

Instrumento para o gerenciamento de riscos ambientais

Instrument for the environmental risks management

Thaiza Clemente Couto Bissacot¹, Sílvia Maria Alves Correa Oliveira²

RESUMO

Embora existam normas e metodologias padronizadas para a análise de riscos ambientais dentro de uma organização, os mecanismos e/ou instrumentos disponíveis estão sujeitos à subjetividade, não são automatizados, não estabelecem critérios técnicos e, de maneira geral, não apresentam mecanismos de priorização para a tomada de decisão. Com base nas lacunas observadas, a presente nota técnica apresenta as premissas de um Instrumento de Gestão para a Identificação e o Gerenciamento de Riscos Ambientais (IGIGRA). O *dashboard* consolidado pelo IGIGRA permitirá a visualização consolidada dos riscos ambientais do empreendimento, proporcionando comparações entre diferentes operações e períodos de avaliação, fornecendo base técnica para a priorização de ações e alocação de recursos para o controle dos riscos dentro da organização.

Palavras-chave: riscos ambientais; identificação; gerenciamento.

ABSTRACT

Although there are standards and methods for the environmental risk analysis within an organization, the mechanisms and/or management tools available are subject to subjectivity, are not automated, do not establish technical criteria and generally do not have prioritization mechanisms for the decision making. Based on the gaps observed, this technical note presents the premises for the development of an Instrument for the Identification and Management of Environmental Risks (IGIGRA). The dashboard generated by IGIGRA allows the general view of the consolidated environmental risks of the company, providing comparisons between different operations and periods, providing technical basis for the prioritizing actions and resources allocation for the risks control in the organization

Keywords: environmental risks; identification; management.

INTRODUÇÃO

O risco é conceituado como a contextualização de uma situação de perigo, ou seja, a materialização de um evento indesejado (SÁNCHEZ, 2013). Dessa forma, o efeito que as organizações sofrem de influências e fatores internos e externos que tornam incerto se, e quando, elas atingirão seus objetivos é chamado de “risco” (ABNT, 2009).

Nos últimos anos, como as organizações passaram a sofrer pressões cada vez maiores para a redução dessas incertezas, a necessidade de gerenciar riscos, incluindo-se os de natureza ambiental, passou a ser reconhecida como um elemento essencial para a boa prática de governança corporativa.

Dentro desse contexto, exemplos de desastres ecológicos como Bhopal, Chernobyl, entre outros (DEMAJOROVIC, 2003; SANCHEZ, 2013), e os acidentes ambientais ocorridos nas últimas décadas contribuíram de forma

significativa para despertar a atenção das autoridades governamentais, da indústria e da sociedade para a necessidade de prevenção de episódios que possam gerar riscos ambientais (CETESB, 2011).

No Brasil, somado aos exemplos de acidentes ambientais de grandes proporções (VALLE, 2003), a evolução dos requisitos legais e a atuação das autoridades públicas de meio ambiente têm desenvolvido nas organizações a necessidade de mecanismos de gestão para a identificação dos potenciais riscos ambientais de suas operações.

A aplicação do conceito de risco ambiental no contexto empresarial requer a definição de indicadores de desempenho técnico que, associados a aspectos financeiros, possam resultar em instrumento de tomada de decisão que possibilite o aprimoramento do desempenho da organização por meio da redução da probabilidade e/ou do impacto do dano (IBGC, 2007).

¹Doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) - Belo Horizonte (MG), Brasil. Engenheira de Meio Ambiente pela Universidade Federal do Tocantins (UFT) - Palmas (TO), Brasil.

²Doutora em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela UFMG. Professora Adjunta do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental e Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental da UFMG - Belo Horizonte (MG), Brasil.

Endereço para correspondência: Thaiza Clemente Couto Bissacot - Rua Castilho, 155, apto. 196 B - Brooklin - 04568-010 - São Paulo (SP), Brasil - E-mail: thaizacouto@yahoo.com.br.

Recebido em: 10/09/14 - **Aceito em:** 18/09/15 - **Reg. ABES:** 140442

Nesse sentido, os instrumentos de gerenciamento de riscos ambientais têm se constituído em ferramentas cada vez mais essenciais para a caracterização, a minimização e até mesmo a eliminação dos potenciais riscos ambientais das operações industriais do País.

