

**Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo**

**Renzo Mori Junior**

**ELABORAÇÃO DE MODELO PARA AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE  
GESTÃO AMBIENTAL COM FOCO EM RISCO**

**São Paulo  
2010**

Renzo Mori Junior

Elaboração de Modelo para Avaliação de Sistemas de Gestão Ambiental com Foco em Risco

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental

Data da aprovação \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Prof. Dr. Eduardo Soares de Macedo  
(orientador)  
IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas  
do Estado de São Paulo

Membros da Banca Examinadora:

Prof. Dr. Eduardo Soares de Macedo (Orientador)

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Prof. Dr. Rolando Gaal Vadas (Membro)

Deloitte Touche Tohmatsu Brasil

Prof. Dr. Mauro Silva Ruiz (Membro)

IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

Renzo Mori Junior

Elaboração de Modelo para Avaliação de Sistemas de Gestão Ambiental  
com Foco em Risco

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Tecnologia Ambiental.

Área de Concentração: Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Soares de Macedo

São Paulo  
Maio/2010

Ficha Catalográfica  
Elaborada pelo Departamento de Acervo e Informação Tecnológica - DAIT  
do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT

*M859e*

*Mori Junior, Renzo*

Elaboração de modelo para avaliação de sistemas de gestão ambiental com foco em risco. / Renzo Mori Junior. São Paulo, 2009.  
90p.

Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Gestão Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Soares de Macedo

1. Sistema de gestão ambiental 2. Avaliação de riscos 3. Auditoria ambiental 4. Tese I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Coordenadoria de Ensino Tecnológico II. Título

09-48

CDU 504.06(043)

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Prof. Dr. Eduardo Soares de Macedo pela ajuda, orientação, estímulo, idéias, sugestões e completo apoio.

Aos membros da banca de qualificação Prof. Dr. Mauro Silva Ruiz e Prof. Dr. Rolando Gaal Vadas, pelas críticas, idéias e completa disposição.

Aos amigos e familiares que em todos os momentos me ofereceram ajuda e estímulo.

À Marina Costa Barbosa pelo apoio, paciência, compreensão, amor e carinho.

Aos pilares da minha vida, Wanice Emilia Bifulco e Angela Merigo!

## **RESUMO**

Atualmente, as questões de meio ambiente estão tomando cada vez mais notoriedade e força, sejam essas impulsionadas pela sociedade em geral ou pelo chamado “mundo corporativo”. Nesse novo cenário, onde os aspectos ambientais e sociais começam a fortalecer-se frente aos já conhecidos aspectos econômicos e financeiros, foi desenvolvido o presente trabalho, objetivando oferecer aos gestores empresariais uma ferramenta que possibilite aliar os conceitos de gestão de riscos aos sistemas de gestão ambiental, atualmente bem difundidos e utilizados nesse mundo corporativo. O resultado propicia uma estrutura metodológica que poderá ser agregada ao resultado dos trabalhos de auditorias ou de diagnósticos ambientais em organizações, aliando a esses resultados a avaliação de riscos. Foram analisados diversos conceitos e ferramentas já consagradas para a identificação e gestão de riscos ambientais e, a partir desse conhecimento, foi proposto o modelo de avaliação de sistemas de gestão ambiental com foco em risco.

Palavras-chave: sistema de gestão, gestão ambiental, gestão de riscos, riscos ambientais, auditoria.

## **ABSTRACT**

### **Preparation of model for assessing environmental management systems with focus on risk**

At present, environmental issues are getting notoriety and strength, moved either by society as a whole or by the so-called corporate world. It is in this new scenario, where environmental and social aspects begin to strengthen as compared to well known economic and financial aspects, that this work was been developed. Its purpose is provide to the business entrepreneurs a tool which will enable them to ally the concepts of risks management to environmental management systems that are both disseminated and used in the corporate world. The result provides a methodological framework which can be aggregated to the result of auditing tasks or environmental diagnosis in corporations, combining these results with risks assessment. Several renowned concepts and tools for the identification and management of environmental risks were analyzed, and based on these information, we proposed a model for the evaluation of environmental management systems focused on risk.

Key-words: management system, environmental management, risk management, environmental risk, audit.

## Lista de Ilustrações

Figura 1	Representação das etapas dos procedimentos metodológicos	14
Figura 2	Modelo de sistema de gestão ambiental	19
Figura 3	Relação entre ações humanas, aspectos e impactos ambientais	25
Figura 4	Análise Preliminar de Perigos – Categoria de Risco	32
Figura 5	Diagrama da análise de risco	37
Figura 6	Etapas para elaboração de estudos de análise de riscos	41
Figura 7	Processo de gestão de riscos	42
Figura 8	Detalhamento do processo de gestão de riscos	43
Figura 9	O princípio ALARP	45
Figura 10	Modelo de gestão de riscos	47
Figura 11	Representação das etapas do processo de tomada de decisão	51
Figura 12	Modelo proposto da matriz de riscos	54
Figura 13	Matriz de riscos - probabilidade “média”	58
Figura 14	Matriz de riscos - probabilidade “alta”	58
Figura 15	Aplicação da matriz de riscos	71
Figura 16	Matriz de riscos – NC 1	79
Figura 17	Matriz de riscos – todas as não conformidades	81
Quadro 1	Análise Preliminar de Perigos – Categoria Severidade	31
Quadro 2	Análise Preliminar de Perigos – Categoria Frequência	31
Quadro 3	Análise de Modos de Falha e Efeito – Categoria de Severidade	34
Quadro 4	Análise de Modos de Falha e Efeito – Categoria de Ocorrência	35
Quadro 5	Análise de Modos de Falha e Efeito – Categoria de Detecção	35
Quadro 6	Critérios para a classificação da probabilidade	55
Quadro 7	Classificação da probabilidade - controles internos	57
Quadro 8	Critérios para classificação da variável ambiental	60
Quadro 9	Critérios para classificação da variável pessoas	62
Quadro 10	Critérios para classificação da variável imagem	65
Quadro 11	Critérios para classificação da variável legal	66
Quadro 12	Classificação do impacto pela pontuação obtida	69
Quadro 13	Classificação do impacto – médio	69



Quadro 14	Classificação do impacto – alto	70
Quadro 15	Classificação da probabilidade - NC 1	76
Quadro 16	Pontuação da variável ambiental – NC 1	77
Quadro 17	Pontuação da variável pessoas – NC 1	77
Quadro 18	Pontuação da variável imagem – NC 1	77
Quadro 19	Pontuação da variável legal – NC 1	78
Quadro 20	Classificação do impacto – NC 1	79
Quadro 21	Classificação do impacto – caso de aplicação	80
Quadro 22	Classificação do eixo impacto e do eixo probabilidade	81

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1	Critérios para classificação da variável financeiro	68
Tabela 2	Áreas do escopo de auditoria e os respectivos testes	72
Tabela 3	Áreas do escopo de auditoria e o resultado dos testes	73
Tabela 4	Classificação da probabilidade - todas as não conformidades	76
Tabela 5	Pontuação da variável financeiro – não conformidade 1	78
Tabela 6	Pontuação do eixo impacto – todas as não conformidades	80
Tabela 7	Classificação do eixo impacto – todas as não conformidades	80

## Lista de Abreviaturas e Siglas

ABIQUIM	Associação Brasileira das Indústrias Químicas
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ALARP	<i>As low as reasonably practicable</i>
AMFE	Análise de Modos de Falha e Efeitos
APP	Análise Preliminar de Perigos
AS	<i>Social Accountability</i>
AS/NZS	<i>Australian/New Zealand Standard</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DETR	<i>Department of the Environment, Transport and the Regions</i>
EA	<i>Environment Agency</i>
EAR	Estudos de Análise de Riscos
EPA	<i>U.S. Environmental Protection Agency</i>
FMEA	<i>Failure Model and Effect Analysis</i>
GRI	<i>Global Reporting Initiative</i>
IBGC	Instituto Brasileiro de Governança Corporativa
IEH	<i>Institute for Environment and Health</i>
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
OHSA	<i>Occupational Health and Safety Assessment Series</i>
ONG	Organização Não-Governamental
PAE	Plano de Ação de Emergência
PGR	Programa de Gerenciamento de Riscos
PHA	<i>Preliminary Hazard Analysis</i>
PDCA	<i>Plan-Do-Check-Act</i>
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SRA	<i>Society for Risk Analysis</i>

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>9</b>
1.1	Objetivo	11
<b>2</b>	<b>PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS</b>	<b>13</b>
<b>3</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>15</b>
3.1	Sistemas de gestão ambiental	15
3.2	Aspectos e impactos ambientais	23
3.3	Risco	27
3.4	Técnicas para a identificação, classificação e cálculo de perigos, danos, materialidade, probabilidade e análise de riscos	30
3.4.1	Análise preliminar de perigos	30
3.4.2	Análise de modos de falha e efeitos	33
3.4.3	Manual de orientação para elaboração de estudos de análise de riscos	36
3.4.4	Diretrizes para a implementação da AS/NZS 4360:2004	42
3.4.5	Guia para a avaliação e gerenciamento de riscos – Agência Ambiental do Reino Unido	46
3.5	Tomada de decisões	50
<b>4</b>	<b>PROPOSTA DO MODELO</b>	<b>54</b>
<b>5</b>	<b>CASO DE APLICAÇÃO</b>	<b>72</b>
<b>6</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>84</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>87</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as questões ambientais nas empresas estão tendo cada vez mais notoriedade e força no cenário corporativo. Esta notoriedade e força podem ser impulsionadas pela obrigatoriedade do cumprimento de requisitos legais, pela necessidade de redução de custos, pela busca de melhores condições na obtenção de crédito, pela competitividade e diferencial de mercado, por acordos ou pactos assumidos, pela continuidade dos negócios ou pela necessidade de preservar e fortalecer sua imagem, não somente perante seus principais interlocutores como para toda a sociedade.

A sociedade, por sua vez, vem sendo influenciada de diversas formas, seja pela massiva onda de informações relacionadas ao tema que surgem em praticamente todas as mídias, pela evolução da ciência e tecnologia nestes temas, ou, principalmente, pelo esclarecimento e compreensão de todos em relação às mudanças que o homem vem causando no planeta Terra.

Estas influências fazem com que a sociedade torne-se mais consciente da importância da conservação do meio ambiente e dos recursos naturais para garantir uma adequada qualidade de vida, fundamental à sobrevivência do homem na Terra.

Desta forma, é atribuída a esta “nova sociedade” um nível de conscientização ambiental até então inédito, transformando-se esta conscientização em um instrumento fundamental para que empresas que prejudicam ou assumem posturas incorretas em relação ao meio ambiente sejam penalizadas. Estas penalizações podem ser realizadas, por exemplo, por meio de boicotes na compra de produtos ou serviços, manifestações que podem arranhar a imagem da empresa ou a parada ou interdição de suas operações.

Outro setor da sociedade que também vem interagindo com as questões ambientais é denominado neste trabalho como “mundo corporativo”. Este “mundo corporativo” é formado principalmente por investidores e empresários, que identificam neste tema, não apenas riscos para seus negócios como também oportunidades.

A questão ambiental hoje pode ser considerada como um fator determinante para o sucesso ou fracasso de um empreendimento. Este sucesso ou fracasso depende

principalmente de quão preparada uma empresa esteja para identificar e gerenciar fatores internos e externos de suas atividades em relação ao meio ambiente.

As empresas hoje se deparam com grandes desafios em um cenário que, embora ainda capitalista, começa a dar importância também aos aspectos sociais e ambientais em detrimento apenas do aspecto econômico.

O que no passado era considerado como teoria de ambientalista e previsão de pessimistas, nos dias de hoje toma conta da pauta de reuniões de planejamento estratégico da alta administração em grandes corporações.

Questões como redução do consumo de recursos naturais, ciclo de vida de produtos, gerenciamento de riscos ambientais, gestão de passivos ambientais, conflitos com comunidade, impactos na cadeia produtiva, mudanças climáticas, entre outras, eram tratadas nos níveis mais baixos das empresas e dificilmente chegariam à alta administração. No entanto, hoje podem ser considerados como itens fundamentais para a tomada de decisão.

Conforme o Instituto Brasileiro de Governança Corporativa (2007), o entendimento das responsabilidades das organizações vem se tornando uma prioridade inevitável para os dirigentes empresariais.

As organizações estão sendo cada vez mais cobradas pela sociedade quanto às consequências de suas atividades, sendo estas cobranças decorrentes principalmente da crescente degradação ambiental e social que impacta todos os países e que pode comprometer a continuidade da civilização.

Para as empresas essas novas cobranças podem se refletir em fontes de oportunidades, inovação e diferencial competitivo, em vez de novos custos e “entraves” às suas atividades. No entanto, o enfoque deve ser estratégico e de longo prazo, pois as considerações envolvendo aspectos socioambientais se refletirão, mais cedo ou mais tarde, nas demonstrações contábeis, no valor econômico e de mercado da empresa, podendo afetar decisivamente sua longevidade.

No contexto deste cenário é fundamental que a alta administração e os tomadores de decisão das empresas tenham em suas mãos ferramentas que os auxiliem no processo de identificação e gerenciamento dos principais riscos e oportunidades de seus negócios em relação também aos aspectos ambientais.

A ferramenta proposta para este fim é a gestão de riscos, associada ao resultado das avaliações, diagnósticos e auditorias ambientais.

Os sistemas de gestão ambiental, independente de seu modelo, são atualmente os instrumentos utilizados pelas empresas para conhecer e gerir os impactos positivos e negativos resultantes de suas atividades.

Gestão ambiental é a forma pela qual a empresa se mobiliza, interna e externamente, na conquista da qualidade ambiental desejada. Sistemas de gestão ambiental reduzem os impactos negativos de sua atuação sobre o meio ambiente e melhoram o gerenciamento de riscos. Poucas empresas podem resistir às multas e ações penais cada vez mais comuns e mais pesadas em casos de acidente ambiental, além dos danos à imagem da empresa frente a consumidores cada vez mais sensíveis e exigentes. Daí a importância da prevenção propiciada pelos SGAs (ALMEIDA, 2002, p.107).

É também neste conceito de sistema de gestão ambiental que se insere a avaliação, diagnóstico ou auditoria ambiental, sendo estas ferramentas utilizadas pelos gestores e tomadores de decisão, para avaliar o nível de efetividade do sistema de gestão ambiental implementado em relação à aderência aos princípios estabelecidos, identificando vulnerabilidades e oportunidades de melhoria.

O modelo proposto permitirá, além da identificação do nível de aderência da empresa aos princípios estabelecidos pelo sistema de gestão ambiental, estabelecer o grau do risco associado a cada uma das não-conformidades e oportunidades de melhorias identificadas durante a realização das avaliações, diagnóstico e auditorias ambientais, fornecendo, desta forma, informações importantes aos tomadores de decisão.

Espera-se que o resultado do presente trabalho possa propiciar aos gestores empresariais um modelo que possibilite aliar os conceitos de gestão de riscos aos resultados de avaliações, diagnósticos ou auditorias ambientais, bem difundidos e utilizados atualmente, em empresas de setores e portes diferentes.

### **1.1 Objetivo**

O presente estudo visa desenvolver um modelo de avaliação de sistemas de gestão ambiental com foco em risco, que objetiva fornecer critérios para a classificação de deficiências e/ou não-conformidades identificadas em processos de avaliações, diagnósticos ou auditorias ambientais.

Adicionalmente, o modelo tem o propósito de fornecer informações que auxiliem o planejamento estratégico e processo de tomada de decisões, de modo que a alta administração possa conhecer, classificar, priorizar e gerenciar adequadamente os riscos ambientais associados às suas atividades.



## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para a elaboração do presente trabalho e o atendimento ao objetivo proposto, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

- a) quadro de referência conceitual;
- b) definição do modelo;
- c) caso de aplicação; e
- d) conclusão.

O quadro de referência conceitual foi a base para a fundamentação do trabalho, tendo sido realizado por meio de pesquisas bibliográficas relacionadas aos temas principais do trabalho e da experiência profissional do autor, atuante nas áreas de consultoria em gestão de riscos e auditoria ambiental.

As pesquisas bibliográficas contemplaram a identificação e análise de estudos, normas, modelos nacionais e internacionais relacionados aos itens:

- a) sistemas de gestão ambiental;
- b) aspectos e impactos ambientais;
- c) risco; e
- d) técnicas para a identificação e classificação de perigos, danos, materialidade, probabilidade e análise de riscos.

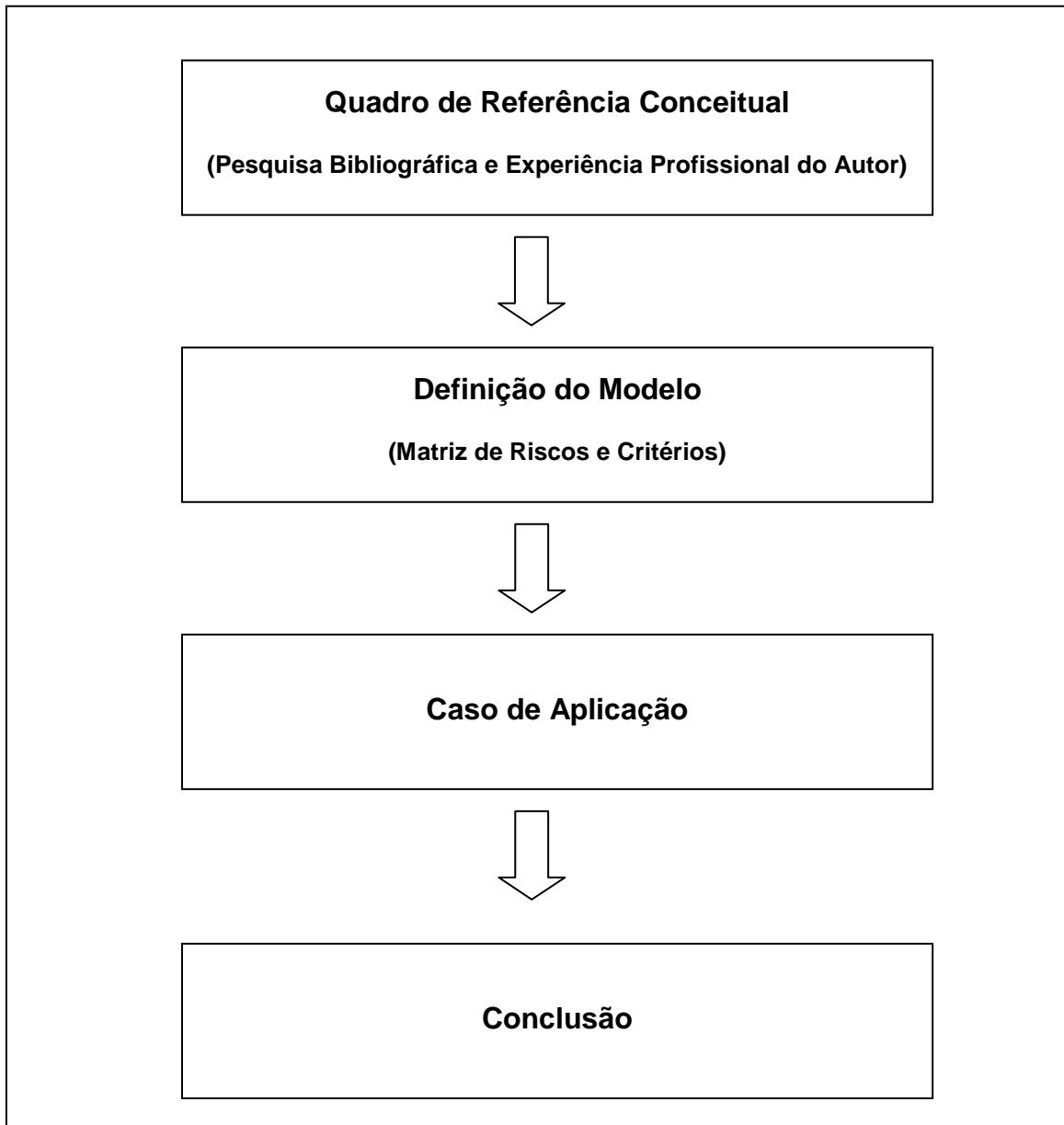
A partir de todas as informações obtidas no quadro de referência conceitual foi definido o modelo para a avaliação de sistemas de gestão ambiental com foco em risco.

O modelo constituiu-se da definição de uma matriz de riscos e dos critérios para a classificação das não conformidades ou oportunidades de melhoria identificadas nos trabalhos de avaliação, diagnóstico ou auditoria ambiental.

Subsequente à definição do modelo, foi realizado um caso de aplicação. Este caso de aplicação baseou-se na utilização de 7 (sete) não conformidades de 5 (cinco) áreas distintas de um relatório de auditoria ambiental verídico, e da aplicação do modelo proposto nestas informações.

O resultado do caso de aplicação serviu de subsídio para a elaboração das conclusões do trabalho.

Na Figura 1 são apresentadas as etapas do processo de pesquisa.



