uma expressão econômica da importância do parâmetro (custo de prevenção)

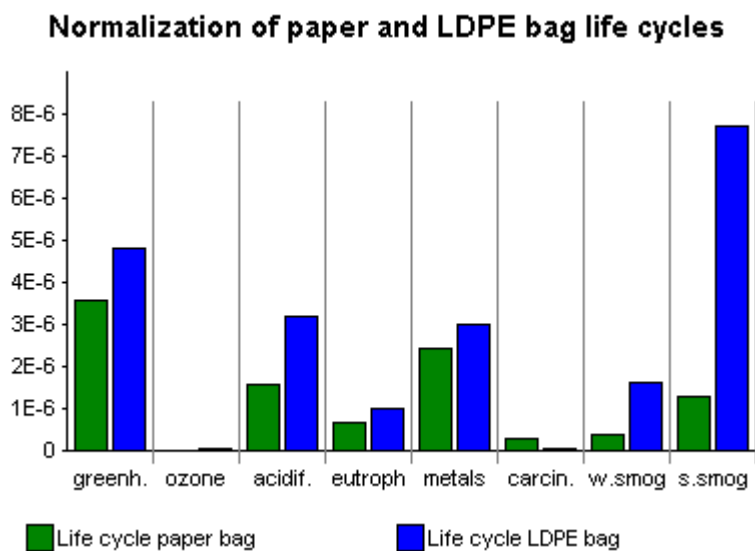


Figura 2: pontuação normalizada. O gráfico mostra, para os dois produtos e para cada critério de classificação, se distância da pontuação normalizada (no caso, referência zero)

Fonte : http://www.pre.nl/life_cycle_assessment/impact_assessment.htm#normalization

No julgamento final¹⁹ nem sempre os critérios de caracterização têm igual importância. Assim a pontuação dos efeitos é multiplicada pelo peso que representa a importância relativa do efeito ambiental (figura 3). Por exemplo.

Critério	Peso (%)
PAG	35
PRCO	10
PAE	10
Eutrofização	5
Metais	10
Carcinogênicos	30

¹⁹ O julgamento final em geral vai além das etapas até aqui apresentadas, pois envolve processos de análise multicritério mais elaborados que a soma ponderada.

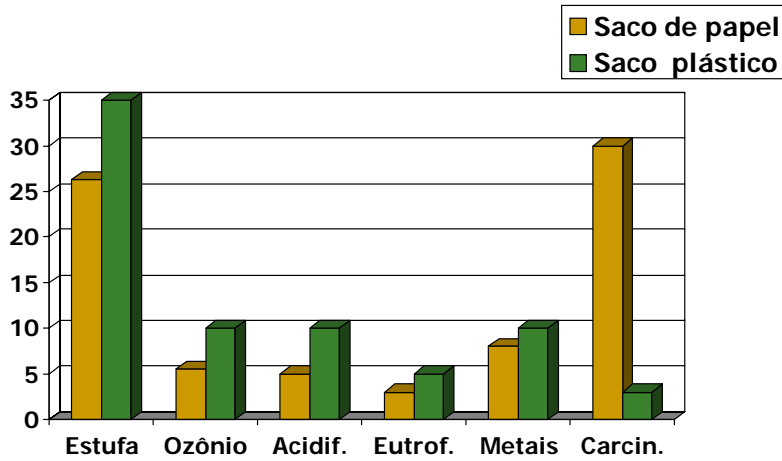


Figura 3. Efeitos relativos das pontuações normalizadas (ponderação)
 Fonte :adaptado de http://www.pre.nl/life_cycle_assessment/impact_assessment.htm#evaluation

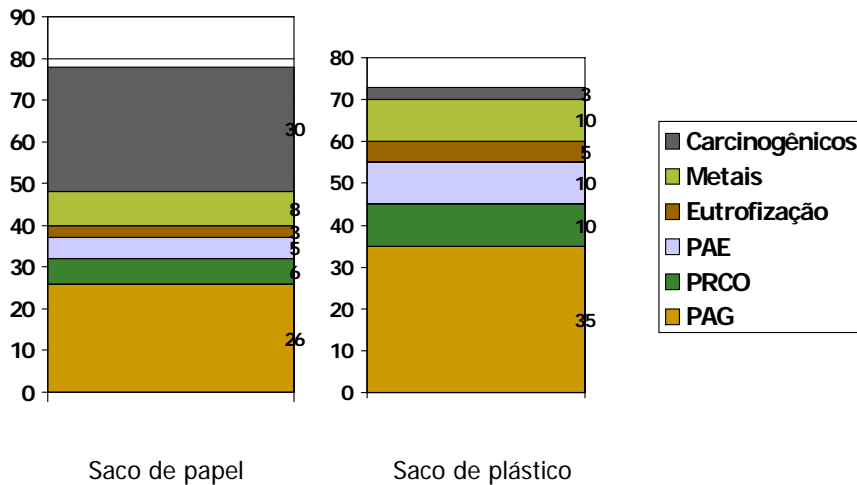


Figura 4. Apresentação da pontuação ponderada

Fonte :Adaptado de http://www.pre.nl/life_cycle_assessment/impact_assessment.htm#evaluation

A figura 4 (agregação de critérios de avaliação ambiental) é objeto do que é conhecido como análise multicritério, tema da aula 4.

Os critérios apresentados não são exaustivos, ou melhor, eles não necessariamente avaliam a totalidade dos impactos ambientais de um sistema. Caberá ao responsável pela análise a definição do conjunto de critérios (e parâmetros) mais pertinentes às suas necessidades. Entenda-se por "necessidade" não o direcionamento dos resultados, mas o alcance de uma precisão suficientemente elevada para justificar uma decisão tomada.

○ ● ● ● ● ○

4. Tema 04 : Apoio à decisão aplicada à gestão ambiental



Objetivo : demonstrar a importância de métodos matemáticos de agregação de critérios na tomada de decisão em questões ambientais.

4.1. Introdução

A gestão ambiental pode ser entendida como um processo de tomada de decisões que devem repercutir positivamente sobre a variável ambiental de um sistema. Neste caso, a tomada de decisão consiste na busca daquela opção que apresente o melhor desempenho, a melhor avaliação, ou ainda, o melhor compromisso entre as expectativas do decisor e as suas disponibilidades em adotá-la.

Para se definir “avaliação ambiental” é necessário primeiramente estabelecer as referências de desempenho ou sob quais bases a avaliação será feita. Na seqüência, uma alternativa será considerada melhor do que outras se os critérios considerados relevantes para caracterizá-la apresentarem os resultados “em média” mais satisfatórios.

Como exemplo de reflexão pode-se fazer a seguinte pergunta : entre um copo descartável de poliestireno e um de papel encerado, com o mesmo volume, qual seria aquele ambientalmente mais recomendado ?

Para que a resposta seja bem estruturada alguns complementos devem ser explicitados, tais como : em qual etapa do ciclo de vida do produto será feita a comparação (fabricação, distribuição, uso, descarte, no conjunto) ? Quais critérios serão utilizados para a avaliação (consumo de material, consumo de energia, contribuição ao efeito estufa, eutrofização, etc.) ? Qual a importância relativa de cada um destes critérios ? Qual o método matemático utilizado para a agregação das avaliações de cada critério e posterior comparação das alternativas?

Portanto, uma alternativa a será preferível à b para condições pré-definidas. Isto consistirá normalmente em preferência relativa, visto que a avaliação é baseada em referências específicas e particulares.

O apoio à decisão é uma atividade que, tomando apoio em modelos claramente explicitados, mas não necessariamente formalizados, ajuda na obtenção de elementos de resposta às questões que se apresentam a um interventor em um processo de decisão. A análise multicritério, por sua vez, é uma ferramenta de apoio à decisão que deve ser vista como uma atividade com dois componentes principais (Hugrel, 1998): a construção do modelo e a gestão do processo. A integração destes dois componentes e a maneira como eles se articulam definem o processo de apoio à decisão multicritério (figura 1)

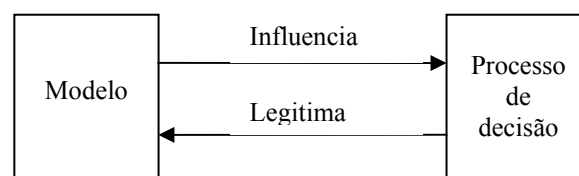


Figura 1 : procedimento multicritério de apoio à decisão

O modelo é materializado pelo conjunto de algoritmos associados aos objetivos propostos. Neste processo, o primeiro passo consiste em definir o conjunto de ações (alternativas) que serão avaliadas, os critérios de avaliação, que por sua vez dependem de parâmetros (procedimento de classificação e caracterização de impactos). Na seqüência os critérios devem ser relativizados (ponderados) e, finalmente, os critérios devem ser agregados segundo um modelo matemático predefinido.

É importante ressaltar que as ferramentas de apoio multicritério à decisão são utilizadas, sobretudo, em situações onde mais de uma opção de sistema (ações) estão disponíveis para análise e tais sistemas estão associados a uma mesma função desempenhada.

O *processo de decisão* consiste no papel atribuído e na participação de cada um dos atores no processo de negociação. A análise multicritério deve servir basicamente para ajudar o decisor a controlar os dados que são fortemente complexos dentro do campo ambiental e a fazer progredi-los em direção à melhor estratégia de gerenciamento ambiental. Assim sendo, os resultados obtidos pela análise multicritério, e como conseqüência o apoio à tomada de decisão, dependem do conjunto de ações consideradas, da qualidade dos dados, da escolha e estruturação dos critérios, dos valores de ponderação atribuídos aos critérios, do método de agregação utilizado e da participação dos diferentes atores.

Antes do aparecimento da análise multicritério, os problemas de decisão consideravam normalmente a otimização de uma função econômica. Este procedimento tinha o mérito de proporcionar problemas matemáticos bem estruturados, porém nem sempre representativos da realidade, pois a comparação de diversas variantes possíveis faz-se raramente segundo um só critério; as preferências sobre um critério são, dificilmente modelizáveis por uma função e finalmente, em presença de vários objetivos às vezes conflitantes, deve-se renunciar à busca do ótimo absoluto e contentar-se com uma boa solução.

A principal característica apontada por Maystre e col. (1994) com relação aos métodos de análise multicritério está no fato destes formalizarem ou modelarem a preparação para decisão, desta maneira duas vantagens decisivas são relacionadas:

- melhora a transparência do processo de decisão;
- define, precisa e coloca em evidência a responsabilidade do decisor.



4.2. Conceitos

Ação

Política, programa, projeto, opção, alternativa ou candidato fazendo objeto de análise multicritério. Em outras palavras, são os elementos que são objeto de comparação. O termo ação potencial é utilizado para aquelas ações previamente julgadas como possíveis por pelo menos um dos interventores ou presumidas como tal pelo responsável de estudo tendo em vista apoiar à decisão. O termo cenário também é utilizado como sinônimo para ação.

Análise

Exame de cada uma parte de um todo, tendo em vista conhecer sua natureza, suas proporções, suas funções, suas relações, etc..

Atores

Indivíduo ou grupo de indivíduos que influenciam direta ou indiretamente a decisão. Normalmente três categorias de atores fazem parte do processo de análise multicritério para tomada de decisão:

Membros do grupo de negociação: devem conhecer bem a questão que se faz objeto da negociação. É preferível que não sejam especialistas de um aspecto da questão proposta, ao contrário, é preferível que eles tenham uma visão mais abrangente permitindo-lhes compreender opiniões diferentes.

Especialistas: são encarregados pelo grupo de negociadores em coletar as informações necessárias para conduzir os estudos. Os especialistas devem ser capazes de avaliar a consistência dos dados brutos coletados e ao mesmo tempo explicitar e justificar as hipóteses utilizadas para o tratamento dos mesmos.

Facilitador : ajuda o grupo a formular e a estruturar a questão, bem como na definição e comparação de cenários e na estruturação de critérios. O facilitador ou homem de estudo deve guiar o procedimento de negociação e ao mesmo tempo ter uma neutralidade absoluta para relatar as preferências pesquisadas.

Avaliação

Determinar a valia ou o valor, o preço, o merecimento, etc.; calcular, estimar; reconhecer a grandeza, a intensidade, a força de alguma coisa. Procedimento de comparação de um resultado (baseado em critério(s))

com um padrão de referência; ou ainda, verificação formal e contínua dos resultados atingidos comparados com os padrões de desempenho estabelecidos.

Crítérios

Expressão qualitativa ou quantitativa de pontos de vista, objetivos, aptidões ou entraves relativos ao contexto real, permitindo o julgamento das ações potenciais. Em suma, eles representam as consequências sobre diferentes ações que permitirão julgá-las.

Em geral, a notação atribuída ao critério é g , e a avaliação de uma ação a será representada por $g(a)$.

A cada critério é associada uma escala em valores ordinais ou cardinais. As preferências obedecem a um sentido predefinido de avaliação (decrecente ou crescente), ou seja, para um critério, uma ação qualquer será melhor a medida que $g(a)$ for menor (decrecente) ou maior (crescente).

O tomador de decisão pode julgar que os critérios tenham importância relativa diferente. Para poder exprimir sua escolha, ele pode recorrer a dois elementos : coeficiente de ponderação e limites de aceitação (veto).

Parâmetros

Elementos de avaliação de um critério.

Análise multicritério

Análise visando explicitar uma família coerente de critérios permitindo interpretar as diferentes consequências de uma ação.

Agregação

Operação consistindo obter uma informação sintética pela aplicação de um algoritmo às informações contidas em uma tabela de desempenho.

Agregação total

Agregação de todos os pontos de vista a considerar e atribuir um valor para cada ação. Em outras palavras, as ações são comparadas em conjunto, em uma única operação.

Agregação parcial

Agregação que permite comparar as ações par a par e estabelecer relações de superação entre as mesmas.

Problemática

É a maneira na qual o problema de decisão é abordado. As problemáticas de referência são descritas abaixo (Pictet, 1996):

- Procedimento α de seleção – apoio na escolha da(s) melhor(es) ação(ões) ;
- Procedimento β de triagem para separar as boas ações das menos boas – apoio na triagem das ações segundo normas pré-estabelecidas ;
- Procedimento γ de classificação – apoio no ordenamento das ações segundo uma ordem de preferência decrescente.

Análise de sensibilidade

De um modo geral, a análise de sensibilidade consiste em fazer variar um elemento do sistema (dado, limites, ponderação, etc.) para observar como varia o resultado final.



4.3. Princípios básicos de análise multicritério

O apoio à decisão caracteriza-se por ser um processo desenvolvido em etapas. Quando este processo apresenta um grande número de decisores com posições divergentes, este passa a ser uma negociação, exigindo um certo formalismo, a fim de manter a estrutura do processo (Maystre e col., 1994). A figura 2 apresenta as principais etapas do desenvolvimento de um processo de apoio à decisão:

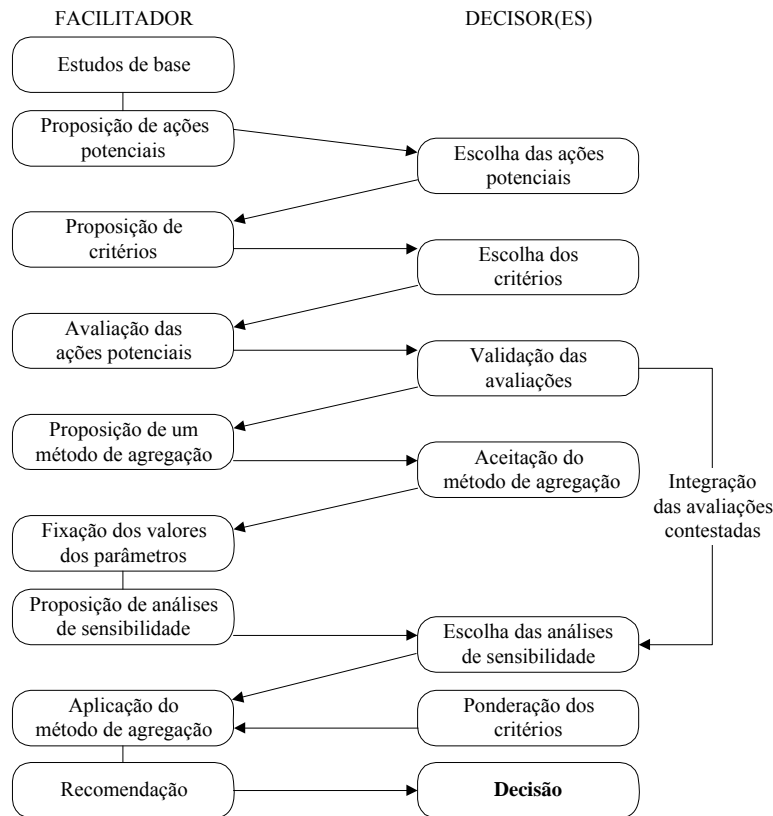


Figura 2 – Etapas do processo de apoio multicritério à decisão.

Fonte: Lupatini (2002)

De um modo geral, os processos de apoio à decisão baseados em análise multicritério passam pelas seguintes etapas :

Formulação do problema. De um modo bastante simplista, corresponde a saber sobre o que se quer decidir.

Determinação de um conjunto de ações potenciais. O problema estando formulado, os atores envolvidos na tomada de decisão devem constituir um conjunto de ações (alternativas) que atendam ao problema colocado. Estas ações, de acordo com o conceito, são as opções de escolha na tomada de decisão ou ainda, os objetos sobre os quais serão procedidas as avaliações e comparações. Por exemplo, áreas para implantação de um aterro sanitário, materiais para produção de uma embalagem, processos para eliminação de resíduos, etc..

A análise de todas as possibilidades de ação num processo de decisão muitas vezes não é possível tendo em vista o tempo e recursos financeiros envolvidos. Neste sentido o termo ação potencial é utilizado para aquelas ações previamente julgadas como possíveis ou presumidas como tal pelo responsável de estudo tendo em vista apoiar à decisão.

Elaboração da uma família coerente de critérios. Definição de um conjunto de critérios que permita avaliar os efeitos causados pela ação ao meio ambiente. Esta etapa passa por um processo de definição do sistema e quantificação dos elementos intervenientes no mesmo, em geral, baseados em uma unidade funcional²⁰.

²⁰ A quantificação/medição desta função identificada e realizada é chamada **unidade funcional**. Ela é a referência a qual são relacionadas as quantidades mencionadas no inventário (balanço de massa). Ela considera simultaneamente uma **unidade de produto** e **uma unidade de função**.

Os valores dos critérios podem ser expressos basicamente em escalas ordinais e cardinais. A escala ordinal é caracterizada por permitir apenas a aplicação das relações: maior que (>), menor que (<) ou igual a (=) sobre seus valores. As classificações, escores, *rankings*, notas escolares, são exemplos de escalas ordinais, mesmo que sejam expressas através de números.

A escala cardinal é caracterizada por permitir a aplicação das quatro operações aritméticas básicas (+, -, ×, ÷) sobre seus valores. Os critérios expressos em R\$.m², R\$.km.ano⁻¹, número de habitantes atingidos, são exemplos da utilização de escalas cardinais em critérios.

Normalmente para a construção de critérios recorre-se a utilização de elementos estruturais denominados parâmetros e indicadores. Hierarquicamente, os parâmetros, que podem ser considerados como os dados mais diretos e simples (geralmente dados cardinais), estariam na base da estrutura de construção. Em nível intermediário, encontram-se os indicadores representando conjuntos de dados de natureza diferente agregados em uma característica mais sintética (geralmente informações ordinais) seguidos em um nível superior pelos critérios.

A experiência tem demonstrado (Maystre e Bollinger, 1999) que a construção de uma família coerente de critérios, caracteriza-se por ser uma tarefa longa com sucessivas aproximações, entre os objetivos desejados e a possibilidade de atendimento com os recursos financeiros, tempo e conhecimentos disponíveis. Neste sentido, a construção de uma família coerente de critérios exige que sejam respeitados três princípios:

Exaustividade: todos os pontos de vista devem ser levados em consideração;

Não redundância: o mesmo ponto de vista não deve ser considerado duas ou mais vezes;

Coerência: entre a preferência local (por apenas um critério) e a preferência global (por todos os critérios). Se a avaliação de uma ação A é igual a avaliação de B sobre todos os critérios com exceção de apenas um critério (cuja a avaliação de A é melhor que B), então pode-se afirmar que a ação A é preferida em relação a ação B.

Na seqüência, os critérios devem ser avaliados. Normalmente esta etapa é formalizada através de uma matriz de avaliações ou tabela de *performances*, na qual as linhas correspondem às ações a avaliar e as colunas representam os respectivos critérios de avaliação previamente estabelecidos.

Um aspecto importante a ser considerado nesta etapa da análise multicritério, refere-se ao desempenho de uma determinada ação com relação aos critérios de avaliação. De acordo com Maystre e col. (1994) o desempenho indica o sentido positivo, com o qual uma avaliação se eleva de acordo com o pesquisado.

A aceitação social e política de uma ação, os rendimentos de uma atividade ou a produção de energia proveniente de um processo, são exemplos de critérios cuja performance aumenta no mesmo sentido que o valor das ações. Ao contrário os resíduos produzidos por uma instalação ou os custos de investimento e exploração, representam critérios cuja performance diminui conforme aumenta o valor das ações avaliadas. Então, como será explicado mais adiante, é necessário que na matriz de avaliação todos os critérios adotados sejam apresentados em um mesmo sentido de desempenho.

Determinação de pesos dos critérios e limites de discriminação. Os pesos exprimem de alguma maneira, através de números, a importância relativa de cada critério. A ponderação de critérios pode ser realizada por meio de diversas técnicas (hierarquização de critérios, notação, distribuição de pesos, taxa de substituição, regressão múltipla, jogos de cartas, etc.). Dentre estes vale a pena destacar dois procedimentos :

Jogo de cartas : Um certo número de cartas, representando cada uma um critério, sem numeração são apresentadas em uma ordem qualquer (cartas misturadas afim de minimizar influências externas) aos atores envolvidos com a ponderação. Eles dispõem também de cartas brancas que podem ser intercaladas para expressar uma diferença mais acentuada de importância entre dois critérios sucessivos (o número de cartas brancas a intercalar exprime a importância da diferença). Também é possível de haver empates entre importância de critérios. A transformação da ordenação em pesos pode ser feita da seguinte maneira : define-se o valor máximo e mínimo a atribuir aos pesos e na seqüência é feita uma interpolação linear entre estes extremos para os demais critérios. Por exemplo, na presença de 8 critérios, após o arranjo de cada um deles obteve-se o resultado apresentado na figura 3 .Os critérios 7 e 3, 1,8 e 5, 2 e 6 empatados respectivamente nas segunda, quarta e sétimas posições. As posições 3, 5 e 6 destacam a importância das diferenças.

Ordem de preferência		Definição dos pesos	Transformação dos pesos (base 100%)
1	C4	1,0	2,3
2	C7 C3	2,5	6,0
3		4,0	
4	C1 C8 C5	5,5	12,9
5		7,0	
6		8,5	
7	C2 C6	10,0	23,5

Figura 3 : Exemplo de ponderação por jogos de cartas

Para a definição dos pesos de cada critérios considerou-se 10 como limite superior (maior importância) e 1 como limite inferior (menor importância). Os valores intermediários são calculados por interpolação linear, ou seja, $(10 - 1)/6 = 1,5$, que é o incremento entre cada nível na ordem de importância. Na sequência os valores obtidos são transformados em pesos na base percentual somando-se todos os pesos “válidos” ($1,0 + 2,2,5 + 3,5,5 + 2,10,0 = 42,5$) e fazendo-se a equivalência na base percentual ($1/42,5 = 2,3\%$, $2,5/42,5 = 6\%...$), desta forma o somatório dos pesos será igual a 100% ($2,3 + 2,6 + 3,12,9 + 2,23,5$).

Atratividade entre critérios : este método foi materializado pelo procedimento Macbeth (Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique). Ele considera que um ator é capaz de formular com palavras a força com que um critério é preferível a outro, por exemplo :

Diferença de atratividade muito fraca (preferência muito fraca do nível preferido sobre o outro)

Diferença de atratividade moderada (preferência moderada do nível preferido sobre o outro)

Até *diferença de atratividade muito forte* (preferência extrema do nível preferido sobre o outro), em um total de 6 níveis.

A partir destas informações Macbeth propõe uma escala numérica respeitando as informações fornecidas pelos atores. Para maiores detalhes ver Bana e Costa e Vansnick (1997)²¹

Por sua vez, o limite de discriminação pode indicar limites superiores ou inferiores a partir dos quais o critério passa a ser (ou deixa de ser) desejável.

Agregação dos critérios. Consiste em associar, após o preenchimento da matriz de avaliação e segundo um modelo matemático definido, as avaliações dos diferentes critérios para cada ação. As ações serão em seguida comparadas entre si por um julgamento relativo do valor de cada ação.

Com relação a maneira de proceder à agregação dos critérios, dois métodos podem ser utilizados: a agregação total e a agregação parcial. Na agregação total as ações são comparadas em conjunto, através de

²¹ BANA e COSTA, C. e VANSNICK, J. The Macbeth approach : basic ideas. In : Proceedings International conference on methods and applicatins of MCDM, Fucam (Faculté des Sciences Economiques, de Gestion et Politiques), Mons (Bélgica), 1997.

uma operação única, enquanto que a agregação parcial permite a comparação par a par das ações estabelecendo relações de superação entre as mesmas.

A seguir são apresentados alguns métodos utilizados para a realização de análise multicritério (sem intenção de serem referências). São eles a soma ponderada, o produto ponderado, a média ponderada modificada e o método Electre I.



4.4. Soma ponderada

Após a elaboração da matriz de avaliação (tabela 1), a soma ponderada consiste em atribuir pesos para cada critério e em seguida, para cada ação, realizar um somatório do produto do peso pela avaliação do critério. O somatório obtido é dividido pela soma dos pesos atribuídos equação 1).

Tabela 1 : Matriz de avaliação multicritério

	C ₁	C ₂	C _m
	p ₁	p ₂	p _m
A ₁	E ₁ ¹	E ₁ ²	E ₁ ^m
A ₂	E ₂ ¹	E ₂ ²	E ₂ ^m
A _n	E _n ¹	E _n ²	E _n ^m

C_i : Critério

A_i : Opção ou Ação

p_j : Coeficiente de ponderação

E_i^j : Avaliação (valor) do critério i para a ação j

Atenção : Os pesos p_i permitem “relativizar” os critérios entre si segundo a importância que lhes é dada pelas partes envolvidas.

$$S^j = \frac{\sum_{i=1}^n E_i^j \cdot p_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad (\text{equação 1})$$

S^j = Soma ponderada da ação j

Por exemplo, para um conjunto de 3 critérios, a soma ponderada de uma ação j seria :

$$S^j = (C_1 \cdot p_1 + C_2 \cdot p_2 + C_3 \cdot p_3) / (p_1 + p_2 + p_3)$$

Se a soma dos pesos ($\sum p_i$) for igual a 1, a soma ponderada será facilitada, pois haverá redução do número de operações matemáticas, de acordo com a equação 2 a seguir:

$$S^j = \sum_{i=1}^n E_i^j \cdot p_i \quad (\text{equação 2})$$

A melhor opção entre as ações analisadas será aquela que apresentar o maior ou menor valor (de acordo com a notação utilizada)

Para que o resultado não seja matematicamente distorcido há necessidade de que as avaliações de todos os critérios tenham o mesmo sentido de preferência. Em outras palavras, se para um critério quanto maior a sua avaliação pior o desempenho da ação, então este sentido deve ser usado para os demais critérios considerados.

Por exemplo, supor hipoteticamente a avaliação de uma ação pelos critérios emissão de particulados e eficiência de remoção de odores. Se para o primeiro quanto menor o valor melhor o desempenho ambiental, para o segundo a situação é invertida. Neste caso, se os critérios forem mantidos, a solução está em

multiplicar as avaliações de um dos critérios por um fator negativo. Assim, para o segundo critério, quanto menor o número (negativo), melhor será a eficiência do processo.

O método da soma ponderada busca a sintetização de vários critérios em um critério único (agregação total transitiva) eliminando qualquer tipo de incomparabilidade e garantindo um ordenamento das ações (procedimento γ) Para os problemas de gestão ambiental, a soma ponderada na sua forma mais simples apresenta algumas limitações, dentre as quais pode-se citar a sensibilidade à mudança de escala e a compensação entre critérios.