Cabe ressaltar que, embora existam normas e metodologias padronizadas para diversas tipologias de análise de risco dentro de uma organização (TIXIER *et al.*, 2002), os mecanismos e/ou instrumentos de gestão disponíveis estão sujeitos à subjetividade, não são automatizados, não estabelecem critérios técnicos relacionados ao gerenciamento dos riscos ambientais, não valoram os potenciais impactos associados aos riscos mapeados e, de maneira geral, não apresentam critérios de priorização para a tomada de decisão.

Dessa forma, a presente nota técnica apresenta as premissas do desenvolvimento de um Instrumento de Gestão para a Identificação e o Gerenciamento de Riscos Ambientais (IGIGRA).

METODOLOGIA

Os tópicos a seguir apresentam as premissas metodológicas que vêm sendo utilizadas no desenvolvimento do IGIGRA.

Campo de Aplicação, Seleção dos Aspectos Ambientais e Indicadores Socioeconômicos

Para definir o campo de aplicação do IGIGRA, foram estabelecidos os aspectos ambientais que seriam incorporados. Tais aspectos foram selecionados com base nos aspectos ambientais elencados pela Resolução CONAMA nº 01/1986 (CONAMA, 1986) e pela ISO 14001:2004 (ABNT, 2004) como requisitos mínimos para o diagnóstico ambiental de uma organização, a saber: efluentes líquidos; resíduos sólidos; qualidade do solo e das águas subterrâneas; qualidade das águas superficiais; qualidade do ar e emissões atmosféricas; ruído ambiental; e áreas verdes.

A partir de tais aspectos, foram definidos os principais indicadores socioeconômicos potencialmente associados aos custos de correção decorrentes de danos associados aos indicadores ambientais incorporados ao IGIGRA, a saber: composição média familiar (número de pessoas/propriedade urbana ou rural); valor de mercado das propriedades rurais e das residenciais (R\$/m²); valor da produtividade rural (R\$/m²); valor de mercado para recomposição de áreas degradadas (R\$/m²); valor de mercado para destinação de resíduos e/ou materiais contaminados (R\$/t); valor de referência estabelecido para remediação de solo e água contaminada (R\$/m²); custo de hospedagem (R\$/dia); custo para fornecimento de água potável (R\$/m³); valor médio diário para assistência médica (R\$/pessoa/dia).

Formatação Estrutural

A concepção do IGIGRA foi realizada por meio da estruturação das seguintes etapas: entrada, processamento (inserção de critérios em

base *web* para processamento automático das informações) e saída de dados. Essas etapas foram operacionalizadas por meio da adaptação de conceitos e critérios definidos por métodos de análise de risco que foram originalmente desenvolvidos para avaliação de riscos industriais e não especificamente para condições ambientais, a saber: *Failure Mode and Effects Analysis* FMEA (CETESB, 2011; GARGAMA & CHATURVEDI, 2011). e *Preliminary Hazard Analysis* – PHA (CETESB, 2011).

A Tabela 1 apresenta o fluxograma de operacionalização do IGIGRA baseado nos objetivos e nas ações estabelecida para as etapas de entrada, processamento e saída de dados.

Premissas, Critérios e Conceitos

Como premissa do PHA CETESB, 2011, o IGIGRA utilizou os critérios de subdivisão dos processos industriais CETESB, 2011 (mapeamento dos riscos ambientais por grupo de atividades), e do FMEA (CETESB, 2011; GARGAMA & CHATURVEDI, 2011), foram adaptados conceitos de severidade e probabilidade de ocorrência.

Os demais critérios e conceitos utilizados foram definidos com base em requisitos legais de cunho ambiental avaliados na esfera federal e em aspectos relevantes obtidos por meio de levantamentos bibliográficos pertinentes ao tema (BATELLO *et al.*, 2008; ABNT, 2009; CETESB, 2011; IFC, 2012; CANASSA *et al.*, 2014, entre outros).

Tabela 1 - Objetivos e ações da entrada, do processamento e da saída de dados.