**Figura 1** – Representação das etapas dos procedimentos metodológicos

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica para o presente trabalho compreendeu a pesquisa e estudo de conceitos e suas aplicações em 5 (cinco) tópicos relacionados à gestão ambiental, detalhados como segue:

#### 3.1 Sistemas de gestão ambiental

As empresas estão sendo mais cobradas quanto às consequências de ordem ambiental e social de suas atividades. Estas cobranças decorrem principalmente da crescente degradação ambiental e social que afeta toda a sociedade, exigindo das empresas uma administração que não seja apenas focada em resultados financeiros de curto prazo, mas sim em uma administração baseada em consciência ecológica e na busca pelo desenvolvimento sustentável.

Segundo Zidansek (2009), o termo desenvolvimento sustentável mais conhecido é o que foi mencionado na Comissão Brundtland e é definido como: o desenvolvimento que atende as necessidades da geração atual sem diminuir a capacidade das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades.

Dentro deste cenário, onde aparecem novos termos como desenvolvimento sustentável, ecoeficiência, ecoeconomia, entre outros, é que Callenbach *et al.* (2001), enumeram seis razões pelas quais todos os administradores ou empresários responsáveis devem implementar os princípios de uma nova administração com uma consciência ecológica em sua organização, sendo estas razões:

- a) sobrevivência humana – sem uma economia com consciência ecológica a sobrevivência humana estará ameaçada;
- b) consenso público – sem empresas com consciência ecológica, não haverá consenso entre a sociedade e o mundo empresarial, e sem esse consenso, a economia de mercado estará politicamente afetada;
- c) oportunidades de mercado – sem administração com consciência ecológica, haverá perda de oportunidades em mercados em rápido crescimento;
- d) redução de riscos – sem administração com consciência ecológica, as empresas correm o risco de responsabilização por danos ambientais, que potencialmente envolvem imensas somas de dinheiro, além da possibilidade

de responsabilização pessoal de diretores, executivos e outros integrantes de seus quadros;

- e) redução de custos – sem administração com consciência ecológica serão perdidas numerosas oportunidades de reduzir custos; e
- f) integridade pessoal – sem administração com consciência ecológica, tanto os administradores como os empregados terão a sensação de falta de integridade pessoal, sendo assim, incapazes de identificar-se totalmente com seu trabalho e conseqüentemente afetando a produtividade e o atendimento das políticas estabelecidas pela empresa.

Frente a este cenário, organizações de todos os tipos começam a preocupar-se na busca pelo desenvolvimento sustentável. Como primeiro passo para atingir estes objetivos, pode-se considerar a preocupação das organizações em demonstrar um desempenho ambiental adequado, por meio principalmente do gerenciamento eficiente dos aspectos e impactos de suas atividades, do atendimento à legislação vigente e do cumprimento de seus objetivos e metas.

Estas preocupações não são restritas apenas a atingir e demonstrar um adequado desempenho ambiental em determinado momento, mas devem estabelecer procedimentos dentro de um sistema de gestão estruturado e eficaz, que integrados à organização desenvolvam um eficiente e adequado desempenho ambiental ao longo dos anos, frente às mudanças neste cenário globalizado e dinâmico.

Sistema de gestão é um conjunto, em qualquer nível de complexidade, de pessoas, recursos, políticas e procedimentos; componentes esses que interagem de um modo organizado para assegurar que uma tarefa é realizada ou para alcançar ou manter um resultado específico (BRITISH STANDARD, 1996, apud PEREIRA, 2006, p.20).

De Cicco (2003) define ainda sistema de gestão como um processo estruturado para atingir a melhoria contínua, cujo ritmo e amplitude são determinados pela organização à luz de circunstâncias econômicas. Embora alguma melhoria possa ser esperada devido à adoção de uma abordagem sistemática, entende-se que o sistema de gestão é uma ferramenta que permite a uma empresa atingir, e sistematicamente controlar, o nível do desempenho por ela mesmo estabelecido.

Entre os benefícios de um sistema de gestão ambiental implementado em determinada organização, Guindani (2004) cita que o sistema de gestão ambiental contribuirá para o sucesso das organizações, já que pode:

- a) promover em um curto período de tempo a redução dos custos por meio da economia do consumo de recursos e da minimização e controle da geração de resíduos;
- b) permitir acesso a mercados restritos;
- c) melhorar significativamente a imagem da empresa frente à comunidade e ao mercado em que esta se insere;
- d) minimizar o risco de multas e processos na justiça; e
- e) facilitar a obtenção de financiamentos em bancos e ainda reduzir custos de seguro.

A necessidade de padronizar, normatizar e integrar mercados fez com que a *International Organization for Standardization* (ISO), uma federação mundial integrada por organismos nacionais de normalização em cada país, no Brasil representada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), lançasse, em 1996, a primeira versão da ISO 14.001, que tratava dos “Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com Orientações para Uso”, sendo depois atualizada no ano de 2004.

Na sua concepção, a ISO 14.001 tem como objetivo principal especificar os requisitos para que um sistema de gestão ambiental capacite uma organização a desenvolver e implementar política e objetivos que levem em consideração requisitos legais e informações sobre aspectos ambientais significativos. Esta norma pode ser aplicada a todos os tipos e portes de organizações em diferentes regiões geográficas, culturais e sociais.

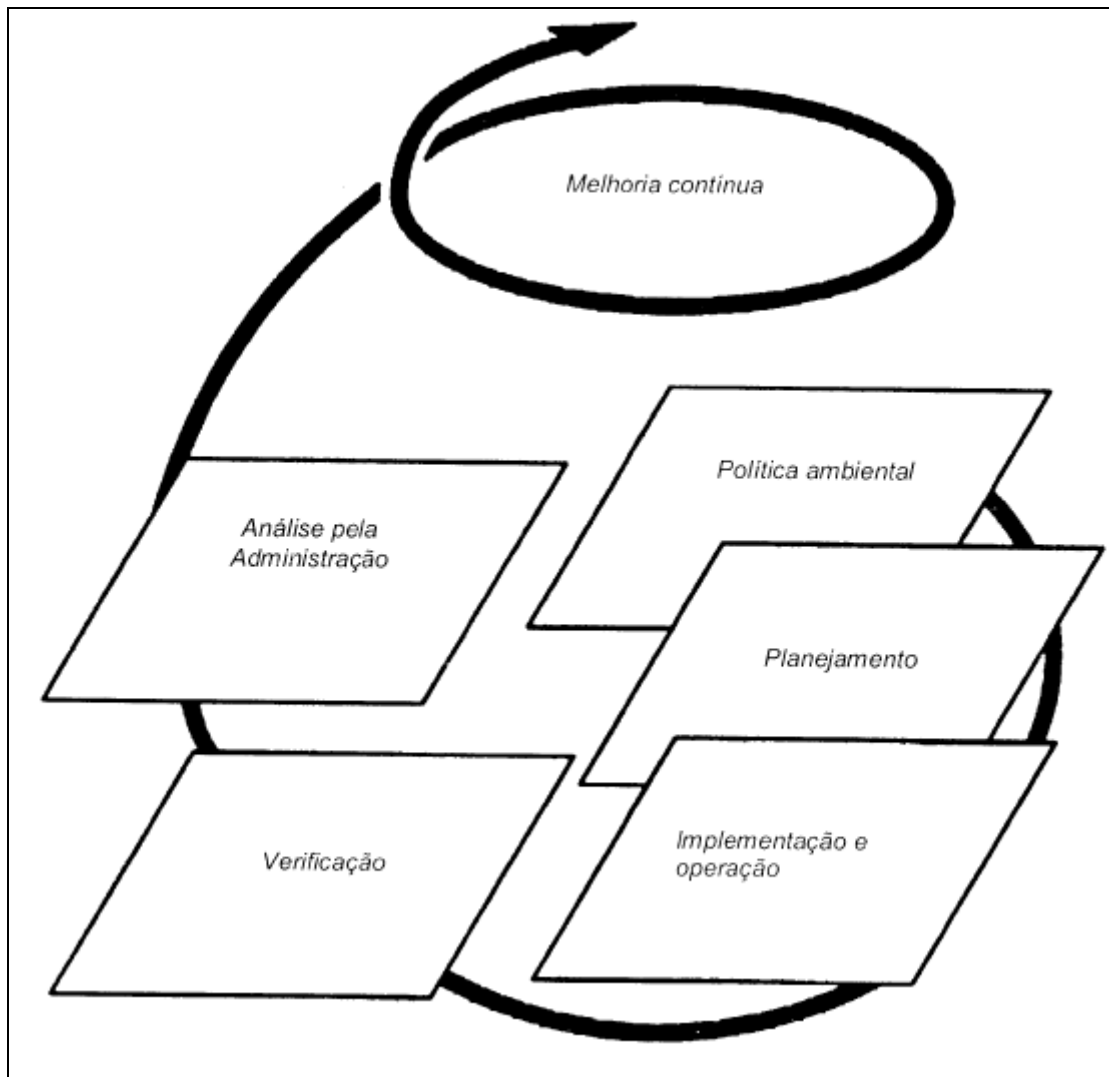
Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004), a gestão ambiental abrange uma vasta gama de questões, inclusive aquelas com implicações estratégicas e competitivas. A demonstração de um processo bem-sucedido de implementação desta norma pode ser utilizada por uma organização para assegurar às partes interessadas que ela possui um sistema de gestão ambiental apropriado em funcionamento.

É ressaltado que a utilização de um sistema de gestão nos moldes definidos pela NBR ISO 14.001, certificado ou não, não significa que a empresa em questão tenha um desempenho ambiental adequado.

A ISO 14.001 é baseada em um método conhecido como *Plan-Do-Check-Act* (PDCA) que pode ser brevemente descrito da seguinte forma:

- a) planejar – estabelecer objetivos e processos necessários para atingir os resultados em concordância com a política ambiental da organização;
- b) executar – executar os objetivos e processos definidos;
- c) verificar – monitorar e verificar se os objetivos e processos estão sendo executados adequadamente e se estes atendem aos requisitos legais, política e metas definidas pela empresa; e
- d) agir – avaliar os resultados e agir continuamente para a melhoria do desempenho do sistema de gestão ambiental.

A aplicação do PDCA prevê um processo conhecido como melhoria contínua do sistema de gestão, que permite a evolução constante da estrutura de gestão implementada. A Figura 2 mostra o modelo PDCA da ISO 14.001.



**Figura 2** – Modelo de sistema de gestão ambiental

Fonte: Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004)

O ciclo PDCA faz com que as organizações alcancem novos padrões de desempenho em função das melhorias alcançadas com a aplicação do ciclo. Estes novos padrões são sustentados pelo próprio sistema de gestão, cultura organizacional e aprendizado organizacional que mudam também de padrão com o passar do tempo (PEREIRA, 2006).

Achon (2008) observa que a ISO 14.001 não estabelece requisitos absolutos para o desempenho ambiental além do comprometimento, expresso na política ambiental da organização, em atender à legislação, aos regulamentos aplicáveis e à melhoria contínua de seu sistema de gestão ambiental. Assim, duas organizações que desenvolvam atividades similares, mas que apresentem diferentes níveis de

desempenho ambiental podem atender aos seus requisitos e obter o mesmo certificado de conformidade emitido por organismos de certificação credenciado.

Os principais requisitos gerais e estrutura definidos pela ISO 14.001 são divididos em 5 (cinco) etapas, sendo estas:

a) política ambiental

- política ambiental – estabelecer, aprovar e divulgar quais são os compromissos da empresa com relação ao desempenho ambiental.

b) planejamento

- aspectos ambientais – estabelecer, implementar e manter procedimentos que identifiquem e gerenciem adequadamente todos os aspectos inerentes às suas atividades, produtos ou serviços, assim como os respectivos impactos associados a cada um dos aspectos identificados;
- requisitos legais – estabelecer, implementar e manter procedimentos que identifiquem e gerenciem adequadamente o atendimento de todos os requisitos legais aplicáveis às suas atividades, produtos ou serviços; e
- objetivos, metas e programas – estabelecer, implementar e manter objetivos e metas ambientais, assim como os respectivos programas para atender estes objetivos e metas.

c) implementação e operação

- recursos, funções, responsabilidades e autoridades – assegurar os recursos essenciais (recursos humanos, financeiros, tecnológicos e de infra-estrutura) para estabelecer, implementar, manter e melhorar o sistema de gestão ambiental. Adicionalmente devem ser definidas, documentadas e comunicadas as responsabilidades de todos os envolvidos com o sistema de gestão ambiental;
- competência, treinamento e conscientização – estabelecer, implementar e manter programas que fomentem a competência, o treinamento e a conscientização de itens associados ao sistema de gestão ambiental a todos os envolvidos;



- comunicação – estabelecer, implementar e manter procedimentos referentes às comunicações internas e externas com as principais partes interessadas;
- documentação – formalizar por meio de documentos a política da empresa, os procedimentos e demais documentos utilizados pelo sistema de gestão ambiental;
- controle de documentos – padronizar, aprovar, revisar, identificar e disponibilizar (quando necessário) todos os documentos utilizados pelo sistema de gestão ambiental;
- controle operacional – estabelecer, implementar e manter atualizados, procedimentos operacionais que possuam aspectos ambientais associados. Estes procedimentos devem garantir o adequado funcionamento das atividades, produtos e serviços, e a aderência destes à política da empresa, aos requisitos legais aplicáveis e aos objetivos e metas definidos pela empresa;e
- preparação e resposta a emergências – estabelecer, implementar e manter procedimentos para identificar potenciais situações de emergência e potenciais acidentes que possam ter impacto sobre o meio ambiente e como a organização responderá a estas situações.

#### d) verificação

- monitoramento e medição – estabelecer, implementar e manter procedimentos para monitorar e medir regularmente as principais atividades, produtos ou serviços que tenham um impacto ambiental associado (neste item pode-se priorizar inicialmente aqueles aspectos que possuem um impacto classificado como significativo);
- avaliação do atendimento aos requisitos legais e outros – estabelecer, implementar e manter procedimentos que avaliem periodicamente o nível de aderência da empresa em relação aos requisitos definidos pelo sistema de gestão ambiental;
- não-conformidade, ação corretiva e ação preventiva – estabelecer, implementar e manter procedimentos para tratar as não-conformidades

e executar ações corretivas e preventivas em todas as atividades, produtos ou serviços que tenham um impacto ambiental associado (neste item pode-se priorizar inicialmente aqueles aspectos que possuem um impacto classificado como significativo);

- o controle de registros – estabelecer, implementar e manter procedimentos para a identificação, armazenamento, proteção, recuperação, retenção, atualização e descarte de registros; e
- o auditoria ambiental – planejar, estabelecer, implementar e manter planos de auditoria para avaliar o nível de aderência das atividades, produtos e serviços da organização em relação à legislação aplicável, à política da empresa e aos objetivos e metas estabelecidos.

e) análise pela administração

- o análise pela administração – a alta administração da organização deve analisar periodicamente o sistema de gestão ambiental de forma a assegurar a melhoria contínua. Esta avaliação deve considerar oportunidades de melhoria e a necessidade de alterações no sistema de gestão ambiental.

A auditoria ou diagnóstico tem papel fundamental como ferramenta de avaliação do sistema de gestão ambiental. Atualmente não foram identificadas estruturas metodológicas formalmente divulgadas e amplamente utilizadas nos processos de auditoria ou diagnóstico ambiental que contemplem além da avaliação dos aspectos ambientais e identificação das não-conformidades, também a incorporação do conceito de gestão de riscos, como ferramenta importante para auxiliar a alta administração nos processos de tomada de decisão e de planejamento estratégico da empresa.

De acordo com Lerípio (2001 apud BARROS, 2006, p. 69) as auditorias ambientais surgiram na década de 70, nos Estados Unidos, de forma voluntária, para investigar a situação das empresas com o objetivo de reduzir os riscos dos investidores nas ações legais, nas quais as empresas pudessem estar envolvidas.

As auditorias ambientais inserem-se num contexto de instrumentos ou ferramentas considerando como um conjunto de administração ambiental essencialmente de índole preventiva e direta, com a habilidade de analisar as disciplinas com impacto ambiental, as

matrizes de padrões ecológicos, assim como os planejamentos de recuperação, calcadas em ações de cunho corretivo (DALL'AGNOL, 2008, p.18).

Com relação à tomada de decisão, Freitas (2006) cita que no universo das empresas a tomada de decisão envolve tanto questões simples como complexas. Na maioria das vezes, as decisões envolvem questões financeiras, seja no investimento necessário à realização de uma ação, seja no retorno, positivo ou negativo, derivado da realização ou não dessa ação.

Neste sentido, o resultado das não-conformidades identificadas em um trabalho de auditoria ou de diagnóstico associado aos critérios para avaliação de risco, possibilitará ao tomador de decisão identificar os aspectos positivos e os negativos de determinado evento, facilitando inclusive a argumentação para a justificativa de determinado investimento.

Embora neste capítulo tenha sido dada atenção especial à ISO 14.001, que trata de sistemas de gestão ambiental, existem outros modelos endereçados para outros tipos de sistema de gestão, como a OHSAS 18.001 para os sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho, a ISO 9.001 para os sistemas de gestão da qualidade, a SA 8000 para a responsabilidade social e a ISO 26.000, que também tratará do tema responsabilidade social e está prevista para ser lançada em 2010.

É importante ressaltar que embora existam diversos modelos para a estruturação e implementação de sistemas de gestão, existem organizações que definem, desenvolvem e implementam o seu próprio sistema.

### 3.2 Aspectos e impactos ambientais

Em um sistema de gestão ambiental, um fator extremamente importante e que servirá como pilar para a estruturação e operacionalização de um sistema de gestão é denominado, pela ISO 14.001, como aspectos e impactos ambientais.

Vale ressaltar que embora para sistemas de gestão ambiental sejam adotadas as nomenclaturas de aspectos e impactos ambientais, quando se fala de sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho, pode ser adotada a nomenclatura de perigos e riscos.

Em relação à definição de perigo, a Cetesb (2003) define:

- a) perigo como uma ou mais condições, físicas ou químicas, com potencial para causar danos às pessoas, à propriedade, ao meio ambiente ou à combinação desses; e
- b) dano como efeito adverso à integridade física de um organismo.

Já Bahia (2006) denomina perigo como a característica associada a uma substância, instalação, atividade ou procedimento, que representa um potencial de causar danos aos seres vivos ou ao meio ambiente. No caso de substâncias, ressalta-se que o perigo não é apenas uma propriedade intrínseca da matéria, pois ele é relativo ao elemento vivo ou ao meio que sofre a ação.

Ressalte-se que para este trabalho foi adotada a definição de perigo estabelecida por Cetesb (2003) e foi adotado como dano, qualquer tipo de efeito adverso aos seres vivos, à propriedade, ao meio ambiente ou à combinação destes.

A Resolução Conama nº 01/86, em seu Art. 1º, considera impacto ambiental como qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetem (BRASIL, 1986):

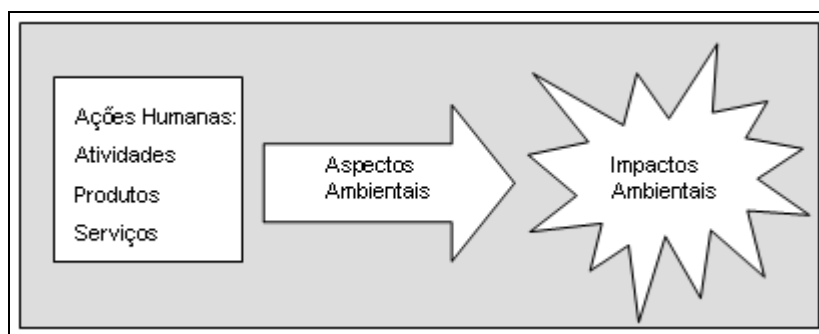
- I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
- II - as atividades sociais e econômicas;
- III - a biota;
- IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e
- V - a qualidade dos recursos ambientais.

Impacto ambiental, segundo Moreira (1992 apud SANCHEZ, 2006), pode ser entendido como qualquer alteração no meio ambiente em um ou mais de seus componentes provocada por uma ação humana.

Sánchez (2006) ainda define:

- a) impacto ambiental como uma alteração do meio ambiente provocada por ação humana, complementando que esta alteração pode ser benéfica ou adversa; e
- b) aspecto ambiental pode ser entendido como o mecanismo por meio do qual uma ação humana causa um impacto ambiental e que uma mesma ação pode

levar a vários aspectos ambientais e, por consequência, causar diversos impactos ambientais. A Figura 3 demonstra resumidamente este conceito.



**Figura 3** – Relação entre ações humanas, aspectos e impactos ambientais

Fonte: Adaptado de SÁNCHEZ (2006)

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2004) define:

- a) aspecto ambiental como elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente; e
- b) impacto ambiental, como qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulta, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização.

Neste trabalho adotou-se o conceito de que impacto ambiental é qualquer tipo de alteração do meio ambiente, adversa ou benéfica, provocada pela ação humana e, aspecto ambiental é o elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente.