▪ Sensibilidade à mudança de escala

Considere um exemplo hipotético de escolha de um equipamento para realizar uma determinada atividade. 3 opções, que realizam a função desejada, são pré-selecionadas (A, B e C). Definiu-se que a escolha do equipamento dar-se-á pela análise de dois critérios ambientais: consumo de energia (kWh/ano) e massa de resíduos produzidos (ton/ano). Para o primeiro critério a comissão julgadora atribuiu uma importância de 80% e para o segundo, 20%.

A escolha deverá recair sobre a ação que consumir a menor quantidade de energia e igualmente produzir a menor quantidade de resíduos.

Através de soma ponderada a alternativa C é a que melhor sintetiza as condições estabelecidas, de acordo com a tabela 2.

Tabela 2 : exemplo 1, dados iniciais

Ação	Energia (kWh/ano)	Resíduos (ton/ano)	Soma Ponderada	Classificação
A	100.000	5.000	81.000	3
B	80.000	10.000	66.000	2
C	40.000	20.000	36.000	1
<i>Peso(%)</i>	<i>80</i>	<i>20</i>	<i>100</i>	

Considere agora que a produção de resíduos seja expressa não mais em toneladas, mas em quilogramas. Esta mudança de escala é uma operação simples e totalmente aceitável, por exemplo por conveniências de cálculo. Os novos dados e resultados são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 : exemplo 1, dados modificados

Ação	Energia (kWh/ano)	Resíduos (kg/ano)	Soma Ponderada	Classificação
A	100.000	5.000.000	1.080.000	1
B	80.000	10.000.000	2.064.000	2
C	40.000	20.000.000	4.032.000	3
<i>Peso</i>	<i>80</i>	<i>20</i>	<i>100</i>	

Constata-se que a classificação das ações foi alterada. Portanto, a mudança de escala, influencia os resultados da soma ponderada

Num segundo caso considere, por exemplo, a escolha da área mais apta para um aterro sanitário dentre as opções A, B e C. Esta definição será feita baseada nos critérios 1, 2, 3 e 4 (tabela 4).

Tabela 4 : exemplo 2, dados iniciais

Critério	Peso %	Aptidão da área			Aptidão ponderada da área		
		A	B	C	A	B	C
1	40	4	3	4	1,60	1,20	1,60
2	25	3	3	2	0,75	0,75	0,50
3	25	2	4	3	0,50	1,00	0,75
4	10	2	3	1	0,20	0,30	0,10
Soma	100			Somatório	3,05	3,25	2,95
				<i>Classificação</i>	2	1	3

Se para um dos critérios (o número 1, por exemplo) as avaliações para todas as áreas são dobradas, tem-se o resultado apresentado na tabela 5.

Tabela 5 : exemplo 2, dados modificados

Critério	Peso %	Aptidão da área			Aptidão ponderada da área		
		A	B	C	A	B	C
1	40	8	6	8	3,20	2,40	3,20
2	25	3	3	2	0,75	0,75	0,50
3	25	2	4	3	0,50	1,00	0,75
4	10	2	3	1	0,20	0,30	0,10
Soma	100			Somatório	4,65	4,45	4,55
				<i>Classificação</i>	1	3	2

Percebe-se novamente a alteração da classificação final entre as alternativas analisadas em função da sensibilidade à mudança de escala, mesmo que, matematicamente a operação não esteja incorreta.

▪ **Compensação entre critérios**

Um segundo inconveniente da soma ponderada refere-se à compensação de critérios : um projeto, sofrendo uma avaliação muito negativa sobre um critério, pode compensá-la por avaliações mais positivas sobre outros critérios.

Suponha por exemplo que dois alunos de primeiro grau sejam comparados com relação a quatro disciplinas. As notas variam de 0 a 10 sendo a média de aprovação geral seja igual a 6. Na tabela 6 é constatado que o aluno 1 apresenta globalmente um melhor rendimento que o aluno 2. Ele tem um desempenho ligeiramente superior ao segundo nas três primeiras disciplinas e nitidamente inferior na quarta disciplina (menos importante é verdade).

Na tabela 7, a situação é ainda mais problemática. Novamente, o aluno 1 é globalmente preferível ao aluno 2, entretanto o aluno 2 foi aprovado em todas as disciplinas, enquanto que o aluno 1, mesmo com média global superior, foi reprovado em uma disciplina.

Para que esta situação ocorra, na maior parte das escolas a média ponderada dos resultados é reforçada por notas mínimas de admissibilidade.

Tabela 6 : exemplo 3, primeiro conjunto de dados

Alunos	Matéria 1	Matéria 2	Matéria 3	Matéria 4	Média Ponderada
1	7,5	7,5	7,5	6	7,4
2	7,0	7,0	7,0	10,0	7,3
<i>Coeficiente</i>	4	3	3	1	

Tabela 7 : exemplo 3, segundo conjunto de dados

Alunos	Matéria 1	Matéria 2	Matéria 3	Matéria 4	Média Ponderada
1	8,0	8,0	7,0	4,0	7,4
2	7,0	7,0	8,0	7,0	7,3
<i>Coeficiente</i>	4	3	3	1	

Este fenômeno de compensação é particularmente constrangedor em gestão ambiental.

As deficiências da soma ponderada são graves, sobretudo quando os critérios considerados são de caráter geral e buscam representar o universo mental dos atores. Neste caso, a compensação de avaliações conduz a uma traição dos pontos de vista. Por outro lado, a soma ponderada é um instrumento cômodo, quando se trata de critérios diretamente associados a um fenômeno observável, ou mensurável (Maystre e col., 1994).



4.5. Produto ponderado

A soma ponderada é uma regra de agregação total frequentemente utilizada. O seu emprego é perfeitamente justificado quando dados de mesma natureza são tratados, sobretudo medidas. Entretanto, ela apresenta algumas deficiências como as apresentadas anteriormente. O problema da sensibilidade à escala pode ser resolvido com a utilização do desvio relativo (ver soma ponderada modificada); a compensação de critérios, por sua vez, pode ser amenizada com recurso ao produto ponderado.

A regra de agregação total pelo produto ponderado é dada pela equação 3 :

$$P^j = \left(\prod_{i=1}^n E_i^j p_i \right)^{\frac{1}{\sum_{i=1}^n p_i}} \tag{equação 3}$$

Onde,

P = Produto ponderado

E_i^j = o valor do critério ou a característica i para a ação (de acordo com a tabela 1)

p_i = o peso do critério ou da característica i

Para os casos onde o somatório dos pesos for igual a 1, a equação anterior é simplificada à equação 4:

$$P^j = \prod_{i=1}^n E_i^j p_i \tag{equação 4}$$

Por exemplo, para um conjunto de 3 critérios, a soma ponderada de uma ação j seria :

$$P^j = C_1^{p_1} \cdot C_2^{p_2} \cdot C_3^{p_3}$$

Nota-se que a utilização do zero como valor cardinal ou ordinal é feita no caso onde, deliberadamente, deseja-se estabelecer um processo de eliminação de uma ação, pois nesta situação o produto ponderado será igual a zero.

A soma ponderada atenua o efeito de valores extremos, sobretudo quando eles são pouco numerosos, enquanto que o produto ponderado reforça a influência dos valores extremos, mesmo quando existe somente um (caso das ações C e D, da tabela 8). Existe, portanto, uma relação entre a hipótese da compensação e a regra de agregação total que pode ser assim enunciada (Maystre e Bollinger, 1999):

A vontade de expressar uma não-compensação significativa pode ser manifestada pelo emprego da regra de agregação total por produto ponderado. Quanto mais uma escala de valores adotados se aproxima de zero, mais marcante é o fato que o critério correspondente é não compensatório.

Tabela 8: Exemplo de agregação por soma ponderada e por produto ponderado

Ação	Critério 1	Critério 2	Critério 3	Soma ponderada	Produto Ponderado
A	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
B	0,05	0,95	0,50	0,50	0,36
C	0,01	0,80	0,80	0,64	0,33
D	1,00	0,00	1,00	0,80	0,00
Pesos	20%	20%	60%		

Cálculos para a ação B:

Soma ponderada : $(C_1.p_1 + C_2.p_2 + C_3.p_3)/(p_1 + p_2 + p_3) = (0,05.0,2 + 0,95.0,2 + 0,50.0,6)/1 = 0,50$

Produto ponderado : para a ação B : $(C_1^{p_1} + C_2^{p_2} + C_3^{p_3}) = 0,05^{0,2} \cdot 0,95^{0,2} \cdot 0,50^{0,6} = 0,36$



4.7. Método ELECTRE I

Os métodos Electre são baseados em relação de superação entre ações. Este método utiliza um processo de agregação parcial, que compara as ações par a par, segundo a problemática α . Ou seja, o problema é colocado em termos de escolha das “melhores” ações. Este procedimento apresenta a vantagem de não postular a existência de um ótimo absoluto.

Relação de superação

A noção de preferência se aplica em três situações, no caso de comparação de ações (figura 4) :

- a_i é indiferente à a_k : corresponde à existência de razões claras que justifiquem uma equivalência entre as duas ações a e b
- a_i é preferível à a_k : corresponde à existência de razões claras que justifiquem uma preferência significativa em favor de uma das duas ações.
- a_i é incomparável à a_k : corresponde à inexistência de razões claras que justifiquem uma das duas situações precedentes.

As comparações utilizando critérios de natureza diferente, eles mesmos compostos pela agregação de parâmetros de natureza diferente, apresentam freqüentemente situações de indiferença ou incomparabilidade. A noção de superação é uma relação binária, considerando pares pertencentes a um conjunto.

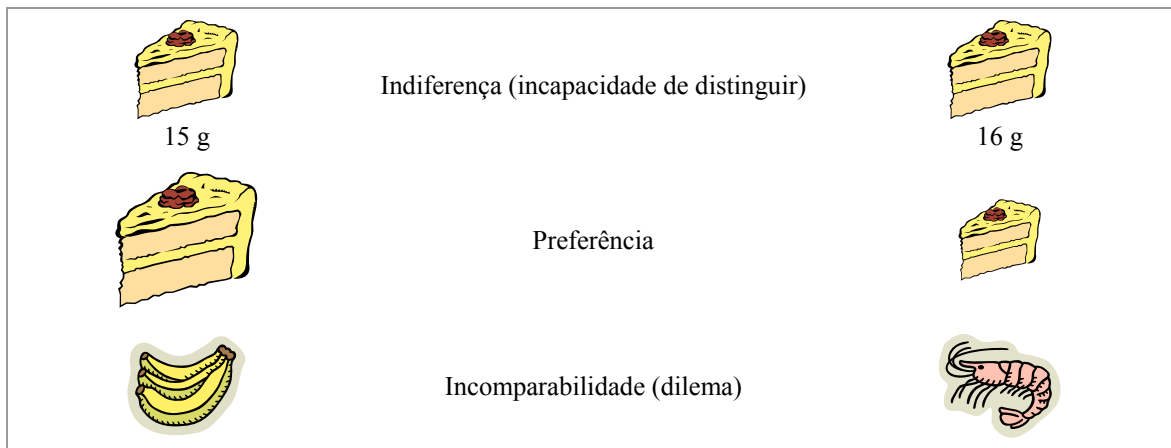


Figura 4 : noções de indiferença, preferência e incomparabilidade

Quando a ação a_i é ao menos tão boa que outra a_k segundo a maior parte dos critérios e que ainda não existe critérios segundo os quais a_i é muito pior que a_k , diz-se que a_i supera a_k (figura 5).

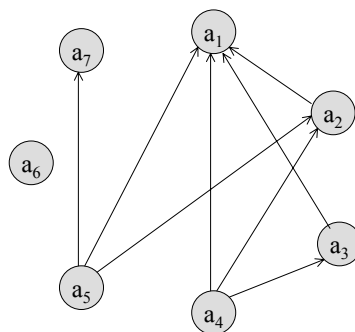


Figura 4 : representação da relação de superação (núcleo)

Etapas

1. Estabelecer a matriz de avaliação

A tabela 10 é um exemplo adaptado daquele proposto por Maystre e col. (94), onde se deseja definir um novo local para implantação de um aterro sanitário. A matriz de avaliação foi composta por 7 ações (áreas potenciais) considerando 5 critérios para a tomada de decisão.

Os critérios considerados foram :

- Preço do terreno : hipoteticamente em R\$/m². Observar que o sentido de preferência adotado para os critérios é o de maximizar (um bom desempenho corresponde a um valor elevado). Neste caso, foi acrescentado o sinal negativo diante os valores de cada área. Assim, a ação a₅ apresenta matematicamente o maior valor (menor preço).
- Custo do transporte da cidade à área potencial : o custo do transporte varia em função da distância. Como para o critério anterior, utilizou-se o sinal negativo para destacar a situação mais barata mas mantendo-se o sentido de preferência adotado.
- Capacidade ambiental : este critério qualitativo representaria, por exemplo a aptidão da área para receber ou suportar uma eventual poluição ambiental. Este critério é composto por outros sub-critérios (permeabilidade do solo, profundidade lençol freático, etc.). A notação varia de 0 a 10, onde 10 seria aquela área ideal.
- Residentes atingidos pelos impactos : A exemplo do critério anterior, este é composto por outros sub-critérios (direção dos ventos (poluição do ar e odor), distância e topografia (barulho), ângulo de visão (poluição visual)). A notação é crescente e varia de zero a dez.
- Possibilidade de utilização da área para outros fins : este critério representaria a possibilidade de emprego da área por setores de esporte, turismo, proteção do patrimônio, etc.. Aquela área com grande possibilidade receberia a menor avaliação e aquela com fraco interesse a maior (melhor nota visando a implantação do aterro sanitário)

Evidentemente o conjunto de critérios adotados pode suscitar discussões sobre a sua pertinência ou não. Esta possibilidade se enquadra perfeitamente no contexto deste capítulo, visto que uma avaliação depende, entre outros, dos critérios utilizados como referência.

Especificamente sobre critérios de avaliação para áreas para aterros sanitários, o trabalho de Lupatini (2002) apresenta um panorama bastante completo sobre o tema.

A etapa seguinte do processo de análise multicritério consistiu em ponderar os critérios estabelecidos. Para o exemplo, os valores adotados estão apresentados na tabela 10.

Tabela10 : Matriz de avaliação

Critério → Ação↓	Preço terreno R\$.m ⁻²	Custo de transporte(x10 ³) R\$.km.ano ⁻¹	Estado ambiental (qualitativo)	Residentes atingidos (qualitativo)	Possibilidade de outros usos (qualitativo)
a ₁	-120	-284	5	3,5	18
a ₂	-150	-269	2	4,5	24
a ₃	-100	-413	4	5,5	17
a ₄	-60	-596	6	8,0	20
a ₅	-30	-1321	8	7,5	16
a ₆	-80	-734	5	4,0	21
a ₇	-45	-982	7	8,5	13
Pesos	25	45	10	12	8

Atenção: os valores adotados são hipotéticos

2. Transformar valores cardinais em ordinais

Para evitar a influência da unidade de medida adotada, esta deve ser suprimida, a exemplo do que foi apresentado na soma ponderada e soma ponderada modificada. A escala dos critérios (abscissa da figura.4.)

não necessita ser necessariamente a mesma, mas recomenda-se que exista uma relação entre a amplitude²² (ordenada da figura 4) e os pesos atribuídos a cada critério (figura 4). Por exemplo, se para um critério foi atribuído peso 25 e amplitude igual a 40, para outro critério que tenha recebido peso 50 a amplitude seria 80. Do mesmo modo para um peso igual a 12 a amplitude seria de 20 e assim sucessivamente. Como sugestão, para facilidade de cálculo, deve-se evitar estabelecer amplitudes fracionárias.

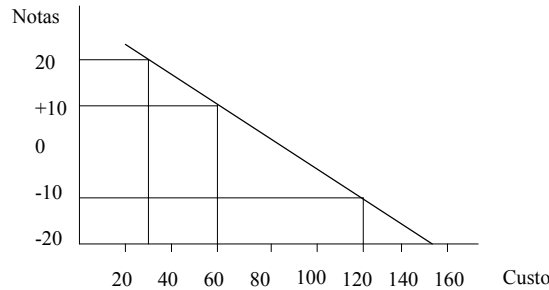


Figura 4 : Exemplo de transformação do critério 1 “custo do terreno”

Esta transformação pode ser realizada através de gráficos, como na figura anterior) ou através de interpolação linear. No caso do exemplo, considerando a equação da reta $y = Ax + B$, considera-se, por exemplo, dois pontos extremos : para $x = 30, y = 20$ e para $x = 150, y = -20$. Daí resulta os valores de $A = -0,33$ e $B = 30$ e $y = -0,33x + 30$

3. Estabelecer a matriz de avaliação transformada

Tabela 11 : Matriz de avaliações transformadas

Critério →	1	2	3	4	5
Ação ↓					
a1	-10	29	0	-15	0
a2	-20	30	-10	-6	5
a3	-4	21	-3	-3	-1
a4	10	11	3	12	1
a5	20	-30	10	5	-2
a6	0	2	0	-9	2
a7	15	-12	6	15	-5
Pesos	25	45	10	12	8
Amplitude	40	60	20	30	10

4. Definir as condições de concordância

Antes de estabelecer as condições de concordância, as seguintes definições se fazem necessárias :

- $g_j(a_i)$ = avaliação da ação a_i com relação ao critério j
- P_j = peso do critério j
- $J^+(a_i, a_k) = g_j(a_i) > g_j(a_k)$: conjunto de critérios para os quais a ação a_i é preferida à ação a_k
- $J^-(a_i, a_k) = g_j(a_i) = g_j(a_k)$: conjunto de critérios para os quais a ação a_i é equivalente à ação a_k
- $J^-(a_i, a_k) = g_j(a_i) < g_j(a_k)$: conjunto de critérios para os quais a ação a_k é preferida à ação a_i
- $P^+(a_i, a_k) = \sum P_j$: soma dos pesos dos critérios pertencentes a conjunto $J^+(a_i, a_k)$
- $P^-(a_i, a_k) = \sum P_j$: soma dos pesos dos critérios pertencentes a conjunto $J^-(a_i, a_k)$
- $P^-(a_i, a_k) = \sum P_j$: soma dos pesos dos critérios pertencentes a conjunto $J^-(a_i, a_k)$

$$P = P^+(a_i, a_k) + P^-(a_i, a_k) + P^-(a_i, a_k) \quad (\text{equação 5})$$

²² A amplitude é o “comprimento” da escala transformada. Recomenda-se, para efeito de cálculo que o valor médio da amplitude seja zero e os limites inferiores e superiores os extremos negativos e positivos da mesma.

▪ *Índice de concordância*

Para cada conjunto de ações (a_i, a_k) , os conjuntos $J^+(a_i, a_k)$ e $J^-(a_i, a_k)$ são procurados assim como os números $P^+(a_i, a_k)$ e $P^-(a_i, a_k)$ associados.

O índice de concordância C_{ik} é calculado da seguinte maneira :

$$C_{ik} = P^+(a_i, a_k) + P^-(a_i, a_k)/P \quad (\text{equação 6})$$

Este índice expressa quanto a hipótese inicial “ a_i supera a_k ” concorda com a realidade representada pela avaliação das ações. É evidente que C_{ik} varia entre 0 e 1.

Obs. : o conjunto $J(a_i, a_k)$ dos critérios para os quais a ação a_i é ao menos tão boa que a ação a_k é chamado de conjunto de concordância ; é a reunião dos conjuntos $J^+(a_i, a_k)$ e $J^-(a_i, a_k)$.

Aplicação :

Seja o par de ações (a_1, a_6) da tabela 9. Então,

$$\begin{aligned} J^+(a_1, a_6) &= (2) & P^+(a_1, a_6) &= P_2 = 45 \\ J^-(a_1, a_6) &= (3) & P^-(a_1, a_6) &= P_3 = 10 \\ J(a_1, a_6) &= (1, 4, 5) & P(a_1, a_6) &= P_1 + P_4 + P_5 = 25 + 12 + 8 = 45 \end{aligned}$$

Conjunto de concordância : $J(a_1, a_6) = (2)$ e $(3) = (2, 3)$

$$C_{ik} = P_2 + P_3 / P = 55/100 = 0,55$$

▪ *Teste de concordância*

A partir de qual valor dos índices C_{ik} a concordância com a hipótese de superação parece suficientemente forte para admitir esta hipóteses como verdadeira ? O parâmetro introduzido para responder esta questão é o limite de concordância c . Este limite expressa o mínimo de concordância necessário para que a proposição “ a_i supera a_k ” não seja rejeitada.

O teste de concordância será satisfeito se $C_{ik} \geq c$

O valor de c pode ser fixado entre 0 e 1, mas valores inferiores a 0,5 não têm sentido.

Aplicação :

Se o limite foi fixado em 0,65, os índices de concordância seguintes satisfazem o teste de concordância (tabela 12 e 13) :

$$\begin{aligned} C_{21} &= 0,65 & C_{45} &= 0,65 \\ C_{26} &= 0,65 & C_{46} &= 0,92 \end{aligned}$$

Isto quer dizer que com exceção das proposições abaixo, todas as hipóteses de superação devem ser rejeitadas.

- A ação a_2 supera a ação a_1
- A ação a_2 supera a ação a_6
- A ação a_4 supera a ação a_5
- A ação a_4 supera a ação a_6

Tabela 12 : Matriz dos conjuntos de concordância

$J(a_i, a_k)$	$a_k = a_1$	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
$a_i = a_1$	-	{1,3}	{2,3,5}	{2}	{2,5}	{2,3}	{2,5}
a_2	{2,4,5}	-	{2,5}	{2,5}	{2,5}	{2,4,5}	{2,5}
a_3	{1,4}	{1,3,4}	-	{2}	{2,5}	{2,4}	{2,5}
a_4	{1,3,4,5}	{1,3,4}	{1,3,4,5}	-	{2,4,5}	{1,2,3,4}	{2,5}
a_5	{1,3,4}	{1,3,4}	{1,3,4}	{1,3}	-	{1,3,4}	{1,3,5}
a_6	{1,3,4,5}	{1,3}	{1,3,5}	{5}	{2,5}	-	{2,5}
a_7	{1,3,4}	{1,3,4}	{1,3,4}	{1,3,4}	{2,4}	{1,3,4}	-

Tabela 13 : Matriz de concordância

C_{ik}	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
a_1	-	0.35	0.63	0.45	0.53	0.55	0.53
a_2	0.65	-	0.53	0.53	0.53	0.65	0.53
a_3	0.37	0.47	-	0.45	0.53	0.57	0.53
a_4	0.55	0.47	0.55	-	0.65	0.92	0.53
a_5	0.47	0.47	0.47	0.35	-	0.47	0.43
a_6	0.55	0.35	0.43	0.08	0.53	-	0.53
a_7	0.47	0.47	0.47	0.47	0.57	0.47	-

5. Definir as condições de não-discordância

Assim como no caso anterior, as condições de não-discordância estão associadas a um índice de discordância e a um teste de discordância.

▪ Índice de discordância

Para cada par de ações (a_i, a_k), os conjuntos $J(a_i, a_k)$, chamados de conjuntos de discordância, são procurados. Em seguida, a diferença entre a avaliação da ação a_k e aquela da ação a_i é encontrada para cada critério discordante. O máximo desta diferença será dividido pela amplitude da escala correspondente. Este quociente é chamado índice de discordância D_{ik} (equações 7 e 8)

$$D_{ik} = 0 \text{ se } J(a_i, a_k) = \emptyset \quad (\text{equação 7})$$

$$D_{ik} = \text{Max} [g_j(a_k) - g_j(a_i)] / \delta_j, j \in J(a_i, a_k) \quad (\text{equação 8})$$

Onde δ_j é a amplitude da escala associada ao critério j para o qual existe o máximo de desacordo.

Este índice oferece a medida da oposição manifestada pelo(s) critério(s) discordante(s) à aceitação da hipótese de superação ; ele varia também entre 0 e 1.

Exemplo

Seja o par de ações (a_1, a_2). Então,

$$J(a_1, a_2) = (2, 4, 5)$$

$$g_2(a_2) - g_2(a_1) = (30) - (29) = 1$$

$$g_4(a_2) - g_4(a_1) = (-6) - (-15) = 9$$

$$g_5(a_2) - g_5(a_1) = (5) - (0) = 5$$

$$\text{Max} (g_j(a_2) - g_j(a_1)) = 9$$

O δ correspondente à escala do critério 4 é $\delta_4 = 30$. Então :

$$D_{12} = 9/30 = 0,30$$

As mesmas avaliações são realizadas para todos os pares da matriz de avaliações, resultando nas tabelas 14 e 15

▪ Teste de não discordância

Até que ponto a oposição dos critérios discordantes é tolerável com relação à hipótese de superação ? Para responder esta questão é introduzido o limite de discordância, d . Este limite expressa o máximo de discordância tolerado para que a hipótese “ a_i supera a_k ” não seja rejeitada. O teste de discordância será satisfeito se $D_{ik} \leq d$

Valores superiores a 0,5 perdem ao significado.

Tabela 14 : Matriz dos conjuntos de discordância (matriz inversa dos conjuntos de concordância)

$J(a_i, a_k)$	$a_k = a_1$	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
$a_1 = a_1$	-	{2,4,5}	{1,4}	{1,3,4,5}	{1,3,4}	{1,4,5}	{1,3,4}
a_2	{1,3}	-	{1,3,4}	{1,3,4}	{1,3,4}	{1,3}	{1,3,4}
a_3	{2,3,5}	{2,5}	-	{1,3,4,5}	{1,3,4}	{1,3,5}	{1,3,4}
a_4	{2}	{2,5}	{2}	-	{1,3}	{5}	{1,3,4}
a_5	{2,5}	{2,5}	{2,5}	{2,4,5}	-	{2,5}	{2,4}
a_6	{2}	{2,4,5}	{2,4}	{1,2,3,4}	{1,3,4}	-	{1,3,4}
a_7	{2,5}	{2,5}	{2,5}	{2,5}	{1,3,5}	{2,5}	

Tabela 15 : Matriz de discordância

D_{ik}	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7
a_1	-	0.30	0.40	0.90	0.75	0.33	1.00
a_2	0.25	-	0.40	0.75	1.00	0.58	0.88
a_3	0.13	0.15	-	0.50	0.60	0.18	0.48
a_4	0.30	0.32	0.17	-	0.25	0.10	0.13
a_5	0.98	1.00	0.85	0.68	-	0.53	0.30
a_6	0.45	0.47	0.32	0.70	0.43	-	0.80
a_7	0.68	0.70	0.55	0.38	0.13	0.23	-

6. Estabelecer a relação de superação

Uma ação a_i supera uma ação a_k se os critérios para os quais a ação a_i é ao menos tão boa que a ação a_k são suficientemente importantes e se a consideração dos critérios restantes não provoca uma oposição muito vigorosa a esta proposição

$$C_{ik} \geq c \text{ e } D_{ik} \leq d \rightarrow a_i S a_k$$

Exemplo

Para um limite de concordância $c = 0,50$ e um limite de discordância $d = 0,35$, as relações de superação seguintes são estabelecidas :

- $a_1 S a_6$ $a_4 S a_1$ $a_4 S a_6$
- $a_2 S a_1$ $a_4 S a_3$ $a_4 S a_7$
- $a_3 S a_6$ $a_4 S a_5$ $a_7 S a_5$

7. Procura do núcleo

O núcleo é aqui constituído pelas ações a_2 e a_4 . Isto significa que, para as condições de concordância pouco exigentes consideradas ($c = 0,50$), a melhor solução do problema são as ações a_2 e a_4 . Para o desempate, seria necessário efetuar estudos detalhados para as duas ações (figura 5).

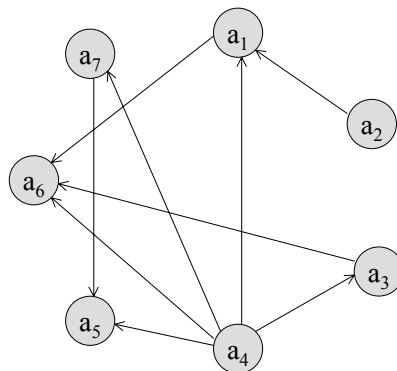


Figura 5: Gráfico de superação

O objetivo do método Electre I é de propor um quadro racional, fundado sobre hipóteses relativamente simples que permitem de evidenciar um conjunto que contém a ação potencial a escolher. O fato de uma ação pertencer ao núcleo não significa necessariamente que ela é uma boa solução ; o núcleo representa simplesmente o conjunto de ações entre as quais se encontra “a melhor” e ele é constituído por ações dificilmente comparáveis. Além do mais, uma “segunda melhor ação” não figurará no núcleo pois ela será superada pela “primeira melhor ação”. Se a melhor ação, por uma razão ou outra, não é mais disponível, então não se deve escolher aquela que pareceria ser a “segunda” no núcleo. É necessário recomençar todo o procedimento.