Sendo assim, é na fase de levantamento dos aspectos e impactos ambientais das atividades, produtos ou serviços de determinada organização que serão identificados os itens que deverão ser gerenciados pelo sistema de gestão ambiental. Lembra-se que os dois pilares para a estruturação de um sistema de gestão ambiental são o levantamento dos aspectos e impactos ambientais e a identificação da legislação aplicável.

Freitas (2006) ressalta que na ISO 14.001, recomenda-se a avaliação de impactos reais, potenciais, positivos e negativos associados às atividades em estudo, o que inclui dois conceitos pouco explorados em alguns casos, o de possíveis impactos, que pode ser compreendido no conceito de risco, e o de benefícios ambientais gerados pela atividade.

O Department of the Environment, Transport and the Regions (2008) define que no processo de identificação dos impactos ou danos, é importante avaliar duas dimensões. Uma delas é a escala espacial, que determina que o impacto geográfico de determinado perigo deve ser avaliado, considerando não apenas a fonte do perigo como também todas as áreas fronteiriças que poderão ser impactadas.

A outra dimensão é a escala temporal, ou seja, deve-se considerar também o efeito temporal ou cumulativo de determinado perigo, não apenas avaliar no momento do acontecimento como também avaliar seus impactos ao longo dos anos.

Embora exista uma nota específica na norma ISO 14.001 para definir que um aspecto ambiental significativo é aquele que tem ou pode ter um impacto ambiental significativo. Esta explicação não é claramente definida, sendo necessário, durante o desenvolvimento e implementação do sistema de gestão, definir critérios ou ferramentas específicas para atribuir valores aos aspectos e impactos identificados, de forma que possam ser priorizadas as ações naqueles itens mais importantes.

Com relação à definição de impactos ambientais significativos, existem muitas interpretações sobre o tema. Algumas trabalham sob a idéia de que significativo seria algo que pudesse resultar em uma mudança mensurável (detectada por meio de programas de amostragem) e se essa mudança permanecesse durante anos.

Outras perspectivas relacionam diretamente a significância do impacto ambiental ao atendimento da legislação, sendo qualquer tipo de descumprimento algo significativo ou ainda a classificação de significativo como todo impacto ambiental que resultar na perda irremediável de elementos, por exemplo, o capital genético, ou de funções dos ecossistemas (SANCHEZ, 2006).

Erickson (1994; apud SANCHEZ, 2006) sugere os seguintes critérios para avaliar a importância de impactos ambientais:

- a) probabilidade de ocorrência (estimativa da probabilidade que o impacto ocorra);
- b) magnitude (estimativa do porte ou extensão do impacto);
- c) duração (período de tempo que o impacto, se ocorrer, deverá durar);
- d) reversibilidade (natural ou por intermédio da ação humana);e

- e) relevância com respeito às determinações legais (existência de leis locais, nacionais ou tratados internacionais que se refiram ao tipo de impacto ou elemento afetado).

### 3.3 Risco

Risco é algo que está presente na vida cotidiana. Desde os tempos mais remotos, podem-se elencar inúmeras atividades do cotidiano em que não somente o risco, mas também a análise do risco nos auxilia no processo de tomada de decisão.

Aliás, segundo Kirchhoff (2004), o uso da avaliação de risco serve como ferramenta para tomada de decisões mais racionais e efetivas onde exista a possibilidade de danos.

A questão do gerenciamento de riscos, voltado exclusivamente para a questão financeira, já está bem enraizada em diversas atividades no meio econômico, seja nos processos financeiros de avaliação para a concessão de crédito, bem como nas seguradoras durante o estabelecimento dos valores para pagamento e cálculo de prêmios, nas transações financeiras, no mercado imobiliário, entre outros.

Atualmente existe uma forte tendência do gerenciamento de risco nas empresas atuar não apenas nas questões exclusivamente financeiras e quantitativas, como também nos aspectos relacionados ao meio ambiente, muitas vezes com questões mais qualitativas do que quantitativas.

De Cicco (2005) define método quantitativo para a mensuração de riscos como aquele em que as situações nas quais as consequências e as probabilidades de ocorrência podem ser quantificadas, e o método qualitativo como aquele em que um método de análise utiliza a descrição em vez de meios numéricos para definir o nível de risco.

Neste contexto, considera-se o meio ambiente em seu sentido mais amplo:

Meio ambiente é o conjunto amplo de fatores e processos de realidades complexas em que os indivíduos e as comunidades estão imersos. O ambiente rodeia de forma permanente e cambiante os seres vivos e não-vivos que o compõem, notadamente o Homem (COIMBRA, 2002, p.19).

A tendência de incluir os aspectos de meio ambiente na gestão de riscos está atrelada principalmente aos grandes acidentes ambientais ocorridos no passado que causaram prejuízos financeiros, ambientais, materiais, sociais e pessoais de grandes

proporções. Alguns casos “clássicos” como Bhopal (Índia) com o vazamento de gases tóxicos em 1984 e o derramamento de Óleo pelo Exxon Valdez no Alasca em 1989, como exemplo, possuíam riscos atrelados às suas atividades operacionais que se materializaram.

Conforme Galvão Filho (2001), os estudos de riscos ambientais iniciaram-se nos Estados Unidos entre 1940 e 1950, paralelamente ao lançamento da indústria nuclear e também para garantir a segurança das instalações de refinação de petróleo, indústrias químicas e aeroespaciais. No Brasil, iniciou-se em 1983, especificamente em Cubatão, com o Plano de Controle da Poluição de Cubatão que desencadeou uma série de exigências para garantir a boa operação e manutenção das indústrias locais, dando início ao uso institucional desse tipo de estudo de riscos.

Frente a esta situação, hoje em dia vê-se uma preocupação muito grande das empresas em não apenas atender a legislação vigente, que em algumas situações determina a obrigatoriedade de algum tipo de análise de riscos de suas atividades, como também a utilização da gestão de riscos como ferramenta para conhecer e minimizar a possibilidade de materialização dos riscos inerentes às suas atividades, que conseqüentemente, poderiam causar perdas financeiras, ambientais, materiais, sociais e pessoais.

Dentro deste cenário, podemos considerar diferentes definições de risco. A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003) considera risco como uma medida de danos à vida humana, resultante da combinação entre a frequência de ocorrência e a magnitude das perdas ou danos. Define ainda duas categorias:

- a) o risco individual - risco para uma pessoa presente na vizinhança de um perigo, considerando a natureza da injúria que pode ocorrer e o período de tempo em que o dano pode acontecer; e
- b) o risco social - risco para um determinado número ou agrupamento de pessoas expostas aos danos de um ou mais acidentes.

A Society for Risk Analysis (2008) define risco como o potencial para a realização de algo indesejado, com conseqüências adversas à vida humana, à saúde, à propriedade e ao ambiente, e que a estimativa de risco é geralmente baseada no



valor esperado da probabilidade da ocorrência do evento vezes a consequência deste evento, caso este aconteça.

O Department of the Environment, Transport and the Regions (2008) utiliza a seguinte definição: “risco é a combinação da probabilidade ou frequência de determinada ocorrência, com a magnitude das consequências desta ocorrência”.

A U. S. Environmental Protection Agency (2008), por sua vez, considera como risco a chance de determinado efeito nocivo afetar a saúde humana e o sistema ecológico.

Neste trabalho adotou-se o conceito de que risco é a combinação da probabilidade de ocorrência de determinado evento, com o potencial de impacto caso este evento venha a ocorrer.

Um exemplo simples do nosso cotidiano demonstra claramente como a identificação do risco e a sua respectiva análise auxilia no processo de tomada de decisão. Nesse caso, sugere-se a seguinte situação hipotética: uma pessoa ao acordar de manhã para trabalhar observa pela janela se existem nuvens negras no céu e, após uma rápida análise, sai de casa carregando seu guarda-chuva.

Nessa situação hipotética podemos concluir que: o risco existente nesta situação é o de a chuva acontecer ao mesmo tempo em que a pessoa sair de casa e esta pessoa for molhada pela chuva. O guarda-chuva poderia ser considerado como uma atividade de controle existente para que o risco de ser molhado, caso chovesse, fosse minimizado. Lembra-se que o risco nunca poderá ser excluído, pois nesta situação não seria mais risco, e sim certeza. Para decidir se iria carregar ou não o guarda-chuva a pessoa levou em consideração dois fatores para a sua análise de riscos, a probabilidade e o impacto. Nesta situação a probabilidade é representada pela possibilidade de haver chuva e o impacto seria a pessoa ficar molhada com a chuva.

Hastings (2008) informa que a noção de risco é basicamente a combinação de dois conceitos: probabilidade e severidade. Bastando apenas duas perguntas para conhecê-lo, a saber:

- a) qual a probabilidade de determinada situação acontecer?
- b) o que acontecerá de ruim se esta determinada situação ocorrer?

A Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003) define como probabilidade a chance de um evento específico ocorrer ou de uma condição especial existir. Com relação à severidade ou dano, esta se refere ao efeito adverso à integridade física de um organismo.

### 3.4 Técnicas para a identificação, classificação e cálculo de perigos, danos, materialidade, probabilidade e análises de riscos

Atualmente existem diversas técnicas utilizadas para a identificação, classificação e cálculo de perigos, danos, materialidade, probabilidade de ocorrência de determinado evento, fatores estes fundamentais para a identificação, classificação e gestão de riscos. Estas ferramentas objetivam estabelecer estruturas metodológicas que possam ser aplicadas e forneçam informações que possibilitem ao gestor de riscos, definir prioridades e estabelecer planos de ação de acordo com a classificação dos riscos estabelecidos.

Neste item serão apresentados alguns modelos utilizados para a elaboração de estudos de análise de riscos que, para serem elaborados e implementados, também se utilizam das técnicas de identificação, classificação e cálculo de perigos, danos, materialidade e probabilidade de ocorrência de determinado evento.

A ferramenta de gestão de riscos deve fornecer um conjunto de funcionalidades que permitam o processamento das informações, em conjunto com técnicas de gestão de riscos, e apresentem as alternativas de planos de ações, de acordo com o grau de exposição a riscos em referência, de forma automática (RIBEIRO, 2007, p. 106).

Dentro deste contexto, é apresentado a seguir o resumo de algumas destas ferramentas.

#### 3.4.1 Análise preliminar de perigos

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003), a Análise Preliminar de Perigos (APP), também conhecida por sua sigla em inglês PHA (*Preliminary Hazard Analysis*), foi desenvolvida pelo programa de segurança militar do Departamento de Defesa dos Estados Unidos. A APP é uma ferramenta que objetiva principalmente identificar perigos presentes em determinada instalação, atribuindo a cada um destes critérios de consequência e severidade, que poderão ser utilizados para a definição do risco de determinada situação.

A APP deve focalizar todos os eventos perigosos cujas falhas tenham origem na instalação em análise e pode ser aplicada tanto para instalações em etapas iniciais de implementação como também em instalações já em operação.

No Quadro 1 são mostrados exemplos de critérios utilizados para a classificação de cada perigo identificado com relação à categoria de severidade.

CATEGORIAS DE SEVERIDADE		DESCRIÇÃO DA SEVERIDADE
I	Desprezível	Nenhum dano ou dano não mensurável
II	Marginal	Danos irrelevantes ao meio ambiente e à comunidade externa
III	Crítica	Possíveis danos ao meio ambiente devido à liberação de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, alcançando áreas externas à instalação pode provocar lesões de gravidade moderada na população externa ou impactos ambientais com reduzido tempo de recuperação
IV	Catastrófica	Impactos ambientais devido à liberação de substâncias químicas, tóxicas ou inflamáveis, atingindo áreas externas às instalações provocando mortes ou lesões graves na população externa ou impactos ao meio ambiente com tempo de recuperação elevado

**Quadro 1** – Análise Preliminar de Perigos - Categoria de Severidade

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003)

O Quadro 2 contém exemplos de critérios utilizados para a classificação de cada perigo identificado com relação à categoria de frequência.

CATEGORIA DA FREQUÊNCIA		DESCRIÇÃO DA FREQUÊNCIA
A	Muito Improvável	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil da instalação. Incidentes que dependem da ocorrência de falhas múltiplas
B	Improvável	Não esperado ocorrer durante a vida útil da instalação. Incidentes associados a diversas falhas ou rupturas de equipamentos de grande porte
C	Remota	Pouco provável de ocorrer durante a vida útil da instalação; a ocorrência depende de uma única falha (humana ou equipamento)
D	Provável	Esperado ocorrer pelo menos uma vez durante a vida útil da instalação
E	Frequente	Esperado ocorrer várias vezes durante a vida útil da instalação

**Quadro 2** – Análise Preliminar de Perigos - Categoria de Frequência

Fonte: Conestoga Rovers & Associados (2006)

Na APP normalmente é preenchida uma planilha específica que deve conter, entre outras, as seguintes informações:

- a) código do perigo identificado;
- b) perigo identificado;
- c) causa associada ao perigo;
- d) efeitos associados ao perigo;
- e) categoria de frequência;
- f) categoria de severidade;
- g) categoria de risco; e
- h) observações.

A Figura 4 mostra a utilização das categorias de risco, conforme as premissas de severidade e frequência definidas nas tabelas 1 e 2, onde os riscos classificados como 5 (cinco) são considerados mais altos que os demais, por ordenação numérica.

		Frequência				
		A	B	C	D	E
Severidade	IV	2	3	4	5	5
	III	1	2	3	4	5
	II	1	1	2	3	4
	I	1	1	1	2	3

**Figura 4** – Análise Preliminar de Perigos - Categoria de Risco

Fonte: Conestoga Rovers & Associados (2006)

Para a realização da avaliação de risco, a Análise Preliminar de Perigos utiliza como base dois eixos: Severidade (S) e Frequência (F). Cada um desses eixos possui critérios específicos pré-determinados, variando da melhor para a pior situação, e são endereçados a cada uma das falhas identificadas. Após o endereçamento de cada um dos eixos a cada uma das falhas identificadas, associando-se os critérios

da Severidade e Frequência chega-se a um quadrante da categoria de risco, que corresponderá à classificação da avaliação de risco para cada uma das falhas identificadas.

### 3.4.2 Análise de modos de falha e efeitos

A Análise de Modos de Falha e Efeitos (AMFE), também conhecida por sua sigla em inglês, FMEA (*Failure Model and Effect Analysis*), é uma ferramenta que objetiva principalmente identificar e gerenciar situações de riscos, classificando-as por meio da análise das falhas potenciais e endereçando propostas de ações de melhoria. Este tipo de análise normalmente é aplicada em produtos ou processos de forma a detectar preventivamente possíveis falhas e consequentemente aumentar a confiabilidade de determinado produto ou processo.

A Análise de Modos de Falha e Efeitos vem sendo utilizada há muito tempo, inicialmente por inventores, como uma ferramenta que auxiliasse na identificação de possíveis falhas que pudessem acontecer em determinados projetos antes que estes fossem desenvolvidos e testados, reduzindo desta forma os custos e o tempo de identificar determinada falha somente nas etapas de desenvolvimento e teste.

No início da década de 1940, a AMFE foi formalmente utilizada pelo exército em projetos de foguetes aeroespaciais, e já na década de 1970, era utilizada em larga escala por montadoras de veículos, entre elas a Ford Motors.

A AMFE foi desenvolvida inicialmente com o enfoque de atuação em projetos de novos produtos e novos processos, porém, ao longo do tempo passou a ser utilizada em produtos e processos já existentes, como instrumento para identificar e diminuir a probabilidade de ocorrência das falhas.

Neste contexto Capaldo, Guerrero e Rozenfeld (2008) definem dois tipos de AMFE:

- a) análise de Modos de Falha e Efeitos de Produto: são consideradas as falhas que poderão ocorrer com determinado produto dentro das especificações do projeto; e
- b) análise de Modos de Falha e Efeitos de Processo: são consideradas as falhas que poderão ocorrer com determinado processo.

O princípio para a utilização dessa ferramenta, AMFE, independente do tipo (processo ou produto, novo ou já em operação), consiste nas seguintes etapas:

- a) definição do produto ou processo objeto da análise;
- b) formação de um grupo de pessoas que a partir da definição do objeto de análise, irá relacionar todos os tipos de falhas que possam ocorrer;
- c) descrever para cada falha identificada as possíveis causas e efeitos;
- d) para cada uma das falhas identificadas, relacionar as medidas de detecção e prevenção já implementadas e ainda não implementadas; e
- e) atribuir para cada falha um índice de avaliação de risco e, por meio deste, priorizar e discutir as medidas de melhoria.

Para a realização da avaliação de risco, a AMFE utiliza como base três eixos: Severidade (S), Ocorrência (O) e Detecção (D). Cada um dos três eixos possui critérios específicos pré-determinados, variando da melhor para a pior situação, e são endereçados a cada uma das falhas identificadas. Após o endereçamento de cada um dos eixos a cada uma das falhas identificadas, multiplicam-se os critérios da Severidade, Ocorrência e Detecção, chegando-se a um valor que corresponderá à classificação da avaliação de risco de cada uma das falhas identificadas. Os quadros 3, 4 e 5 exemplificam esta estrutura.

SEVERIDADE (S)		
ÍNDICE	SEVERIDADE	CRITÉRIO
1	Mínima	O cliente mal percebe que a falha ocorre
2	Pequena	Ligeira deterioração no desempenho com leve descontentamento do cliente
3	Moderada	Deterioração significativa no desempenho de um sistema com descontentamento do cliente
4	Alta	Sistema deixa de funcionar com grande descontentamento do cliente
5	Muito Alta	Sistema deixa de funcionar, grande descontentamento do cliente e afeta a segurança

**Quadro 3** – Análise de Modos de Falha e Efeitos - Categoria de Severidade

Fonte: Capaldo, Guerrero e Rozenfeld (2008)

OCORRÊNCIA (O)		
ÍNDICE	OCORRÊNCIA	PROPORÇÃO
1	Remota	1:1.000.000
2	Pequena	1:20.000
3	Moderada	1:1.000
4	Alta	01:40
5	Muito Alta	01:08

**Quadro 4** – Análise de Modos de Falha e Efeitos - Categoria de Ocorrência

Fonte: Capaldo, Guerrero e Rozenfeld (2008)

DETECÇÃO (D)		
ÍNDICE	OCORRÊNCIA	PROPORÇÃO
1	Muito Grande	Certamente será detectado
2	Grande	Grande probabilidade de ser detectado
3	Moderada	Provavelmente será detectado
4	Pequena	Provavelmente não será detectado
5	Muito Pequena	Certamente não será detectado

**Quadro 5** – Análise de Modos de Falha e Efeitos - Categoria de Detecção

Fonte: Capaldo, Guerrero e Rozenfeld (2008)

Como exemplos, sugere-se duas falhas, aqui identificadas como *falha 1* e *falha 2*. Para a *falha 1*, endereçou-se os critérios de S=1, O=3 e D=5, já para a *falha 2*, endereçou-se os critérios de S=5, O=3 e D=4. Multiplicando-se cada um dos critérios chega-se a avaliação do risco para cada uma das falhas analisadas, segundo os conceitos pré-definidos, sendo:

$$falha 1 = 1 \times 3 \times 5 = 15 \quad (1)$$

$$falha 2 = 5 \times 3 \times 4 = 60 \quad (2)$$

Neste exemplo, considera-se o item “falha 2” com a avaliação de risco igual a 60 enquanto que a “falha 1” possui uma avaliação de risco igual a 15.

Sendo a AMFE uma ferramenta para a análise de determinado produto ou processo, é necessário que seja realizada sua atualização sempre que houver algum tipo de alteração nos produtos ou processos em questão.

Conforme a Quality Associates International (2008), os principais benefícios resultantes da AMFE são:

- a) aumento da qualidade, confiança e a segurança de determinado produto ou processo;
- b) conhecimento das falhas de determinado produto ou processo;
- c) aumento da satisfação do cliente;
- d) definição de critérios e parâmetros para a avaliação do risco das falhas identificadas em determinado produto ou processo;
- e) redução de tempo e custo durante as fases de desenvolvimento de determinado produto ou processo; e
- f) redução de custos por meio da prevenção da ocorrência de falhas.

#### 3.4.3 Manual de orientação para elaboração de estudos de análise de riscos

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003), esse manual foi desenvolvido pelo Grupo de Trabalho da Câmara Ambiental da Indústria Química e Petroquímica. Teve como objetivo aperfeiçoar as metodologias praticadas na elaboração de estudos de análise de risco em instalações e atividades consideradas perigosas, visando prevenir acidentes ambientais que possam colocar em risco a saúde e a segurança da população assim como o meio ambiente como um todo.

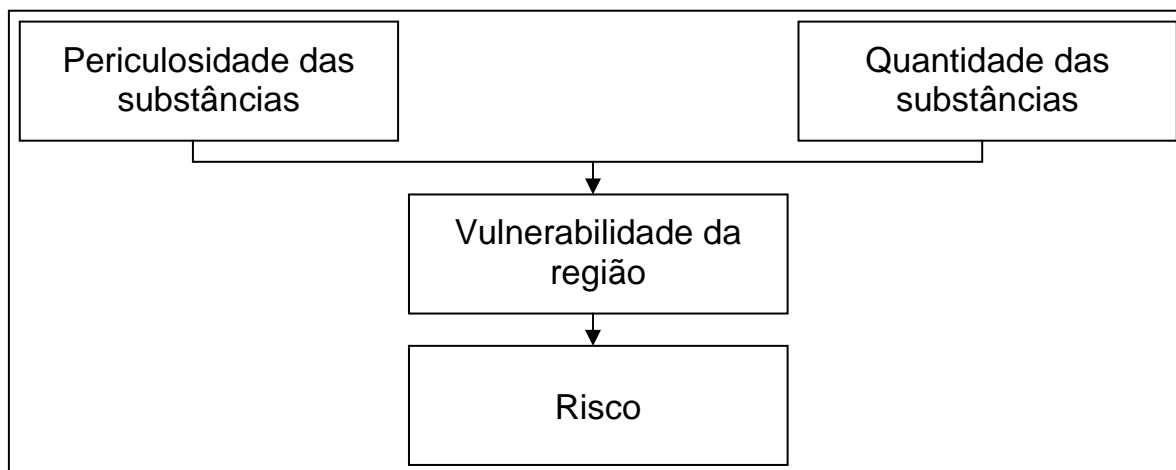
Esse manual se divide em duas partes. Na primeira é apresentado o critério para a classificação de instalações quanto à periculosidade, tendo por finalidade auxiliar o processo de tomada de decisão, de forma padronizada, quanto à necessidade ou não da realização de estudos de análise de riscos, tanto no processo de licenciamento ambiental, como em ações corretivas. Na segunda parte é apresentado um termo de referência que tem por objetivo fornecer as orientações básicas para a elaboração de estudos de análise de riscos em atividades industriais, propiciando um entendimento geral sobre o tema e ainda apresentar a visão da Cetesb no tocante à interpretação e avaliação do tema.

Os critérios propostos nesse manual para a análise de riscos baseiam-se no princípio de que o risco de determinada instalação industrial, para o meio ambiente e as comunidades de entorno do empreendimento, está diretamente relacionado às substâncias químicas manipuladas, suas respectivas quantidades e à



vulnerabilidade da localidade em que a instalação industrial está ou será instalada (COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, 2003).

A Figura 5 mostra o princípio da metodologia apresentada pela Cetesb.



**Figura 5** – Diagrama da análise de risco

Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003)

É importante ressaltar que esse manual aplica-se somente à avaliação dos riscos à população externa ao empreendimento, não contemplando riscos à saúde e à segurança dos trabalhadores ou danos aos bens patrimoniais das instalações analisadas.

O processo de avaliação de riscos é denominado de Estudos de Análise de Riscos (EAR) e é constituído de seis fases:

- a) caracterização do empreendimento e da região – nesta fase são identificados os dados relacionados à caracterização do empreendimento, tanto na fase de projeto e construção como também de operação, como dos detalhes da região onde o empreendimento está ou será inserido, considerando nesta etapa os aspectos sociais, econômicos, físicos e biológicos;
- b) identificação de perigos e consolidação das hipóteses acidentais – consiste principalmente na aplicação de técnicas específicas para a identificação e classificação dos perigos associados ao empreendimento e ao meio em que ele está inserido. Considera-se que aspectos históricos de acidentes também devem ser avaliados nesta fase;
- c) estimativa dos efeitos físicos e análise de vulnerabilidade – nesta fase deverão ser definidos e avaliados os efeitos físicos decorrentes dos cenários

acidentais identificados e classificados como significativos na fase anterior. Utiliza-se para isso modelos de simulação que contemplem adequadamente e possibilitem realizar a avaliação detalhada dos impactos de determinado evento na região em que o empreendimento está ou será inserido;

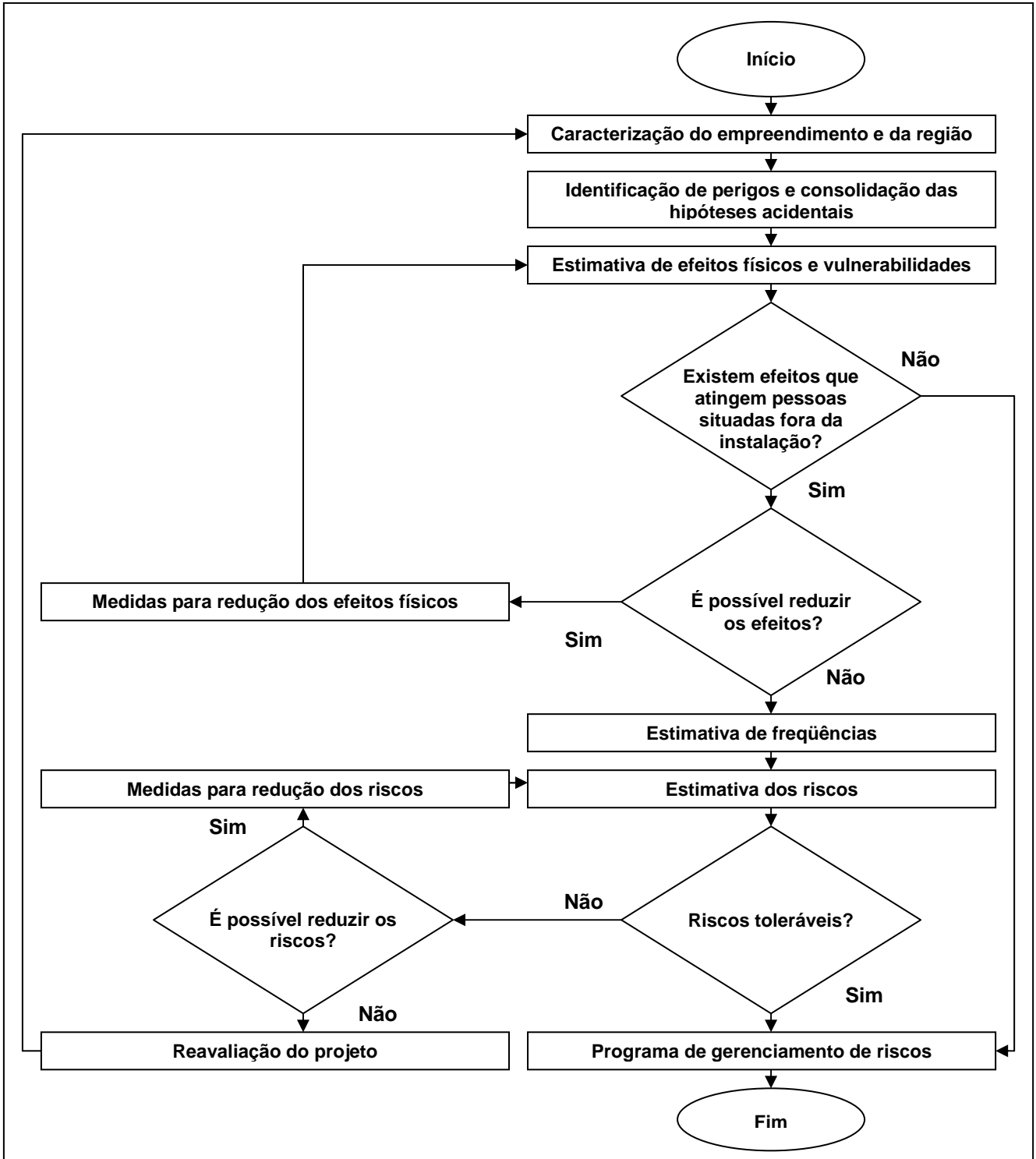
- d) estimativa de frequência – nesta fase serão identificadas as frequências com que as atividades que possuem efeitos físicos que extrapolem os limites da empresa são realizadas, de forma a fornecer subsídios para a avaliação de risco que será definida na fase seguinte;
- e) estimativa e avaliação de riscos – nesta fase é definido o risco de determinada atividade por meio de uma função que relaciona a frequência de ocorrências de cenários acidentais às suas respectivas consequências em relação aos danos que podem extrapolar o limite do empreendimento e afetar pessoas. Este resultado, que determina o risco, pode ser apresentado em duas formas: (i) risco social - risco que se refere a determinado número ou agrupamento de pessoas expostas aos danos decorrentes de um ou mais cenários acidentais; e (ii) risco individual - risco que se refere a uma pessoa presente na vizinhança de um perigo, considerando a natureza do dano que pode ocorrer e o período de tempo que este pode acontecer; e
- f) gerenciamento de riscos – nesta fase, por meio do resultado dos riscos identificados e classificados, é definido um Programa de Gerenciamento de Riscos (PGR), que deverá contemplar:
  - o informações de segurança de processo – identificação de todas as instalações e processos considerados perigosos, assim como as respectivas documentações referentes às substâncias envolvidas, a tecnologia e equipamentos utilizados e aos procedimentos operacionais utilizados;
  - o revisão dos riscos de processo – o processo de análise e avaliação dos riscos desenvolvidos deve ser revisto periodicamente, de modo a possibilitar a identificação preventiva de novas situações de risco, o aperfeiçoamento das operações realizadas e o nível de atendimento dos padrões definidos;

- gerenciamento de modificações – todas as alterações com relação às substâncias, equipamentos ou tecnologia e procedimentos operacionais devem possuir a respectiva análise e avaliação de riscos, de forma que todas as novas atividades ou atividades alteradas tenham os respectivos perigos identificados, classificados e posteriormente gerenciados;
- manutenção e garantia da integridade de sistemas críticos – os sistemas considerados críticos em instalações ou atividades perigosas, sejam estes equipamentos para processar, armazenar ou manusear substâncias perigosas, ou mesmo relacionados com sistemas de segurança, devem ser projetados, construídos e instalados no sentido de minimizar os riscos às pessoas e ao meio ambiente;
- procedimentos operacionais – todas as atividades operacionais devem possuir procedimentos claramente definidos, formalizados, aprovados, atualizados, divulgados e adequadamente implementados que contemplem, entre outros:
  - ✓ cargos dos responsáveis pelas operações;
  - ✓ instruções precisas que propiciem as condições necessárias para a realização das operações;
  - ✓ condições operacionais em todas as etapas do processo (partida, operações normais, operações temporárias, paradas de emergência, paradas normais e reinicialização após paradas programadas ou não); e
  - ✓ limites operacionais.
- capacitação de recursos humanos – o programa deve prever o treinamento de todas as pessoas envolvidas nas operações da empresa em todos os níveis e que contemple, no mínimo, as seguintes etapas: treinamento inicial, treinamento periódico e treinamento de mudanças;
- investigação de acidentes – todas as ocorrências de maior gravidade envolvendo lesões pessoais ou impactos ambientais devem ser

investigadas, de forma que futuras situações similares sejam evitadas. Estas investigações devem conter, no mínimo, a natureza do incidente, causas básicas para o incidente e ações corretivas e recomendações resultantes da investigação;

- Plano de Ação de Emergência (PAE) – com base no estudo de análise e avaliação de riscos deve ser elaborado, aprovado, implementado e atualizado periodicamente e deve contemplar, entre outros, os seguintes aspectos:
  - ✓ introdução, estrutura do plano, descrição das instalações envolvidas e dos cenários de acidentes considerados, a área de abrangência e limitações do plano;
  - ✓ estrutura organizacional, contemplando atribuições e responsabilidades, o respectivo fluxograma de acionamento e os recursos humanos e financeiros necessários;
  - ✓ divulgação, implantação, integração com outras instituições (caso aplicável) e a manutenção periódica do plano; e
  - ✓ cronogramas de exercícios teóricos e práticos, de acordo com os diferentes cenários estimados.
- auditorias – todos os itens devem ser periodicamente auditados, objetivando uma avaliação independente sobre o nível de conformidade e efetividade da empresa em relação aos procedimentos previstos no plano de gestão de riscos. Recomenda-se que esta auditoria seja realizada com a frequência máxima de até três anos e que todas as não-conformidades identificadas no trabalho de auditoria sejam adequadamente avaliadas e tenham um plano de ação, contemplando os prazos e os responsáveis pela adequação de cada uma das não-conformidades.

A Figura 6 mostra as fases para a elaboração de estudos de análise de riscos definidos pela norma em questão.



**Figura 6** – Etapas para elaboração de estudos de análise de riscos

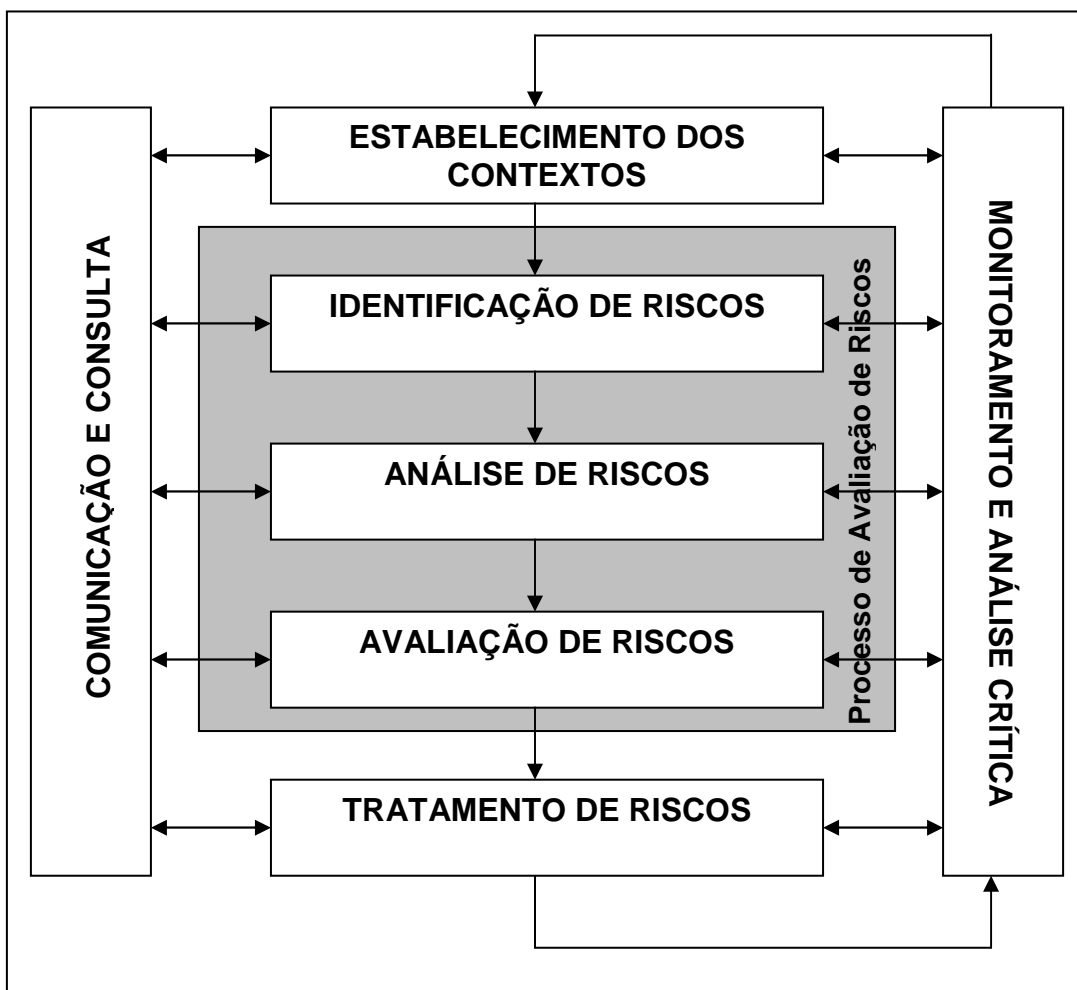
Fonte: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003)

### 3.4.4 Diretrizes para a implementação da AS/NZS 4360:2004

A *Australian/New Zealand Standard, AS/NZS 4360:2004, Risk management*, é a norma australiana e neozelandesa para o gerenciamento de riscos. Sua primeira versão foi lançada em 1995, a segunda em 1999 e a terceira em 2004.

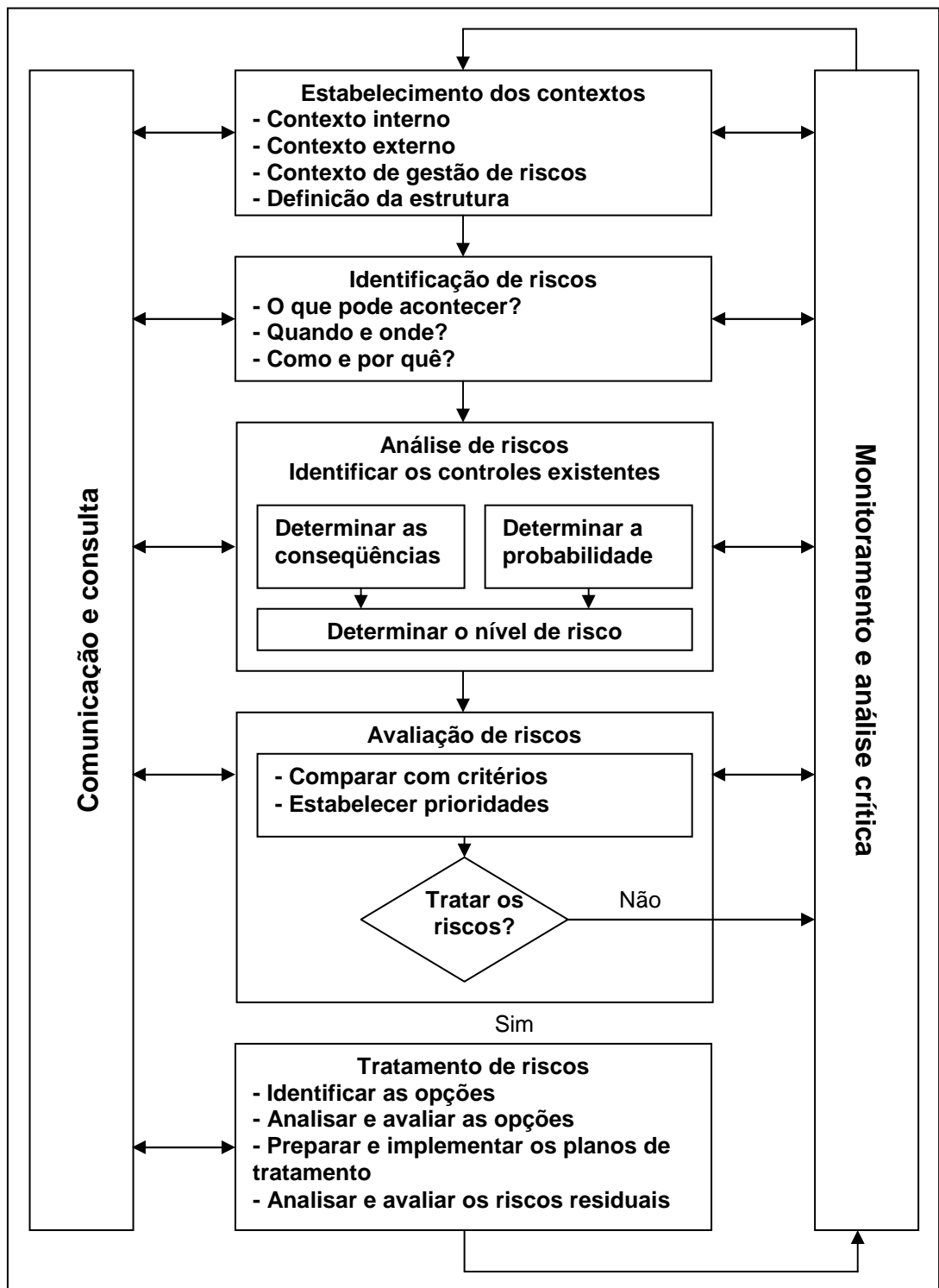
Segundo Broadleaf Capital International (2008), este padrão pode ser aplicado em uma grande variedade de atividades, decisões e operações em entidades públicas e privadas, podendo inclusive ser aplicada em qualquer fase de determinada etapa de um processo ou projeto (implementação ou operação).

As figuras 7 e 8 mostram de forma resumida e detalhada, respectivamente, as fases do processo de gestão de riscos definido pela norma AS/NZS 4360:2004.



**Figura 7** – Processo de gestão de riscos

Fonte: De Cicco (2005)



**Figura 8** – Detalhamento do processo de gestão de riscos

Fonte: De Cicco (2005)

A norma AS/NZS 4360:2004 estabelece diversas etapas para o processo de gerenciamento de riscos, quais sejam:

- a) comunicação e consulta – identificar e entender as expectativas e preocupações das principais partes interessadas objetivando aprimorar a gestão de riscos;
- b) estabelecimentos dos contextos – conhecer o histórico da organização, entender os riscos da organização e definir o escopo das atividades de gestão de riscos;
- c) identificação de riscos – desenvolver uma lista abrangente de fontes de riscos e eventos;
- d) análise de riscos – entender cada um dos riscos identificados e classificá-los de acordo com critérios pré-estabelecidos. Estes critérios para avaliação dos riscos podem se basear em:
  - o consequências especificadas;
  - o probabilidade de eventos ou resultados especificados;
  - o efeito cumulativo de múltiplos eventos; e
  - o amplitude da incerteza dos níveis de risco em um determinado nível de confiança.
- e) avaliação de riscos - na avaliação de riscos é importante considerar também a questão da tolerância ao risco, ou seja, definir critérios que separem os riscos que necessitam de tratamento imediato daqueles que não necessitam.