Tecnicamente é possível afirmar que limites pouco exigentes produzem superações discutíveis. Por outro lado, para limites muito rigorosos, a relação de superação se torna mais consistente, porém o gráfico pode ficar mais limitado.



4.8. Referências bibliográficas

- Hugrel, C. Contribution à l'élaboration d'un outil d'aide à la décision multicritère pour la mise en place de la politique environnementale des collectivités locales. Tese de doutorado. Institut des Sciences Appliquées de Lyon (França). 1998.
- Lupatini, G. Desenvolvimento de um sistema de apoio à decisão em escolha de áreas para aterros sanitários. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina – Programa de pós-graduação em engenharia ambiental. 2002.
- MAYSTRE, L. Y.; BOLLINGER, D. **Aide à la négociation multicritère**. 1. ed. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1999.
- MAYSTRE, L. Y.; PICTET, J.; SIMOS, J. **Méthodes multicritères ELECTRE**. 1. ed. Lausanne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1994.
- Pictet, J. Dépasser l'évaluation environnementale. Procédure d'étude et insertion dans la décision globale. Presses polytechniques et universitaires romandes, 1996.
- SIMOS, J. **Evaluer l'impact sur l'environnement**. 1. ed. Bienne: Presses polytechniques et universitaires romandes, 1990.
- SOARES, S. R. Comparaison de l'impact sur l'environnement de la production d'emballages pour des liquides alimentaires : étude du cycle de vie de produits. DEA, Gestion et traitement des déchets. INSA de Lyon, França, 1991.

5. Tema 05 : Análise de riscos ambientais



Objetivo : fornecer subsídios básicos para incorporação de riscos ambientais na análise ambiental de sistemas.

5.1. Conceitos

Perigo

Segundo o dicionário “Aurélio”, perigo é uma circunstância que prenuncia um mal para alguém ou para alguma coisa. O perigo é, portanto uma característica associada a uma substância, instalação, atividade ou procedimento, que representa um potencial de causar danos aos seres vivos ou ao meio. No caso de substâncias, deve-se ressaltar que o perigo não é uma propriedade intrínseca da matéria, pois ele é relativo ao elemento vivo ou ao meio que sofre a ação (as espécies não são igualmente sensíveis aos tóxicos).

Como exemplos de perigo, pode-se citar :

- Produto, manuseio ou uso de substâncias tóxicas patogênicas, inflamáveis, reativas, radioativas, corrosiva, explosivas, muito quentes ou muito frias, a pressões elevada ;
- Operação de instalações industriais que usem produtos nas características acima, etc. ;
- Viajar de avião, praticar alpinismo, pára-queda, etc. ;
- Beber em excesso, tomar muito sol sem proteção solar, etc. ;
- Descer uma escada, atravessar uma rua, etc..

Risco

O risco reflete a incerteza associada a um perigo, com um evento imaginário ou com possibilidade de acontecer no futuro, que cause uma redução de segurança. É a probabilidade de perda ou danos em pessoas, sistemas e equipamentos ou ao meio ambiente, em um determinado período de tempo, como resultado de uma situação de perigo. O risco é função da probabilidade ou da frequência de ocorrência de uma anormalidade e de um dado tipo de dano resultante desta anormalidade, ou seja, a magnitude das consequências. Observa-se que no tratamento da questão, as pessoas tendem a associar o risco mais com a “probabilidade de ocorrência” do evento e não tanto com as “consequências”, embora o correto seja associar as duas coisas.

A noção de risco considera, portanto, a existência de uma possível exposição às situações de perigo : os riscos podem ser maiores com um elemento pouco perigoso, disposto inadequadamente durante longo tempo, do que um produto muito perigoso, produzido em pequenas quantidades, estocado em boas condições e reservado a usos limitados. Do mesmo modo, o risco de morte de uma pessoa na eventualidade de uma explosão acidental em uma indústria química depende da magnitude da explosão, combustível ou produto envolvido, probabilidade de ocorrência e as consequências para o organismo humano (fatores avaliados segundo os denominados “modelos de vulnerabilidade”, que refletem a resposta média do comportamento orgânico das agressões químicas, físicas e biológicas).

Risco Social

Risco Social é o risco à população da na zona de influência de um acidente. Sua avaliação é importante no tocante à eventualidade de acidentes com consequências ambientais.

O risco é, em geral, assumido pelas pessoas em troca de uma necessidade de realizar a ação perigosa, um benefício ou prazer resultante. Avalia-se que o risco assumido voluntariamente situa-se entre 10 a 100 vezes maior do que aqueles que a pessoa não assume voluntariamente.

Análise de riscos

A análise de riscos é uma operação sistemática para descrever e quantificar os riscos associados a uma substância, instalação, atividade ou procedimento.

A realização da análise de riscos e de estudos de confiabilidade das instalações industriais tem se revelado como uma ferramenta interessante no auxílio à determinação de impactos ambientais em potencial. Além disso, é um método organizado para identificar ações preventivas e resposta às emergências. Os próprios órgãos ambientais têm estimulado a sua realização, sobretudo as análises quantitativas, que mostram em termos numéricos (probabilísticos) os riscos de acidentes ambientais, retirando um pouco o caráter subjetivo que existe na análise qualitativa.

No tocante aos riscos oferecidos por poluentes, os conceitos de análise de riscos e ecotoxicologia são complementares : a ecotoxicologia fornece as bases científicas e os dados que permitirão a avaliação de risco, e inversamente, são as necessidades da avaliação de risco que criam e geram os estudos toxicológicos.



5.2. Análise de riscos ambientais

A produção de elementos poluentes, causadores de impactos ambientais, em muitos casos é resultado de falhas no processo, sobretudo se os valores estiverem em níveis excessivos, ou fora dos limites previstos nas leis regulamentadoras ou normas (externas ou internas à empresa). Esta situação configura-se, assim como uma consequência anormal ou problema, cujas causas precisam ser bem identificadas para que se possa tomar medidas corretivas.

A análise de riscos ambientais é uma atividade que envolve ferramentas de apoio à decisão destinada a considerar um certo número de problemas ambientais e que está intimamente ligada ao estudo de impacto ambiental²³. **A análise de risco ambiental pode ser considerada com o estudo da POSSIBILIDADE de determinada ação causar impactos ambientais.**

Exemplos

Os dois exemplos a seguir são representativos de situações práticas que o avaliador de riscos enfrenta. O primeiro se refere a um risco sanitário, e o segundo a um risco ecológico. Eles destacam os pontos comuns às duas situações.

Exemplo 1

A água de consumo de uma cidade é contaminada por um poluente X, por exemplo, o chumbo. Qual o risco sanitário para os habitantes da cidade ?

A avaliação do risco vai se desenvolver em várias etapas :

- Medida da exposição humana (grau de contaminação da população) : qual é a concentração do produto na água ? Qual a quantidade de água será consumida ? Por qual categoria da população (homem, mulher, criança) ? Durante quanto tempo ?
- Estimação do perigo potencial : os dados da literatura fornecem as doses de referência, ou seja, as quantidades que podem ser absorvidas durante uma vida inteira sem riscos para a saúde. Estas doses são calculadas a partir de relações dose-toxicidade estabelecidas por experimentações sobre animal, geralmente após divisão por um fator de segurança, destinado a considerar as diferenças entre a situação real e os dados existentes. Quanto mais estes dados são distantes da situação real, mais os fatores de segurança são grandes : o fator de segurança será elevado se o único dado disponível for a DL₅₀²⁴ sobre o rato, por exemplo ; inversamente se estudos de longo prazo são disponíveis sobre os efeitos sub-letais do produto, ou ainda epidemiológicos analisando episódios de exposição de grupos humanos em condições vizinhas daquelas do caso estudado, o fator de segurança será de várias ordens de grandeza inferior.

²³ Operação destinada a identificar e a avaliar as consequências de atividades humanas sobre o meio ambiente e se necessário, remediá-lo. Ou seja, as consequências de uma atividade sobre o meio ambiente não são avaliadas como possibilidade, mas como certeza.

²⁴ DL50 : dose letal 50, dose provocando 50% de mortalidade em uma amostra de uma população.

- O risco será finalmente caracterizado por um método simples, consistindo em dividir a exposição pela dose de referência : se a relação é inferior a 1, não há risco, se for superior a 1, há risco.

Exemplo 2

Uma área contendo resíduos industriais, a base cádmio, polui a água de um curso d'água vizinho, a jusante da área. Qual o risco ecológico para as minhocas presentes no solo e para os peixes presentes na água ? O procedimento é o seguinte :

- Medida de poluentes presentes na área, no solo e na água ;
- Pesquisa na literatura da toxicidade do cádmio para estas duas espécies ; geralmente os testes de ecotoxicidade de laboratório fornecem doses sem efeito (por exemplo de NOEC ou LOEC²⁵) ; senão estes dados podem ser gerados no contexto do estudo, por bio-ensaios de laboratório, estabelecendo diretamente a relação dose-resposta do poluente para as espécies em de interesse ;
- Caracterização do risco por um método de quociente ;

Estes dois exemplos são simples e é fácil perceber que o procedimento é o mesmo em ambos os casos :

- Formulação de um problema de toxicidade ambiental, com dois atores, um poluente e um (ou vários) organismo(s) contaminado(s) ;
- Definição de uma dose de exposição
- Utilização de dados experimentais ou epidemiológicos estabelecendo uma relação entre dose e efeito tóxico ;
- Caracterização do risco : utilização da relação precedente para calcular a importância do efeito tóxico (ou sua ausência) em função da dose de exposição.



2.1 Diagrama de causa-efeito

Uma ferramenta da qualidade total bastante útil que pode ser usada para avaliação de riscos ambientais é o “diagrama de causa e efeito”. Esse diagrama registra a consequência indesejável do processo (ou problema, ou efeito ambiental indesejável) do qual se pretende determinar as causas, e ligado a um eixo central, são desenhados seis eixos, cada um registrando um dos possíveis enquadramentos de causas genéricas de problemas, que representam grandes grupos de causas : *matérias primas*, *máquinas* (equipamentos), *métodos* (procedimentos), *mão de obra*, *meio ambiente* (influência de fatores ambientais sobre a consequência indesejável) e *medidas* (registros e controles).

Em cada uma dessas categorias, identificadas por um trabalho de *brainstorming* feito pelos profissionais ligados ao projeto ou operação daquela unidade particular sob análise, deverão ser exploradas e identificadas as possíveis causas, sendo registradas no diagrama. A figura 1 apresenta um exemplo de estudo das causas identificadas em um incinerador de resíduos, quanto à emissão elevada de particulados e monóxido de carbono (efeito ambiental indesejável).

Após esta identificação das causas, o prosseguimento desse trabalho poderá ser realizado com a identificação da “causa vital”, que é aquela considerada a mais importante ou significativa para determinar a ocorrência do problema.

Atenção : é necessário fazer também um trabalho de *brainstorming*²⁶ para identificar os diversos efeitos !!

Uma técnica de identificação das causas reais dos problemas ambientais consiste em fazer no mínimo 5 vezes a pergunta Por que?

Por exemplo, um vazamento no mar ocasionado por um petroleiro.

²⁵ NOEC : No observed Effect Concentration (concentração sem efeito observado) ; LOEC : Lowest Observed Effect Concentration (a mais baixa concentração com um efeito observado).

²⁶ É uma técnica para reuniões de grupo que visa ajudar os participantes a vencer as suas limitações em termos de inovação e criatividade. Criada por Osborn em 1963, uma sessão de brainstorming pode durar desde alguns minutos até várias horas, consoante as pessoas e a dificuldade do tema. Em regra, as reuniões não costumam ultrapassar os 30 minutos. O brainstorming tem quatro regras de ouro: nunca critique uma sugestão; encoraje as idéias bizarras; prefira a quantidade à qualidade; e não respeite a propriedade intelectual. Além de zelar para que todos os participantes (geralmente entre 6 e 12 pessoas) cumpram as regras, o líder da sessão deve manter um ambiente relaxante e propício à geração de novas idéias.

- Pergunta : Por que vazou petróleo no mar ? Resposta : porque o navio bateu em pedras e perfurou o costado atingindo um tanque de óleo.
- Pergunta : Por que o navio bateu nas pedras ? Resposta : porque falhou o sistema de governo (lemes).
- Pergunta : Por que falhou o sistema de governo ? Resposta : Porque falhou o sistema hidráulico.
- Pergunta : Por que falhou o sistema de governo hidráulico ? Resposta : Porque a bomba não conseguiu manter a pressão.
- Pergunta : Por que a bomba não conseguiu manter a pressão ? Resposta : Por que houve vazamento de óleo hidráulico no selo (retentores).

Não se conseguindo continuar a pesquisa de por quês, pode-se então concluir que a causa básica do acidente foi a falha dos retentores, saindo daí, por exemplo, a recomendação de inspecionar os selos de todos os navios da frota, preparar novas rotinas de manutenção, rever o projeto, etc., de modo a prevenir futuras ocorrências desse tipo.

Os aspectos ambientais são elementos das atividades da organização que podem interagir com o meio ambiente, e não somente aqueles que efetivamente interagem. Os impactos são as conseqüências dessa interação, normalmente agressiva, com o meio ambiente. Assim sendo, não basta apenas identificar e dar um tratamento gerencial adequado aos aspectos e impactos efetivamente atuantes por ocasião da análise, ou em situações normais de operação do processo produtivo. É necessário que as situações possíveis de ocorrer sejam avaliadas e que naquela determinada ocasião não estão acontecendo, ou situações de risco, que na eventualidade de acidentes poderiam gerar impactos catastróficos, com graves conseqüências para a vida humana e para o meio ambiente, comprometendo inclusive a vida da empresa.

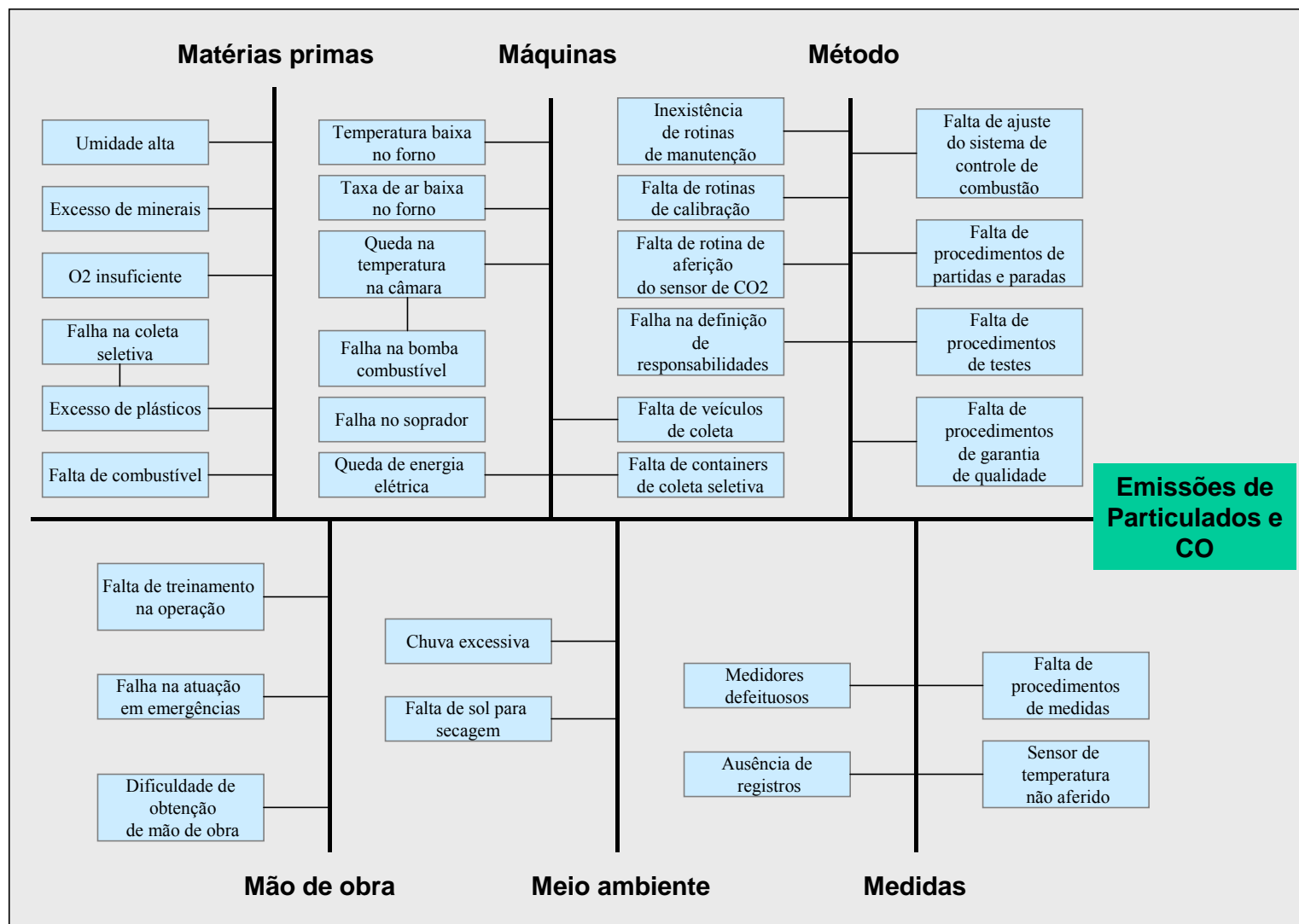


Figura 1 : exemplo de diagrama causa-efeito para incinerador de resíduos, quanto à emissão de particulados e CO.

Classificação e priorização dos impactos ambientais

A identificação e classificação dos efeitos e impactos ambientais poderão prosseguir criando-se três listas para registro:

- Lista para as condições normais de operação (funcionamento contínuo dos equipamentos da planta) ;
- Lista para as condições anormais de operação (condições de partida, de parada, variações de regime, pequenas avarias previsíveis, etc.) ;
- Lista para as condições de riscos ambientais (emergências, incidentes, acidentes, etc., ou seja, condições imaginadas e modeladas, com alguma probabilidade de ocorrência).

O fluxograma da figura 1 mostra um exemplo das possíveis etapas a serem observadas para a identificação dos impactos ambientais e seu registro.

Além destas listas, poderá ser interessante classificar a caracterização do impacto, ou seja, sua incidência (se o impacto é direto ou indireto) e consequências (se o impacto é adverso ou benéfico).

Para as duas primeiras listas (condições normais e anormais), será necessário fazer a qualificação de cada efeito ambiental identificado, quanto à severidade do efeito versus a frequência de ocorrência.

As classificações apresentadas a seguir são inspiradas na norma MIL-STD-882C, *Military Standard, System Safety Program Requirements*, que é uma norma militar americana sobre segurança de sistemas, bastante utilizada também em aplicações civis.

As categorias de gravidade (severidade) são definidas para indicar uma medida qualitativa do pior evento que esteja ocorrendo ou com risco de ocorrer, resultantes de erros do operador, condições ambientais, projeto inadequado, procedimentos inadequados ou falhas e mau funcionamento de sistemas, subsistemas ou componentes (tabela 1):

Tabela 1: Categorias de gravidade

Definição	Categoria	Descrição
Catastrófica	I	Morte, perda do sistema ou danos ambientais severos.
Crítica	II	Ferimentos graves, doença ocupacional grave, danos grandes no sistema ou no meio ambiente - Consumo significativo de recursos naturais; geração elevada de poluição.
Marginal	III	Ferimentos leves, doenças do trabalho não importantes, danos pequenos nos sistemas ou ao meio ambiente - Consumo moderado de recursos naturais; geração moderada de poluição e rejeitos
Desprezível	IV	Menos do que a categoria de pequenos ferimentos, doenças do trabalho não importantes ou não causa danos em sistemas ou ao meio ambiente - Consumo desprezível de recursos naturais; não causa poluição significativa.

A frequência de ocorrência de impactos ambientais (tabela 2), caso das 2 primeiras listas para condições normais e anormais de operação, ou probabilidade de ocorrência no caso em que a análise esteja sendo feita para identificar riscos (3ª lista) é determinada por pesquisa, análise e avaliação do desempenho histórico do

sistema (ou de sistemas semelhantes), podendo ser descrita em ocorrências reais ou potenciais por unidade de tempo, eventos, população, itens ou atividades. A classificação pode ser feita nas seguintes categorias :

Tabela 2: Níveis de frequência ou probabilidade de ocorrência

Definição	Nível	Descrição
Frequente	A	Ocorre frequentemente (ou alta probabilidade), ou ocorre permanentemente quando iniciada a atividade.
Provável	B	Irá ocorrer várias vezes na vida do sistema ou do item
Ocasional	C	Irá ocorrer algumas vezes ao longo da vida do sistema ou do item.
Remota	D	Não se espera que ocorra (embora haja alguma expectativa) ao longo da vida do item ou sistema.
Improvável	E	Pode-se assumir que não irá ocorrer, ao longo da vida do sistema ou do item.

A combinação dos dados de frequência ou probabilidade com os de gravidade dos riscos pode ser feita através da denominada “Matriz de Risco”, conforme apresentado a seguir :

		Frequência ou probabilidade			
A	5	5	10	15	20
B	4	4	8	12	16
C	3	3	6	9	12
D	2	2	4	6	8
E	1	1	2	3	4
x		1	2	3	4
		IV	III	II	I
		Gravidade			

Sugestões para enquadramento :

- Efeito é crítico : igual ou superior a 9 pontos
- Efeito é significativo : inferior a 9 pontos e igual ou superior a 6 pontos
- Efeito é reduzido : inferior a 6 pontos e igual ou superior 4 pontos
- Efeito é marginal : inferior a 4 pontos

Na matriz de risco são identificadas regiões onde ocorre uma associação de alta gravidade com probabilidade de ocorrência acima da ocasional (condições inaceitáveis quando cuidados mais expressivos devendo ser tomados, com ações para gerenciar os riscos e modificar os sistemas), regiões onde é prudente realizar ações de gerenciamento de riscos, e regiões onde as condições são aceitáveis.

		Frequência ou probabilidade			
A	5	5	10	15	20
B	4	4	8	12	16
C	3	3	6	9	12
D	2	2	4	6	8
E	1	1	2	3	4
x		1	2	3	4

IV III II I
Gravidade

A análise de riscos pode ser empregada, portanto, para avaliar a significância de impactos ambientais potenciais. Neste caso, como já foi dito, ela deve estar associada a outros critérios, o que permitirá uma avaliação mais abrangente.

Outra recomendação é de que os aspectos identificados sejam comparados com as exigências legais ou regras e regulamentos da empresa. Dentre estas normas é importante destacar a NR 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais do Ministério do trabalho e do emprego (http://www.mtb.gov.br/sit/nrs/nrs_idx.htm).

Exemplo de classificação de impactos potenciais

O exemplo a seguir trata de UM procedimento para priorização de impactos dentro de uma organização. Outras propostas existem e devem ser analisadas.

Para esta situação as seguintes instruções para preenchimento da matriz devem ser consideradas:

Campo “Aspectos Ambientais” – deve-se descrever os aspectos ambientais identificados no processo analisado.

Campo “Impactos Ambientais” : descrever os impactos ambientais associados aos aspectos ambientais. São estes impactos que serão avaliados individualmente no campo “avaliação” a seguir.

Campo “Avaliação” – este campo é subdividido nos seguintes itens:

- Incidência (I) – o aspecto ambiental deve ser avaliado conforme abaixo:
 - Direto (D) – aquele sobre o qual a organização exerce ou pode exercer controle efetivo, originando um impacto ambiental direto.
 - Indireto (I) – aquele sobre o qual a organização pode apenas exercer influência, notadamente junto a partes interessadas externas, originando um impacto ambiental indireto.
- Abrangência (A) – o impacto ambiental deve ser avaliado conforme abaixo:
 - Local (L) – aquele cujos efeitos do aspecto ambiental se fazem sentir apenas no próprio sítio onde se deu a ação e suas imediações.
 - Regional (R) – aquele cujos efeitos do aspecto ambiental se propagam por uma área além das imediações do sítio onde se dá a ação.
 - Global (G) – aquele cujos efeitos do aspecto ambiental atingem um componente ambiental de importância coletiva, nacional ou até mesmo internacional.
- Probabilidade (Pr) – os impactos ambientais potenciais associados às situações de risco devem ser avaliados segundo sua probabilidade de ocorrência, conforme critérios a seguir:
 - Alta (3 pontos) – aquele cuja possibilidade de ocorrência seja muito grande ou existam evidências de muitas ocorrências no passado (no mínimo 1 caso em 1 ou 2 anos, por exemplo).
 - Média (2 pontos) – aquele cuja possibilidade de ocorrência seja razoável ou existam evidências de algumas ocorrências no passado (no mínimo 1 caso em 3 ou 4 anos, por exemplo).
 - Baixa (1 ponto) – aquele cuja possibilidade de ocorrência seja nula ou muito remota (no mínimo 1 caso em 5 anos ou mais, por exemplo) ou não existam evidências de ocorrência no passado.

Para os impactos ambientais reais, este parâmetro deve estar associado à frequência de ocorrência do mesmo, uma vez iniciada a atividade sob análise, conforme critérios a seguir:

- Alta (3 pontos) – a ocorrência do impacto ambiental é constante, uma vez iniciada a atividade.

- Média (2 pontos) – a ocorrência do impacto ambiental é intermitente, uma vez iniciada a atividade.
- Baixa (1 ponto) – a ocorrência do impacto ambiental é esporádica, uma vez iniciada a atividade.
- Severidade (Sr) – os impactos ambientais devem ser avaliados segundo sua criticidade em relação ao meio ambiente, em três tipos de categorias:
 - Severo (3 pontos) – aquele cujo impacto ambiental adverso cause danos irreversíveis, críticos ou de difícil reversão e/ou ponha perigo a vida de seres humanos externos à empresa.
 - Leve (2 pontos) – aquele cujo impacto adverso cause danos reversíveis ou contornáveis e/ou ameace a saúde de seres humanos externos à empresa.
 - Sem dano (1 ponto) – aquele cujo impacto ambiental cause danos mínimos ou imperceptíveis.
- Escala (Es) – os impactos ambientais devem ser avaliados segundo a sua escala:
 - Ampla (3 pontos) – se o prejuízo alastra-se para fronteiras amplas e desconhecidas. No caso dos impactos adversos, pode-se ter, por exemplo, contaminação de lençóis subterrâneos, rios, mares, extensas correntes de ar, erosão generalizada e/ou outros prejuízos semelhantes.
 - Limitada (2 pontos) – se o prejuízo alastra-se para áreas fora dos limites da propriedade da empresa, porém limita-se à região de vizinhança.
 - Isolada (1 ponto) – se o prejuízo restringe-se a uma área específica que não extrapola limites da propriedade da empresa.
- Detecção (De) – os impactos ambientais potenciais e reais devem ser avaliados segundo o seu grau de detecção, conforme critérios a seguir:
 - Difícil (3 pontos) – é improvável que o impacto ambiental real ou que o aspecto ambiental potencial, neste último caso quando o mesmo vier a se manifestar, seja detectado através dos meios de monitoramento disponíveis.
 - Moderado (2 pontos) – é provável que o aspecto ambiental real ou que o aspecto ambiental potencial, neste último caso quando o mesmo vier a se manifestar, seja detectado através dos meios de monitoramento disponíveis e dentro de um período razoável de tempo.
 - Fácil (1 ponto) – é praticamente certo que o impacto ambiental real ou que o impacto ambiental potencial, neste último caso quando o mesmo vier a se manifestar, seja detectado rapidamente através dos meios de monitoramento disponíveis.

As condições de operação podem ser avaliadas da seguinte maneira:

- Normal (N) – Aquelas especificadas para que as operações se dêem dentro das condições esperadas de produtividade, qualidade e segurança.
- Anormal (A) – Aquelas de falha incompleta e/ou de baixa ou alta produção, onde consumos, perdas ou poluição, novos ou com níveis além dos aceitáveis, existam ou possam existir.
- Risco (R) - Aquela situação que apresenta um ou mais impactos ambientais potenciais que podem se manifestar, com uma certa probabilidade, através de um incidente ou de um acidente ambiental.

Da mesma forma que as condições de operação, a temporalidade indica que o impacto ambiental pode ser avaliado conforme abaixo:

- Passado (P) – resultante de atividades, produtos e/ou serviços desenvolvidos no passado que ainda geram impactos ambientais (passivo ambiental).
- Presente (Pr) – resultante de atividades, produtos e/ou serviços realizados no presente.
- Futuro (F) – resultante de atividades, produtos e/ou serviços que estão em fase de implantação ou podem ter impacto no futuro.

Obs.: A matriz sugerida neste exemplo é preenchida considerando-se condições normais de operação, com produtos e/ou serviços realizados no presente. Também não estão sendo levados em consideração impactos benéficos.

Campo “Significância” – é composto pelos parâmetros abaixo:

- Resultado (Re) – é determinado pela multiplicação dos fatores (Probabilidade X Severidade X Escala X Detecção)
- Legislação – indicar se o impacto analisado está diretamente referenciado em uma legislação, norma técnica ou outro requisito de parte interessada. É classificada da seguinte forma:
 - Sim – se o impacto ambiental está diretamente referenciado na Legislação Federal, Estadual ou Municipal, Norma Técnica ou outro requisito voluntário que se subscreva. Todo impacto assinalado desta forma a ser considerado como significativo e está atendendo a legislação ou requisitos.
 - Sim / - - se o impacto ambiental está diretamente referenciado na Legislação Federal, Estadual ou Municipal, Norma Técnica ou outro requisito voluntário que se subscreva. Todo impacto preenchido com “Sim / - “, passa a ser significativo e não está atendendo à legislação ou requisitos.
- Significância – este item é classificado conforme a tabela 3 a seguir:

Tabela 3. Significância final dos impactos ambientais e ações a serem tomadas

Atendimento Legislação, Partes interessadas e Preocupação Global	Pontuação Obtida	Significância	Ação a ser tomada
<p>- Caso exista legislação aplicável ou demanda de partes interessadas, deve-se tomar a significância como sendo, no mínimo, “substancial”.</p> <p>- Caso exista legislação aplicável e não está sendo atendida, deve-se tomar a significância como sendo “importante”.</p> <p>- Caso não ocorra nenhuma das situações acima, considerar para definição da significância a pontuação obtida.</p>	De 01 a 06 pontos	Desprezível	<p>“Manter rotina” (se o respectivo aspecto ambiental for real) ou</p> <p>“Plano de emergência” (se o respectivo aspecto ambiental for potencial)</p>
	De 08 a 16 pontos	Significante	<p>“Controle operacional” (se o respectivo aspecto ambiental for real) ou</p> <p>“Plano de emergência” (se o respectivo aspecto ambiental for potencial).</p>
	Igual ou acima de 18 pontos	Importante	<p>“Controle operacional e Plano de Ação” (se o respectivo aspecto ambiental for real)</p> <p>“Plano de emergência” (se o respectivo aspecto ambiental for potencial)></p>

Tabela 4. Exemplo hipotético de uma matriz de avaliação de significância (classificação ou hierarquização) de impactos

Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Avaliação						Significância		
		I	A	Pr	Sr	Es	De	Re	Legislação	Significância
Geração de resíduos sólidos e líquidos percolados como borras, sucatas, etc.	Alteração das características físico-químicas da água e do solo	D	R	3	3	3	1	27	SIM/-	Importante
Emissão de vapores, névoas, particulados dispersos no ar	Alteração da qualidade do ar	I	G	2	2	2	3	24	SIM/-	Importante
Ruído, vibração	Risco de lesões auditivas	D	L	2	2	2	1	8	SIM	Significante
Consumo de água	Esgotamento de recursos naturais não renováveis, etc.	D	R	2	3	3	1	18	NÃO	Significante
Consumo de energia elétrica	Esgotamento de recursos naturais não renováveis, etc.	D	R	3	3	3	1	27	NÃO	Significante

I = Incidência : Direta (D), Indireta (I)

A = Abrangência : Local (L), Regional (R), Global (G)

Pr = Probabilidade : Alta (3 pontos), Média (2 pontos), Baixa (1 ponto)

Sr = Severidade : Severo (3 pontos), Leve (2 pontos), Sem dano (1 ponto)

Es = Escala : ampla (3 pontos), Limitada (2 pontos), Isolada (1 ponto)

De = Detecção : Difícil (3 pontos), Moderada (2 pontos), Fácil (1 ponto)

Re = Resultado = Pr.Sr.Es.De



NR9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

9.1. Do objeto e campo de aplicação.

9.1.1. Esta Norma Regulamentadora - NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais - PPRA, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, através da antecipação, reconhecimento, avaliação e conseqüente controle da ocorrência de riscos ambientais existentes ou que venham a existir no ambiente de trabalho, tendo em consideração a proteção do meio ambiente e dos recursos naturais. (109.001-1 / I₂)

9.1.2. As ações do PPRA devem ser desenvolvidas no âmbito de cada estabelecimento da empresa, sob a responsabilidade do empregador, com a participação dos trabalhadores, sendo sua abrangência e profundidade dependentes das características dos riscos e das necessidades de controle. (109.002-0 / I₂)

9.1.2.1. Quando não forem identificados riscos ambientais nas fases de antecipação ou reconhecimento, descritas no itens 9.3.2 e 9.3.3, o PPRA poderá resumir-se às etapas previstas nas alíneas "a" e "f" do subitem 9.3.1.

9.1.3. O PPRA é parte integrante do conjunto mais amplo das iniciativas da empresa no campo da preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores, devendo estar articulado com o disposto nas demais NR, em especial com o Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO previsto na NR 7.

9.1.4. Esta NR estabelece os parâmetros mínimos e diretrizes gerais a serem observados na execução do PPRA, podendo os mesmos ser ampliados mediante negociação coletiva de trabalho.

9.1.5. Para efeito desta NR, consideram-se riscos ambientais os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador.

9.1.5.1. Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não-ionizantes, bem como o infra-som e o ultra-som.

9.1.5.2. Consideram-se agentes químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade de exposição, possam ter contato ou ser absorvido pelo organismo através da pele ou por ingestão.

9.1.5.3. Consideram-se agentes biológicos as bactérias, fungos, bacilos, parasitas, protozoários, vírus, entre outros.

9.2. Da estrutura do PPRA.

9.2.1. O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais deverá conter, no mínimo, a seguinte estrutura:

a) planejamento anual com estabelecimento de metas, prioridades e cronograma; (109.003-8 / I₁)

b) estratégia e metodologia de ação; (109.004-6 / I₁)

c) forma do registro, manutenção e divulgação dos dados; (109.005-4 / I₁)

d) periodicidade e forma de avaliação do desenvolvimento do PPRA. (109.006-2 / I₁)

9.2.1.1. Deverá ser efetuada, sempre que necessário e pelo menos uma vez ao ano, uma análise global do PPRA para avaliação do seu desenvolvimento e realização dos ajustes necessários e estabelecimento de novas metas e prioridades. (109.007-0 / I₂)

9.2.2. O PPRA deverá estar descrito num documento-base contendo todos os aspectos estruturais constantes do item 9.2.1.

9.2.2.1. O documento-base e suas alterações e complementações deverão ser apresentados e discutidos na CIPA, quando existente na empresa, de acordo com a NR 5, sendo sua cópia anexada ao livro de atas desta Comissão. (109.008-9 / I₂)

9.2.2.2. O documento-base e suas alterações deverão estar disponíveis de modo a proporcionar o imediato acesso às autoridades competentes. (109.009-7 / I₂)

9.2.3. O cronograma previsto no item 9.2.1 deverá indicar claramente os prazos para o desenvolvimento das etapas e cumprimento das metas do PPRA.

9.3. Do desenvolvimento do PPRA.

9.3.1. O Programa de Prevenção de Riscos Ambientais deverá incluir as seguintes etapas:

- a) antecipação e reconhecimento dos riscos; (109.010-0 / I₁)
- b) estabelecimento de prioridades e metas de avaliação e controle; (109.011-9 / I₁)
- c) avaliação dos riscos e da exposição dos trabalhadores; (109.012-7 / I₁)
- d) implantação de medidas de controle e avaliação de sua eficácia; (109.013-5 / I₁)
- e) monitoramento da exposição aos riscos; (109.014-3 / I₁)
- f) registro e divulgação dos dados. (109.015-1 / I₁)

9.3.1.1. A elaboração, implementação, acompanhamento e avaliação do PPRA poderão ser feitas pelo Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho - SESMT ou por pessoa ou equipe de pessoas que, a critério do empregador, sejam capazes de desenvolver o disposto nesta NR.

9.3.2. A antecipação deverá envolver a análise de projetos de novas instalações, métodos ou processos de trabalho, ou de modificação dos já existentes, visando a identificar os riscos potenciais e introduzir medidas de proteção para sua redução ou eliminação. (109.016-0 / I₁)

9.3.3. O reconhecimento dos riscos ambientais deverá conter os seguintes itens, quando aplicáveis:

- a) a sua identificação; (109.017-8 / I₃)
- b) a determinação e localização das possíveis fontes geradoras; (109.018-6 / I₃)
- c) a identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho; (109.019-4 / I₃)
- d) a identificação das funções e determinação do número de trabalhadores expostos; (109.020-8 / I₃)
- e) a caracterização das atividades e do tipo da exposição; (109.021-6 / I₃)
- f) a obtenção de dados existentes na empresa, indicativos de possível comprometimento da saúde decorrente do trabalho; (109.022-4 / I₃)
- g) os possíveis danos à saúde relacionados aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica; (109.023-2 / I₃)
- h) a descrição das medidas de controle já existentes. (109.024-0 / I₃)

9.3.4. A avaliação quantitativa deverá ser realizada sempre que necessária para:

- a) comprovar o controle da exposição ou a inexistência dos riscos identificados na etapa de reconhecimento; (109.025-9 / I₁)
- b) dimensionar a exposição dos trabalhadores; (109.026-7 / I₁)
- c) subsidiar o equacionamento das medidas de controle. (109.027-5 / I₁)

9.3.5. Das medidas de controle.

9.3.5.1. Deverão ser adotadas as medidas necessárias e suficientes para a eliminação, a minimização ou o controle dos riscos ambientais sempre que forem verificadas uma ou mais das seguintes situações:

- a) identificação, na fase de antecipação, de risco potencial à saúde; (109.028-3 / I₃)
- b) constatação, na fase de reconhecimento de risco evidente à saúde; (109.029-1 / I₁)
- c) quando os resultados das avaliações quantitativas da exposição dos trabalhadores excederem os valores dos limites previstos na NR 15 ou, na ausência destes os valores de limites de exposição ocupacional adotados pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists-ACGIH, ou aqueles que venham a ser estabelecidos em negociação coletiva de trabalho, desde que mais rigorosos do que os critérios técnico-legais estabelecidos; (109.030-5 / I₁)
- d) quando, através do controle médico da saúde, ficar caracterizado o nexo causal entre danos observados na saúde dos trabalhadores e a situação de trabalho a que eles ficam expostos. (109.031-3 / I₁)

9.3.5.2. O estudo desenvolvimento e implantação de medidas de proteção coletiva deverão obedecer à seguinte hierarquia:

- a) medidas que eliminam ou reduzam a utilização ou a formação de agentes prejudiciais à saúde;
- b) medidas que previnam a liberação ou disseminação desses agentes no ambiente de trabalho;
- c) medidas que reduzam os níveis ou a concentração desses agentes no ambiente de trabalho.

9.3.5.3. A implantação de medidas de caráter coletivo deverá ser acompanhada de treinamento dos trabalhadores quanto aos procedimentos que assegurem a sua eficiência e de informação sobre as eventuais limitações de proteção que ofereçam. (109.032-1 / I₁)

9.3.5.4. Quando comprovado pelo empregador ou instituição, a inviabilidade técnica da adoção de medidas de proteção coletiva ou quando estas não forem suficientes ou encontrarem-se em fase de estudo, planejamento ou implantação ou ainda em caráter complementar ou emergencial, deverão ser adotadas outras medidas obedecendo-se à seguinte hierarquia:

- a) medidas de caráter administrativo ou de organização do trabalho;
- b) utilização de Equipamento de Proteção Individual - EPI.

9.3.5.5. A utilização de EPI no âmbito do programa deverá considerar as Normas Legais e Administrativas em vigor e envolver no mínimo:

- a) seleção do EPI adequado tecnicamente ao risco a que o trabalhador está exposto e à atividade exercida, considerando-se a eficiência necessária para o controle da exposição ao risco e o conforto oferecido segundo avaliação do trabalhador usuário;
- b) programa de treinamento dos trabalhadores quanto à sua correta utilização e orientação sobre as limitações de proteção que o EPI oferece;
- c) estabelecimento de normas ou procedimentos para promover o fornecimento, o uso, a guarda, a higienização, a conservação, a manutenção e a reposição do EPI, visando a garantir as condições de proteção originalmente estabelecidas;
- d) caracterização das funções ou atividades dos trabalhadores, com a respectiva identificação do EPI utilizado para os riscos ambientais.

9.3.5.6. O PPRA deve estabelecer critérios e mecanismos de avaliação da eficácia das medidas de proteção implantadas considerando os dados obtidos nas avaliações realizadas e no controle médico da saúde previsto na NR 7.

9.3.6. Do nível de ação.

9.3.6.1. Para os fins desta NR, considera-se nível de ação o valor acima do qual devem ser iniciadas ações preventivas de forma a minimizar a probabilidade de que as exposições a agentes ambientais ultrapassem os limites de exposição. As ações devem incluir o monitoramento periódico da exposição, a informação aos trabalhadores e o controle médico.

9.3.6.2. Deverão ser objeto de controle sistemático as situações que apresentem exposição ocupacional acima dos níveis de ação, conforme indicado nas alíneas que seguem:

- a) para agentes químicos, a metade dos limites de exposição ocupacional considerados de acordo com a alínea "c" do subitem 9.3.5.1; (109.033-0 / I₂)
- b) para o ruído, a dose de 0,5 (dose superior a 50%), conforme critério estabelecido na NR 15, Anexo I, item 6. (109.034-8 / I₂)

9.3.7. Do monitoramento.

9.3.7.1. Para o monitoramento da exposição dos trabalhadores e das medidas de controle deve ser realizada uma avaliação sistemática e repetitiva da exposição a um dado risco, visando à introdução ou modificação das medidas de controle, sempre que necessário.

9.3.8. Do registro de dados.

9.3.8.1. Deverá ser mantido pelo empregador ou instituição um registro de dados, estruturado de forma a constituir um histórico técnico e administrativo do desenvolvimento do PPRA. (109.035-6 / I₁)

9.3.8.2. Os dados deverão ser mantidos por um período mínimo de 20 (vinte) anos. (109.036-4 / I₁)

9.3.8.3. O registro de dados deverá estar sempre disponível aos trabalhadores interessados ou seus representantes e para as autoridades competentes. (109.037-2 / I₁)

9.4. Das responsabilidades.

9.4.1. Do empregador:

I - estabelecer, implementar e assegurar o cumprimento do PPRA como atividade permanente da empresa ou instituição.

9.4.2. Dos trabalhadores:

I - colaborar e participar na implantação e execução do PPRA;

II - seguir as orientações recebidas nos treinamentos oferecidos dentro do PPRA;

III- informar ao seu superior hierárquico direto ocorrências que, a seu julgamento, possam implicar risco à saúde dos trabalhadores.

9.5. Da informação.

9.5.1. Os trabalhadores interessados terão o direito de apresentar propostas e receber informações e orientações a fim de assegurar a proteção aos riscos ambientais identificados na execução do PPRA. (109.038-0 / I₂)

9.5.2. Os empregadores deverão informar os trabalhadores de maneira apropriada e suficiente sobre os riscos ambientais que possam originar-se nos locais de trabalho e sobre os meios disponíveis para prevenir ou limitar tais riscos e para proteger-se dos mesmos.

9.6. Das disposições finais.

9.6.1. Sempre que vários empregadores realizem, simultaneamente, atividade no mesmo local de trabalho terão o dever de executar ações integradas para aplicar as medidas previstas no PPRA visando à proteção de todos os trabalhadores expostos aos riscos ambientais gerados. (109.039-9 / I₂)

9.6.2. O conhecimento e a percepção que os trabalhadores têm do processo de trabalho e dos riscos ambientais presentes, incluindo os dados consignados no Mapa de Riscos, previsto na NR 5, deverão ser considerados para fins de planejamento e execução do PPRA em todas as suas fases. (109.040-2 / I₂)

9.6.3. O empregador deverá garantir que, na ocorrência de riscos ambientais nos locais de trabalho que coloquem em situação de grave e iminente risco um ou mais trabalhadores, os mesmos possam interromper de imediato as suas atividades, comunicando o fato ao superior hierárquico direto para as devidas providências. (109.041-0 / I₂)



5.3. Bibliografia

- Abdalla de Moura, L. A. Qualidade e gestão ambiental : sugestões para implantação das normas ISO 14000 nas empresas. São Paulo : Editora Oliveira Mendes, 1998 ;
- Rivière, .J-L. Evaluation du risque écologique des sols pollués. Paris : Lavoisier, 1998.
- Brilhante, O. M. e Caldas, L. Q. Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental.
- Ministério do trabalho. Portaria 25 de 29/12/94. NR 9 – programa de prevenção de riscos ambientais.



Comentários :

6. Tema 06. Sistema de gestão ambiental

Objetivo : Estabelecer os princípios básicos para a elaboração, implantação e avaliação de um sistema de gestão ambiental (SGA) em organizações baseados nos preceitos da ISO 14001.

6.1. Introdução

As organizações, para manter e melhorar a qualidade de seus serviços e produtos, necessitam reavaliar continuamente os seus procedimentos e comportamentos. Isto se aplica a todas as suas variáveis, incluindo a ambiental. Entretanto, a maior parte das organizações ainda se concentra na busca somente da redução de impactos ambientais (procedimento reativo). Neste caso, o gerenciamento ambiental é baseado na adequação à legislação, à redução de custos e à melhoria da imagem. A adequação à legislação é uma busca para reduzir multas e penalidades. A redução de custos está associada à racionalização do uso de energia, uso de água e reciclagem de produtos. E a melhoria de imagem da imagem é o apoio a programas institucionais na tentativa de vincular a empresa a uma imagem “ecologicamente correta”.

O pensamento reativo não se preocupa a oportunidade de vanguarda, da busca do novo, da consequência lógica obtida em sensibilizar e formar colabores em todos os níveis para enfrentar suas responsabilidades individuais e coletivas em relação ao meio ambiente.

Por outro lado, para organizações mais modernas com comportamento pró-ativo, o meio ambiente é uma estratégia de negócio e fator de sucesso, assim como programas de qualidade, de segurança e de custos. A cultura da organização é voltada para o desenvolvimento sustentável. Em vez de programas institucionais visando externalidades, os recursos são direcionados à prevenção e à minimização de impactos. O meio ambiente passa a ser visto também como uma oportunidade.

A passagem do primeiro procedimento comportamental para o segundo requer evidentemente uma mudança cultural de todos os colaboradores da organização. E a consolidação de uma empresa pró-ativa passa, entre outros, pelo planejamento e implantação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) apropriado às suas características.

Estas 2 aulas serão dedicadas à discutir elementos para a elaboração de um SGA baseados nos preceitos estabelecidos pelas normas ISO 14001. Para tanto é imprescindível a leitura da referida norma.

Conceitos

Aspecto ambiental : elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.

Nota – Um aspecto ambiental significativo é aquele que tem ou pode ter um impacto ambiental significativo.

Auditoria do sistema de gestão ambiental : processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências que determinem se o sistema de gestão ambiental de uma organização esta em conformidade com os critérios de auditoria do sistema de gestão ambiental estabelecido pela organização, e para comunicar os resultados deste processo à administração.

Conformidade :

Desempenho ambiental : resultados mensuráveis do sistema de gestão ambiental, relativos ao controle de uma organização sobre seus aspectos ambientais, com base na sua política, seus objetivos e metas ambientais.

Efeito ambiental : Qualquer intervenção direta ou indireta das atividades, produtos e serviços de uma organização sobre o meio ambiente, quer seja adversa ou benéfica (BS 7750).

Externalidade : ação que um determinado sistema de produção causa em outros sistemas externos. Ou em outras palavras, são custos associados ao consumo ou produção de um bem que não são considerados pelos agentes e que trazem custos para a sociedade, como por exemplo a poluição causada por uma indústria. A externalidade pode ser tanto positiva quanto negativa.

Impacto ambiental : qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização.

Meio ambiente : circunvizinhança em que uma organização opera, incluindo ar, água, solo, recursos naturais, flora, fauna, seres humanos e suas inter-relações.

Nota – Neste contexto, circunvizinhança estende-se do interior das instalações para o sistema global.

Melhoria continua : processo de aprimoramento do sistema de gestão ambiental, visando atingir melhorias no desempenho ambiental global de acordo com a política ambiental da organização.

Nota - Não é necessário que o processo seja aplicado simultaneamente a todas as áreas de atividade.

Meta ambiental : requisito de desempenho detalhado, quantificado sempre que exequível, aplicável à organização ou partes dela, resultantes dos objetivos ambientais e que necessita ser estabelecido e atendido para que tais objetivos sejam atingidos.

Objetivo ambiental : propósito ambiental global, decorrente da política ambiental, que uma organização se propõe a atingir, sendo quantificado sempre que exequível.

Organização : companhia, corporação, firma, empresa ou instituição, ou parte ou combinação destas, pública ou privada, sociedade anônima, limitada ou com outra forma estatutária, que tem funções e estruturas administrativas próprias.

Nota - Para organizações com mais de uma unidade operacional cada unidade isolada pode ser definida como uma organização.

Parte interessada : indivíduo ou grupo interessado ou afetado pelo desempenho ambiental de uma organização.

Política ambiental : declaração da organização, expondo suas intenções e princípios em relação ao seu desempenho ambiental global, que provê uma estrutura para ação e definição de seus objetivos e metas ambientais.

Prevenção de poluição : uso de processos, práticas, materiais ou produtos que evitem, reduzam ou controlem a poluição, os quais podem incluir reciclagem, tratamento, mudanças no processo, mecanismos de controle, uso eficiente de recursos e substituição de materiais. Nota - Os benefícios potenciais da prevenção de poluição incluem a de impactos ambientais adversos, a melhoria da eficiência e a redução de custos.

Sistema de gestão ambiental : a parte do sistema de gestão global que inclui estrutura organizacional, atividades de planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para desenvolver, implementar, atingir, analisar criticamente e manter a política ambiental.

A gestão empresarial e a gestão ambiental

A Teoria Geral das Organizações tem sido contemplada através dos tempos por escolas com abordagens próprias visando a otimização do desempenho e dos resultados organizacionais, ortodoxamente conceituados. Citam-se as escolas mecanicista, behaviorista, estruturalista e sistêmica.

Os conceitos e abordagens oriundos de cada uma destas escolas, permitiram o aprimoramento de ferramentas de desenvolvimento organizacional, tais como a Análise de Tempos e Movimentos, os processos de Identificação de Lideranças, os Instrumentos de Programação e Controle, a Organização e Métodos, as Metodologias de Planejamento Empresarial, Marketing e a Garantia da Qualidade. Todavia, os esforços gerenciais não devem estar voltados apenas para os aspectos internos da organização, mas também para as suas externalidades.

As organizações que não prescindam do juízo comunitário, que já possuem um sistema da qualidade, que tenham parte de sua clientela no mercado internacional, que respondam à legislação internacional, que pretendam conseguir financiamentos externos ou que tenham o firme propósito de se destacar em seu segmento de atividades, serão sensibilizadas a adotar modelos de gestão empresarial contemplando a qualidade ambiental. Neste contexto, o Brasil já possui mais de 500 empresas certificadas com base na NBR ISO 14.001 (fonte : www.inmetro.gov.br, abril de 2003), conforme tabelas 1 e 2.

O que há de importante nesse fato, sem dúvida alguma, é o reconhecimento de que a gestão ambiental é uma função organizacional indispensável, no mesmo nível das demais já reconhecidas tradicionalmente por todas as escolas da administração.

Tabela 1 : Certificados válidos por certificadora (2003)

Certificadoras credenciadas pelo Inmetro	Nº de Certificados válidos no SBAC*	Nº de Certificados válidos fora do SBAC**
BVQI do Brasil Sociedade certificadora Ltda.	123	95
Det Norske Veritas Certificadora Ltda.- DNV	74	51
Fundação Carlos Alberto Vanzolini - FCAV	47	
ABS Quality Evaluations Inc.	34	18
SGS ICS Certificadora Ltda.	23	14
DQS do Brasil s/c Ltda	18	30
Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT	11	
BRTÜV - Avaliações da Qualidade Ltda. S/C	2	23
Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR	2	
UCIEE - União Certificadora	2	
UL Underwriters Laboratories Inc.	1	2
RINA - Registro Italiano Navale S/C Ltda.	1	
Total	338	233

* SBAC - Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade

** Total de Certificados válidos, emitidos fora do SBAC no Brasil .

Tabela 2 :Certificados Válidos com Marca de Credenciamento Inmetro (2003)

Ano de Emissão	Empresa	Certificados	Empresas Acumuladas	Certificados Acumulados
1997	4	4	4	4
1998	3	3	7	7
1999	2	2	9	9
2000	48	50	57	59
2001	101	106	158	165
2002	140	152	298	317
2003	19	21	317	338

Observação com relação ao quadro 1 e 2 : A ISO 14001 é a referência normativa baseada na qual são feitas as certificações de sistemas de gestão ambiental das organizações. A certificação não é concedida pela ISO, que é uma entidade normalizadora internacional, mas sim por uma entidade de terceira parte devidamente credenciada.

No Brasil, foi estabelecido pelo CONMETRO (Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial) o Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (ver http://www.inmetro.gov.br/legislacao/resConmetro4_2002.asp), tendo sido o Inmetro designado por aquele Conselho como organismo credenciador oficial do Estado brasileiro.

Uma certificação feita no âmbito do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade tem que necessariamente ser realizada por organismo credenciado pelo Inmetro.

Como a Norma ISO 14001 tem caráter voluntário, as certificações podem ser feitas fora do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade por organismos credenciados ou não pelo Inmetro.

Independentemente da certificação ser feita dentro ou fora do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade, quando realizada por organismo credenciado pelo Inmetro, a mesma é conduzida com base nos mesmos requisitos e metodologia.

A norma inglesa BS 7750 (*Specification for Environmental Management Systems*) e a série ISO 14.000 certamente são os marcos importantes para a evolução das funções de assessoramento e de mudança de comportamento com relação à gestão ambiental.

A finalidade de ambas é assegurar e demonstrar, através de um sistema de gestão ambiental, a otimização do desempenho e dos resultados das organizações, avaliados através do prisma da conservação e da melhoria da qualidade ambiental. Com isso, passa a permitir, e até mesmo a exigir funcionalmente, a criação e o desenvolvimento de normas, procedimentos e padrões de desempenho ambiental da organização, assim como recursos humanos capacitados para gerenciar este aparato. Nesta medida, está-se falando de uma nova função de assessoramento, que provém de demandas explicitadas através do comportamento humano, dentro e fora da organização (visão behaviorista), e que tem a peculiaridade de instrumentalizar as organizações de forma que sejam capazes de perceber as respostas do ambiente externo, perante seus atos e decisões, conformando o sistema integrado organização/ambiente (visão sistêmica).

Algumas premissas devem nortear a Gestão Ambiental de uma organização, dentre as quais pode-se citar:

- o desempenho e resultados operacionais de uma organização são aferíveis através dos benefícios e adversidades ambientais que ela acarreta na região em que se insere e influencia, tanto em sua implantação, quanto em sua operação. Esses eventos são denominados impactos ambientais.
- os impactos ambientais são decorrentes das relações de ordem física, biológica, política, social, comercial, econômica, tecnológica e cultural mantidas entre a organização e o ambiente que a circunscribe.
- A visão acanhada de que Ambiente se resume na flora e na fauna não é abraçada pelos gestão ambiental.
- a qualidade ambiental primitiva de uma região onde se implanta uma organização produtiva será obrigatoriamente alterada. Contudo, isto não significa que o novo quadro da qualidade não seja estável e compatível com a vida.
- a estabilidade ambiental da região influenciada por uma organização é fator fundamental para a sobrevivência e desenvolvimento desta mesma organização. Somente será alcançada e mantida através da implementação de medidas que realizem, garantam e mantenham o novo quadro da qualidade regional.
- os empreendedores e dirigentes responsáveis pela organização produtiva devem ter total consciência das premissas anteriores.