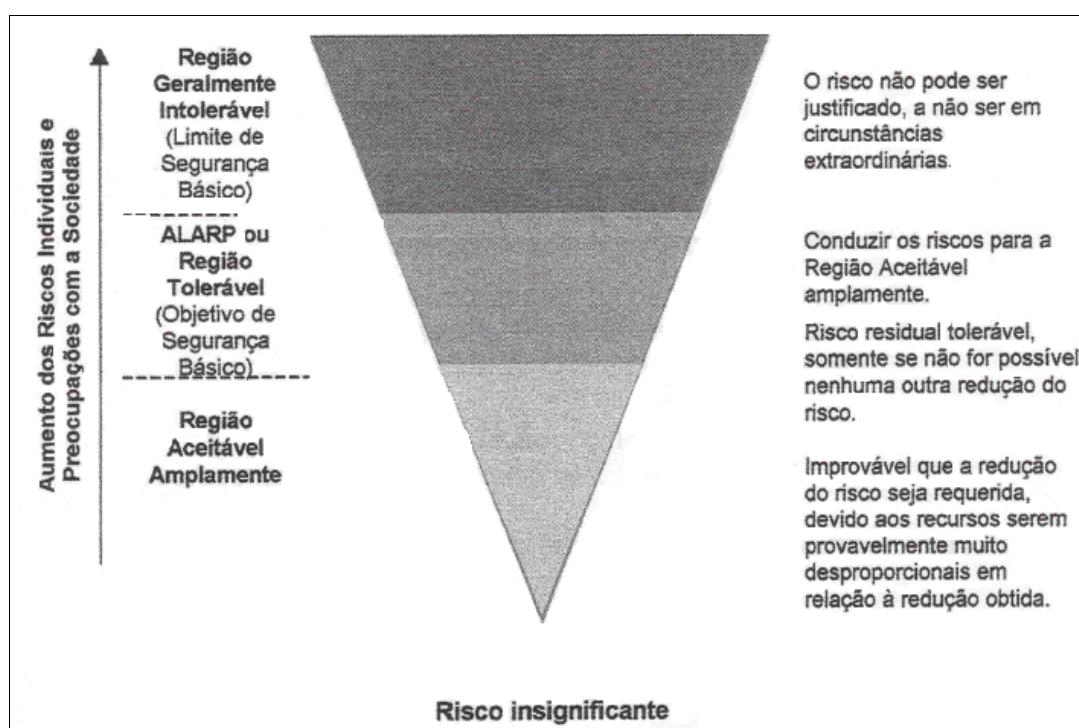
Com relação a esta tolerância ao risco, De Cicco (2005) utiliza três faixas de divisão do risco:

- o uma faixa superior na qual os riscos adversos são intoleráveis, quaisquer que sejam os benefícios que a atividade possa trazer, e as medidas de redução de riscos são essenciais, qualquer que seja o seu custo;
- o uma faixa intermediária, na qual os custos e os benefícios são levados em consideração e as oportunidades balanceadas em relação às consequências potenciais adversas; e



- o uma faixa inferior, na qual os riscos positivos ou negativos são insignificantes ou tão pequenos que não há necessidade de nenhuma medida de tratamento dos riscos.

Para os riscos com consequências ambientais ou de segurança e saúde potencialmente significativas, é determinado adotar o conceito ALARP “*as low as reasonably practicable*”, ou seja, “tão baixo quanto razoavelmente possível”. A Figura 9 demonstra o princípio do ALARP.



**Figura 9** – O princípio ALARP

Fonte: De Cicco (2005)

Segundo De Cicco (2005), a largura do cone indica o tamanho do risco e está dividido em faixas, conforme descrito na figura e quando o risco se aproxima de um nível tolerável, espera-se que o mesmo seja reduzido, a menos que o custo para reduzir o risco seja muito desproporcional aos benefícios obtidos. Já quando os riscos se encontram próximos ao nível insignificante, pode-se tomar providências para reduzir os riscos somente quando os benefícios superarem os custos de redução (DE CICCO, 2005).

- f) tratamento de riscos – por meio da avaliação e análise dos riscos, são definidos os itens que requerem tratamento com suas respectivas

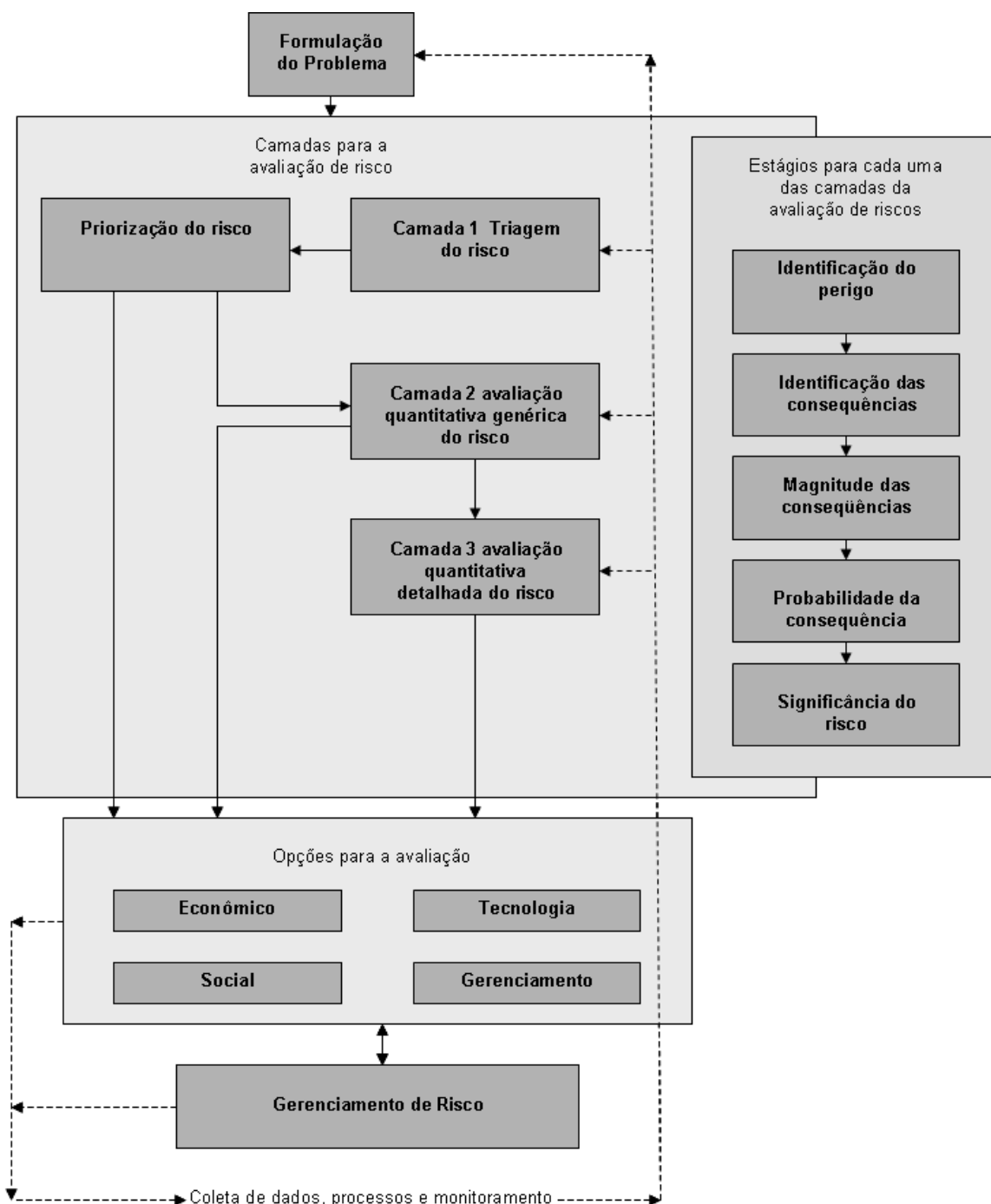
classificações e prioridades. O tratamento dos riscos implica em identificar uma série de opções para o tratamento desses riscos, avaliar tais opções, elaborar planos de tratamento e implementá-los;

- g) monitoramento e análise crítica – objetiva proporcionar mecanismos de acompanhamento periódico com relação ao desempenho esperado ou requerido de cada uma das atividades do processo de gestão de riscos, por meio da auto-avaliação ou da utilização de auditoria de terceira parte. Todas as informações obtidas nos trabalhos de auto-avaliação e auditoria de terceira parte servirão para auxiliar o processo de análise crítica; e
- h) registro do processo de gestão de riscos – a documentação do processo de gestão de riscos permite diversos benefícios ao processo, tais como demonstrar às partes envolvidas que o processo está sendo conduzido adequadamente, possibilitar que as decisões ou processos sejam analisados de uma maneira sistemática, desenvolver uma base de dados históricos para auxiliar o processo de tomada de decisões e planejamento, facilitar o processo de monitoramento e análise crítica, permitir a continuidade dos negócios, entre outros.

#### 3.4.5 Guia para a avaliação e gerenciamento de riscos – Agência Ambiental do Reino Unido

Em 1995 foi publicado pela Agência Ambiental do Reino Unido (*Environment Agency*), o Guia para Avaliação e Gerenciamento de Riscos para a Proteção Ambiental (*Guide to Risk Assessment and Risk Management for Environmental Protection*), e revisada em 2000 por representantes do *Institute for Environment and Health* (IEH), *Environment Agency* (EA) e do *Department of Environment, Transport and the Regions* (DETR). Este documento enfatiza e determina que a avaliação, o gerenciamento e a comunicação dos riscos são fatores fundamentais para auxiliar no processo de tomada de decisões, além de prover uma estrutura de trabalho organizada para a gestão de riscos.

A Figura 10 expõe, de maneira simplificada, a estrutura apresentada para a gestão de riscos, conforme modelo da agência ambiental do Reino Unido.



**Figura 10** – Modelo de gestão de riscos

Fonte: Adaptado de Department of the Environment, Transport and the Regions (2008)

Com relação à estrutura para a avaliação e gerenciamento de riscos definidas pelo DETR são divididas e apresentadas as seguintes etapas:

- identificação de perigos - a identificação dos perigos tem importância significativa na definição da amplitude de toda a avaliação, assim como na credibilidade dos produtos finais. Nesta fase devem ser identificados todos os perigos existentes na localidade ou projeto em questão;

- b) identificação das consequências - as consequências potenciais de todos os perigos devem ser identificadas, para isso deve-se utilizar uma visão ampla sobre todas as consequências que os perigos identificados podem causar;
- c) estimativa da magnitude da consequência - as consequências particulares dos perigos identificados precisam ser avaliadas sobre as perspectivas de danos à saúde humana, às propriedades e ao meio ambiente. Nesse processo de avaliação os seguintes aspectos devem ser considerados:
  - o escala espacial – o impacto geográfico de determinado perigo deve ser avaliado, considerando não apenas a fonte do perigo como também todas as áreas fronteiriças que poderão ser impactadas; e
  - o escala temporal – deve ser considerado também o efeito temporal ou cumulativo de determinado perigo, não apenas avaliando o momento do acontecimento como também seus impactos ao longo dos anos.
- d) estimativa da magnitude da probabilidade - todos os estágios anteriores a este ponto levam em consideração que os perigos identificados causarão algum dano. De qualquer forma, deve ser estimada a probabilidade de ocorrência destes perigos e para isso devem ser levados em consideração:
  - o a probabilidade de o perigo ocorrer – avaliar os dados e informações disponíveis de forma que seja possível determinar a possibilidade de ocorrência de determinado evento perigoso; e
  - o a probabilidade de os receptores serem expostos ao perigo – avaliar a quantidade de pessoas e áreas que serão afetadas pelo perigo, levando em consideração, por exemplo: local, período, aspectos geográficos, sociais, etc.
- e) avaliar a significância do risco – por meio da identificação da consequência e da probabilidade de determinado perigo, devem ser definidos critérios para classificar o risco de cada um dos perigos identificados.

É fundamental que durante a avaliação de riscos, todos os perigos sejam avaliados, comunicados e amplamente discutidos com as demais partes interessadas. Esta discussão auxilia no processo de diversas formas, inclusive sobre a percepção de aceitabilidade ou não do risco, levando em

consideração os benefícios e os perigos associados a determinado evento. Considera-se que nesta etapa o mapeamento e a identificação das necessidades e dúvidas das diversas partes interessadas são de fundamental importância para a avaliação da significância do risco;

- f) formulação do problema – é ressaltada a importância de se descrever e relatar todos os riscos com as partes afetadas. Esta transparência possibilita uma importante base para a tomada de decisões, facilitando a discussão dos problemas assim como a análise de sugestões de mudanças, para minimizar os perigos associados a determinado evento;
- g) priorização dos riscos - esta priorização deve se basear principalmente na magnitude das consequências. Quanto maior os impactos de determinado perigo maior deve ser a importância deste item na priorização do gerenciamento. Na avaliação de riscos ambientais, a priorização pode ser feita em diferentes estágios. Nos estágios iniciais, os perigos normalmente são pontuados e ranqueados objetivando priorizar os mais preocupantes;
- h) quantificando e tratando com o incerto - quando se trabalha com aspectos incertos, normalmente as informações são limitadas e as decisões são baseadas em extrapolações ou suposições. Nestas situações é importante basear-se em estimativas para a probabilidade e a consequência, porém, em algumas situações em que estão se tratando com aspectos incertos, é comum serem definidos os “fatores de segurança”. Nestes casos, embora não se saiba exatamente os aspectos incertos, definem-se níveis de segurança com base em extrapolação e amostras;
- i) avaliando a importância dos riscos e tomada de decisões – a partir da identificação e priorização dos riscos são estabelecidas as bases para a tomada de decisão. Esta tomada de decisão deve se basear em critérios pré-estabelecidos que possibilitem analisar a relevância de cada risco identificado e também devem considerar itens sociais, ambientais, políticos e econômicos. A tomada de decisão para a gestão de riscos deve seguir o princípio ALARP;  
e
- j) monitoramento – nesta etapa devem-se definir instrumentos para identificar o nível de atendimento dos itens implementados para atender aos objetivos

definidos no programa de avaliação e gestão de riscos. O resultado do monitoramento também auxilia no entendimento e identificação de eventuais oportunidades de melhorias assim como de novos aspectos que não foram identificados nas fases anteriores.

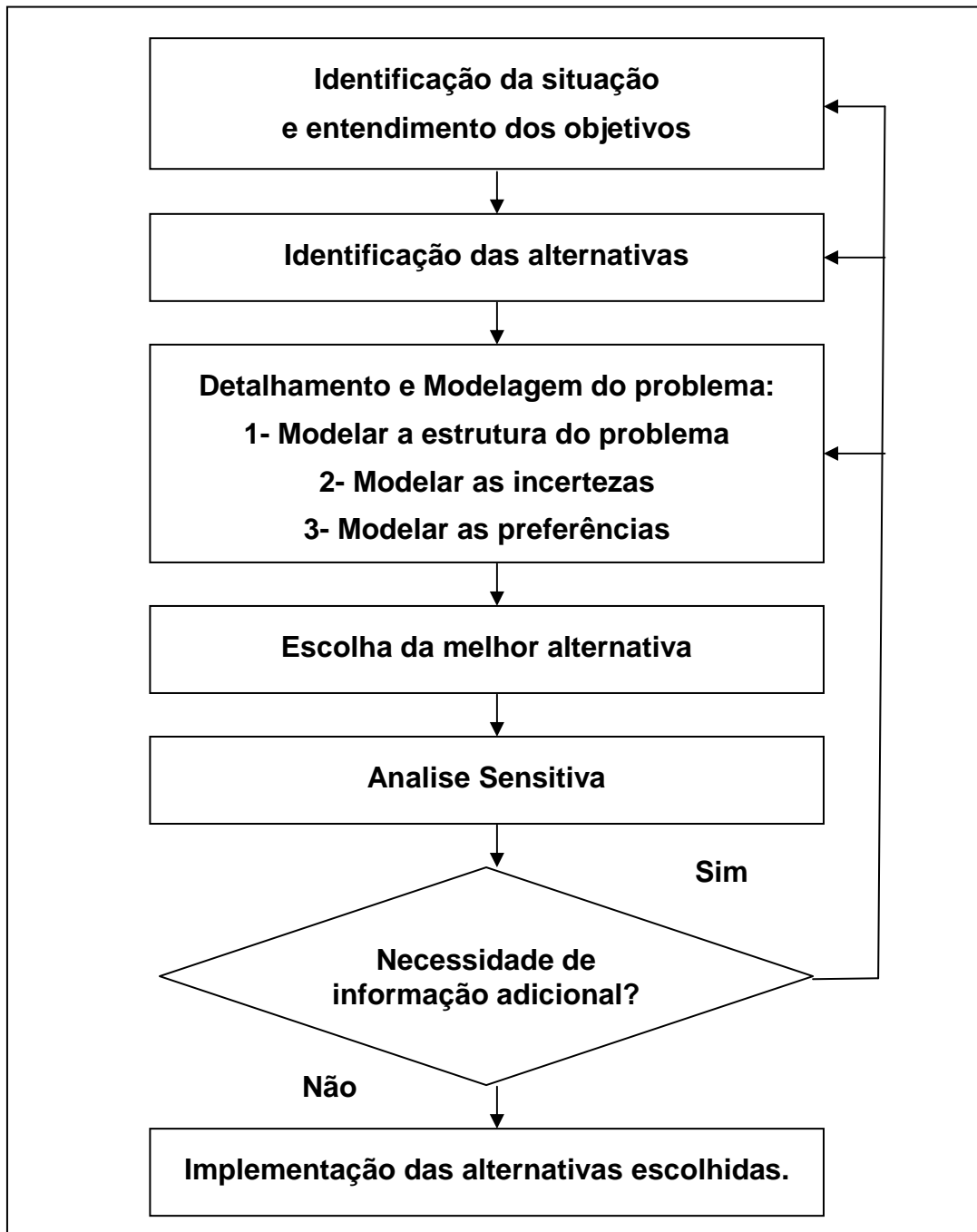
### 3.5 Tomada de decisões

No processo de tomada de decisões o tomador de decisão pode se deparar com situações de incertezas, o que dificulta a projeção de cenários, de problemas, de probabilidades, de riscos e de alternativas para a tomada de decisão.

Raiffa (1977) define situações de incerteza como situações em que as conseqüências, de qualquer ação, não podem ser previstas com certeza, porque podem intervir eventos que não podemos controlar ou prever e cujos resultados fatalmente afetarão nossa condição final.

Frente a essas situações de incerteza, o tomador de decisão pode se utilizar de estrutura metodológica específica que auxilie no processo de tomada de decisões. Essa estrutura metodológica tem o objetivo principal de fornecer subsídios, que auxiliem o tomador de decisão em suas escolhas frente aos cenários de incerteza.

A literatura apresenta algumas estruturas metodológicas relacionadas ao processo de tomada de decisão. Nesse trabalho é apresentada a Figura 11, que demonstra de forma resumida um modelo apresentado por Clemen (1996) relacionando as principais etapas de um processo de tomada de decisão.



**Figura 11** – Representação das etapas do processo de tomada de decisão

Fonte: Adaptado de Clemen (1996)

Esse modelo define como atividade inicial do tomador de decisão, a necessidade de identificação das situações de decisão a serem tomadas, assim como o respectivo entendimento dos objetivos em cada uma destas situações. Após conhecidas as situações de decisão e os respectivos objetivos, são identificadas e criadas às alternativas frente a cada uma dessas situações e objetivos.

Na seqüência é iniciada a etapa de detalhamento e modelagem do problema. Nessa etapa são identificados os problemas e esses problemas são detalhados e estruturados em partes menores, de forma que sejam identificadas as estruturas, as incertezas e as preferências de cada um desses problemas identificados. Também nessa etapa podem ser inseridos modelos matemáticos, modelos de árvores de decisão e gráficos de forma a criar, detalhar e modelar o problema.

Após a realização das etapas anteriores é iniciada a etapa de análise sensitiva. Nessa etapa considera-se que o processo de tomada de decisões é tipicamente uma interação de processos e o tomador de decisão necessita avaliar cada situação de modo que todas as eventuais dúvidas sejam sanadas antes da definição e implementação da alternativa escolhida.

Para sanar essas dúvidas, o tomador de decisão pode retornar a qualquer uma das etapas anteriores, inclusive para a etapa inicial de identificação das situações de decisão e os respectivos objetivos, de modo que se necessário sejam alterados ou incluídos novos objetivos.

Clemen (1996) ainda ressalta a importância do chamado ciclo do processo de tomada de decisão, onde diversas discussões e alterações são feitas nas informações obtidas em cada uma das etapas antes da definição e implementação da alternativa escolhida.

Ainda referente aos processos de tomada de decisão, a seguir relata-se, de forma resumida também, outro modelo, apresentado por Bazerman (2004) e denominado processo “racional” de tomada de decisão a cada situação. Esse modelo trabalha com seis etapas distintas, sendo estas:

- a) definição do problema – o problema deve ser bem especificado. É necessário um julgamento refinado para identificar o problema e resolver esse problema, não apenas eliminar seus sintomas;
- b) identificação dos critérios – todos os critérios relevantes no processo de tomada de decisões devem ser identificados pelo tomador de decisão;
- c) ponderação dos critérios – os critérios identificados devem ser ponderados de acordo com as importâncias variáveis para o tomador de decisão;



- d) geração de alternativas – identificação dos possíveis cursos de ação (alternativas);
- e) classificação de cada alternativa segundo cada critério – avaliação das conseqüências potenciais da escolha de cada uma das soluções alternativas, segundo cada critério identificado; e
- f) identificação da solução ótima – escolher a solução melhor classificada segundo as classificações, critérios e alternativas definidas.

É ressaltado que independente da estrutura metodológica utilizada para auxiliar no processo de tomada de decisão, a qualidade e a quantidade das informações disponíveis, a restrição de tempo, custos e a capacitação técnica dos envolvidos são fatores determinantes para o sucesso ou fracasso de um processo de tomada de decisão.

#### 4 PROPOSTA DO MODELO

O modelo proposto neste trabalho tem o propósito de desenvolver uma estrutura metodológica que possibilite a classificação de deficiências e/ou não-conformidades identificadas em processos de avaliação, diagnóstico ou auditoria de sistemas de gestão ambiental.

Este modelo permitirá que a alta administração possa conhecer, classificar, priorizar e gerenciar adequadamente os riscos ambientais associados às suas atividades, assim como fornecer informações que auxiliem no processo de tomada de decisões e no próprio planejamento estratégico destas empresas.

A idéia básica do modelo é utilizar os relatórios finais de trabalhos de avaliação, diagnóstico ou auditorias de sistema de gestão ambiental. A partir destes resultados, aplicar a estrutura metodológica proposta, o que permitirá endereçar a cada uma das não-conformidades identificadas, uma das três categorias de risco previstas (*Alto*, *Médio* e *Baixo*). As não-conformidades, depois de aplicadas as categorias de riscos previstas, serão apresentadas em uma matriz de riscos, conforme o modelo mostrado na Figura 12.

Matriz de Risco				
probabilidade	alta			
	média			
	baixa			
		baixo	médio	alto
		impacto		

	Risco classificado como Alto
	Risco classificado como Médio
	Risco classificado como Baixo

**Figura 12** – Modelo proposto da matriz de riscos

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

A matriz de riscos será formada basicamente por dois eixos: probabilidade e impacto, e a classificação das categorias de riscos será feita a partir do resultado obtido da probabilidade *versus* o cálculo do impacto.

A seguir serão descritos os critérios utilizados para o cálculo da probabilidade e do impacto:

#### **a) probabilidade**

Para o cálculo da probabilidade será utilizado como base, o conceito de detecção do evento apresentado por Capaldo, Guerrero e Rozenfeld (2008). Esse conceito define três categorias para a classificação da detecção (“muito grande – certamente será detectado”, “moderada – provavelmente será detectado” e “muito pequena – certamente não será detectado”), sendo associado a estrutura de controles internos que, também, determina três categorias para a classificação de um ambiente de controles, baseados na porcentagem de deficiências identificadas durante a aplicação dos testes utilizados nas avaliações, auditorias ou diagnósticos ambientais.

As categorias descritas anteriormente, que serão os critérios utilizados para a classificação da probabilidade na matriz de riscos, encontram-se apresentadas no Quadro 6.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
Alta	Estrutura de controles da empresa inadequada; certamente não será detectado
Média	Estrutura de controles da empresa aparentemente satisfatória; provavelmente não será detectado
Baixa	Estrutura de controles da empresa adequada; certamente será detectado

**Quadro 6** - Critérios para a classificação da probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

É lembrado que para o cálculo da probabilidade torna-se fundamental também a experiência do avaliador, que neste caso, poderá levar em consideração para o seu julgamento sua experiência profissional, além da aplicação do modelo aqui proposto para o cálculo da probabilidade.

No Quadro 6 os critérios partem de um cenário mais gerenciado, onde a empresa possui uma estrutura de controles internos considerada adequada, o que certamente permitirá que a empresa identifique, dentro do seu período de gestão,

a não-conformidade identificada pela avaliação, auditoria ou diagnóstico ambiental, até um cenário mais descontrolado, onde a não-conformidade avaliada certamente não será identificada, passando por um cenário intermediário, onde a estrutura de controle é considerada aparentemente satisfatória e provavelmente a não-conformidade avaliada não será detectada.

Considera-se o período de gestão como o intervalo previsto pela empresa para a realização das avaliações, auditorias ou diagnósticos do sistema de gestão ambiental no local em questão. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (2003) considera que auditorias ambientais, independentes ou internas, não devem ser realizadas em um intervalo superior a três anos.

Em situações onde a empresa em questão não tenha realizado auditorias ou qualquer tipo de diagnósticos ambientais periódicos, com escopo abrangente (que avalie todas as atividades da empresa) e nos últimos três anos, contados a partir da realização do trabalho, classifica-se a probabilidade como “alta”.

Em situações onde a empresa avaliada realizou nos últimos três anos auditoria ou diagnóstico ambiental em suas instalações, deverá ser aplicado o seguinte critério para a classificação da probabilidade: se durante a realização dos testes de avaliação, auditoria ou diagnóstico ambiental, apenas 50% da quantidade total de testes aplicados tiverem um resultado eficaz, ou seja, sem não-conformidades identificadas, então a classificação da probabilidade deverá ser considerada “alta”. Se entre 51% a 75% do número total de testes realizados tiverem um resultado eficaz, então a classificação da probabilidade deverá ser considerada “média”, e se acima de 75% do número total de testes aplicados tiverem um resultado eficaz a classificação da probabilidade será considerada “baixa” (Quadro 7).

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	PORCENTAGEM DE TESTES EFICAZES
Alta	Estrutura de controles da empresa inadequada; certamente não será detectado	até 50%
Média	Estrutura de controles da empresa aparentemente satisfatória; provavelmente não será detectado	entre 51% a 75%
Baixa	Estrutura de controles da empresa adequada; certamente será detectado	Acima de 75%

**Quadro 7** – Classificação da probabilidade - controles internos

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Para exemplificar, imagine-se a seguinte situação: em outubro de 2002 foi realizada uma auditoria ambiental na Empresa A e ao resultado desta auditoria será aplicado o modelo aqui proposto que permitirá a classificação de riscos de cada uma das não-conformidades identificadas.

Sabe-se que a Empresa A possui um sistema de gestão ambiental implementado há seis anos e anualmente é contratada uma consultoria para realizar a auditoria ambiental de todas as suas atividades. Sabe-se também que o escopo da auditoria realizada possui 100 testes, sendo que 70 destes foram eficazes, ou seja, sem não-conformidades na última auditoria realizada.

Analisando esta situação e levando em consideração o modelo proposto, na matriz de riscos o eixo probabilidade seria classificado como “média”, conforme Figura 13.

Matriz de Risco				
probabilidade	alta			
	média			
	baixa			
		baixo	médio	alto
impacto				

	Risco classificado como Alto
	Risco classificado como Médio
	Risco classificado como Baixo

**Figura 13** – Matriz de riscos - probabilidade “média”

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Se neste mesmo exemplo fosse alterada somente a informação de que a Empresa A “contrata consultoria para realizar anualmente a auditoria ambiental de suas atividades” para “não realiza auditoria em suas atividades há cinco anos”, então na matriz de riscos o eixo probabilidade seria classificado como *alta*, conforme Figura 14.

Matriz de Risco				
probabilidade	alta			
	média			
	baixa			
		baixo	médio	alto
impacto				

	Risco classificado como Alto
	Risco classificado como Médio
	Risco classificado como Baixo

**Figura 14** – Matriz de riscos - probabilidade “alta”

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

## **b) impacto**

Para o cálculo do impacto serão utilizados como base cinco variáveis denominadas: ambiental, pessoas, imagem, legal e financeiro.

A idéia é definir para cada uma destas variáveis critérios de classificação individuais, que ao final serão somados e definirão a classificação do eixo impacto em “alto”, “médio” ou “baixo”, conforme Figura 11. Neste modelo não serão atribuídos critérios de pesos diferentes para os critérios das variáveis definidas.

A seguir serão descritas cada uma das variáveis citadas anteriormente.

### **o ambiental**

A idéia principal desta variável é definir critérios que possibilitem avaliar o nível de comprometimento da dimensão ambiental, utilizando-se o conceito definido por *Global Reporting Initiative - GRI* (2008), onde a dimensão ambiental se refere aos impactos da organização sobre os sistemas naturais vivos e não-vivos, incluindo ecossistemas, terra, ar e água, abrangendo também aspectos relacionados à biodiversidade.

A definição dos critérios de classificação da variável ambiental utilizarão como base a questão da possibilidade de reversibilidade do dano causado. Pretende-se adaptar a idéia da reversibilidade do dano causado, definido por Freitas (2006), como tempo necessário para a reversão natural do dano (sem ação humana), onde reversão do dano significa retornar o espaço físico às condições ambientais semelhantes às verificadas anteriormente ao seu uso e ocupação.

Embora Freitas considere para a reversão natural do dano somente o tempo necessário para a recuperação “sem a ação humana”, neste trabalho será adotada além da premissa da reversão natural, também o tempo de reversão em virtude da ação humana, sempre que aplicável e puder minimizar o tempo de reversão do dano.

Também será utilizada como base o conceito de tempo das consequências ao meio ambiente definidos por De Cicco (2005), onde são definidas quatro categorias:

- ✓ dano ambiental de funções do ecossistema muito grave e de longo prazo;
- ✓ efeitos ambientais graves de médio prazo;
- ✓ efeitos moderados de curto prazo, mas que não afetam as funções do ecossistema; e
- ✓ efeitos menores na biologia do meio ambiente.

Sendo assim, o modelo proposto para a definição dos critérios de classificação da variável ambiental é dividido em três níveis, apresentados no Quadro 8. Estes níveis são divididos em função do tempo para a reversão do dano causado, onde o nível mais alto considera um impacto na dimensão ambiental considerado de longo prazo, ou seja, acima de três anos para ser revertido e recebe uma pontuação 3 (três). O nível intermediário considera um prazo para reversão entre um ano e três anos, recebendo uma pontuação de 2 (dois), e o último nível considera o tempo de reversão menor de um ano ou de não identificação de danos à dimensão ambiental, recebendo pontuação 1 (um).

PONTUAÇÃO	AMBIENTAL
3	Danos com impactos de longo prazo (> 3 anos)
2	Danos com impactos de médio prazo (1 ano até 3 anos)
1	Danos com impactos de curto prazo (< 1 ano) ou sem impacto na dimensão ambiental

**Quadro 8** - Critérios para classificação da variável ambiental

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Para exemplificar, imagina-se a situação em que a não-conformidade é uma pequena área contaminada com óleo combustível, e sabe-se que o processo completo de remediação desta área poderá estender-se durante oito anos. Nesta situação, ao aplicar os critérios definidos de classificação da variável ambiental, seria considerada para esta não-conformidade a pontuação 3 (três).



Se neste mesmo exemplo, fosse considerado que o tempo de remediação da área contaminada ficasse em apenas dois anos, seria considerada para esta não-conformidade a pontuação 2 (dois).

Em outra situação onde a não-conformidade analisada não apresenta danos à dimensão ambiental, atribui-se a pontuação 1 (um).

Para a definição dos prazos associados aos critérios de pontuação da variável ambiental, foi utilizada como base Cetesb (2003), que determina que um programa de gestão de riscos deve ser periodicamente auditado e, ainda, que estas auditorias periódicas não devem ser realizadas em um intervalo superior a três anos.

o **peçoas**

Na variável definida como peçoas, a idéia é avaliar a questão do impacto à saúde não só dos trabalhadores, fornecedores e terceiros que estão diretamente ligados às atividades da empresa, como também avaliar a possibilidade de risco à saúde da sociedade em geral, principalmente daqueles que se encontram próximos às atividades da empresa e que também podem ser afetados.

Para a formulação dos critérios para a avaliação da variável denominada peçoas, foram consultadas algumas idéias propostas por Yogui (2007), que determina uma variável classificando a possibilidade de dano de determinado evento em relação à vida e à saúde humana da comunidade ou dos trabalhadores afetados, em cinco classes e características específicas, sendo:

- ✓ não importante – leves e de temporário desconforto;
- ✓ limitado – poucos ferimentos e desconforto maior;
- ✓ sério – ferimentos e desconfortos maiores;
- ✓ muito sério – cinco mortes, mais de 20 feridos e até 500 peçoas evacuadas; e
- ✓ catastrófico – mais de 20 mortes, centenas de feridos graves e mais de 500 peçoas evacuadas.

Também foi consultado o modelo proposto por De Cicco (2005), que define uma variável denominada segurança e saúde com cinco classes, sendo estas:

- ✓ diversas mortes ou efeitos irreversíveis significativos em mais de 50 pessoas;
- ✓ uma morte e/ou incapacidade permanente total (>30%) em uma ou mais pessoas;
- ✓ incapacidade ou deficiência permanente parcial (<30%) em uma ou mais pessoas;
- ✓ incapacidade temporária com hospitalização; e
- ✓ não há necessidade de tratamento médico.

Desta forma, o modelo proposto para a definição dos critérios de classificação da variável pessoas foi dividido em três níveis, apresentados no Quadro 9. A seguir estes níveis são divididos em função da possibilidade de gravidade do impacto causado nas pessoas, onde o nível mais alto considera um impacto com possibilidade de fatalidade e/ou incapacidade permanente recebendo a pontuação 3 (três), o nível intermediário considera a possibilidade de acidente com afastamento, recebendo uma pontuação 2 (dois), e o último nível considera a possibilidade de um acidente sem afastamento ou da não identificação de possibilidade de impacto às pessoas, recebendo a pontuação 1 (um).

PONTUAÇÃO	PESSOAS
3	Possibilidade de fatalidade e/ou incapacidade permanente
2	Possibilidade de acidente com afastamento
1	Possibilidade de acidente sem afastamento ou não identificação de possibilidade de impacto às pessoas

**Quadro 9** - Critérios para classificação da variável pessoas

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Considera-se neste trabalho as definições da Associação Brasileira da Indústria Química (2008) para:

- ✓ incapacidade permanente: situação provocada por acidente de trabalho, com a perda total da capacidade de trabalho, em caráter permanente, sem morte. Causam essa incapacidade,

lesões que não provocam morte, impossibilitando o acidentado permanentemente de trabalhar ou da qual decorre a perda total do uso ou a perda propriamente dita, entre outras, de olhos, mãos e pés;

- ✓ acidentes com afastamento: acidente (não inclui doenças ocupacionais e acidentes de trajeto) com lesão pessoal que impede o acidentado de voltar ao trabalho no dia imediato ao do acidente; e
- ✓ acidentes sem afastamento: acidente com lesão pessoal que não impede o acidentado de voltar ao trabalho no dia imediato ao do acidente.

Embora a Abiquim considere que acidente com afastamento é aquele que impede o acidentado de voltar ao trabalho, será considerado neste modelo acidente com afastamento também a situação em que o indivíduo ficar impedido de executar suas atividades cotidianas, não necessariamente a volta ao trabalho. Esta explicação é utilizada principalmente quando avaliarmos impactos que afetaram comunidades não relacionadas diretamente com as atividades profissionais da empresa.

Para exemplificar a utilização da variável pessoas, será considerada a não-conformidade hipotética referente ao armazenamento inadequado de resíduos não perigosos em um galpão localizado dentro da Empresa A, considerando-se que o resíduo em questão não possui características que possam trazer impacto à saúde das pessoas. Desta forma, a classificação da variável pessoas para esta não-conformidade receberia a pontuação 1 (um). Se nesta mesma situação, o resíduo em questão fosse hospitalar, com materiais contaminados com agentes biológicos resultantes do tratamento de pacientes em isolamento por doenças infecto-contagiosas e não previamente esterilizados, admite-se que existe um risco de fatalidade sobre as pessoas que eventualmente entrem em contato com estes resíduos sem os devidos cuidados e, desta forma, a classificação da variável pessoas receberia a pontuação 3 (três).

o **imagem**

Para a variável imagem, o presente trabalho seguiu a linha de raciocínio de trabalhar o item sob a ótica apenas da repercussão de determinado evento em relação à imagem da empresa, não estabelecendo qualquer vínculo com impactos financeiros resultantes deste evento, embora a quantificação de valores associados aos riscos de imagem sejam bastante trabalhados atualmente em diversos segmentos.

Como base para o desenvolvimento desta variável, foram levadas em consideração o estudo realizado por Freitas (2006), que trabalha a variável imagem sob a perspectiva da repercussão de determinado evento, dividindo esta em cinco estágios:

- ✓ não há repercussão;
- ✓ repercussão interna (funcionários);
- ✓ repercussão em nível local, na cidade em que se encontra a unidade industrial;
- ✓ repercussão em nível estadual, no estado em que se encontra a unidade industrial;
- ✓ repercussão em nível nacional, no país em que se encontra a unidade industrial; e
- ✓ repercussão internacional.

Também foi considerado o modelo apresentado por De Cicco (2005), que tratou o item sob a nomenclatura de “comunidade, governo, reputação e mídia”, dividindo o tema em quatro categorias:

- ✓ protesto sério do público ou da mídia (de repercussão internacional);
- ✓ repercussão nacional negativa e significativa junto à mídia, público ou ONGs;
- ✓ repercussão na mídia e/ou maior preocupação da comunidade local (críticas de ONGs); e

- ✓ pequena repercussão pública local, pequenas reclamações ou atendimentos médicos.

Sobre imagem, o modelo proposto para a definição dos critérios foi dividido em três níveis, apresentados no Quadro 10. Estes níveis são divididos em função dos públicos envolvidos e na possibilidade da respectiva repercussão de determinado impacto causado pela empresa, onde o nível mais alto considera um impacto com qualquer tipo de repercussão fora da empresa e recebe a pontuação 3 (três), o nível intermediário considera uma repercussão que não passaria os portões da empresa, ficando restrita apenas ao seu público interno, o que acarretaria em uma pontuação 2 (dois), e o último nível considera que não há uma repercussão ou que não exista uma repercussão significativa do público interno, nesta situação o impacto recebe a pontuação 1(um).

PONTUAÇÃO	IMAGEM
3	Repercussão fora da empresa
2	Repercussão dentro da empresa
1	Sem repercussão ou sem repercussão interna significativa

**Quadro 10** - Critérios para classificação da variável imagem

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Exemplificando a variável, imagine-se uma situação em que uma não-conformidade relacionada ao derramamento de determinada substância química, desencadeou o acionamento do Plano de Ação de Emergência (PAE) com relação à evacuação de um grupo de funcionários de determinada área, resultando em uma repercussão do público interno, o que pelo modelo proposto resultaria na pontuação 2 (dois). Se nesta mesma situação houvesse um vazamento de grandes proporções com produtos altamente tóxicos, que resultasse, por exemplo, no acionamento da defesa civil ou qualquer outra entidade externa, a situação seria pontuada com 3 (três).

- **legal**

Na variável legal o presente trabalho pretende focar basicamente nas questões de atendimento ou não da legislação vigente. Para isso foi

considerado o modelo proposto por De Cicco (2005) que denomina o tema como “jurídica” e define quatro etapas para a classificação, sendo:

- ✓ processos e multas significativas (litígios muito sérios incluindo ações de classes);
- ✓ descumprimento sério de uma regulamentação (litígio maior);
- ✓ descumprimento sério de uma regulamentação, com investigação ou relatório para autoridades, com possível processo e/ou multa moderada; e
- ✓ questões jurídicas menores, pequenas não-conformidades e violação a regulamentações.

Segundo este conceito, o modelo proposto para a variável legal foi dividido em três, apresentados no Quadro 11. Estes níveis são divididos em função da relevância do impacto causado pela empresa sob a percepção de possibilidade de penalizações impostas por órgãos fiscalizadores, reguladores, etc., onde o nível mais alto considera um impacto com a possibilidade de autuações e/ou processos e/ou parada das operações e recebe a pontuação 3 (três). O nível intermediário considera a possibilidade de autuações, o que acarretaria em uma pontuação 2 (dois), e o último nível considera apenas o não cumprimento de políticas, procedimentos e/ou orientações da empresa e nesta situação o impacto recebe a pontuação 1 (um).

PONTUAÇÃO	LEGAL
3	Possibilidade de autuações e/ou processos e/ou parada das operações
2	Possibilidade de autuações
1	Não cumprimento de políticas, procedimentos e/ou orientações da empresa

**Quadro 11** - Critérios para classificação da variável legal

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Exemplificando a situação, considere-se uma não-conformidade hipotética referente ao não atendimento de uma condicionante prevista no licenciamento ambiental, que já se encontra vencido, de determinado empreendimento. Tendo além do risco de autuações do órgão ambiental responsável, também o risco de parada das operações em virtude do Art.