6.2. Principais ferramentas de ANÁLISE ambiental

Como será descrito mais adiante, a elaboração de um SGA passa pelo diagnóstico e análise ambiental da organização. Para tal finalidade, as técnicas *mais* utilizadas são a Auditoria Ambiental, a Análise de Risco (AR), Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e a Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), as quais desempenham papéis complementares, com objetivos e âmbitos diferenciados, tanto em abrangência geográfica como temporal.

Deve-se, no entanto, salientar o aspecto dinâmico dos conceitos associados a estas técnicas, as quais, embora apresentem uma estrutura definida, têm evoluído de acordo com as crescentes solicitações e novas preocupações ambientais a nível global.

Por outro lado, é frequente a utilização conjugada de diferentes técnicas de análise, em função dos objetivos pretendidos. Este escalonamento é ilustrado na tabela 3, para problemas de análise de transferência de propriedade.

A técnica de Análise de Transferência de Propriedade consiste num conjunto de verificações que devem ser efetuadas, para que não ocorram, por exemplo, situações de aquisição de terrenos ou instalações contaminadas ou com resíduos tóxicos, produzidos pelo proprietário anterior, os quais poderiam representar custos significativos para o comprador potencial.

Tabela 3 : Adequação das técnicas de análise ambiental à transferência de propriedade.

Circunstância	Nome da técnica	Em caso de detecção de problema
Antes da aquisição	Análise de transferência de Propriedade	Análise detalhada de transferência de propriedade
Antes da construção	Estudo de impacto ambiental	Reformulação de sistemas operacionais
Após a entrada em funcionamento	Auditoria ambiental	Análise de Risco
Antes da venda	Análise de transferência de propriedade	Análise detalhada de transferência de propriedade

A tabela não inclui a técnica de Avaliação de Ciclo de Vida, porque esta ultrapassa o âmbito da instalação de produção, ou outra, mas abrange todos os processos envolvidos ao longo do ciclo de vida de um produto.

Algumas destas técnicas de análise ambiental constituem temas de outras aulas.

Análise de risco

Análise de Risco pode decompor-se na análise de risco para a saúde humana ou para os ecossistemas. No entanto, em termos gerais, esta técnica consiste em :

- Compilação de informações relativas aos produtos e processos que estão envolvidos no sistema cujo risco se pretende avaliar e sobre os diversos fatores que possam influenciar a exposição dos seres humanos ou outras espécies.
- Avaliar o risco associado a cada circunstância referida anteriormente.

A análise das substâncias químicas associadas ao projeto que se pretende aplicar e avaliar deve compreender a classificação de todas as substâncias que serão transportadas para o local, usadas durante a construção e manipuladas durante a fase de produção.

Cada substância química deve ser avaliada, no que diz respeito aos seus efeitos potenciais sobre as populações, devendo a análise de exposição considerar a caracterização dos mecanismos locais de dispersão. A análise de risco deve também caracterizar a distribuição da população no local, bem como as principais características da flora e da fauna locais, o que implica o acesso a :

- Dados sobre as características demográficas da região
- Síntese da literatura sobre fatores que possam influenciar as populações, relativamente aos tipos de exposição previstos

Integrando a informação sobre as substâncias e condições perigosas e sobre o tipo de exposição no local, a análise de risco determina o potencial para a ocorrência de efeitos sobre as populações na vizinhança do sistema analisado. Esta análise assume, assim, uma forte característica local.

Análise de risco

- fatores de risco
- potencial de efeitos tóxicos
- potencial para outros efeitos sobre a saúde
- equidade social

Avaliação de substâncias perigosas

- identificação de substâncias químicas emitidas;
- efeitos negativos para a saúde;
- efeitos crônicos;
- órgãos mais afetados;

Análise de exposição

- quantidade de contaminantes presentes no local
- mecanismos de transporte no ambiente
- populações em risco
- rotas de entrada dos contaminantes

Estudo de impacto ambiental

Um Estudo de Impacto Ambiental consiste na identificação e avaliação das consequências das ações humanas sobre o ambiente.

As metodologias associadas a estas análises variam de país para país e evoluem com o tempo. Entretanto, a base de estudo é fundamentalmente a mesma. Em primeiro lugar, encontra-se o fato do EIA requerer uma visão do ambiente como um conjunto de condições e de elementos que envolvem cada ser vivo. Nesta perspectiva, o ambiente não constitui apenas o *habitat* físico de um curso de água, por exemplo, mas inclui também a água, o solo, o ar e as plantas. Por outro lado, o ambiente é constituído por tudo o que rodeia o homem, incluindo os seres humanos (relações sócio-econômicas) e outros seres vivos e todos os processos e sistemas deles dependentes e que caracterizam a Vida.

O EIA constitui, assim, um esforço para:

- determinar a forma como as ações antrópicas modificam as entidades que rodeiam o ser humano (e em que condições) e a sua própria dinâmica;
- estabelecer critérios para avaliar o interesse de tais mudanças;
- minimizar algumas consequências através da otimização da técnica e dos métodos de gestão.

Em segundo lugar, enquanto técnica de apoio à decisão, a relevância EIA torna-se significativa para os decisores.

Em terceiro lugar, embora muitos dos componentes ambientais sejam quantificáveis, outros não o são tão facilmente. Pela sua natureza, estes fatores podem nunca ser quantificados, independentemente da evolução de novas ferramentas de análise. Assim, qualquer tentativa para restringir uma EIA a fatores quantificáveis pode levar a sérios erros de avaliação, embora o procedimento inverso possa ser considerado subjetivo. Conclui-se, assim, que, embora não possa ser realizada com total objetividade, um estudo de Impacto Ambiental constitui um instrumento de gestão preventiva de grande utilidade.

Em quarto lugar, deve ter-se em consideração que as tentativas de minimização de um impacto ambiental devem considerar a sua influência em todos os outros, devido à natureza iterativa e relacional da análise ambiental.

De acordo com esta visão global, o Estudo de Impacto Ambiental inclui quatro etapas principais :

- Utilizar o conhecimento existente sobre os processos incluídos no projeto para identificar os seus impactos diretos nos diversos componentes e na dinâmica do ambiente físico e social;
- Utilizar o conhecimento sobre a dinâmica das interações entre as componentes físicas, sociais e econômicas do ambiente para identificar impactos indiretos subsequentes;
- Aplicar um procedimento formal para avaliar os possíveis impactos ambientais que tenham sido identificados;
- Com base na avaliação dos impactos, implementar ou sugerir medidas que os minimizem ou compensem.

Auditoria ambiental

Durante as últimas décadas, a auditoria ambiental tem sido usada em diversas atividades econômicas, na indústria e pelos governos. Inicialmente, uma Auditoria Ambiental consistia num processo de verificação do cumprimento da legislação ambiental por parte da entidade auditada. Nos últimos anos, o significado do termo "Auditoria Ambiental" tornou-se mais abrangente, devido à dinâmica própria dos problemas

ambientais, levando ao aparecimento de auditorias especializadas, tais como a avaliação da eficiência de um determinado sistema de gestão ambiental sob a ótica, por exemplo, da norma ISO 14001.

No entanto, qualquer Auditoria Ambiental tem sempre um componente comum que é o diagnóstico ambiental, que deve ser efetuado de uma forma sistemática, bem documentado e objetivo.

A auditoria interna é uma ferramenta importante na área da Auditoria Ambiental, visto ser basicamente dirigido para o interior da organização. Nesta situação, é reconhecido que qualquer ação só é efetiva se reunir o interesse interno e da gestão da empresa.

A grande diferença entre este método e os métodos anteriormente analisados consiste nesta característica de diagnóstico interno, complementarmente à Análise de Risco ou ao Estudo de Impacto Ambiental, que analisam preferencialmente as consequências da atividade da empresa no ambiente exterior.

Em resumo, um programa de auditoria interna envolve os seguintes passos:

1. Desenvolvimento da metodologia da auditoria com o apoio da gestão.
2. Seleção e treino dos auditores.
3. Definição de prioridades, quanto aos sectores a auditar.
4. Definição de medidas corretivas de problemas encontrados.
5. Acompanhamento da aplicação das medidas corretivas.

Comparação entre as técnicas de análise ambiental

Após a descrição sucinta de algumas técnicas de análise ambiental utilizadas em organizações ou empresas, verifica-se que estas são complementares, tanto no âmbito da sua análise espacial como temporal.

As técnicas de Análise de Risco, de Análise de Impacto Ambiental e de Auditoria Ambiental focam a sua atenção numa organização, a qual, no caso de se tratar de uma unidade industrial, fabrica um produto. Assim, estas técnicas relacionam-se com o impacto ambiental associado à organização, em um determinado local, e em um determinado período de tempo. Por outro lado, a técnica de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV de produtos), a ser apresentada nas aulas 12 e 13, analisa os impactos ambientais de um produto ao longo de todo o seu ciclo de vida, sem limitações de ordem geográfica ou temporal.

A técnica de ACV responde assim à crescente necessidade de estender a responsabilidade ambiental dos produtos, ou seja, estender a análise do impacto ambiental à totalidade do ciclo de vida.

Considerando a cadeia de valor associada a um produto, a ACV constitui a principal técnica para apoiar a cadeia de gestão, dado que todos os processos são tomados em consideração.

Quanto à escala espacial abrangida, a ACV abrange um nível global relativamente à vida do produto. A Auditoria Ambiental é dirigida para a análise interna da empresa (ver aulas 10 e 11); O Estudo de Impacto Ambiental, analisa o impacto ambiental na região na qual se localiza a unidade produtiva (ver aula 15) e a Análise de Risco, tem uma abrangência maior, que pode estender-se a diversas fases do ciclo de vida (ver aula 5).

A técnica de ACV é, no entanto, considerada como uma das mais importantes ferramentas para promover a análise mais ampla sobre a eficiência ambiental dos produtos, estando na base de processos como o rótulo ecológico, o projeto de produtos para o ambiente, ou a produção mais limpa.

6.3. Bases para um sistema de Gestão Ambiental

Antes de empreender a elaboração de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) para a organização, a administração deverá levantar os seguintes questionamentos :

O SGA atenderá as necessidades dos clientes ou público alvo ?

O SGA vai colaborar com o cumprimento da legislação ?

No caso de uma resposta positiva, então basicamente quatro passos contínuos serão norteadores de sua realização (figura 1). Primeiramente, a Análise da situação ambiental da empresa ou “Onde se está com relação a meio ambiente ?” Na seqüência, o Estabelecimento de objetivos ou “Onde se quer chegar ?” Em seguida, o Estabelecimento de métodos ou “Como chegar ?” E, finalmente, a realização prática das ações ou “Realizar”.

O que caracteriza um SGA é a melhoria contínua, ou seja, os passos apresentados não tem fim. Após a realização é feita a análise da situação da empresa e assim sucessivamente.



figura 1

De modo mais detalhado, o desenvolvimento e implantação de um SGA em organizações produtivas passa por uma série de etapas contínuas, que podem ser assim resumidas :

- Estabelecimento de princípios e compromissos ambientais
- Revisão inicial das condições ambientais
- Estabelecimento da política ambiental
- Organização e pessoal
- Comunicação às partes interessadas
- Inventário de leis, normas e regulamentações
- Análise de conformidade
- Elaboração do sistema de gestão ambiental
- Manual, documentação e registros de gestão ambiental
- Controle operacional
- Ações corretivas e preventivas
- Auditorias Internas
- Revisões gerenciais

Estabelecimento de princípios e compromissos ambientais

Os princípios e compromissos ambientais devem expressar a disposição espontânea de uma organização em atuar interna e externamente, direta ou indiretamente, com responsabilidade ambiental, tanto nos processos e atividades peculiares à sua natureza produtiva, quanto em projetos e ações de interesse comunitário.

Os princípios e compromissos ambientais são os elementos orientadores e limitadores da política e do programa de gestão ambiental da organização. Por esse motivo, emanam do mais alto escalão da organização sob a forma de paradigmas organizacionais.

Por fim, para que obtenham os resultados práticos desejados, precisam ser amplamente divulgados, dentro e fora da organização, envolvendo todas as pessoas com as quais ela normalmente se relaciona.

Não constituem uma proposta mutável, a não ser em função do eventual comportamento de variáveis exógenas à organização, cujos efeitos a obriguem a algum tipo de revisão.

Estes princípios nortearão a futura política ambiental da organização que será concluída mediante a revisão inicial das variáveis ambientais.

Revisão inicial das condições ambientais

De acordo com a norma ISO 14001, o início do processo de elaboração de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) se dá pela elaboração de uma política ambiental. Nesta mesma norma é estabelecido que a política ambiental “deverá ser apropriada à natureza, escala e aos impactos ambientais da organização”. Se os impactos não são conhecidos, será difícil estabelecer uma política ambiental.

Assim sendo, a revisão inicial ou avaliação preliminar das condições ambientais de uma organização tem por objetivo identificar ou caracterizar o seu desempenho atual, de forma a estabelecer as bases sobre a qual será implementado o SGA. Com esta caracterização, o delineamento da Política Ambiental da organização, bem como a definição de objetivos e metas ambientais, serão efetuados com base na realidade da organização e não a partir exclusivamente de propostas idealistas ou teóricas.

Esta operação pode envolver visitas, entrevistas internas e externas, questionários e mesmo análises de conformidade legal com relação a eventuais processos e atividades nitidamente inadequados em termos de sua correção ecológica. Sua finalidade é:

- Requisitos legais
- identificar os aspectos ambientais da organização, ou seja, quais são os processos da organização que causam ou podem causar impactos ambientais negativos de alta expressão; e
- identificar os impactos ambientais adversos, reais ou potenciais, priorizando-os e identificando aqueles que possuem maior expressão.
- Exame das práticas e procedimentos ambientais existentes
- Avaliação de acidentes ambientais passados e não conformidades em relação à legislação, regulamentos, políticas e práticas anteriores à revisão

Com relação aos *requisitos legais*, é importante o conhecimento e arquivo de toda a legislação pertinente às atividades da organização. Este trabalho deve ser realizado pelo setor jurídico da mesma. Na inexistência, seria interessante a contratação de consultoria especializada para ajudar na pesquisa da legislação inerente à empresa. É muito importante atentar para a atualização dos textos legais.

Esta documentação envolve as licenças ambientais e a legislação relativa às suas atividades.

Ressalta-se que não somente a legislação é objeto desta revisão de aspectos legais. Outras práticas que a organização é obrigada a atender por obrigação contratual ou por iniciativa própria devem ser verificadas.

A *identificação dos aspectos e dos impactos ambientais*, deve contemplar as atividades normais de operação, atividades anormais (paradas gerais de manutenção e repartidas operacionais, por exemplo) e atividades de risco ambiental. Para identificar claramente os impactos ambientais, ocorrentes ou potenciais, os analistas devem verificar como os diferentes processos e atividades da organização podem gerar danos ao ar, à água, ao solo, à flora, à fauna e ao homem. Neste sentido, é recomendável analisar, no mínimo, situações:

- que envolvam a apropriação de recursos ambientais;
- que envolvam a transformação de recursos ambientais;
- que envolvam a geração de efluentes e resíduos de qualquer natureza;
- de emissão e de destinação de efluentes e resíduos de qualquer natureza;
- que envolvam o acondicionamento, o manuseio e o transporte de insumos, resíduos e descartes;
- que envolvam a geração de ruídos, vibrações, calor e luminosidade;
- de qualquer natureza que sejam realizados com materiais classificados como tóxicos e/ou perigosos;
- que envolvam o estado atual da vizinhança da unidade produtiva;
- que acarretem a concorrência do uso de recursos ambientais escassos;
- em que estejam associados riscos e possibilidade de acidentes.

É recomendável que os analistas construam uma árvore da transformação ambiental (diagrama de causa-efeito, conforme aula 5) ocorrente e prevista, com base nos aspectos ambientais e nos impactos deles derivados. Essa árvore, além de propiciar uma visão geral para todos os envolvidos, será um importante instrumento para o estabelecimento de ações corretivas e preventivas. Na seqüência, os aspectos e impactos ambientais identificados devem ser organizados de forma sistemática em matrizes para a classificação/hierarquização daqueles mais significantes (ver matriz de avaliação, aula 5).

Por sua vez, o *Exame das práticas e procedimentos ambientais existentes*, consiste em uma verificação se a organização já possui algum tipo de sistema de gestão, por exemplo, qualidade total. Para este caso,

estima-se que entre 40 e 50% do sistema já está realizado, necessitando apenas adaptações para a integração à ISO 14001.

Finalmente, no tocante à *Avaliação de acidentes ambientais e não conformidades anteriores à revisão* é importante resgatar todos os problemas observados antes da decisão de implantar o SGA. Para cada não-conformidade significativa em relação à legislação ou práticas não adequadas deverá haver um plano de monitoramento e controle para evitar reincidência. Os arquivos devem estar atualizados e disponíveis para auditorias internas.

Estabelecimento da política ambiental da organização

A partir dos princípios e compromissos estabelecidos, e com base na realidade constatada pela revisão ambiental preliminar, é elaborada a Política Ambiental da Organização.

Trata-se do documento estratégico da ação organizacional, onde são declarados os rumos e trajetórias que a organização irá tomar para realizar de forma ambientalmente sadia suas atividades produtivas.

A política ambiental da organização deve explicitar o atendimento das seguintes condições :

- Refletir realmente as intenções da direção
- Ser apropriada à natureza, escala e impactos ambientais da organização
- Incluir comprometimento de melhoria contínua
- Estabelecer meios para revisão dos objetivos e metas
- atender às legislações e normas vigentes no local
- Ser documentada e comunicada interna e externamente

Complementarmente, é aconselhável que constem da política ambiental os objetivos estratégicos ambientais da organização, bem como a motivação, a discussão e a forma com que devem ser estabelecidos e revistos.

Diferentemente dos compromissos e princípios ambientais, trata-se de um documento dinâmico, passível de análise e revisão em cada ciclo de gestão.

Vantagens

A organização pensa no assunto antes de elaborá-la
Evita o aparecimento de políticas informais
Ponto de referência para auditorias

Exemplo :

Nós, da empresa XXXXX acreditamos ser nosso compromisso compatibilizar nossas atividades com a conservação do Meio Ambiente, dentro dos princípios do Desenvolvimento Sustentável. Todas as nossas atividades, produtos e serviços devem estar em harmonia com o Meio Ambiente visando sua conservação para as gerações futuras. (**Filosofia**)

Nós nos empenhamos na divulgação de nosso comprometimento com a excelência ambiental em todos os níveis de nossas atividades. Para isto, mantemos um Sistema de Gestão Ambiental, com o objetivo de assegurar que nossas atividades atendam aos requisitos legais e aos nossos requisitos corporativos. Para suporte de nosso Sistema, promovemos programas de treinamento e conscientização para todos os nossos empregados. (**Comprometimento Corporativo**)

É nosso compromisso reduzir os impactos ambientais de nossos processos, produtos e serviços, a pesquisa de novas tecnologias, processos e insumos que minimizem esses impactos, e a contratação de fornecedores e prestadores de serviços que também tenham o mesmo comprometimento. (**Melhoria Contínua**)

Nós nos empenhamos na manutenção de um diálogo aberto com as autoridades ambientais, com a comunidade, com nossos clientes e com nossos fornecedores, buscando a troca de informações sobre questões ambientais relevantes. (**Comunicação com as partes interessadas**)

No sentido de avaliar nosso desempenho ambiental, nós nos comprometemos a realizar avaliações e auditorias periódicas, visando garantir nossa conformidade com os requisitos legais, nossos requisitos corporativos e com as boas práticas ambientais. Os resultados dessas avaliações e as ações decorrentes são difundidos internamente e para todas as partes interessadas. (**Monitoramento, documentação e comunicação**)

Na redação de uma política ambiental de uma organização é comum a formação de um grupo de pessoas da mesma que, baseadas em políticas de outras empresas, elaboram um texto quase sempre formado por frases de efeito, que no entanto, pouco tem a ver com as práticas e anseios da organização e dos organismos que a cercam. Este procedimento faz com que a política ambiental não reflita a real intenção da alta administração e termine por não se tornar efetiva. Portanto, melhor adotar uma política simples e realista, porém executável, do que partir para textos com grande conteúdo e pouca aplicabilidade.

Organização e pessoal

Em muitas oportunidades é aconselhável a criação de uma estrutura de Controle Ambiental no organograma da organização, onde participam representantes de todas as funções da organização e um membro da Alta Direção, a quem cabe presidir o comitê..

Segue-se a definição das atribuições, alçada de competência e normas da nova função, bem como a adaptação das normas existentes das demais funções, quando couber.

É importante considerar que muitas organizações já possuem atividades isoladas de controle ambiental. Nesses casos, são analisados todos os processos existentes, de forma a integrá-los à nova função, a qual será responsável pela sua gestão.

Comunicação às partes interessadas

A organização deve manter procedimentos para a comunicação interna entre os vários níveis organizacionais e o recebimento, tratamento da documentação e a resposta a comunicações das partes interessadas externas.

Inventário de leis, normas e regulamentações

Dois conjuntos de atividades merecem ser destacados pela importância de seus resultados :

- o inventário do aparato legal e normativo; e
- a análise de conformidade da organização face a esse aparato e aos efeitos ambientais que acarreta.

O inventário de normas, regulamentações e diplomas legais em geral, nacionais e internacionais, é da máxima relevância para os SGA. Deve-se salientar que a conformidade legal também considera o atendimento às normas internas da organização.

O desempenho e os resultados ambientais da organização devem ser compatíveis, no mínimo, com o estabelecido pela legislação de interesse em cada caso.

Os SGA postulam a padronização desse desempenho, acompanhada por um processo paralelo de melhorias sistemáticas. Ambos - padronização e melhoria - evidentemente devem atender aos preceitos legais vigentes e às auto-determinações da organização.

O inventário efetuado deve conter a listagem de todos os diplomas legais e normas internas, classificados segundo suas finalidades. É bastante proveitoso, do ponto de vista ambiental, efetuar uma segunda classificação desse material segundo os fatores ambientais básicos a que se referem - Ar, Água, Solo, Fauna, Flora, Energia e Homem.

Internamente, outras classificações secundárias podem ser efetuadas, de acordo com a natureza do negócio da organização, a natureza de sua clientela, seus produtos, seus processos, seus serviços etc. Todas as classificações efetuadas devem ter como finalidade subsidiar as demais funções organizacionais em seus processos, atividades e decisões.

O produto desse inventário consiste em um catálogo classificado de diplomas legais, o qual é sistematicamente atualizado para subsidiar a atualização dos padrões de desempenho da organização.

Existem no mercado diversas empresas que disponibilizam a legislação de interesse para as diversas tipologias organizacionais.

6.4. Análise de conformidade

A análise de conformidade traz os seguintes benefícios para a organização:

- Habilita a organização a avaliar sua posição atual em relação à legislação ambiental, e ampliar seus resultados ambientais.
- Oferece meios efetivos para que a organização trabalhe em direção à conformidade legal, tanto em relação à legislação existente, quanto à futura.
- Oferece meios efetivos para que a organização possa garantir as condições adequadas de gestão de longo prazo de seus impactos ambientais (benéficos e adversos), e escolher os caminhos e as linhas de conduta futuras de suas ações.
- Beneficia o perfil e a imagem da organização diante de seus funcionários, investidores, vizinhos e clientes, particularmente os pertencentes ao mercado externo.
- Oferece à organização meios complementares para beneficiar seu desempenho ambiental e reduzir a manifestação e as conseqüências de fenômenos ambientais adversos.
- Amplia as relações da organização com a comunidade ambiental nacional e internacional.

Afora esses benefícios, a análise da conformidade legal da organização é elemento fundamental de um SGA e constitui uma etapa básica para a institucionalização da função Gestão da Qualidade Ambiental.

Na parte concernente à análise dos efeitos ou impactos ambientais referentes à presença da organização, a abordagem é outra. Essa análise, em complemento à inspeção ambiental inicialmente realizada, busca identificar com mais detalhes os impactos ocorrentes e previstos, diretos e indiretos, provenientes de suas atividades, processos, produtos e serviços. Esses eventos, organizados em um conjunto de adversidades e outro de benefícios ambientais, devem ser priorizados segundo quatro atributos fundamentais:

- a intensidade, ou seja, a magnitude da transformação ambiental que acarretam.
- a duração, ou seja, o prazo de tempo em que são previstos seus efeitos.
- a amplitude biofísica e antrópica de seus efeitos sobre fatores ambientais.
- a carência, ou seja, o tempo que o evento leva para que seus efeitos sejam percebidos e sentidos, uma vez estabelecido o quadro em que se pode manifestar.

Para as adversidades ambientais, especial atenção deve ser dada aos seguintes resultados ambientais de uma organização:

- Emissões controladas e não controladas de efluentes gasosos na atmosfera.
- Emissões controladas e não controladas de efluentes líquidos nos corpos receptores.
- Gerenciamento de resíduos sólidos, envolvendo as fases de geração, manuseio, condicionamento, estocagem temporária, processamento, tratamento (físico-químico e incineração), transporte e destinação.
- Formas de apropriação e uso de recursos ambientais, como ar, água, terra, solo, minerais, madeira e energia.
- Geração de ruído, particulado em suspensão, geração de odores, iluminação, vibração e efeitos estéticos.
- Grau de transformação da qualidade ambiental da região que afeta, através de impactos específicos sobre os diversos segmentos ambientais.
- Imagem ambiental da organização segundo a percepção de seus vizinhos, funcionários e clientes.

Todos esses aspectos devem ser focalizados tanto pelo fato de já estarem sucedendo, quanto pelo fato de sua possibilidade de ocorrência futura, de forma a que medidas proativas possam ser programadas para atenuar ou mesmo anular as suas conseqüências não desejáveis. Ademais, cada adversidade ou benefício ambiental deve ser focalizado em termos da operação da organização, ou seja, se suas manifestações decorrem de:

- Condições normais de operação.
- Condições anormais de operação.
- Incidentes, acidentes e situações de emergência.
- Atividades passadas, atuais ou futuras.

Elaboração do programa de gestão ambiental

O programa de gestão ou plano de ação de uma organização envolve todas as suas funções empresariais, à luz dos princípios e compromissos ambientais que estabeleceu, e com base na política ambiental aprovada. O seu universo deve ser limitado temporal e fisicamente. Ele é um instrumento dinâmico, sistemático, que contém objetivos funcionais e metas ambientais deles decorrentes, abrangendo um intervalo de tempo (o triênio é um prazo razoável) e, dentro dele, todos os processos e atividades realizados pela organização, bem como todos os projetos de desenvolvimento e de novos produtos e serviços.

Tal plano deve ser consolidado em duas partes:

- a que se refere à organização tal como ela é;
- a que se refere à organização pretendida, em função de desenvolvimentos já programados.

O plano de ação deve contemplar todas as adversidades ambientais constatadas e potenciais, organizando-as segundo a sua natureza. Isto significa que o programa de gestão ambiental deve ser dividido em subprogramas, contendo medidas, ações e decisões consideradas necessárias relativas aos ambientes físico, biológico e antrópico (outras classificações podem ser aplicadas, desde que possuam abrangência total).

Para cada subprograma são estabelecidos objetivos e metas ambientais, bem como projetos, ações corretivas e recomendações institucionais. Além do mais, embora as normas não façam qualquer menção, é importante que conste do plano os principais agentes externos à organização, cujas ações e decisões possam afetar os resultados esperados da Gestão da Qualidade Ambiental.

O plano de ação é, em síntese, um instrumento gerencial que pretende auxiliar à organização a consolidar um cenário futuro com desempenho e resultados ambientais otimizados.

Ele deve ser avaliado em cada ciclo da gestão ambiental, no todo ou em parte. Esse ciclo pode ter a duração de 6 ou 12 meses, dependendo dos prazos dos objetivos e metas estabelecidos e do grau de sucesso alcançado.

Manual, documentação e registros de gestão ambiental

A gestão ambiental deve ser expressa formalmente, de modo que a organização disponha de todos os elementos da função em um único documento. Em princípio, ele deve conter:

- Os princípios e compromissos ambientais da organização;
- A Política Ambiental da organização;
- O programa de gestão ambiental da organização;
- As normas da função gestão da qualidade ambiental;
- A legislação nacional e internacional pertinente às atividades e processos típicos da organização, assim como requisitos internos de funcionamento;
- A estrutura orgânica da função;
- As atribuições da função gestão ambiental e os responsáveis;
- Os padrões de desempenho e de resultados da organização;
- A descrição dos equipamentos e sistemas, existentes e previstos, que passarão a ser geridos pela função;
- Os indicadores e variáveis ambientais de monitoração, indicando a periodicidade das aferições, o responsável pelas aferições, e os meios de divulgação dos resultados;
- A descrição do relatório de desempenho ambiental;
- A descrição dos processos de ações corretivas.

Tabela 4 : exemplo de apresentação de um plano de ação

Aspectos ambientais	Impactos**	Requisitos legais	Crítérios internos de desempenho	Objetivos	Metas	Ação*	Prazos	Custos	Responsável
Emissões de particulado	Poluição do ar	Padrões de qualidade do ar e padrões de emissão	Padrões de emissão internacionais	Controlar as emissões	Assegurar total atendimento aos requisitos legais		12 meses	R\$ xx	Profissional ou setor responsável
Odor	Incômodo à comunidade	Nível de percepção do odor	Reclamação zero	Estabelecer um canal de comunicação com a comunidade e implementar a melhor tecnologia disponível	Receber 100 avaliações positivas por parte da comunidade		6 meses	R\$ xx	Profissional ou setor responsável
Geração de resíduos perigosos	Contaminação do solo	Normas de classificação, armazenamento e destinação de resíduos	Não aplicável	Minimizar a geração de resíduos perigosos	Reduzir 20% da geração		6 meses	R\$ xx	Profissional ou setor responsável

* Ação : as medidas a serem adotadas para atingir a meta estabelecida

** A priorização dos impactos deverá ser feita baseada em matrizes de impactos (aula 5)

A periodicidade e estrutura dos Relatórios de Desempenho Ambiental é estabelecida em decorrência do seu teor e, conseqüentemente, podem ser variáveis.

A estrutura básica desses relatórios, no entanto, pode ser padronizada. A título de exemplo, segue uma possível organização:

- Síntese do desempenho e dos resultados ambientais da organização, salientando os principais benefícios e adversidades ambientais ocorrentes e previstos.
- Prognóstico do desempenho ambiental da organização, tendo em vista o quadro ocorrente identificado, eventuais projetos de desenvolvimento da organização e o comportamento esperado das principais variáveis ambientais críticas externas à organização.
- Identificação do quadro de desempenho ambiental ocorrente, ou seja, o cenário atual monitorado pelo controle operacional. Esse quadro deve ser apresentado para cada uma das funções organizacionais.
- Situações de não-conformidade detectadas e previstas, por função organizacional já instituída.
- Ações corretivas propostas e implementadas, com uma síntese dos resultados obtidos.
- Recomendações e conclusões.

Os Relatórios apresentam clientela diversificada, interna e externa à organização, a saber:

- Gestores das demais funções.
- Assessorias superiores.
- Órgãos ambientais estaduais.
- Associações ambientalistas.
- Universidades.

Evidentemente, para cada tipo de cliente ele será encaminhado com formato e conteúdo adequados.

Além de se constituir em um instrumento básico da gestão ambiental, em uma memória da performance ambiental da organização, sua finalidade é a de tornar transparente esse desempenho, além de demonstrar a sensibilidade da organização face às questões ambientais de sua área de influência.

O relatório é, assim, um instrumento gerencial, informativo, técnico, comercial e mercadológico.

Controle operacional

A implantação do SGA consiste na realização controlada das ações que permitirão atingir dos objetivos estratégicos estabelecidos pela política ambiental aprovada.

O controle operacional garante a realização dos cenários, conforme caracterizados no plano de ação. A cada desvio previsto ou identificado em qualquer nível ou função da organização, ações corretivas são solicitadas ou propostas, de forma a reconduzir o desempenho e os resultados da organização ao cenário ambiental perseguido.

Os desvios de resultados são identificados através do monitoramento de variáveis e indicadores ambientais (ver aula 14) previamente estabelecidos, envolvendo o comportamento da água, do ar, do solo, da flora, da fauna, do homem e o consumo de energia, dadas as adversidades ambientais passíveis de ocorrência por força da natureza dos processos, atividades, produtos e serviços realizados pela organização.

O plano de ação deve propiciar a esses fatores condições ambientais adequadas para que não tenham as suas funcionalidades afetadas e não apresentem comportamento incompatível com a estabilidade ambiental da região influenciada pela organização.

Outra responsabilidade do controle operacional é a realização de prognósticos para o desempenho e resultados ambientais da organização, de modo a que o plano possa ser eventualmente adequado a novas conjunturas externas à organização. Nesse processo, atenção especial deve ser dada ao comportamento dos agentes de cenário futuro identificados. Merece destacar ainda as atividades e serviços realizados por

terceiros. Os mesmos critérios e padrões de desempenho precisam ser mantidos. Dessa maneira, o controle operacional também atuará na linha de produção ou de serviços realizados fora da organização, mantendo as mesmas normas de procedimento e requerendo os mesmos padrões de desempenho. O controle operacional atua ainda sobre equipamentos e sistemas físicos de proteção ambiental. Verifica a operacionalidade dos mesmos, a sua compatibilidade tecnológica com os processos sobre os quais atuam, e afere a calibragem de equipamentos de forma a garantir a qualidade dos seus resultados e das informações que geram.

Ações corretivas e preventivas

A ação corretiva trata de problemas identificados no presente como tendo ocorrido e persistido e proporciona aprendizado e melhoria reais para o futuro. Já ação preventiva trata de problema antecipado no presente como possível de vir a acontecer e proporciona aprendizado e melhoria virtual para o futuro.

Podem se resumir apenas em melhoria de padrões de desempenho e em mudanças de procedimentos. No entanto, podem ser ações de curto prazo (até seis meses), envolvendo recursos e custos.

Basicamente, esses procedimentos constam de:

- Caracterização da não-conformidade.
- Programação da ação corretiva, constando de recursos, tecnologias demandadas, prazos, resultados finais esperados, pontos de controle e responsável pela sua implantação.
- Registro de mudanças de procedimentos decorrentes da ação corretiva.

Auditorias Internas

As auditorias ambientais são processos periódicos de inspeções e levantamentos detalhados acerca do nível de conformidade atingido pela organização e dos impactos ambientais dela resultantes, ocorrentes e previstos. Tem-se assim as auditorias de conformidade legal e as auditorias de impactos ambientais.

Esses processos podem ser realizados através de equipes próprias (auditoria interna ou de primeira parte) e de empresas contratadas especificamente para essa finalidade (auditoria externa, de segunda ou terceira parte²⁷).

Uma auditoria ambiental pressupõe a existência de procedimentos próprios para a sua realização. Suas finalidades básicas são:

- Determinar se as atividades do SGA estão em conformidade com o programa ambiental aprovado e estão sendo implementadas de maneira eficiente.
- Determinar a eficiência do SGA no cumprimento da Política Ambiental da organização.

Os procedimentos de uma auditoria pressupõem a existência de um plano de auditoria. Esse plano identifica as atividades, os processos e áreas a serem examinados, envolvendo estruturas empresariais, procedimentos administrativos e operacionais, processos e operações, sistemas de proteção ambiental, documentos e relatórios, e desempenho e resultados ambientais.

A frequência das auditorias em atividades e áreas específicas é função da importância ambiental das mesmas, ou seja, o nível de interferência que apresentam quanto à estabilidade ambiental da região influenciada pela organização e dos resultados das últimas auditorias efetuadas.

O relatório final de uma auditoria ambiental deve conter:

- O nível de conformidade dos componentes do SGA, com detalhamento dos pareceres e de eventuais exigências, identificando perfeitamente os fatos que as motivaram.
- A eficiência do SGA para atingir os objetivos e metas estabelecidos pelo plano de ação.
- Os resultados das ações corretivas recomendadas nas auditorias anteriores.
- Relato de eventuais não-conformidades.

²⁷ De segunda parte : quando a auditoria é realizada por uma organização sobre outra com propósitos próprios, caso típico de auditoria de fornecedores;

De Terceira parte : quando uma organização independente (de terceira parte) efetua a auditoria sobre outra organização. São tipicamente as auditorias de certificação.

- Recomendações para ações corretivas.
- Conclusões.

Revisões gerenciais

Sem apoio da alta administração a implantação de um sistema de gestão ambiental não terá sucesso. Ela deve ser um elemento atuante no sistema e, sobretudo incentivadora.

“ A alta administração da organização deve analisar o sistema de gestão ambiental, em intervalos planejados, para assegurar sua continuada adequação, pertinência e eficácia. Análises devem incluir a avaliação de oportunidades de melhoria e a necessidade de alterações no sistema de gestão ambiental, inclusive da política ambiental e dos objetivos e metas ambientais. Os registros das análises pela administração devem ser mantidos.

As entradas para análise pela administração devem incluir:

- Resultados das auditorias internas e das avaliações do atendimento aos requisitos legais e outros subscritos pela organização;
- Comunicação proveniente de partes interessadas externas, incluindo reclamações
- O desempenho ambiental da organização
- Extensão na qual foram atendidos os objetivos e metas
- Situação das ações corretivas e preventivas
- Ações de acompanhamento das análises anteriores
- Mudança de circunstância, incluindo desenvolvimentos em requisitos legais e outros relacionados aos aspectos ambientais
- Recomendações de melhoria

As saídas da análise pela administração devem incluir quaisquer decisões e ações relacionadas a possíveis mudanças na política ambiental, nos objetivos, metas e em outros elementos do sistema de gestão ambiental, consistentes com o comprometimento com a melhoria contínua” (NBR ISO 14001/2004)

6.5. Bibliografia

O texto apresentado é adaptação das seguintes bibliografias :

- Cajazeira, J. E. R. ISO 14001 – Manual de implantação. Rio de Janeiro : Qualitymark Editora Ltda, 1998.
- Ferrão, P. C. Introdução à gestão ambiental : avaliação do ciclo de vida de produtos. Lisboa : IST Press, 1998.
- Macedo, R .K. *Gestão Ambiental: os instrumentos básicos para a gestão ambiental de territórios e de unidades produtivas*. Rio de Janeiro: ABES: AIDIS, 1994.
- www.inmetro.gov.br, Acessado em abril de 2005.

6.6. Anexo

Série ISO 14000

A convergência do meio ambiente e da economia faz com que os recursos naturais do planeta sejam considerados como um capital ; desta forma deve-se tentar viver de juros, e não do consumo constante do capital.

O grande desafio que se apresenta depois do início da década de 80 é de aproximar os parceiros sócio-econômicos e políticos da comunidade internacional em torno de um projeto concreto para conciliar as necessidades econômicas, sociais e ambientais.

A iniciativa da Organização Internacional de Normatização (ISO) na área do meio ambiente nasceu da constatação do comitê técnico ISO 9000 que o respeito ao meio ambiente deve se integrar na gestão de um organismo. Esta constatação originou o projeto de normas da série ISO 14000.

Apresentamos abaixo algumas questões pertinentes ao desenvolvimento e implantação da série de normas ISO 14000.

01. O que significa a sigla ISO?

ISO significa Organização Internacional para Normalização (International Organization for Standardization) localizada em Genebra, Suíça, fundada em 1947.

A sigla ISO é uma referência à palavra grega ISO, que significa igualdade.

O propósito da ISO é desenvolver e promover normas e padrões mundiais que traduzam o consenso dos diferentes países do mundo de forma a facilitar o comércio internacional. A ISO tem 119 países membros. A ABNT é o representante brasileiro.

A ISO trabalha com 180 comitês técnicos (TC) e centenas de sub-comitês e grupos de trabalho.

02. O que é a série ISO 14000

A série ISO 14.000 é composta pela norma ISO 14.001 (a única norma que permite a certificação) e um conjunto de normas complementares.

A ISO 14001 é uma norma de gerenciamento, não é uma norma de produto ou de performance. É um processo de gerenciamento das atividades da companhia que têm impacto no ambiente. Dentre as principais características da ISO 14001, pode-se destacar :

- Ela é compreensiva : todos os membros da organização participam na proteção ambiental, envolvendo todos os clientes, os funcionários, os acionistas, os fornecedores e a sociedade ("stake-holders"). São utilizados processos para identificar todos os impactos ambientais. A norma ISO 14.001 pode ser utilizada por qualquer tipo de organização, industrial ou de serviço, de qualquer porte, de qualquer ramo de atividade.
- Ele é pró-ativa : seu foco é na ação e no pensamento pró-ativo, em lugar de reação a comandos e políticas de controle do passado.
- Ela é uma norma de sistema: ela reforça o melhoramento da proteção ambiental pelo uso de um único sistema de gerenciamento permeando todas as funções da organização.

O sistema de gerenciamento ambiental previsto pela norma contém os seguintes elementos :

- Uma política ambiental suportada pela Alta Administração;
- Identificação dos aspectos ambientais e dos impactos significativos;
- Identificação de requisitos legais e outros requisitos;
- Estabelecimento de objetivos e metas que suportem a política ambiental;
- Um programa de gerenciamento ambiental;
- Definição de papéis, responsabilidades e autoridade;
- Treinamento e conhecimento dos procedimentos;
- Processo de comunicação do sistema de gerenciamento ambiental com todas as partes interessadas;
- Procedimentos de controle operacional;
- Procedimentos para emergências;
- Procedimentos para monitorar e medir as operações que tem um significativo impacto ambiental;
- Procedimentos para corrigir não conformidade;
- Procedimentos para gerenciamento dos registros;

- Programa de auditorias e ação corretiva;
- Procedimentos de revisão do sistema pela alta administração.

É um processo que contém os elementos importantes do gerenciamento de uma empresa para identificar os aspectos significativos relativos a meio ambiente que a empresa pode influenciar e controlar.

03. Como surgiram as normas ISO 14.000?

O estabelecimento de um sistema de gerenciamento ambiental não é uma atividade simples. Deve ser investido tempo no seu planejamento.

Os primeiros passos foram dados na conferência das nações unidas realizada em Estocolmo (Suécia) no ano de 1972. entretanto, o assunto passou a ser tratado com prioridade a partir da Conferência das Nações Unidas realizada no Rio de Janeiro em 1992. Outro passo importante foi a publicação pela Bristish Standard Institution da norma BS-7750, uma norma sobre gerenciamento ambiental que serviu de base para a ISO 14.000.

04. Que tipo de informação é encontrada na série ISO 14000?

A ISO 14000 ajuda qualquer organização a tratar o meio ambiente de uma forma sistemática, melhorando portanto a sua "performance". Uma alta prioridade da norma é a proteção dos empregados, através do cumprimento de toda a legislação e regulamentos. A norma prevê o estabelecimento de metas e objetivos que são acompanhados nas auditorias internas e nas avaliações da alta administração. a norma dá uma atenção especial à comunicação com todos os "stake-holders".

05. Como foram desenvolvidas as normas ISO 14000?

Foram desenvolvidas pelo comitê técnico TC-207 da ISO, formado por representantes dos países membros. Os trabalhos foram realizados no período de 1993 a 1996, quando foram publicadas as primeiras normas. Com a experiência adquirida com as normas ISO 9000, os trabalhos foram realizados num prazo menor que daquela norma. Outras normas encontram-se em estágio de elaboração. As normas passam por diferentes estágios até a sua aprovação.

No Brasil elas foram desenvolvidas (traduzidas) pela ABNT, recebendo a denominação NBR ISO 14001, 14004...

06. Com que frequência elas são revisadas?

As primeiras normas da série foram publicadas em 1996. A exemplo do que ocorre com as normas ISO 9000, espera-se que elas sejam revisadas a cada cinco anos. Por exemplo, A ISO 14001 foi apresentada em 1996 e em dezembro de 2004 foi revisada.

07. Qual é o impacto da ISO 14000 nos negócios ?

Não há dúvidas de que a conscientização do público com os aspectos ambientais faz com que as organizações que levam ISO em conta tenham uma vantagem competitiva em relação às demais. Os produtos terão uma utilização mais segura, minimizando os desperdícios e aumentando a proteção ambiental. Se o consumidor pode escolher entre dois produtos com preço e qualidade similar, certamente ele dará prioridade a produtos que não afetem o meio ambiente de forma danosa. A sociedade, através dos seus legisladores, tem colocado cada vez mais restrições do ponto de vista ambiental para as empresas. As seguradoras já passam a avaliar os riscos de acidentes ambientais na estipulação de prêmios de seguros. Órgãos de financiamento internacionais, como BID, tem exigido o preenchimento de relatórios ambientais.

A ISO 14000 permite a empresa demonstrar que tem uma preocupação com o ambiente. Apesar da norma ser voluntária, o mercado passará a exigir a sua utilização. A sua Implantação também proporcionará economias para as empresas, através da redução do desperdício e do uso dos recursos naturais. A ISO 14000 dá ênfase ao melhoramento contínuo, o que proporcionará economias crescentes à medida que o sistema está em funcionamento.

08. Por que as empresas estão implantando sistemas de gerenciamento ambiental?

Os principais objetivos são:

- Redução de riscos com multas, indenizações, etc.

- Melhoria da imagem da empresa em relação a performance ambiental.
- Melhoria da imagem da empresa quanto ao cumprimento da legislação ambiental.
- Prevenção da poluição
- Redução dos custos com a disposição de efluentes através do seu tratamento.
- Redução dos custos com seguro.
- Melhoria do sistema de gerenciamento da empresa.

09. A minha empresa precisa implantar a ISO 14000?

Para decidir é preciso responder às questões :

- Vai melhorar a performance ambiental?
- Vai promover melhoria na eficiência operacional?
- Vai ser requerido ou encorajado pelos órgãos governamentais ou de classe?
- Vai ser solicitado pelos clientes?
- Há expectativa da sociedade?
- Qual a análise de custo/benefício?

10. O que significa obter a certificação ISO 14000?

Significa que o Sistema de Gerenciamento Ambiental da Empresa foi avaliado por uma entidade independente reconhecida por um organismo nacional de acreditação, e considerado de acordo com os requisitos da norma ISO 14001.

11. Qual a validade da certificação?

O certificado tem validade de 3 anos. Após esse prazo ele precisa ser renovado. Além disso a cada 6 meses o sistema é auditado para verificar se ele continua a atender aos requisitos da norma. O certificado poderá não ser revalidado se a empresa deixar de cumprir os requisitos.

12. Qual a diferença entre certificação e acreditação?

Certificação é um procedimento pelo qual uma entidade de terceira parte dá uma garantia escrita de que um produto, processo ou serviço está conforme os requisitos especificados.

Acreditação (ou credenciamento) é um procedimento pelo qual uma autoridade nacional dá reconhecimento formal de que uma entidade é competente para conceder a certificação. No Brasil o INMETRO é o órgão acreditador (credenciador).

13. Quais são as etapas necessárias para a certificação?

01. Comprometimento da alta administração.
02. Seleção e designação formal de um coordenador.
03. Treinamento do coordenador.
04. Formação do Comitê de coordenação.
05. Treinamento dos diretores, gerentes e supervisores.
06. Elaboração e divulgação da política ambiental.
07. Palestra sobre meio ambiente para todos os funcionários e divulgação constante do assunto ambiente.
08. Levantamento da legislação ambiental. No caso de empresas exportadoras, deve ser feito um estudo da legislação do país cliente.
09. Levantamento dos aspectos ambientais
10. Definição dos impactos ambientais e sua significância
11. Estudo de cada um dos requisitos da norma.
12. Diagnóstico da empresa em relação a esses requisitos e elaboração do programa de gerenciamento ambiental (opção : a empresa poderá realizar a revisão ambiental inicial, que fornecerá subsídios para o plano de gerenciamento ambiental).
13. Elaboração de procedimentos e instruções operacionais com a participação dos funcionários.
14. Elaboração do manual do gerenciamento ambiental.
15. Treinamento dos funcionários na documentação.
16. Formação dos auditores internos.
17. Realização das auditorias internas.
18. Implantação das ações corretivas para as não conformidades.

19. Seleção da entidade certificadora.
20. Realização da pré-auditoria

14. Quais os benefícios da implantação da ISO 14000?

O mais óbvio benefício é uma padronização mundial para as ações relativas a meio ambiente. Do ponto de vista comercial, são harmonizadas as leis internacionais, evitando barreiras comerciais, não tarifárias. Ela promoverá a melhoria ambiental, através do atendimento a regulamentos e da demonstração do comprometimento com o gerenciamento ambiental.

a) para a empresa:

- Assegurar o cumprimento da legislação;
- Estabelecer uma política ambiental para toda a empresa;
- Redução de riscos referentes a acidentes ambientais;
- Obter o reconhecimento do público e dos clientes para o esforço de preservação ambiental;
- Melhorar os métodos de gerenciamento
- Reduzir o desperdício do uso de recursos naturais
- Reduzir os efluentes e o custo com o seu tratamento.
- Assegurar o cumprimento da legislação;
- Estabelecer uma política ambiental para toda a empresa;
- Redução de riscos referentes a acidentes ambientais;
- Obter o reconhecimento do público e dos clientes para o esforço de preservação ambiental;
- Melhorar os métodos de gerenciamento
- Reduzir o desperdício do uso de recursos naturais
- Reduzir os efluentes e o custo com o seu tratamento.

b) para os clientes:

- Confiança no produto fornecido pela empresa
- Confiança de que a empresa dá prioridade aos aspectos ambientais.
- Menor risco de acidentes ambientais
- Maiores informações sobre a empresa quanto a aspectos ambientais.

15. Que orientação posso obter para implantar a ISO 14000 ?

A ISO publicou uma série de normas que complementam as normas básicas, orientando a sua implementação. Segue relação de todas as normas ISO sobre o assunto :

Assunto	Normas ISO
Sistema de gerenciamento ambiental	14001, 14004
Auditoria ambiental	14010*, 14011*, 14012*, 14013, 14014, 14015
Rotulagem ambiental	14020, 14021, 14022, 14023, 14024
Avaliação de performance ambiental	14031, 14032
Avaliação de ciclo de vida	14040, 14041, 14042, 14043
Glossário	14050
Aspectos ambientais nas normas de produtos	15060

* Substituídas pela Norma ISO 19011.

16. Como foi estruturada a certificação no Brasil

Consciente da necessidade de dispor de documentos normativos específicos para iniciar o processo de credenciamento e certificação na área ambiental, o INMETRO, Autarquia Federal do Ministério da Indústria, do Comércio, como responsável pelo credenciamento no Sistema Brasileiro de Certificação (SBC), decidiu em 1995, propor ao Comitê Brasileiro de Certificação (CBC) a criação da Comissão Técnica de Certificação Ambiental (CCA), cujo objetivo principal seria a elaboração daqueles documentos.

O Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO, através da resolução nº 3/95, determinou a criação da CCA, a qual deveria ser constituída pelos diversos segmentos da sociedade brasileira, com a missão de juntamente com o INMETRO, preparar os documentos normativos para :

- Credenciamento de organismos de certificação de sistemas de gestão ambiental ;
- Certificação ambiental de produtos ;

- Qualificação, certificação e registro de auditores ambientais.

Constituída por cerca de 35 instituições, a CCA concluiu, no final de 1996, a elaboração dos seguintes documentos :

- Critérios para o credenciamento de organismos de certificação de sistemas de gestão ambiental
- Critérios para o credenciamento de organismos de treinamento de auditores ambientais
- Critérios para a certificação de auditores de sistemas de gestão ambiental

Atualmente a CCA está atuando na adequação dos documentos normativos aos critérios internacionais, referentes ao Credenciamento de Organismos de Certificação de SGA e a Qualificação/Certificação de Auditores Ambientais, consensados nos Fóruns do “International Accreditation Forum (IAF)” e “International Auditor and Training Certification Association (IATCA)”, respectivamente, com vistas ao reconhecimento internacional do SBC. O INMETRO é membro ativo destes dois foros internacionais.

17. Como escolher uma entidade certificadora?

A Certificação é o processo pelo qual a empresa procura demonstrar para seus clientes que tem um sistema de qualidade implantado.

Para escolher a entidade certificadora, procure ouvir seus clientes para ver se eles tem alguma preferência.

Se a sua empresa exporta produtos, procure escolher uma empresa que seja bem conhecida nos países que compram seus produtos.

18. Quais os organismos de certificação existentes no Brasil?

No Brasil o INMETRO é o responsável pela fiscalização (acreditação) dos organismos certificadores.

Os seguintes organismos de certificação atuam no Brasil:

Nº	Nome	País	Estado	Cidade	Bairro
0001	BVQI do Brasil Sociedade Certificadora Ltda	Brasil	RJ	Rio de Janeiro	Centro
0002	ABS - Quality Evaluations Inc.	Estados Unidos	SP	Houston	Northcase Drive
0002	ABS - Quality Evaluations Inc.	Brasil	SP	São Paulo	Vila Olímpia
0003	Det Norske Veritas Certificadora Ltda. - DNV	Brasil	RJ	Rio de Janeiro	Centro
0004	Fundação Carlos Alberto Vanzolini - FCAV	Brasil	SP	São Paulo	Lapa
0005	DQS do Brasil Ltda	Brasil	SP	São Paulo	Santo Amaro
0006	IRAM - Instituto Argentino do Normalización	Argentina		Buenos Aires	-
0007	Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT	Brasil	RJ	Rio de Janeiro	Centro
0008	Lloyd's Register do Brasil Ltda	Brasil	RJ	Rio de Janeiro	Glória
0008	Lloyd's Register do Brasil Ltda	Brasil	SP	São Paulo	Vila Olímpia
0009	Instituto de Tecnologia do Paraná - TECPAR	Brasil	PR	Curitiba	-
0010	BRTÜV Avaliações da Qualidade Ltda	Brasil	SP	Barueri	Alphaville
0011	SGS ICS Certificadora Ltda	Brasil	SP	São Paulo	Brooklin
0012	UL Underwriters Laboratories Inc	Estados Unidos	NY	Melville	-
0012	UL Underwriters Laboratories Inc	Brasil	SP	São Paulo	Vila Olímpia
0013	UCIEE - União Certificadora	Brasil	SP	São Paulo	-
0014	RINA - S.p.A.	Itália	GE	Genova	Liguria
0014	RINA - S.p.A.	Brasil	SP	São Paulo	Moema
0015	Perry Johnson Registrars, Inc	Estados Unidos	MICHIGAN	Southfield	-
0016	BSI Management Systems	Brasil	SP	São Paulo	Brooklin
0016	BSI Management Systems	Estados Unidos	VIRGINIA	Reston	-
0017	LATU Sistemas S/A	Uruguai		Montevideu	-
0018	TUV RHEINLAND BRASIL	Brasil	RJ	Rio de Janeiro	Castelo
0019	CERTA - Certificadores Associados Ltda	Brasil	SP	Floradas São	São José

				José	dos Campos
0020	Germanischer Lloyd Certification South America Ltda. - GLC	Brasil	SP	São Paulo	Pompéia

Fonte : www.inmetro.gov.br/organismos (25/04/2005)

19. Qual é a relação entre a ISO 14000 e o programa atuação responsável (responsible care) ?

A ISO 14000, assim como a ISO 9000, dá muita ênfase à documentação e ao seu controle, o que não é reforçado pelo programa atuação responsável.

A ISO 14001 cobre cerca de 20% dos 152 elementos códigos do atuação responsável. Não trata dos seguintes aspectos:

- Segurança e saúde do trabalhador ;
- Envolvimento com a comunidade ;
- “Product stewardship”;
- Avaliação de Segunda parte;
- Desenvolvimento de novos produtos;
- Transporte;
- Pró-ação no desenvolvimento de políticas públicas.

Entretanto o programa atuação responsável não é específico o suficiente para atender aos requisitos de uma certificação. abrange apenas 25 % dos elementos da ISO 14001.

A ISO 14001 é mais prescritiva que o atuação responsável nos seguintes itens:

- Elementos de uma política ambiental
- Treinamento ambiental
- Inventário de aspectos ambientais das operações
- Procedimento para controle de documentos
- Responsabilidades e papéis ambientais
- Necessidade de estabelecimento de metas e objetivos ambientais
- Auditorias

20. Como as normas ISO 14000 se relacionam com as ISO 9000?

Assim como a ISO 9000, a ISO 14000 é uma norma de gerenciamento, não é uma norma de especificação. São normas voluntárias que estão tendo um grande impacto no mercado pela sua aceitação pelas empresas.

A ISO 14000 utilizou muito a estrutura da normas ISO 9000. Assim como a norma ISO 9000 não garante a qualidade do produto, a norma ISO 14000 não garante níveis de performance ambiental.