11, da Lei de Crimes Ambientais Nº 9.605, de 12/02/1998, que determina que a suspensão de atividades será aplicada quando estas não estiverem obedecendo às prescrições legais. Nesta situação a não-conformidade receberia a pontuação 3 (três).

o **financeiro**

A variável financeira prevê justamente determinar o valor monetário consequente de determinado impacto, considerando neste caso as despesas resultantes da necessidade de reparar o dano causado.

Para o desenvolvimento desta variável foram consultados diversos modelos, entre eles o de Yogui (2007), que denominou uma variável baseada nas consequências financeiras de determinado impacto para a propriedade e equipamentos, definindo cinco cenários distintos, sendo:

- ✓ não importante – menor que 0,5 (em milhares de dólares);
- ✓ limitado – entre 0,5 e 1,0 (em milhares de dólares);
- ✓ sério – entre 1 e 5 (em milhares de dólares);
- ✓ muito sério – entre 5 e 20 (em milhares de dólares); e
- ✓ catastrófico – maior que 20 (em milhares de dólares).

Ainda discutindo os aspectos financeiros atrelados às questões ambientais, Rogers (2005) cita que alguns itens diretamente relacionados ao meio ambiente, podem afetar significativamente as demonstrações financeiras das empresas caso não sejam adequadamente identificados, tratados e contabilizados, enumerando, entre outros, os seguintes itens:

- ✓ custos operacionais e investimentos necessários para o atendimento a legislação federal, estadual e municipal;
- ✓ custos associados a processos legais ou sanções movidas contra a empresa, relacionados a aspectos ambientais; e
- ✓ passivos ambientais.

Davis (2009), com relação à definição de aspectos materiais relacionados ao meio ambiente, cita que aspectos materiais são aqueles que podem

envolver até 10% dos ativos da empresa ou exceder o valor de US\$100.000,00.

Sabe-se que atualmente as questões financeiras atreladas aos impactos ambientais podem atingir quantias significativas, principalmente quando são analisados processos de remediação de áreas contaminadas e processos relacionados a indenizações. Nestas situações os aspectos financeiros associados podem impactar significativamente uma empresa, e em alguns casos determinar inclusive a finalização de suas operações.

O modelo proposto para a variável financeira foi desenvolvido utilizando como base o conceito comentado por Davis (2009), onde valores relacionados aos impactos ambientais que envolvam quantias a partir de US\$ 100.000,00 podem ser considerados significativos. Seguindo este raciocínio, a variável financeira foi dividida em três níveis, apresentados na Tabela 1. Estes níveis são divididos em função do valor financeiro atrelado à necessidade de reparação do impacto ambiental associado a não-conformidade analisada, partindo do nível mais alto que considera valores acima de US\$ 100.000,00 e atribui a pontuação 3 (três). O nível intermediário considera o valor compreendido entre US\$ 50.000,00 à US\$ 100.000,00, o que acarretaria em uma pontuação 2 (dois) e o último nível considera valores menores que US\$ 50.000,00, nesta situação o impacto recebe a pontuação 01 (um).

**Tabela 01** - Critérios para classificação da variável financeiro

PONTUAÇÃO	FINANCEIRO
3	Acima de US\$ 100.00,00
2	Entre US\$ 50.000,00 à US\$ 100.000,00
1	Menor que US\$ 50.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Assim sendo, para o cálculo do eixo impacto deve-se somar a pontuação estabelecida para cada uma das cinco variáveis e localizar a pontuação obtida no Quadro 12, proposto pelo modelo.



CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO	PONTUAÇÃO
Alto	Pontuação entre 12 e 15.
Médio	Pontuação entre 8 e 11.
Baixo	Pontuação entre 5 e 7.

**Quadro 12** – Classificação do impacto pela pontuação obtida

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Para a identificação do eixo impacto, embora seja estabelecido o critério de soma simples da pontuação aplicada em cada uma das cinco variáveis definidas, considera-se a premissa de que, se houver pontuação máxima, ou seja, 3 (três) para pelo menos duas das três variáveis: ambiental, imagem e pessoas, o valor do eixo impacto automaticamente será considerado “alto”.

Exemplificando, imagina-se uma não-conformidade que tenha recebido a pontuação:

- a) variável ambiental = 3 pontos;
- b) variável pessoas = 2 pontos;
- c) variável imagem = 1 ponto;
- d) variável legal = 1 ponto; e
- e) variável “financeiro” = 2 pontos.

$$3 + 2 + 1 + 1 + 2 = 9 \quad (1)$$

Nesta situação é atribuído o valor total, a não-conformidade em questão, de 9 (somatória do valor atribuído a cada uma das variáveis), e aplicando este valor à tabela de cálculo do impacto, é definido o eixo impacto como “médio”. O Quadro 13 mostra a classificação do impacto como “médio”.

CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO	PONTUAÇÃO
Alto	Pontuação entre 12 e 15
Médio	Pontuação entre 8 e 11
Baixo	Pontuação entre 5 e 7

**Quadro 13** – Classificação do impacto - médio

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Se neste mesmo exemplo fosse considerado a seguinte pontuação:

- a) variável ambiental = 3 pontos;
- b) variável pessoas = 1 ponto;
- c) variável imagem = 3 pontos;

- d) variável legal = 1 ponto; e
- e) variável “financeiro” = 1 ponto.

$$3 + 1 + 3 + 1 + 1 = 9 \quad (2)$$

Embora a pontuação fosse exatamente a mesma 9 (nove), o que na Figura 12 demonstra a classificação do eixo impacto como *médio*, pelo fato da variável ambiental e imagem terem recebido a pontuação máxima 3 (três), automaticamente a classificação do eixo impacto passa a ser *alto*. O Quadro 14 mostra a classificação do eixo impacto conforme o exemplo em questão.

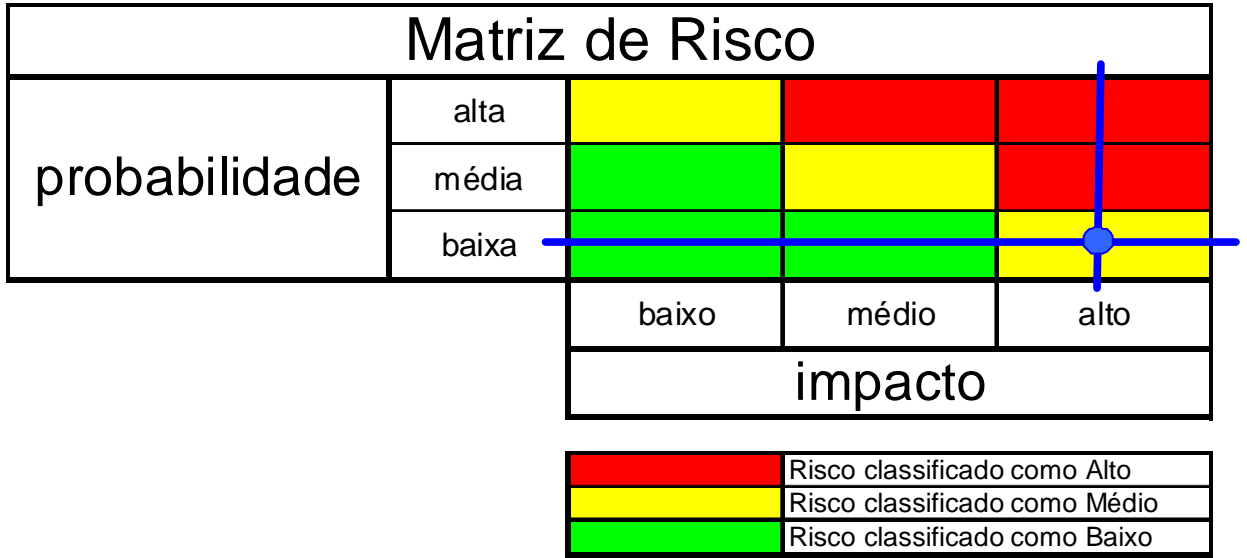
CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO	PONTUAÇÃO
Alto	Pontuação entre 12 e 15
Médio	Pontuação entre 8 e 11
Baixo	Pontuação entre 5 e 7

**Quadro 14** – Classificação do impacto - alto

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Agora que já foram definidas as premissas para o cálculo dos eixos probabilidade e impacto, será apresentado um exemplo que demonstra a utilização dos conceitos aqui descritos na matriz de riscos, também propostas neste trabalho.

Será dado o exemplo hipotético de determinada não-conformidade, denominada “NC 01”, classificada, conforme critérios pré-estabelecidos neste modelo, como impacto “alto” e probabilidade como “baixo”. Desta forma teríamos o enquadramento da “NC 01” na matriz de risco conforme demonstra a Figura 15.



● NC 01

**Figura 15** – Aplicação da matriz de riscos

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

## 5 CASO DE APLICAÇÃO

Como este trabalho tem o objetivo de contribuir com a elaboração de um modelo para a avaliação de sistemas de gestão ambiental com foco em risco, torna-se fundamental o desenvolvimento de um caso de aplicação, demonstrando de forma prática a utilização do modelo proposto.

O modelo proposto pretende classificar, em uma matriz de risco, cada não conformidade de um trabalho de auditoria utilizando dois eixos: probabilidade e impacto.

No caso proposto serão utilizadas informações contidas em um relatório final de auditoria ambiental verídico. Este relatório foi elaborado por uma empresa prestadora de serviços de consultoria e auditoria ambiental e foi realizado em uma empresa do setor elétrico.

Os nomes das empresas serão preservados por questões de sigilo das informações, sendo utilizados os nomes fictícios “Auditoria”, para a empresa auditora, e “Empresa”, para a empresa auditada.

Para a classificação do eixo probabilidade é importante saber que o escopo do trabalho da auditoria em análise foi estruturado em 9 (nove) áreas diferentes e com uma quantidade específica de testes em cada uma destas áreas (Tabela 2). Estes testes foram desenvolvidos com o objetivo de avaliar o nível de eficiência da estrutura de controles internos em cada uma destas áreas.

**Tabela 2** – Áreas do escopo de auditoria e a respectiva quantidade de testes

ÁREA (ESCOPO DE AUDITORIA)	QUANTIDADE DE TESTES
Sistema de gestão	16
Passivos ambientais	4
Licenças, autorizações e outros	12
Produtos químicos	8
Recursos hídricos	12
Resíduos	14
Emissões atmosféricas	6
Odores e ruídos	4
Áreas externas e recursos naturais	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

O nível de eficiência da estrutura de controles internos de cada uma das áreas auditadas pode ser determinado por meio da porcentagem de testes realizados que tiveram seu resultado eficaz.

Esse nível de maturidade da estrutura de controles internos é identificado pelo cálculo da porcentagem de testes eficazes em cada uma das áreas auditadas.

A Tabela 3 mostra cada uma das áreas auditadas, a quantidade de testes realizados, a quantidade de testes eficazes e a respectiva porcentagem de efetividade de cada área.

**Tabela 3** – Áreas do escopo de auditoria e resultado dos testes aplicados

ÁREA	QUANTIDADE DE TESTES REALIZADOS	QUANTIDADE DE TESTES EFICAZES	PORCENTAGEM DE TESTES EFICAZES
Sistema de gestão	16	13	81%
Passivos ambientais	4	2	50%
Licenças, autorizações e outros	12	9	75%
Produtos químicos	8	7	87%
Recursos hídricos	12	10	83%
Resíduos	14	12	86%
Emissões atmosféricas	6	6	100%
Odores e ruídos	4	3	75%
Áreas externas e recursos naturais	3	2	67%

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Cada teste realizado na auditoria ambiental cujo resultado não é eficaz resulta em uma não conformidade. No caso de aplicação apresentado, foram selecionadas aleatoriamente, 7 (sete) não conformidades de 5 (cinco) áreas distintas analisadas no relatório final elaborado pela empresa Auditoria. Nesta seleção aleatória buscou-se apenas selecionar não conformidades de diferentes importâncias de modo a diversificar a amostra.

Para facilitar o entendimento da aplicação do modelo proposto, cada uma das não conformidades (NC) identificadas encontra-se listada abaixo e em ordem seqüencial numérica.

Área: Sistema de Gestão

NC 1) Inexistência de procedimentos formalizados, aprovados e divulgados em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental.

NC 2) A sede da Empresa não realiza os simulados de seu Plano de Ação para Emergências. O último simulado realizado foi feito em 2001.

Área: Passivos Ambientais

NC 3) Existência de uma área contaminada, sob responsabilidade da empresa, resultante de vazamentos e do armazenamento inadequado de diversos equipamentos contendo óleo mineral isolante. Foram iniciados estudos relacionados ao diagnóstico e caracterização da área contaminada que forneceram as seguintes informações:

- a) não foi definido o modelo de remediação a ser utilizado;
- b) existe na área contaminada um regulador de tensão desativado, ainda com 1930 litros de óleo isolante, vazando, sem qualquer tipo de contenção e disposto diretamente no solo sem impermeabilização;
- c) desconhecimento da existência ou não de contaminante no óleo mineral isolante encontrado nos equipamentos elétricos identificados no local;
- d) a população localizada no entorno da área contaminada é abastecida, em alguns casos, por água de poço local, poços esses considerados como passíveis de contaminação; e
- e) existe um córrego nas proximidades da área contaminada e que segue para uma área rural, onde predominam pequenos produtores de hortaliças. É prática comum na região a utilização da água do córrego e de poços para a irrigação das pequenas lavouras.

NC 4) Todos os custos relacionados à área contaminada sob responsabilidade da empresa não se encontram contabilizados. A conta contábil referente às contingências ambientais encontra-se com saldo zero.

Área: Licenças, Autorizações e Outros

NC 5) A Empresa possui linhas de transmissão que operam atualmente sem as licenças de operação.

Área: Resíduos

NC 6) A Empresa não realiza qualquer tipo de avaliação em relação à empresa contratada responsável pelo recolhimento e destinação final de seus resíduos classe I.

Área: Áreas Externas e Recursos Naturais

NC 7) Durante a visita de campo foi identificada uma área de preservação permanente no córrego, que possui parte de seu curso dentro da sede da Empresa. Na área visitada foi possível identificar locais sem a faixa devida de mata ciliar e indícios de atividades da empresa na área. Vale lembrar que qualquer tipo de supressão de vegetação em área de preservação permanente só pode ser realizada com a devida autorização prévia do órgão ambiental competente.

A partir da identificação das não conformidades e do cálculo da porcentagem de testes eficazes em cada uma das áreas definidas no escopo da auditoria, é possível classificar a probabilidade para cada uma das não conformidades identificadas.

Para isso, é necessário identificar em qual área auditada a não conformidade foi identificada.

Exemplo:

Área: *Sistema de Gestão*

*NC 1) Inexistência de procedimentos formalizados, aprovados e divulgados em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental.*

A NC 1 está relacionada à área do trabalho de auditoria denominado como *Sistema de Gestão*. Ao analisar o resultado dos testes relacionados na área Sistema de Gestão na Tabela 3, é verificado que esta obteve uma porcentagem de testes eficazes igual a 81%.

De acordo com os critérios desenvolvidos pelo modelo proposto, e considerando a porcentagem de testes eficazes obtidos na área auditada denominada Sistema de Gestão (81%), a NC 1 possui uma classificação baixa no eixo probabilidade, conforme mostrado no Quadro 15 (a partir do Quadro 7).

CLASSIFICAÇÃO	DESCRIÇÃO	PORCENTAGEM DE TESTES EFICAZES
Alta	Estrutura de controles da empresa inadequada; certamente não será detectado	Até 50%
Média	Estrutura de controles da empresa aparentemente satisfatória; provavelmente não será detectado	Entre 51% a 75%
Baixa	Estrutura de controles da empresa adequada; certamente será detectado	Acima de 75%

**Quadro 15** – Classificação da probabilidade - NC 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Após a aplicação do conceito acima para cada uma das outras 6 (seis) não conformidades selecionadas para este caso de aplicação, obteve-se a classificação do eixo probabilidade, conforme mostrado na Tabela 4.

**Tabela 4** – Classificação da probabilidade - todas as não conformidades

NÃO CONFORMIDADE	ITEM	PORCENTAGEM DE TESTES EFICAZES	CLASSIFICAÇÃO DA PROBABILIDADE
1	Sistema de Gestão	81%	Baixa
2	Sistema de Gestão	81%	Baixa
3	Passivos Ambientais	50%	Alta
4	Passivos Ambientais	50%	Alta
5	Licenças, Autorizações e Outros	75%	Média
6	Resíduos	86%	Baixa
7	Áreas Externas e Recursos Naturais	67%	Média

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Nesta primeira etapa foi demonstrado como classificar o eixo probabilidade para cada uma das não conformidades selecionadas para o caso de aplicação.

Para a classificação do eixo impacto, o modelo define que é necessário atribuir para cada não conformidade, uma pontuação em cada uma das variáveis definidas (ambiental, pessoas, imagem, legal e financeiro).

Para atribuir a pontuação deve-se considerar o impacto que a não conformidade em questão pode causar sob a perspectiva de cada uma das variáveis analisadas.

Exemplo:

*NC 1) Inexistência de procedimentos formalizados, aprovados e divulgados em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental.*



Considera-se que a inexistência de procedimentos em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental, dificilmente irá resultar em danos ambientais. Desta forma a NC 1, na variável ambiental, recebe a pontuação 1, conforme Quadro 16.

PONTUAÇÃO	AMBIENTAL
3	Danos com impactos de longo prazo (> 3 anos)
2	Danos com impactos de médio prazo (1 ano até 3 anos)
1	Danos com impactos de curto prazo (< 1 ano) ou sem impacto na dimensão ambiental

**Quadro 16** – Pontuação da variável ambiental – NC 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Na variável pessoas, considera-se que a inexistência de procedimentos em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental, dificilmente resultará em afastamentos, incapacidade permanente ou fatalidade de pessoas. Desta forma a NC 1, na variável pessoas, recebe a pontuação 1, conforme Quadro 17.

PONTUAÇÃO	PESSOAS
3	Possibilidade de fatalidade e/ou incapacidade permanente
2	Possibilidade de acidente com afastamento
1	Possibilidade de acidente sem afastamento ou não identificação de possibilidade de impacto às pessoas

**Quadro 17** – Pontuação da variável pessoas – NC 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Na variável imagem, considera-se que a inexistência de procedimentos em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental, dificilmente irá repercutir significativamente dentro da empresa. Desta forma a NC 1, na variável imagem, recebe a pontuação 1, conforme Quadro 18.

PONTUAÇÃO	IMAGEM
3	Repercussão fora da empresa
2	Repercussão dentro da empresa
1	Sem repercussão ou sem repercussão interna significativa

**Quadro 18** – Pontuação da variável imagem – NC 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Na variável legal, considera-se que a inexistência de procedimentos em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental não esta associada a uma obrigação legal, e sim ao não cumprimento de orientações da empresa. Neste sentido, a NC 1, na variável legal, recebe a pontuação 1, conforme Quadro 19.

PONTUAÇÃO	LEGAL
3	Possibilidade de autuações e/ou processos e/ou parada das operações
2	Possibilidade de autuações
1	Não cumprimento de políticas, procedimentos e/ou orientações da empresa

**Quadro 19** – Pontuação da variável legal – NC 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Na variável financeiro, considera-se que o custo para solucionar a inexistência de procedimentos em relação ao preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental não ultrapassará o valor de US\$ 50.000,00. Assim sendo, a NC 1, na variável financeiro, recebe a pontuação 1, conforme Tabela 5.

**Tabela 5** – Pontuação da variável financeiro – NC 1

PONTUAÇÃO	FINANCEIRO
3	Acima de US\$ 100.00,00
2	Entre US\$ 50.000,00 à US\$ 100.000,00
1	Menor que US\$ 50.000,00

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Desta forma, temos a seguinte pontuação atribuída para a NC 1:

- a) variável ambiental = 1 ponto;
- b) variável pessoas = 1 ponto;
- c) variável imagem = 1 ponto;
- d) variável legal = 1 ponto; e
- e) variável “financeiro” = 1 ponto.

Realizando-se a somatória dos pontos em cada uma das variáveis para a não conformidade em questão, é obtido o valor total de 5.

Ao aplicar o valor total de 5 na tabela proposta neste modelo para a classificação do eixo impacto, é obtido o resultado “baixo”. O Quadro 20 mostra a classificação do impacto como “baixo”.