Há um trabalho com objetivo de harmonizar as duas normas nas próximas revisões, com o objetivo de facilitar as empresas que implantem os dois sistemas de gerenciamento. De fato há vários aspectos similares nas duas normas relativos a:

- estabelecimento de uma política;
- comprometimento da alta administração
- controle de documentos
- treinamento
- auditoria
- ação corretiva
- revisão pela alta administração

A forma de estruturação e redação da ISO 14000 é mais avançado que o da norma ISO 9000 pois ele considera a melhoria contínua através do uso do ciclo P.D.C.A. A ISO 14000 também leva em conta aspectos legais, não abordados na ISO 9000. A ISO 14000 também requer o estabelecimento de metas e objetivos mensuráveis para todas as operações que afetam o meio ambiente.

A ISO 14000 tem algumas diferenças pois ela estabelece requisitos específicos da política, exige a identificação de aspectos ambientais, requer o estabelecimento de objetivos e metas quantificáveis além do cumprimento da legislação.

7. Tema 07 . Auditoria ambiental

Objetivo : Apresentar elementos conceituais e bases práticas de auditoria ambiental. Um enfoque particular será dado para auditorias de sistemas de gestão ambiental nos moldes da série ISO 14000.

Textos necessários : NBR ISO 19011

7.1. Introdução

A auditoria ambiental é um retrato momentâneo do desempenho ambiental de uma organização. Assim sendo, a auditoria investiga, por exemplo, a possibilidade de ocorrer um acidente ambiental ou de a organização não vir a atender aos requisitos legais, mas não elimina estas não-conformidades²⁸, porém proporcionam ao auditado uma oportunidade para melhorar esse sistema.

A auditoria ambiental é uma investigação documentada, independente e sistemática, de fatos, procedimentos, documentos e registros relacionados com o meio ambiente. Ela pode ser usada para atender objetivos próprios de clientes, governo, acionistas, investidores, seguradoras, etc., o que definirá seu escopo, critérios de aplicação e resultados.

A norma ISO 19011 define auditoria ambiental como "*um processo sistemático e documentado de verificação, executado para obter e avaliar, de forma objetiva, evidências de auditoria para determinar se as atividades, eventos, sistemas de gestão e condições ambientais especificados, ou as informações relacionadas a estes estão em conformidade com os critérios de auditoria, e para comunicar os resultados deste processo ao cliente*".

O objetivo ou finalidade da auditoria ambiental define sua classificação, que pode por exemplo, ser assim apresentada:

- **Auditoria de conformidade legal** : usada para identificar a conformidade da unidade auditada com a legislação e regulamentação aplicáveis. As auditorias de conformidade legal são ainda realizadas para verificar a concordância dos procedimentos da empresa com os códigos empresariais e compromissos voluntariamente assumidos pela empresa;
- **Auditoria de sistema de gestão ambiental** : avalia a conformidade do SGA da organização com os requisitos específicos, por exemplo, com princípios da ISO 14001. As auditorias de sistema de gestão ambiental são realizadas para verificação da concordância dos resultados reais da empresa com os requisitos da norma de gestão ambiental adotada, da política ambiental, de padrões internos e metas da Companhia, para verificar o comprometimento e responsabilidades dos administradores, para avaliar as práticas operacionais, com as objetivos e metas tais como redução de riscos, limites de emissões, economias de custos, eficiência de operação, etc., conforme definido em seu escopo (definição inicial sobre os objetivos da auditoria).
- **Auditoria de certificação ambiental** : É semelhante à auditoria de SGA, entretanto deve ser conduzida por uma organização comercial e contratualmente independente da empresa, de seus fornecedores e clientes e que seja acreditada por organismo específico. No Brasil o INMETRO é o órgão credenciador. E empresas como a American Bureau of Shipping Quality Evaluation (ABS-QE), o Bureau Veritas Quality International (BVQI), etc. são certificadoras de norma ISO 14001.
- **Auditoria de responsabilidade** : destinada a avaliar o passivo ambiental das empresas.

Estas diferentes modalidades de auditorias podem ser aplicadas a produtos, a processos e a sistemas.

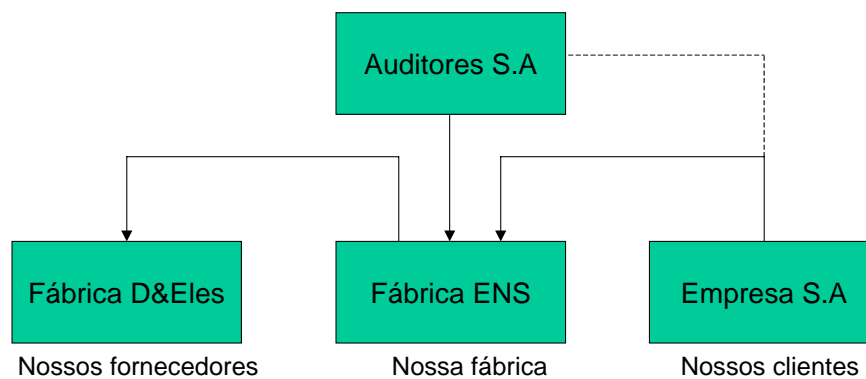
²⁸ São todos os aspectos, valores e situações que não se encontram de acordo com as leis, normas, procedimentos e regulamentos estabelecidos pela empresa. As normas de gestão ambiental exigem que sejam redigidos e implantados procedimentos para identificar as não-conformidades, verificar as responsabilidades e definir as medidas corretivas necessárias.

As auditorias podem ainda ser classificadas quanto à origem (**internas** ou **externas**) ou quanto à iniciativa (**impostas** ou **voluntárias**). Figura

As **auditorias internas**, também chamadas de "auditorias de primeira parte", são realizadas por pessoal da própria empresa. É selecionado um grupo de pessoas com bom conhecimento da empresa e de seus processos as quais (no caso de auditoria de SGA) iniciarão pela análise detalhada do política ambiental, objetivos e metas, dos passos do SGA e preparação de um questionário a ser respondido nas várias áreas. É necessário que a auditoria seja realizada por um grupo (pequeno) de pessoas, pois é muito difícil que uma só pessoa reunir todos os conhecimentos requeridos para realizar sozinha a auditoria (técnicas de auditoria, conhecimento do assunto ambiental, conhecimentos dos processos e sistemas da empresa). Os auditores internos devem ser independentes do departamento ou função da área auditada, para evitar as influências indesejadas (vínculos de subordinação, amizades, etc.) que poderiam a influenciar na isenção de julgamento.

As **auditorias externas**, também chamadas de "auditorias de terceira parte" são realizadas por pessoas ou empresas externas, o que permite às vezes a participação de pessoal mais especializado e sobretudo isento quanto aos relacionamentos internos da empresa, que podem prejudicar a confiabilidade dos resultados.

As "auditorias de segunda parte" são aquelas feitas por um cliente na empresa fornecedora, como parte de um contrato, para inspeção de fabricação, análise do sistema de qualidade, recebimento, etc.



Auditoria de primeira parte : Nós em nós

Auditoria de segunda parte : Nossos clientes em nós, ou nós nos nossos fornecedores

Auditoria de terceira parte : Auditores em nós (voluntária ou imposta)

Figura : classificação de auditoria quanto a origem e iniciativa

As **auditorias voluntárias**, são aquelas de iniciativa da própria organização, ou seja, não há interferência externa quanto a necessidade de realização.

As **auditorias impostas** são aquelas exigidas pela legislação, por compradores, seguradoras, clientes, etc.

As auditorias são realizadas através do exame de documentos e registros, entrevistas pessoais, inspeções da fábrica, reuniões, medições e ensaios, etc., em um processo denominado obtenção de "evidências de auditoria", devendo ser finalizado com relatórios escritos e exposição oral aos níveis elevados da empresa. A comparação dos objetivos/metast e requisitos legais com os valores reais alcançados permite concluir sobre o desempenho ambiental do setor que, consolidado aos outros setores fornece um retrato da situação da empresa.

A frequência com que a auditoria deva ser realizada depende da importância ambiental da área envolvida (fatores de risco de desempenho ambiental) e dos resultados de auditorias anteriores. As áreas de alto risco e que tenham processos complexos, são auditadas com maior frequência que as áreas administrativas. Para a organização como um todo a média recomendada é de 3 anos, embora seja comum algumas entidades certificadoras recomendarem uma auditoria a cada 6 meses.

É apresentado a seguir um roteiro para auditoria de Sistema de Gestão Ambiental, com finalidade de certificação ambiental.

7.2. Roteiro de auditoria de SGA

As normas de referência para auditoria de SGA são as seguintes :

- Norma NBR ISO 19011 – diretrizes para auditoria de sistemas de gestão de qualidade e/ou gestão ambiental.

Recomenda-se seguir o roteiro abaixo apresentado para a realização de uma auditoria (nesta sequência está sendo imaginada uma auditoria externa, se for interna devendo ser consideradas as necessárias adaptações). Acredita-se que seja importante que a equipe responsável pela implantação de um sistema de gestão ambiental conheça o processo de realização da auditoria, para que exista uma melhor compreensão do papel de cada um dos participantes e seja entendido o modo de trabalho dos auditores, facilitando-se o relacionamento auditor-auditado. Um clima de entendimento da importância da auditoria e do seu modo de realização colaboram para o sucesso final. Existem diferenças no modo de trabalho entre as empresas certificadoras ou consultorias independentes, porém de um modo geral, pode-se dizer que os passos principais são :

a) Atividades preliminares:

- 1) Definição da realização da auditoria
- 2) Seleção do auditor líder
- 3) Informações preliminares sobre a empresa auditada
- 4) Seleção da equipe de auditoria
- 5) Planejamento da auditoria pela equipe
- 6) Obtenção de informações na empresa
- 7) Reunião preparatória

b) Auditoria propriamente dita :

- 8) Levantamento do sistema de gerenciamento ambiental
- 9) Análise dos pontos fortes e pontos fracos da empresa
- 10) Análise de indícios de conformidades e não conformidades
- 11) Avaliação global dos dados levantados
- 12) Preparação do relatório preliminar

c) Atividades finais da auditoria

- 13) Reunião de encerramento
- 14) Entrega do relatório final e demais providências

Definição da realização da auditoria

Essa definição é feita pela direção da empresa, mostrando o interesse em realizar a auditoria. No caso mais amplo, o interesse pela auditoria é definido pelo denominado "Cliente", que pode ser a Diretoria da empresa, o Presidente, o Conselho de Administração, ou outros com poderes para definir a realização desse trabalho. Por exemplo o Conselho de Administração pode ser o cliente que contrata a auditoria para uma das fábricas do grupo. **Devem ser definidos pelo Cliente os objetivos da auditoria** (devendo ser documentado).

Seleção do auditor líder

O cliente (ou um representante designado, comumente chamado de "representante da administração") deverá escolher o auditor líder, ou confiar que a empresa contratada selecione e lhe indique um auditor-líder, a quem caberá uma grande parcela de autoridade e responsabilidade em todas as ações decorrentes. O auditor-líder,

em concordância com o Cliente deverá determinar a abrangência e **escopo** da auditoria (extensão e limites, se total ou cobrindo apenas algumas unidades ou áreas específicas da empresa). Os objetivos e escopo devem ser comunicados ao auditado antes da realização da auditoria, que somente poderá ser iniciada se o auditor-líder estiver convencido de que :

- existem informações suficientes e apropriadas a respeito do objeto da auditoria;
- existe cooperação adequada por parte do auditado; e
- há recursos adequados para apoiar o processo.

O auditor-líder será o responsável final por todas as fases da auditoria, devendo ter uma boa experiência e capacidade gerencial, liderança e autoridade para tomar decisões finais com relação à condução da auditoria. Ele representará a equipe de auditoria perante a gerência do auditado, e caberá a ele todo o trabalho de condução da auditoria e elaboração e apresentação do relatório final.

Informações preliminares sobre a empresa auditada

O auditor-líder, com o auxílio do gerente ambiental, deverá realizar uma análise preliminar da unidade a ser auditada (definida pelo item 1), coletar informações iniciais sobre a empresa, os processos existentes, os aspectos ambientais relacionados aos produtos e serviços, o sistema de gerenciamento ambiental implantado, a importância ambiental da área a ser auditada e resultado de auditorias anteriores e outras informações relevantes, de modo a identificar as especialidades requeridas dos auditores e preparar um material informativo inicial para a futura equipe.

Também como preparação, ele deverá listar os critérios e padrões a serem empregados na auditoria.

O auditor líder deverá também informar à fábrica ou unidade auditada os objetivos e metas da auditoria (identificação de conformidades).

Com o contratante, o auditor líder deverá definir por escrito o escopo da auditoria, as responsabilidades das partes envolvidas e as necessidades e exigências para a realização do trabalho. Deverá ficar bem claro o apoio que a empresa deve prestar à equipe de auditores, facilitando-lhes o acesso às instalações e documentos, fornecendo guias e outros recursos necessários e informações aos funcionários sobre os objetivos da auditoria.

Como foi mencionado, a norma ISO 19011 recomenda que a auditoria somente seja realizada se o auditor líder estiver convencido de que existem informações suficientes e apropriadas sobre o objeto da auditoria, recursos adequados para apoiar o processo de auditoria, e a cooperação necessária por parte do auditado.

Seleção da equipe de auditoria

O auditor Líder deverá selecionar os componentes da equipe de auditoria, participando dessa escolha à empresa. Deve ser verificada a independência dos auditores em relação à área auditada, ausência de preconceitos de qualquer tipo, não poderão ocorrer conflitos de interesse nem idéias ou fatos do passado que prejudiquem uma completa isenção. É imprescindível que os auditores selecionados possuam os conhecimentos, habilidades e experiência requeridos àquele tipo de auditoria a ser realizado, dentro da área coberta por cada um.

Planejamento da auditoria pela equipe

A equipe de auditoria, nesta fase, deverá se preparar para a auditoria propriamente dita. A primeira etapa consistirá em receber as orientações do auditor-líder, ouvir sua explanação sobre o material por ele levantado no item 3, sobretudo a respeito do sistema de gerenciamento ambiental da empresa e dos objetivos a serem atingidos, identificação das unidades organizacionais a serem auditadas, cronograma das reuniões e requisitos de confidencialidade. Deverá ser feita também uma clara atribuição de responsabilidades entre os auditores. Deverá, a seguir, ser feito o planejamento detalhado da auditoria, com gráficos de Gantt (tempos esperados para as atividades de maior duração, datas de início e fim) e outras ferramentas gerenciais de planejamento (atividades, tempos, responsabilidades, redes de precedência, etc.), e definidos os métodos de trabalho e os **critérios** da auditoria. Segundo a norma ISO 14011, critérios de auditoria são as “políticas, práticas, procedimentos ou requisitos, tais como os definidos na NBR ISO 14001, e se aplicável, quaisquer requisitos adicionais do SGA, em relação aos quais o auditor compara as evidências da auditoria, coletadas sobre o sistema de gestão ambiental da organização”.

Deverão ser preparados pela equipe os formulários para relatar as observações de auditoria e documentar evidências (que darão suporte às conclusões dos auditores) e listas de verificação (*check lists*) com os questionários de auditoria, a serem respondidos nas primeiras reuniões na fábrica, bem como os procedimentos de auditoria, caso necessário. Os critérios devem ser objeto de acordo entre o auditor-Líder e o cliente, e comunicados ao auditado, tendo o grau de detalhamento adequado. O plano de auditoria deverá ser suficientemente flexível, para permitir eventuais mudanças na ênfase com que alguns assuntos serão tratados, dependendo das informações que serão coletadas durante o desenrolar da auditoria (as listas de verificação devem ser vistas como um **guia** e não como um **trilho**).

Deverão ser preparadas as listas de dúvidas e pontos a serem esclarecidos nas primeiras reuniões. Todos os documentos de referência deverão ser identificados, tais como a norma que “contra a qual” a auditoria se referencia, o manual de qualidade ambiental, etc.. Também deverá ser definida a linguagem da auditoria (caso particular de sua realização fora do Brasil).

A equipe deverá preparar a agenda da auditoria, realizar os preparativos de viagens se necessário (passagens, hotéis, etc.).

O auditor-líder deverá encontrar-se com o gerente da fábrica ou unidade, combinar a agenda de reuniões das várias áreas e transmitir a lista de questões iniciais, bem como solicitar uma lista de problemas ambientais anteriormente ocorridos,

Os auditores deverão ter conhecimento dos procedimentos de emergência e de segurança das instalações em que irão trabalhar, para evitar riscos pessoais.

Obtenção de informações da empresa

Recebendo as respostas iniciais da empresa, a equipe de auditores deverá estudar esse material e, se for o caso, reavaliar os questionários a serem aplicados na auditoria.

Após o levantamento do material, deverão ser confirmadas com a empresa as datas da auditoria, reserva e prontificação de salas de reuniões, recebendo-se da empresa a lista de pessoas (com funções) que ficarão com a responsabilidade de receber e assessorar os auditores. Esse pessoal deverá ser informado sobre os documentos que deverão ter sob mãos para o início dos trabalhos.

Reunião preparatória

Deverá ser realizada, se julgado conveniente, uma reunião preparatória alguns dias antes do início da auditoria, ou no primeiro dia da própria auditoria entre a equipe de auditores e a equipe da fábrica. Em alguns casos, é recomendável que exista até mesmo uma pré-auditoria (com cerca de dois dias de duração), como ferramenta de preparação.

O auditor-líder, depois de apresentar a equipe de auditores, deverá explicar todos os passos que serão cumpridos nos trabalhos de auditoria, apresentar (e rever, se for o caso) o escopo, a abrangência e os planejamentos, os métodos que serão empregados, os critérios de auditoria, o prazo para finalização dos trabalhos, definir os canais de comunicação oficiais entre as equipes de auditores e auditados, confirmar a disponibilização de recursos e facilidades solicitados, confirmar a hora e a data de reuniões entre as equipes, horários das visitas e auditorias a cada local da empresa, esclarecer quaisquer dúvidas a respeito do plano de auditoria e discutir os pontos principais dos documentos e material anteriormente recebidos. O processo de auditoria deve ser concebido para proporcionar um nível desejado de confiabilidade das constatações e conclusões, tanto para os auditores como para o cliente.

A equipe da fábrica deverá assegurar a disponibilidade dos documentos solicitados.

Estudo do sistema de gerenciamento ambiental (trabalho de campo)

O sistema de gerenciamento ambiental é composto pela estrutura organizacional, responsabilidades, práticas, procedimentos, processos e recursos para implementá-lo do gerenciamento ambiental (definição da BS 7750).

A equipe de auditoria deverá verificar de que forma a administração da fábrica ou unidade realiza o gerenciamento de todas as atividades relacionadas ao controle ambiental, se ela compara os resultados obtidos (desempenho) com os valores especificados como requisitos, e quais são e como atuam os mecanismos de controle para garantir esse cumprimento em um processo contínuo.

Os auditores deverão procurar indicativos e evidências que demonstrem o cumprimento (conformidades) ou descumprimento (não-conformidades) dos compromissos assumidos e requisitos da norma. As atividades da auditoria estão sujeitas a incertezas, já que o processo é baseado em amostragens. Estas constatações podem ser dos seguintes tipos :

- **físicas**: constatações e observações visuais do auditor, na observação dos instrumentos e equipamentos da fábrica. A calibração dos instrumentos deverá ser verificada, antes de confiar plenamente nos seus resultados;
- **documentais**: observações dos registros e medidas feitas anteriormente, bem como das atividades previstas e efetivamente realizadas quanto ao sistema de gerenciamento ambiental;
- **declamatórias**: observações colhidas a partir de depoimentos do pessoal da fábrica durante as entrevistas; de preferência, esses indícios deverão ser confirmados por um dos dois métodos anteriores, com fatos e dados.

Uma das partes importantes da auditoria é a realização de entrevistas (termo “auditoria” = ouvir), visitas aos vários locais da fábrica relacionados a emissões, processos, etc., que se complementam com a análise dos documentos da empresa e realização de alguns ensaios e testes de amostras, para confirmar medições. Nessa fase deverão ser confirmadas (através de um dos métodos acima) as informações prestadas pela empresa na fase de Atividades Preliminares. Todas as informações obtidas deverão ser documentadas e interpretadas, para serem utilizadas como **evidências** de auditoria. As informações obtidas de entrevistas e que pareçam indicar não conformidades, deverão ser confirmadas por outras fontes (registros, medidas, observações físicas, documentos, etc.).

Deverão ser obtidas, entre outras, as seguintes **informações** (também denominadas indícios):

- existência real do sistema de gerenciamento ambiental (não somente no papel);
- confrontação completa dos requisitos da norma ambiental adotada com o material apresentado pela empresa (política, procedimentos, etc.);
- verificação da conformidade das instalações com a legislação federal, estadual e municipal, atualidade dos licenças de órgãos ambientais governamentais;
- responsabilidades reais das pessoas alocadas ao sistema de gerenciamento ambiental e comprovação de treinamentos desse pessoal;
- verificação da possibilidade de existência de conflito de interesses, com a mesma pessoa trabalhando em uma atividade produtiva e no equipe de qualidade ambiental da empresa (facilitador, por exemplo);
- aspectos ambientais dos produtos e atividades e modo como a empresa controla esses aspectos;
- desempenho real do fábrica (emissões e descargas, quantidades recebidas de matéria prima, uso de água e de energia, armazenagem de produtos químicos e outros materiais perigosos, etc.);
- identificação e classificação dos resíduos perigosos;
- identificação do destino final dos resíduos, bem com das condições de sua armazenagem e transporte
- visita e inspeção das vizinhanças do fábrica, observação emissões, ruído, etc.;
- verificação da existência de queixas de vizinhos e do comunidade;
- levantamento do histórico de problemas ambientais da empresa;
- levantamento de resultados de auditorias anteriores para, comparação com a situação atual, verificar as ações de melhoramento contínuo:
- levantamento de resultados de inspeções de órgãos governamentais;
- identificar os passivos ambientais da empresa (depósitos de resíduos perigosos, condições do aquífero sob o terreno da empresa e vizinhanças, ações trabalhistas relacionadas a problemas ambientais, etc.);
- identificar os gastos incorridos com a correção de problemas ambientais;
- análise dos procedimentos elaborados para uso em situações de emergência (planos de contingência);
- verificação da existência e desempenho de controles e alarmes para prevenir de situações de risco (visando desligamento seguro);
- análise do sistema empregado para identificar e corrigir as deficiências observadas (através de inspeções e auditorias internas);
- verificação da efetividade do treinamento de pessoal para as funções ligadas a qualidade ambiental.

A qualidade e quantidade das evidências devem permitir a auditores competentes, trabalhando independentemente e sob as mesmas condições, obter constatações similares na avaliação das mesmas evidências.

Os auditores, bem como os futuros usuários dos resultados da auditoria devem estar conscientes de que as evidências coletadas são apenas uma amostra das informações disponíveis (o período de tempo e os recursos são limitados), portanto existindo sempre elementos de incerteza no processo. Por isso, o auditor ambiental deve se empenhar em obter evidências suficientes (constatações isoladas significativas e conjunto de constatações menos significativas). O auditor deve se sentir "confortável" com as evidências, ou seja, deve ter persistência na busca de evidências até que ele considere que elas são suficientes para permitir um bom julgamento da questão.

Tendo em vista a importância da entrevista no processo de auditoria (lembrando ser essencial ao auditor saber **ouvir**), são indicadas a seguir algumas recomendações sobre como se comportar e agir na realização da entrevista :

- O auditor deve apresentar-se (se a fase anterior ocorreu por telefone ou correspondência) ao responsável pela auditoria na empresa, ter pontualidade e cumprir a agenda combinado em todas as atividades, iniciando os trabalhos com alguma conversa amigável (para quebrar o gelo). Recomenda-se que o auditor chegue na unidade a ser auditada um pouco depois do horário de chegada do auditado (cerca de 20 min, para dar tempo que o auditado resolva algum problema urgente) e se retire um pouco antes do horário de saída do auditado (pelo mesmo motivo);
- O auditor deverá informar sobre o tipo de informações de interesse, para a obtenção de evidências de conformidades e não conformidades;
- O auditor deve permanecer dentro dos objetivos da auditoria, com persistência e evitando desvios (falar de jogo de futebol, etc.) e ações de contra-auditoria (boicotes, falta de cooperação, etc.);
- O auditor deve permanecer atento a quaisquer indicações que possam alterar os resultados da auditoria e possivelmente indicam a necessidade de uma nova auditoria (nota: o normal é realizar uma auditoria de 3 - 4 dias, das 08 às 17 horas);
- O auditor deverá fazer o possível para que a entrevista seja com uma única pessoa de cada vez; da mesma forma, dois auditores não devem auditar ao mesmo tempo itens diferentes em um mesmo local;
- O auditor deverá tratar o entrevistado com cordialidade, sem arrogância ou superioridade, devendo agir de maneira ética;
- O auditor deverá falar com calma, com cortesia, voz relativamente baixa, ser objetivo e amigável, evitar discussões, evitar o uso de palavras complicadas ou gíria, manter a atenção e comunicação não verbal (distância correta, aperto de mãos no início e final, etc.);
- O auditor deverá evitar que a situação de auditoria conduza a uma inibição excessiva do auditado (situação, por exemplo, de realizar uma entrevista com um operário na presença do Presidente do Empresa, com quem o operário provavelmente nunca teve contato anterior);
- O auditor deverá manter o senso de proporção, mantendo uma visão verdadeira e justa (nota: o auditado tem todo o direito de implantar um SGA como ele queira, desde que ele siga os tópicos da norma, não senão necessariamente da forma que o auditor prefira. Isto não pode constituir motivo para uma não-conformidade);
- O auditor não poderá, de forma alguma, envolver-se em problemas internos da empresa ou de relações problemáticas entre pessoas e não criticar qualquer aspecto da administração (manter-se isento e limitado ao escopo da auditoria);
- O auditor deverá perguntar sobre o tipo de trabalho do entrevistado;
- O auditor deverá fazer anotações resumidas durante a entrevista
- O auditor deverá fazer uma pergunta de cada vez, e aguardar com calma a resposta, evitando comentários;
- O auditor deverá evitar influenciar o entrevistado com seus comentários, e sobretudo evitar induzi-lo a conclusões (é importante não confundir auditoria com consultoria);
- Ao final, o auditor deverá registrar o nome completo e função do entrevistado, agradecendo a cooperação.

Conforme recomenda a norma ISO 14011, as informações obtidas através de entrevistas devem ser verificadas pela obtenção de informações de suporte de fontes independentes, tais como observações, registros e resultados de medições. As declarações não verificáveis devem ser assim identificadas.

Análise dos pontos fortes e fracos da empresa

(Nota: esta etapa pode ser cumprida em uma auditoria interna se for constante do escopo e propósito pretendidos. Ela não é usualmente realizada em uma auditoria externa de certificação).

Nesta fase dos trabalhos os auditores deverão analisar os sistemas de controle das empresas, para identificar seus pontos fortes e fracos. Os itens analisados serão :

- Pessoal : avaliação de sua formação, treinamento e experiência, relacionados às funções desempenhadas que tenham vínculos com os sistemas com repercussão no meio ambiente. Motivação do pessoal e sua conscientização quanto ao desempenho ambiental da empresa. Conhecimento da legislação traduzida em procedimentos internos, além de normas e regulamentos. Atribuição clara de responsabilidades.
- Controle de configuração do projeto : existência de mecanismos de verificação das aprovações de um projeto relacionado ao controle ambiental, em particular prevendo as ações não rotineiras durante a operação.
- Controles internos: existência de listas de verificação que permitam uma verificação periódica do desempenho ambiental da empresa, de modo a possibilitar uma ação rápida para corrigir desvios nos padrões ambientais estabelecidos.
- Controle de avarias, folhas, incidentes e acidentes: existência de alarmes que permitam identificar avarias e falhas que possam vir a causar incidentes e acidentes. Verificação do treinamento do pessoal para cobrir esses eventos, conduzindo em casos extremos ao desligamento seguro da planta, e procedimentos para alertar autoridades, direção da empresa e população vizinha.
- Sistema de registro de informações e dados: verificação dos registros de atividades relacionadas ao desempenho ambiental, leis, regulamentos, normas, etc., comparando os valores especificados com aqueles efetivamente atingidos.
- Avaliação dos riscos para a empresa, relacionados aos acidentes potenciais e da facilidade de remediar. Esses riscos podem ser associados a efeitos classificados em quatro tipos :
 - Críticos : envolvem a perda de vidas humanas, grandes prejuízos materiais e grandes danos ao meio ambiente (externo é empresa),
 - Significativos : envolvem prejuízos materiais e danos ao meio ambiente significativos;
 - Reduzidos : envolvem prejuízos materiais de média intensidade, danos ao meio ambiente restritos à área da empresa;
 - Marginais : envolvem pequenos prejuízos materiais e danos desprezíveis ao meio ambiente.

A probabilidade máxima recomendada é a ocorrência destes acidentes. Deverão, se possível, ser quantificadas, efetuando-se uma análise de confiabilidade do sistema (árvore de falhas, conforme aula 4) se os riscos forem considerados elevados e os sistemas de controle considerados fracos. Como resultado dessa análise poderão ser recomendadas ações tais como introdução de redundâncias no sistema, melhoria dos alarmes, melhor treinamento de operadores, etc..

Análise de indícios de conformidades e não conformidades

Após a auditoria de todas as atividades previstas no planejamento, a equipe de auditores deve reunir todas as suas observações para determinar quais devem ser relatadas como não-conformidades, as quais devem ser identificadas em termos de requisitos específicos da norma ISO 14001 ou outros documentos com base nos quais a auditoria foi realizada. A equipe auditora deve garantir que as não-conformidades sejam expostas de maneira clara, concisa e apoiadas por evidências objetivas. Quando várias não-conformidades se referirem a um mesmo assunto, elas devem ser agrupadas e registradas somente uma vez (por exemplo, se for constatado uso de documentos obsoletos em 5 áreas diferentes da empresa, não serão 5 não-conformidades e sim 1 não-conformidade, ocorrendo em 5 locais).

Devem também ser identificadas as não-conformidades potenciais para aspectos ambientais importantes, como parte de um processo preventivo. Esse reconhecimento poderá ser feito com base em um estudo de FMEA (Análise de Modos de Falha e seus Efeitos), estudos aprofundados de confiabilidade (probabilidades de falhas), análise de tensões em partes críticas do sistema por meio de elementos finitos, etc., apresentados ou solicitados pelo auditor. Dessa forma, a gerência da fábrica poderá *a priori* tomar ações preventivas para essas falhas potenciais (introdução de redundâncias, reforços estruturais, melhoria de controles, etc.).

Lembra-se que a não-conformidade somente deverá ser aberta se o auditor tiver os três elementos designados como "RVC": Requisito da norma, Violação e Caso (evidência objetiva). Todas as observações de não conformidades devem ser conhecidas pela gerência do auditado.

Avaliação global de dados levantados

Os resultados da auditoria deverão ser baseados em fatos comprovados por evidências documentadas e possíveis de serem reconstituídas.

Esta fase poderá ser realizada cumprindo os seguintes passos :

- Participação à equipe da fábrica das não-conformidades principais
- Interação entre os membros da equipe de auditores para rever as observações sobre áreas comuns, e assegurar a totalidade das informações (atuação como um time);
- Revisão de resultados de amostras;
- Preparação de um resumo de resultados e conclusões parciais;
- Análise crítica dos resultados, evitando generalidades,
- Preparação da reunião de encerramento.

Preparação do relatório preliminar

O relatório deverá ser preparado em linguagem clara, precisa e concisa. Ele deverá estar fortemente apoiado em fatos e dados, citando os eventos e os itens de regulamentos, leis ou normas que não estão sendo cumpridos, se for o caso. Ao final deste capítulo estão colocadas, como sugestões, duas folhas padronizadas para acompanhamento de auditorias, sobretudo as internas. O conjunto dessas folhas, para todas as áreas analisadas, fornece subsídios para os relatórios preliminar e final.

As seguintes recomendações são aplicáveis:

- Evitar colocar generalidades.
- Ser conciso, com preferência ao uso de frases curtas, com precisão.
- Mencionar as referências de leis, regulamentos, diretrizes internas, etc., ao registrar uma não-conformidade (qual a fonte).
- Evitar conclusões que não possam ser provadas. Por exemplo, evitar colocar “não foram feitas inspeções mensais nos extintores de incêndio”, e sim “não foram obtidos registros das inspeções mensais nos extintores de incêndio, exigência constante do item... do Procedimento Operacional...”.
- Evitar inserir conclusões vagas, como por exemplo “a equipe da brigada de incêndio não está suficientemente treinada e equipada” e sim colocar, por exemplo: "a equipe 3 de combate a incêndio não demonstrou rapidez nas ações de combate a incêndio do tipo B (em tanque de combustível) durante exercício realizado em 14/04/96. O estado do material não foi considerado satisfatório, com as mangueiras apresentando vazamentos e perda de pressão”.
- Evitar críticas citando nomes de pessoas. Por exemplo: "Manuel Soares não vem entregando os relatórios de emissão de poluentes na descarga...", e sim "O setor de registro de poluentes na descarga ... não está sendo mantido atualizado".

O relatório preliminar deverá ser apresentado formalmente na reunião de encerramento. Para que não surjam dúvidas e controvérsias importantes, recomenda-se que o auditor Líder realize antes uma reunião com o responsável geral pela auditoria na fábrica para relatar as não-conformidades, convocando-se outros participantes de cada um dos lados (auditores ou fábrica) caso necessário.

Caso o escopo da auditoria tenha previsto esta atividade, a auditor-líder deverá incluir sugestões de melhoria no Sistema de Gestão Ambiental da empresa, a partir dos fatos levantados e de sua experiência e da equipe de auditores.

7.3. Reunião de encerramento

A reunião de encerramento deverá ser realizada com os objetivos de apresentar as constatações da auditoria aos auditados, com a presença de toda a equipe de auditores e o gerente da fábrica e sua equipe, sendo

interessante que os gerentes conheçam todos os resultados da auditoria antes dos escalões mais altos da empresa, dentro da filosofia de gerenciamento responsável. É importante que o pessoal da empresa perceba que a auditoria foi fortemente baseada em fatos e dados comprováveis, sendo esta a ocasião apropriada para a solução de divergências ou dívidas de ambas as partes. O auditor Líder deverá conduzir a apresentação, devendo ser redigida uma nota de reunião. É importante que a alta administração do auditado (o "Cliente", ou o "Representante da Administração") participe da reunião e entenda claramente os resultados da auditoria. As seguintes recomendações podem ser seguidas para um bom desenvolvimento dos trabalhos :

- Apresentar os objetivos da reunião e um panorama geral da auditoria antes de entrar em detalhes específicos;
- Indicar as metas da auditoria, o modo de sua realização, os participantes na empresa;
- Apresentar em detalhes cada não-conformidade registrada no relatório preliminar;
- Verificar se os participantes estão bem compreendendo todos os pontos apresentados. Responder às dúvidas e solicitar esclarecimentos às suas dúvidas, se existirem;
- Registrar todos os comentários feitos pelo pessoal da fábrica, em ata de reunião;
- Encerrar a reunião agradecendo a cooperação.

7.4. Atividades finais da auditoria

As atividades finais consistem na elaboração do Relatório da Auditoria (relatório final) e sua distribuição à alta direção da empresa (contratante da auditoria). É recomendável enviar uma cópia ao gerente da fábrica auditada, a menos que o cliente explicitamente proíba essa iniciativa.

O relatório final deverá ser preparado sob a responsabilidade do auditor-líder, que deverá datá-lo e assiná-lo. Deverão ser registrados o local, organização ou unidade auditada, época da realização da auditoria (data de início e duração), objetivos e escopo inicial acordado, critérios acordados em relação aos quais a auditoria foi realizada, documentos de referência contra os quais a auditoria foi conduzida, funções auditadas, equipe de auditores, equipe da empresa representantes do auditado, padrões de referência, declaração explícita de confidencialidade dos resultados, descrição sumária do processo de auditoria e principais resultados, observações de não-conformidades, conclusões da auditores e outras informações relevantes como por exemplo um julgamento da equipe auditora quanto à extensão do atendimento à norma ISO 14001 (por exemplo). Deverá ser indicada a lista de distribuição de exemplares desse relatório. Deverão ser indicados tanto os pontos positivos quanto os negativos observados, levando em conta os comentários havidos na reunião de encerramento, bem como um sumário do processo de auditoria, incluindo quaisquer obstáculos encontrados.

Ele deverá registrar comentários sobre o cumprimento de leis e regulamentos, indicar os pontos observados nos quais há riscos de responsabilização legal dos gerentes e dirigentes da empresa, apresentar sugestões de ações corretivas e melhorias dos processos se definido com o cliente previamente a realização desse trabalho (principalmente das causas fundamentais, ou causas raiz das não-conformidades ou das causas potenciais é ocorrência de não-conformidades, em uma abordagem preventiva) indicando idéias de custos para implementação dessas melhorias (se isso fizer parte do escopo contratado), fazer comparações entre o desempenho de unidades do mesmo grupo (caso já tenham sido feitas auditorias ambientais nessas unidades). A linguagem deverá ser clara, precisa e concisa, devendo-se procurar adotar um enfoque pró-ativo, ou seja, é melhor apresentar sugestões de melhorias do que apontar erros.

O relatório deverá, em sua conclusão estabelecer claramente se o Sistema de Gestão Ambiental do auditado está em conformidade com a Norma ISO 14001 e com os critérios de auditores da norma ISO 14011, ou outras normas e, em se tratando de uma auditoria de certificação ele deverá recomendar ou não a direção da entidade certificadora a concessão de certificação.

É muito importante que exista uma completa observância da confidencialidade dos resultados, dados obtidos e informações de documentos, processos, pontos fortes e pontos fracos da empresa auditada, por questões éticas. Os relatórios emitidos constituem-se em propriedade do cliente, e somente poderão ser distribuídos e divulgados com a sua permissão expressa e formal.

Após a análise do relatório e decisões gerenciais da empresa no sentido de implementar as correções e melhorias necessárias, (corretivas ou preventivas, priorização das não conformidades quanto aos riscos ambientais, com designação de pessoal e liberação de recursos materiais e financeiros), é possível que a equipe de auditoria seja solicitada para realizar uma inspeção rápida para verificação das ações, emitindo-se

um relatório sucinto. Ou, por outro lado, se houver acordo prévio com o cliente, o auditor poderá apresentar recomendações para a realização de ações corretivas das não-conformidades.

As auditorias ambientais, como qualquer tipo de auditoria, recolhem apenas amostras daquilo que é a situação real das empresas, devido ao tempo limitado e às dificuldades de observação. É muito importante que a equipe de auditoria, e principalmente os usuários das informações e resultados, estejam conscientes das limitações e incertezas decorrentes desse processo. Estes elementos devem ser considerados na tomada de decisões que possam afetar os trabalhos da empresa, recomendando-se uma análise mais aprofundada do problema quando houver dúvidas sobre assuntos muito importantes.

7.5. O papel dos auditores

Não deve confundir auditoria com fiscalização. O auditor apenas verifica o cumprimento dos critérios que são objeto da auditoria e informa o resultado ao cliente. Na fiscalização, as falhas observadas resultam em sanções. O trabalho do auditor é preventivo, por isso ele deve ser visto como um colaborador, um parceiro.

Não é objeto da auditoria o fornecimento de soluções para as não-conformidades detectadas.

É essencial que o auditor de SGA entenda o processo de gestão da organização, conhecendo as atribuições, as responsabilidades, os procedimentos e a forma de comunicação dos funcionários, não restringindo a uma avaliação dos documentos, dos procedimentos e das operações da empresa.

A auditoria externa deve ser feita por profissionais qualificados e idôneos, sem qualquer vínculo com a empresa. O auditor expressará opinião a respeito do segmento auditado, apresentando parecer sobre o escopo e a confiabilidade dos trabalhos dos auditores internos, quando houver, e identificando as possíveis falhas.

Na auditoria interna, os auditores são funcionários da própria empresa, previamente treinados. O objetivo é o aperfeiçoamento dos critérios internos de desempenho da empresa, além da prevenção de acidentes. Sua função é prevenir e identificar eventuais não-conformidades.

Quanto maior a organização e maior o seu potencial de degradação ambiental, mais complexo é o seu SGA e, conseqüentemente, os objetivos da auditoria. Em algumas corporações o SGA está incorporado às áreas de saúde, segurança e/ou qualidade. Nesse caso, a auditoria de SGA será conduzida em conjunto com auditorias das demais áreas.

7.6. Auditores de certificação de SGA

No Estado do Rio de Janeiro

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS
- BRTUV – AVALIAÇÕES DA QUALIDADE LTDA. S/C
- BVQI DO BRASIL SOCIEDADE CERTIFICADORA LTDA.
- DNV CERTIFICADORA LTDA.

No Estado do Paraná

- TECPAR – Instituto de Tecnologia Do Paraná

No Estado de São Paulo

- ABS Quality Evaluations Inc.
- DQS – Deutsche Gesellschaft Zur Zertifizierung Von Managementsystemen Mbh
- FCAV – Fundação Carlos Alberto Vanzolini
- LRQA – Lloyd's Register Quality Assurance

Na Argentina

- IRAM – Instituto Argentino De Normalización

Atenção : esta lista não é exaustiva

Para maiores detalhes consultar : <http://www.inmetro.gov.br/organismos>

7.7. Bases Bibliográficas

Abdala de Moura, L. A. Qualidade e gestão ambiental. São Paulo : editora Oliveira Mendes. 1998.

Instituto Herbert Levy/Gazeta Mercantil/Sebrae/Ibama. Gestão Ambiental. Compromisso da empresa. 1996.

SECÃO B**ATIVIDADES E PROCESSO NO SITE:**

POR FAVOR LISTE ABAIXO (OU EM ANEXO) INFORMAÇÕES RELACIONADAS A TODAS AS ATIVIDADES EXISTENTES NO SITE, INCLUINDO NÚMERO DE PESSOAS ENVOLVIDAS E EXTENSÃO DA ATIVIDADE.

SE ALGUMA PARTE DO SITE ESTÁ SUB-LOCADO OU SOB GERENCIAMENTO SEPARADO, DETALHE

1. INSUMOS

2. PROCESSOS

3. PRODUTOS ESTOCADOS (INCLUINDO EM PROCESSO)

4. MEIO AMBIENTE LOCAL (Por favor descreva detalhes significantes, como por exemplo: proximidade a áreas sensíveis – rios, lagos, áreas de proteção ambiental, - conhecimento ou suspeita de solo contaminado etc.)

5. TRANSPORTE (Distribuição, vendas, etc.)

6. ATIVIDADES CHAVE NÃO GERENCIADAS NO SITE (Por exemplo: compras, pesquisa e desenvolvimento, etc..)

7. ATIVIDADES SUBCONTRATADAS (Por exemplo: calibração, entrega, usinagem, etc.)

SECÃO C**ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS:**

(Por favor liste os principais aspectos/impactos de suas atividades)

1

2

3

4

5

LEGISLAÇÃO E OUTROS REQUISITOS:

(Por favor liste suas Licenças, autorizações, acordos, códigos de prática)

1

2

3

4

5

SECÃO D

1. RESPONSÁVEL PELO SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL:

2. DATAS DAS AUDITORIAS:

PRÉ-AUDITORIA:

AUDITORIA INICIAL:

AUDITORIA PRINCIPAL:

OUTROS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO:

1. A EMPRESA IMPLEMENTOU OUTROS SISTEMAS DE GERENCIAMENTO ?

SIM NÃO

2. EM CASO POSITIVO, QUAL ?

QUALIDADE SEGURANÇA OUTRO ()3. FORAM CERTIFICADOS POR 3^ª PARTE ? SIM NÃO

4. O SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL ESTÁ INTEGRADO COM OUTRO SISTEMA DE GERENCIAMENTO ?

A) QUALIDADE ? SIM NÃO B) SEGURANÇA ? SIM NÃO **INFORMAÇÕES GERAIS:**

CNPJ:

INSCRIÇÃO ESTADUAL:

INSCRIÇÃO MUNICIPAL:

ASSINATURA AUTORIZADA:

CARGO:

DATA:

Questionário de auditoria de avaliação da ISO 14001 (cont.)

POLÍTICA AMBIENTAL

- Possui uma política ambiental?
- Ela é pertinente às suas atividades, produtos e serviços?
- Ela inclui o comprometimento com a melhoria contínua e com a prevenção da poluição?
- Ela inclui o comprometimento com o atendimento à legislação e normas ambientais aplicáveis, e demais requisitos subscritos pela organização?
- Ela orienta e estabelecimento e revisão dos objetivos e metas ambientais?
- Ela é documentada?
- Ela foi comunicada a todos os empregados?
- Ela está disponível ao público?

Comentários:

ASPECTOS AMBIENTAIS

- A organização estabelece e mantém procedimento(s) para identificar os aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços que possam por ela ser controlados e sobre os quais presume-se que ela tenha influência?
- A organização tem um levantamento dos impactos significativos sobre o meio ambiente que ela causa?

Comentários:

REQUISITOS LEGAIS E OUTROS REQUISITOS

- A organização estabelece e mantém procedimento para identificar e ter acesso à legislação e outros requisitos por ela subscritos, aplicáveis aos aspectos ambientais de suas atividades, produtos ou serviços?
- A organização atende a todos os requisitos legais e outros requisitos?

Comentários:

OBJETIVOS E METAS

- A organização possui objetivos e metas ambientais documentadas, em cada nível e função pertinentes da organização?
- Os objetivos e metas da organização são compatíveis com sua política ambiental?

Comentários:

PROGRAMA DE GESTÃO AMBIENTAL

- A organização estabelece e mantém programa(s) para atingir seus objetivos e metas?
- Foram atribuídas responsabilidades em cada função e nível pertinente da organização, visando atingir os objetivos e metas?
- Possui os meios e o prazo dentro do qual eles devem ser atingidos?

Comentários:

ESTRUTURA E RESPONSABILIDADE

- São definidas, documentadas e comunicadas as funções, responsabilidades e autoridades?
- A organização possui um ou mais representantes que independente de outras atribuições tem função, responsabilidade e autoridade definida para assegurar que os requisitos do SGA sejam estabelecidos, implantados e mantidos de acordo com a norma ISO14000?
- A administração fornece recursos para a implantação e o controle do SGA?

Comentários:

TREINAMENTO, CONSCIENTIZAÇÃO E COMPETÊNCIA

- O pessoal que executa tarefas que possam causar impactos ambientais significativos são competente, com base em educação, treinamento e/ou experiência apropriados?
- A organização estabelece e mantém procedimentos que façam com que seus empregados ou membros, em cada nível e função pertinente, estejam conscientes:
 - Da importância da conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do SGA?
 - Dos impactos ambientais significativos, reais ou potenciais, de suas atividades e dos benefícios ao meio ambiente resultantes da melhoria do seu desempenho pessoal?
 - De suas funções e responsabilidades em atingir a conformidade com a política ambiental, procedimentos e requisitos do SGA, inclusive os requisitos de preparação e atendimento a emergências?
 - Das potenciais conseqüências da inobservância de procedimentos operacionais especificados?

Comentários:

COMUNICAÇÃO

- A organização estabelece e mantém procedimentos para comunicação interna entre vários níveis e funções da organização, sobre seus aspectos ambientais e SGA?
- A organização estabelece e mantém procedimentos para recebimento, documentação e resposta a comunicações pertinentes das partes interessadas externas, sobre seus aspectos ambientais e SGA?
- A organização considera os processos de comunicação externa sobre seus aspectos ambientais significativos e registrar sua decisão?

Comentários:

DOCUMENTAÇÃO DO SGA

- A organização estabelece e mantém informações, em papel ou em meio eletrônico, para descrever os principais elementos do sistema de gestão e a interação entre eles?
- A organização estabelece e mantém informações, em papel ou em meio eletrônico para fornecer orientação sobre a documentação relacionada?

Comentários:

CONTROLE DE DOCUMENTOS

- A organização estabelece e mantém procedimentos para o controle de todos os documentos exigidos pela norma ISO14000?
- Eles podem ser localizados?
- Eles são periodicamente analisados, revisados quando necessário e aprovados, quanto à sua adequação, por pessoal autorizado?
- As versões atualizadas dos documentos pertinentes estão disponíveis em todos os locais onde são executadas operações essenciais ao efetivo funcionamento do SGA?
- Documentos obsoletos são prontamente removidos de todos os pontos de emissão e uso ou, de outra forma, garantidos contra o uso não-intencional?
- Quaisquer documentos obsoletos retidos por motivos legais e/ou para preservação de conhecimentos são adequadamente identificados?
- A documentação é legível, datada (com datas de revisão) e facilmente identificável, mantida de forma organizada e retida por um período de tempo especificado?
- São estabelecidos e mantidos procedimentos e responsabilidades referentes à criação e alteração dos vários tipos de documentos?

Comentários:

CONTROLE OPERACIONAL

- A organização identifica aquelas operações e atividades associadas aos aspectos ambientais significativos identificados de acordo com sua política, objetivos e metas?
- A organização planeja tais atividades, inclusive manutenção de forma a assegurar que sejam executadas sob condições específicas através do estabelecimento e manutenção de procedimentos documentados, para abranger situações onde sua ausência possa acarretar desvios em relação à política ambiental e aos objetivos e metas?
- A organização planeja tais atividades, inclusive manutenção de forma a assegurar que sejam executadas sob condições específicas através da estipulação de critérios operacionais nos procedimentos?
- A organização planeja tais atividades, inclusive manutenção de forma a assegurar que sejam executadas sob condições específicas através do estabelecimento e manutenção de procedimentos

relativos aos aspectos ambientais significativos identificáveis de bens e serviços utilizados pela organização, e da comunicação dos procedimentos e requisitos pertinentes a serem atendidos por fornecedores e prestadores de serviços?

Comentários:

PREPARAÇÃO E ATENDIMENTO A EMERGÊNCIAS

- A organização estabelece e mantém procedimentos para identificar o potencial e atende a acidentes e situações de emergência?
- A organização estabelece e mantém procedimentos para prevenir e mitigar os impactos ambientais que possam estar associados ao potencial a acidentes e situações de emergência?
- A organização analisa e revisa, onde necessário, seus procedimentos de preparação e atendimento a emergências, em particular após ocorrência de acidentes ou situações de emergência?
- A organização testa periodicamente tais procedimentos, onde exequível?

Comentários:

MONITORAMENTO E MEDIÇÃO

- A organização estabelece e mantém procedimentos documentados para monitorar e medir, periodicamente, as características principais de suas operações e atividades que possam ter um impacto significativo sobre o meio ambiente?
- Tais procedimentos incluem o registro de informações para acompanhar o desempenho, controles operacionais pertinentes e a conformidade com os objetivos e metas ambientais da organização?
- Os equipamentos de monitoramento são calibrados e mantidos, e os registros desse processo ficam retidos, segundo procedimentos definidos pela organização?
- A organização estabelece e mantém um procedimento documentado para avaliação periódica do atendimento à legislação e regulamentos ambientais pertinentes?

Comentários:

NÃO CONFORMIDADE E AÇÕES CORRETIVAS E PREVENTIVAS

- A organização estabelece e mantém procedimentos para definir responsabilidade e autoridade para tratar e investigar as não-conformidades, adotando medidas para mitigar quaisquer impactos e para iniciar e concluir ações corretivas e preventivas?
- As ações corretiva ou preventiva adotada para eliminar as causas das não-conformidades, reais ou potenciais, são adequadas à magnitude dos problemas e proporcional ao impacto ambiental verificado?
- A organização implementa e registra quaisquer mudanças nos procedimentos documentados, resultantes de ações corretivas e preventivas?

Comentários:

REGISTROS

- A organização estabelece e mantém procedimentos para a identificação, manutenção e descarte de registros ambientais?
- Estes registros incluem registros de treinamento e os resultados de auditorias e análises críticas?
- Os registros ambientais são legíveis e identificáveis, permitindo rastrear a atividade, produto ou serviço envolvido?
- Os registros ambientais são arquivados e mantidos de forma a permitir sua pronta recuperação, sendo protegidos contra avarias, deterioração ou perda?
- O período de retenção é estabelecido e registrado?
- Os registros são mantidos, conforme apropriado ao sistema e à organização, para demonstrar conformidade aos requisitos da norma ISO14000?

Comentários:

AUDITORIA DO SGA

- A organização estabelece e mantém programa(s) e procedimentos para auditorias periódicas do SGA?
- Eles são realizados de forma que determine se o SGA está em conformidade com as disposições planejadas para a gestão ambiental inclusive os requisitos da norma ISO14000?
- Eles são realizados de forma que determine se o SGA foi devidamente implementado e tem sido mantido?
- Elas fornecem à administração informações sobre os resultados das auditorias?
- O programa de auditoria da organização, inclusive o cronograma, baseia-se na importância ambiental da atividade envolvida e nos resultados de auditorias anteriores?
- Os procedimentos de auditorias consideram o escopo da auditoria, a frequência e as metodologias, bem como as responsabilidades e requisitos relativos à condução de auditorias e à apresentação dos resultados?

Comentários:

ANÁLISE CRÍTICA DA ADMINISTRAÇÃO

- A alta administração da organização, em intervalos por ela predeterminada, analisa criticamente o SGA, para assegurar sua conveniência, adequação e eficácia contínuas?
- O processo de análise crítica assegura que as informações necessárias sejam coletadas, de modo a permitir à administração proceder a esta avaliação?
- Essa análise crítica é documentada?
- A análise crítica pela administração aborda a eventual necessidade de alterações na política, objetivos e outros elementos do SGA, da mudança das circunstâncias e o comprometimento com a melhoria contínua?

Comentários:

Exercício

Observação ou não conformidade ?

Complete a lista abaixo indicando o parágrafo da norma ISO 14001 e marcando “Observação” ou “não conformidade”.

1. As modificações dos documentos do Sistema não estão validadas.
2. Os objetivos não estão formalizados.
3. Não existe uma Política Ambiental
4. Não existe uma definição da periodicidade dos eventos de análises críticas pela Administração
5. As aferições e calibrações dos equipamentos de medição de pressão arterial são realizadas sob condições ambientais inadequadas.
6. Alguns procedimentos necessitam ainda ser elaborados e implementados (ex.: arquivamento, controle de documentos, etc).
7. Os atrasos de emissão de alguns relatórios de auditorias internas são superiores a 2 meses.
8. Não estão definidos os critérios de aceitação (tolerâncias) a serem adotados durante as calibrações dos equipamentos de monitoramento ambiental.
9. Não existe procedimento escrito relativo à elaboração dos documentos do Sistema.
10. O Programa de Gerenciamento do SGA não engloba todas as atividades necessárias para atingir os objetivos e metas definidos.
11. O procedimento para avaliação e registro de aspectos ambientais, segurança e saúde não contempla todas as situações passadas.
12. O representante da Administração não está participando em todas as atividades relativas a verificação e manutenção do SGA (Ex.: tratamento de reclamação de partes interessadas, resultados de auditorias internas, etc).
13. O Procedimento de auditorias não permite assegurar que todos os itens do SGA são cobertos pelas auditorias.
14. A aplicação de diversos requisitos da norma não pode ser verificada durante a auditoria (ex.: análise crítica pela direção, auditorias internas, etc) pois a implantação dos mesmos é muito recente.
15. As instruções de Trabalho e de Controle não disponíveis nas proximidades dos locais de trabalho
16. Os registros relativos a requisitos legais, regulatórios e outros da Política não contêm a licença ambiental.
17. Não há centralização dos registros de reclamações das partes interessadas.
18. Não existe procedimento relativo à execução e acompanhamento de ações quando da identificação de não conformidades.
19. O procedimento de auditorias internas não define o acompanhamento das ações corretivas após a auditoria.

20. Não há coerência entre os organogramas que figuram no manual do SGA e as definições nele descritas.
21. Não estão registrados os aspectos considerados como não significativos
22. As respostas da organização às indagações da comunidade sobre os seus aspectos ambientais demoram mais de 15 dias para serem fornecidas.
23. As responsabilidades e autoridades apresentam conflitos nas suas definições.
24. Em auditorias realizadas no último trimestre, observou-se que o auditor tem envolvimento direto com o setor auditado.
25. Algumas modificações no processo não têm avaliações de aspectos registradas.
26. Desenhos obsoletos de equipamentos de controle ambiental são encontrados e utilizados no setor de engenharia
27. A sistemática de levantamento de necessidades de treinamento está orientada somente para o pessoal da produção.
28. Existem comunicações de partes interessadas que não foram respondidas.
29. Três fornecedores não tiveram seu SGA formalmente avaliado pela empresa.
30. Não foram definidas medidas de contenção para as situações de risco com aspectos significativos.