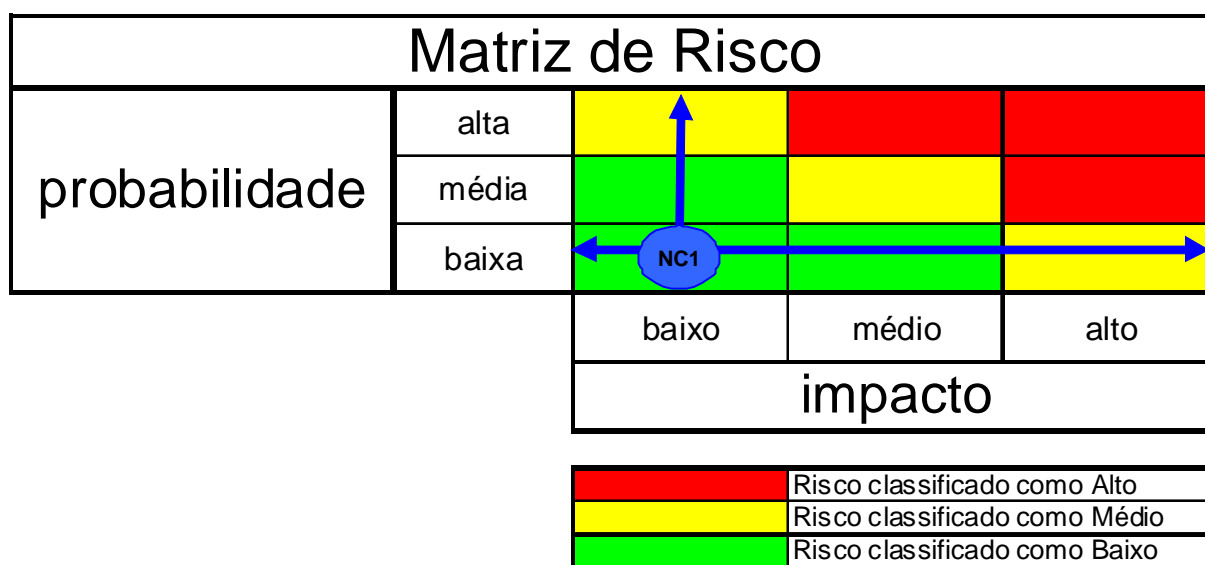
CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO	PONTUAÇÃO
Alto	Pontuação entre 12 e 15
Médio	Pontuação entre 8 e 11
Baixo	Pontuação entre 5 e 7

**Quadro 20** – Classificação do impacto – NC 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Ao analisar a NC 1, que obteve, segundo os critérios definidos no modelo proposto, a classificação da probabilidade como “baixa” e o impacto também como “baixo”, o resultado da classificação do risco para esta não conformidade é baixo, conforme demonstrado na Figura 16.

A classificação de risco baixo para a NC 1 foi definida por meio da localização do quadrante na matriz de risco em que o eixo probabilidade (identificado como baixo) e o eixo impacto (identificado como baixo) se cruzam.



**Figura 16** – Matriz de riscos - NC 1

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Ao aplicar o mesmo critério utilizado na NC 1, para a classificação do eixo impacto nas demais não conformidades, é obtida a pontuação demonstrada na Tabela 6.

**Tabela 6** – Pontuação do eixo impacto - todas as não conformidades

NÃO CONFORMIDADE (NC)	VARIÁVEL (PONTUAÇÃO)					PONTUAÇÃO FINAL
	AMBIENTAL	PESSOAS	IMAGEM	LEGAL	FINANCEIRO	
1	1	1	1	1	1	5
2	2	2	2	1	1	8
3	3	3	3	3	3	15
4	1	1	3	2	1	8
5	1	1	3	3	2	10
6	3	1	3	3	3	13
7	2	1	2	2	2	9

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

O modelo proposto define a classificação do eixo impacto conforme a pontuação recebida, conforme demonstrado no Quadro 21.

CLASSIFICAÇÃO DO IMPACTO	PONTUAÇÃO
Alto	Pontuação entre 12 e 15
Médio	Pontuação entre 8 e 11
Baixo	Pontuação entre 5 e 7

**Quadro 21** – Classificação do impacto – caso de aplicação

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Utilizando-se a pontuação obtida em cada uma das não conformidades é obtido o eixo impacto para cada uma das não conformidades, conforme demonstrado na Tabela 7.

**Tabela 7** – Classificação do eixo impacto – todas as não conformidades

NÃO CONFORMIDADE (NC)	PONTUAÇÃO FINAL	CLASSIFICAÇÃO DO EIXO IMPACTO
1	5	Baixo
2	8	Médio
3	15	Alto
4	8	Médio
5	10	Médio
6	13	Alto
7	9	Médio

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Uma vez obtida a classificação do eixo probabilidade e do eixo impacto para cada não conformidade, identifica-se o quadrante da matriz de risco em que o eixo probabilidade e impacto se cruzam, conforme demonstrado na Figura 17, que representa, portanto, o risco.

Matriz de Risco				
probabilidade	alta		NC4	NC3
	média		NC5 NC7	
	baixa	NC1	NC2	NC6
		baixo	médio	alto
impacto				

	Risco classificado como Alto
	Risco classificado como Médio
	Risco classificado como Baixo

**Figura 17** – Matriz de riscos – todas as não conformidades

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

O Quadro 22 demonstra o resultado final obtido, no eixo probabilidade e eixo impacto, para cada uma das não conformidades.

NÃO CONFORMIDADE (NC)	CLASSIFICAÇÃO DO EIXO PROBABILIDADE	CLASSIFICAÇÃO DO EIXO IMPACTO	CLASSIFICAÇÃO DO RISCO
1	Baixa	Baixo	Baixo
2	Baixa	Médio	Baixo
3	Alta	Alto	Alto
4	Alta	Médio	Alto
5	Média	Médio	Médio
6	Baixa	Alto	Médio
7	Média	Médio	Médio

**Quadro 22** – Classificação do eixo impacto e do eixo probabilidade

Fonte: Elaborado pelo autor (2009)

Finalizada a elaboração da matriz de risco, é fundamental a interpretação da classificação de risco associado a cada não conformidade.

Ao analisar o resultado do caso de aplicação, é possível identificar que a NC 3, que trata da existência de uma área contaminada sob responsabilidade da empresa, recebeu a classificação de risco alto. Isso se deu não somente pelo impacto previsto nas variáveis analisadas (ambiental, pessoas, imagem, legal e financeiro), como também pela deficiência da estrutura de controles internos da área de auditoria “Passivos Ambientais”.

A NC 4, que trata da não contabilização dos custos associados à área contaminada sob responsabilidade da empresa, embora tenha tido o eixo impacto classificado como médio, por possuir uma estrutura de controles internos deficiente na área de auditoria “Passivos Ambientais”, teve a classificação do eixo probabilidade alta. A combinação desses dois eixos, por sua vez, resultaram na classificação da NC 4 como de risco alto.

Já as NC 5 e NC 7, referentes, respectivamente, à existência de linhas de transmissão sem licenças de operação e de um córrego sem nome sem a devida faixa de mata ciliar (área de preservação permanente), foram classificadas como de risco médio. Esta classificação se deve ao fato das estruturas de controles internos serem satisfatórias nas áreas de auditoria “Licenças, Autorizações e Outros” e “Áreas Externas e Recursos Naturais”, o que resultou na classificação do eixo probabilidade como médio, e dos impactos também terem sido considerados de nível médio.

A NC 6, que trata da inexistência de avaliação das empresas que realizam o recolhimento e destinação de seus resíduos classe I, também foi classificada como de risco médio. Pois, apesar de possuir uma estrutura de controles internos adequada na área de auditoria “Resíduos”, resultando na classificação do eixo probabilidade como baixa, a pontuação nas variáveis ambiental, imagem, legal e financeiro resultaram na classificação do eixo impacto como alto.

Além disso, a NC 1, referente à inexistência de procedimentos para o preenchimento das planilhas de aspecto e impacto ambiental, por possuir uma estrutura de controles internos adequada na área de auditoria “Sistema de Gestão”, e possuir impactos baixos, recebeu a classificação de risco baixo.

Já a NC 2, referente à realização de simulados em seu plano de ação para emergências, embora tenha tido o eixo impacto classificado como médio, teve a classificação de risco como baixo. Essa classificação de risco baixo se deve ao fato da estrutura de controles internos na área de auditoria “Sistema de Gestão” ter sido classificada como adequada, resultando na classificação do eixo probabilidade como baixa.

O resultado obtido no caso de aplicação proposto demonstra a possibilidade de classificar deficiências e/ou não-conformidades identificadas em processos de

avaliações, diagnósticos ou auditorias ambientais, segundo um critério de classificação de risco.

Este resultado pode auxiliar no planejamento estratégico e no processo de tomada de decisões, de modo que a alta administração possa conhecer, classificar, priorizar e gerenciar adequadamente os principais riscos ambientais associados às suas atividades, a partir de trabalhos de avaliações, diagnósticos ou auditorias ambientais.

Com esse resultado, por exemplo, é possível que a alta administração, ao tomar conhecimento da avaliação de riscos das não conformidades identificadas, opte por focar seus recursos na implementação de atividades que objetivem minimizar os riscos associados às NC 3 e NC 4, que neste exemplo obtiveram uma classificação de riscos considerada “alto”, ou a priorizar seus investimentos em áreas mais vulneráveis.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho apresenta uma proposta de modelo de avaliação de sistemas de gestão ambiental com foco em risco, definindo critérios para a classificação de deficiências e/ou não conformidades identificadas em processos de avaliações, diagnósticos ou auditorias ambientais.

Esse modelo pode ser utilizado como ferramenta auxiliar durante a elaboração de planejamentos estratégicos e em processos de tomada de decisões no meio empresarial.

Tendo em vista que as questões ambientais estão tendo cada vez mais importância no ambiente corporativo, torna-se de extrema utilidade ferramentas que possibilitem identificar claramente quais são os principais impactos associados às atividades das empresas e como estes impactos podem ser classificados sob a perspectiva de gestão de riscos.

O modelo aqui proposto vai ao encontro da nova demanda dos tomadores de decisões em relação à gestão de riscos e à governança corporativa. Atividades empresariais relacionadas ao planejamento orçamentário, priorização de investimentos, processos de aquisições e desativações, ampliação de negócios, contratação de seguros e obtenção de crédito são apenas alguns exemplos onde o resultado da aplicação do modelo de avaliação de sistemas de gestão ambiental com foco em risco pode ser utilizado fornecendo importantes subsídios para o processo de tomada de decisão.

Embora o modelo desenvolvido tenha definido uma estrutura para a classificação de deficiências e/ou não conformidades resultantes de um trabalho de avaliação, diagnóstico ou auditoria ambiental, esse apresenta limitações, que podem ser objeto de estudos posteriores mais aprofundados. Entre essas, vale ressaltar:

- a) utilização de critérios e níveis de pontuação diferentes para as variáveis definidas - o modelo proposto utiliza apenas 3 (três) níveis de pontuação em cada uma das variáveis propostas (ambiental, pessoas, imagem, legal e financeiro). Podem ser definidos mais níveis de pontuação;
- b) utilização de variáveis diferentes – o modelo proposto utilizou 5 (cinco) variáveis. Porém podem ser utilizadas outras variáveis, não abordadas neste



modelo, ou mesmo priorizar apenas algumas das variáveis utilizadas. A proposição de novas variáveis para a aplicação do modelo pode priorizar segmentos de negócios específicos, como por exemplo os setores químico, de energia, alimentício, mineração, entre outros;

- c) utilização da matriz de riscos proposta como painel de indicadores – o modelo proposto utilizou a matriz de riscos apenas em um momento específico, de forma a classificar as não conformidades avaliadas sob a perspectiva de uma classificação de riscos. Porém, a matriz de risco pode ser utilizada também como um indicador para avaliar o nível de evolução da gestão de riscos, de forma a acompanhar ao longo do tempo o comportamento das classificações das não conformidades já identificadas, assim como de novas não conformidades;
- d) variável imagem – neste modelo, foi considerado na variável imagem apenas os aspectos relacionados à repercussão de determinado evento em relação à imagem da empresa em questão. Questões como impactos financeiros resultantes de repercussões positivas ou negativas não foram consideradas neste trabalho; e
- e) variável financeiro – a questão financeira neste modelo foi trabalhada somente sob a perspectiva de custo associado à reparação do dano causado, porém perdas financeiras resultantes da diminuição das receitas, indenizações, questões operacionais e perda de ativos podem ser consideradas.

Nesse mesmo conceito, a matriz de risco também pode ser utilizada para avaliar o nível de evolução da estrutura de controles internos existentes, assim como auxiliar na definição das prioridades para implementação de novos controles utilizando-se de uma base histórica comparativa.

Segundo o modelo proposto, o constante acompanhamento e aprimoramento dos controles implementados resulta no aperfeiçoamento da estrutura de controles internos, o que conseqüentemente pode refletir na melhoria do eixo probabilidade e na diminuição da classificação do risco.

Ressalta-se também que o modelo proposto utilizou-se de adaptações conceituais. Estas adaptações conceituais resultam da experiência profissional e acadêmica do

orientador, do elaborador deste modelo e dos membros da banca examinadora, assim como da interpretação das referências bibliográficas consultadas durante a elaboração dessa dissertação de mestrado.

Vale ressaltar, que o modelo aqui proposto pode ser considerado como uma importante ferramenta a ser utilizada pelos tomadores de decisão e gestores em relação à gestão ambiental e à gestão de riscos no ambiente corporativo.

É lembrado também que a convivência e aceite do risco são parte integrante do processo de gestão de riscos, sendo a classificação do risco como aceitável ou não peça fundamental deste processo.

## REFERÊNCIAS

- ACHON, C. L. **Ecoeficiência de sistemas de tratamento de água à luz dos conceitos da ISO 14.001**. 2008. 227f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Hidráulica e Saneamento, São Carlos, 2008.
- ALMEIDA, F. **O bom negócio da sustentabilidade**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2002. 191p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA QUÍMICA - ABIQUIM. Disponível em: <  
[http://www.abiquim.org.br/atuacaoresponsavel/arquivos/definicao\\_indicadores.pdf](http://www.abiquim.org.br/atuacaoresponsavel/arquivos/definicao_indicadores.pdf)>  
Acesso em: 24 mar. 2008.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Sistema da gestão ambiental – requisitos com orientações para uso NBRISO 14.001**. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- BAHIA, A. F. N. **Gerência de risco industrial: um estudo “ex-post” sobre o acidente em Bhopal, Índia**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Centro de Estudos em Economia, Meio Ambiente e Agricultura, Brasília, 2006.
- BARROS, P. E. O. **Diagnóstico ambiental para postos de abastecimento de combustíveis**. 2006. 140f. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Itajaí, Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Itajaí, 2006.
- BAZERMAN, M. H. **Processo decisório para cursos de administração, economia e MBAs**. Rio de Janeiro, Elsevier, 2004. 348p.
- BRASIL. Resolução CONAMA N° 001, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e diretrizes gerais para o relatório de impacto ambiental - RIMA. Disponível em: < <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 22 agosto. 2009.
- BROADLEAF CAPITAL INTERNATIONAL. **Tutorial Notes: the australian and new zealand standard on risk management**, AS/NZ 4360:2004. Disponível em: <  
[http://www.broadleaf.com.au/pdfs/trng\\_tuts/tut.standard.pdf](http://www.broadleaf.com.au/pdfs/trng_tuts/tut.standard.pdf)>. Acesso em: 26 out. 2008.
- CALLENBACH, E. *et al.* **Gerenciamento ecológico – ecomanagement**. guia do Instituto Elmwood de Auditoria Ecológica e Negócios Sustentáveis. 10. ed. São Paulo, Cultrix, 2001. 203p.
- CAPALDO, D.; GUERRERO, V.; ROZENFELD, H. **FMEA** (failure mode and effect analysis). Disponível em: <  
[http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos\\_port/pag\\_conhec/FMEAv2.html](http://www.numa.org.br/conhecimentos/conhecimentos_port/pag_conhec/FMEAv2.html)>. Acesso em: 07 ago. 2008.

CLEMEN, R. T. **Making hard decisions: an introduction to decision analysis**. 2.ed. Pacific Grove, Duxbury Press, 1996. 664p. COIMBRA, J. A. A. **O Outro Lado do Meio Ambiente: uma incursão humanista na questão ambiental**. Campinas, Millenniun, 2002. 527p.

COIMBRA, J. A. A. **O Outro Lado do Meio Ambiente: uma incursão humanista na questão ambiental**. Campinas, Millenniun, 2002. 527p.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Manual de orientação para a elaboração de estudos de análise de riscos**. Norma CETESB – P4.261. São Paulo, 2003.

CONESTOGA ROVERS E ASSOCIADOS. **Estudo de impacto ambiental – EIA UTE Porto de Açu**. São Paulo: CRA, 2006.

DALL'AGNOL, A. J. **Auditoria ambiental: instrumento do princípio da prevenção no sistema de gestão e direito ambiental**. 2008. 117f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Concentração em Direito Ambiental e Biodireito, Caxias do Sul, 2008.

DAVIS, A. N. **Environmental disclosures after Sarbanes-Oxley**. Disponível em: <[http://files.ali-aba.org/thumbs/datastorage/lacidoirep/articles/PL\\_TPL0406-DAVIS-HUMES\\_thumb.pdf](http://files.ali-aba.org/thumbs/datastorage/lacidoirep/articles/PL_TPL0406-DAVIS-HUMES_thumb.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2009.

DE CICCIO, F. rev OHSAS 18.001: **Especificações para sistemas de gestão da segurança e saúde no trabalho**. São Paulo, 2003. (Coleção Risk Tecnologia).

DE CICCIO, F. rev AS/NZS 4360:2004: **Diretrizes para a implementação da AS/NZS 4360**. São Paulo, 2005. (Coleção Risk Tecnologia).

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS - DETR, **Guidelines for environmental risk assessment and management**. Disponível em: <<http://www.defra.gov.uk/environment/risk/eramguide/index.htm>>. Acesso em: 05 ago. 2008.

FREITAS, A. H. A. **Gestão ambiental com auxílio de avaliação integrada de riscos**. 2006. 115f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

GALVÃO FILHO, J. B. **Gestão e gerenciamento de risco ambiental**. Revista Banas Ambiental, São Paulo, ano II, n.12, 18p, 24 jun. 2001.

GLOBAL REPORTING INITIATIVE, **Diretrizes para relatórios de sustentabilidade**. Disponível em: <[http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/812DB764-D217-4CE8-B4DE-15F790EE2BF3/0/G3\\_GuidelinesPTG.pdf](http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/812DB764-D217-4CE8-B4DE-15F790EE2BF3/0/G3_GuidelinesPTG.pdf)>. Acesso em: 24 mar. 2008.

GUINDANI, R. A. **Subsídios para a implantação do sistema de gestão ambiental para as empresas de fruticultura de clima temperado: um estudo de caso**. 2006.

114f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

HASTINGS, D. **Risk assessment and management**. *Massachussetts Institute of Technology*. Disponível em: < [http://ms11.mit.edu/esd10/block4/4.2b\\_-risk\\_assessment.pdf](http://ms11.mit.edu/esd10/block4/4.2b_-risk_assessment.pdf) >. Acesso em: 18 ago. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GOVERNANÇA CORPORATIVA. **Cadernos de governança corporativa: guia de sustentabilidade para as empresas**. São Paulo, 2007. 48p.

KIRCHHOFF, D. **Avaliação de risco ambiental e o processo de licenciamento: o caso do gasoduto de distribuição de gás brasileiro trecho São Carlos – Porto Ferreira**. 2004. 137f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlo, São Carlos, 2004.

LERÍPIO, A. A. **Apostila do Curso de Mestrado em Engenharia de Produção. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção**. UFSC. Manaus – AM, agosto de 2001.

PEREIRA, A. C. B. **Método integrado para identificar e avaliar aspectos de segurança, meio ambiente e saúde: uma proposta para a indústria de câmaras de ar**. 2006. 79f. Dissertação (Mestrado) – Centro Universitário SENAC, Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho, São Paulo, 2006.

QUALITY ASSOCIATES INTERNATIONAL. **FMEA (failure mode and effects analysis)**. Disponível em: < <http://www.quality-one.com/services/fmea.php> >. Acesso em: 07 ago. 2008.

RAIFFA, H. **Teoria da decisão: aulas introdutórias sobre escolhas em condições de incerteza**; tradução de Sérgio Girão. Petrópolis, Vozes; São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1977. 346 p.

RIBEIRO, A. M. **Gestão de riscos operacionais**. 2007. 139f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo, 2007.

ROGERS, C. G. **Financial reporting of environmental liabilities and risks after Sarbanes-Oxley**. New Jersey, John Wiley & Sons, Inc., 2005. 378 p.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. São Paulo, Oficina de Textos, 2006. 495p.

SOCIETY FOR RISK ANALYSIS, **Risk analysis glossary**. Disponível em: [http://www.sra.org/resources\\_glossary\\_p-r.php](http://www.sra.org/resources_glossary_p-r.php). Acesso em: 07 ago. 2008.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Risk Assessment Portal** Disponível em: < <http://www.epa.gov/ncea/risk/basicinformation.htm#risk> >. Acesso em: 05 ago. 2008.

YOGUI, R. T. T. **A utilização de dados dos estudos de análise de riscos para a elaboração de planos de ação de emergência.** 2007. 68f. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT, São Paulo, 2007.

ZIDANSEK, A. **Sustainable development and happiness in nations.** Disponível em: <[http://www.clubofrome.org/docs/confs/azidansek-sustainability\\_happiness.pdf](http://www.clubofrome.org/docs/confs/azidansek-sustainability_happiness.pdf)>. Acesso em: 27 fev. 2009.