Objetivos	Ações
Entrada de dados	
Caracterização socioeconômica regional da área em avaliação	Preenchimento de informações com os dados socioeconômicos regionais
Identificação dos riscos ambientais mapeados por processo industrial	Listagem dos riscos ambientais mapeados para cada aspecto ambiental incorporado
Caracterização técnica dos cenários de risco ambiental envolvidos	Preenchimento dos questionários predefinidos para a caracterização dos riscos ambientais mapeados
Processamento	
Classificação da severidade ¹	Processamento dos dados da etapa anterior por meio dos critérios técnicos
Classificação da faixa de custo ²	
Saída de dados	
Definição da escala de riscos (severidade versus probabilidade)	Dashboard (matriz de riscos)
Identificação do Impacto Econômico	

¹Severidade = magnitude do dano [abrangência do dano (interno ou externo à área do empreendimento) x tamanho da área impactada x período de recuperação].

²Faixa de custo = impacto econômico do dano sobre o faturamento do empreendimento, calculado com base nos custos de correção e sanções administrativas potencialmente decorrentes do risco ambiental avaliado

Base técnica

As Tabelas 2 e 3 apresentam as definições dos níveis de severidade e o conceito adotado para a probabilidade de ocorrência adaptados do FMEA (CETESB, 2011; GARGAMA & CHATURVEDI, 2011).

Essas definições compuseram a base de critérios técnicos para a classificação dos riscos ambientais a serem identificados pelo IGIGRA. A combinação entre a severidade e a probabilidade culminarão na classificação final do risco ambiental de acordo com a escala de risco descrita na Tabela 4.

Base econômica

A formulação da base econômica foi realizada com base nos indicadores socioeconômicos definidos para a composição dos custos de correção (Vide item Campo de Aplicação, Seleção dos Aspectos Ambientais e Indicadores Socioeconômicos) e nas faixas nominais de multas estabelecidas pelo Decreto nº 6.514/2008 (BRASIL, 2008), que dispõe sobre as infrações e as sanções administrativas decorrentes de condutas lesivas ao meio ambiente (CANASSA *et al.*, 2014).

Cabe ressaltar que, à exceção do valor de referência estabelecido para remediação de solo e água contaminados (R\$/m²) que será inserido na base de programação do IGIGRA, caberá ao empreendimento realizar o *input* dos valores correspondentes a cada indicador socioeconômico.

Estes valores deverão estar de acordo com informações obtidas em banco de dados que seja representativo para as características regionais do empreendimento, a exemplo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), da Agência Nacional de Saúde (ANS), do Mercado Imobiliário Regional, da Companhia Local de Abastecimento de Água, entre outros.

Esses valores serão utilizados pela base de programação do IGIGRA, que será inserida na etapa de processamento dos dados para cálculo dos custos de correção dos potenciais danos associados ao risco ambiental descrito.

A inserção dos valores regionalizados visa reduzir a margem de erro da valoração econômica do instrumento, uma vez que as diferenças regionais em um país com tamanha área geográfica são de grande relevância.

Já as sanções administrativas serão inseridas com base no Art. 4º do Decreto Federal nº 6.514/2008 (BRASIL, 2008), que estabelece, entre outros critérios, que o agente autuante, ao lavrar o auto de infração, indicará as sanções estabelecidas nesse decreto, observando a gravidade dos fatos e

Tabela 3 - Definições de probabilidade adotadas pelo Instrumento de Gestão para a Identificação e o Gerenciamento de Riscos Ambientais com base no *Failure Mode and Effects Analysis*.

Probabilidade	Frequência de ocorrência
1 - Remota	Conceitualmente possível, mas extremamente improvável de ocorrer durante a vida útil do empreendimento. Sem referências históricas de que isso tenha ocorrido.
2 - Baixa	Possível de ocorrer até uma vez durante a vida útil do empreendimento.
3 - Média	Possível de ocorrer até uma vez ao longo do ano operacional.
4 - Alta	Possível de ocorrer mais de uma vez ao longo do ano operacional.

Faixas de valores adotados a serem confirmados após a aplicação do IGIGRA.

Tabela 4 - Escala de risco.

Severidade/Probabilidade	Remota	Baixa	Média	Alta
Catastrófica	Alto impacto	Alto impacto	Alto impacto	Alto impacto
Crítica	Moderado impacto	Moderado impacto	Moderado impacto	Alto impacto
Moderada	Baixo impacto	Moderado Impacto	Moderado Impacto	Alto impacto
Baixa	Baixo impacto	Baixo impacto	Moderado Impacto	Alto impacto

Tabela 2 - Definições de severidade adotadas pelo Instrumento de Gestão para a Identificação e o Gerenciamento de Riscos Ambientais com base no *Failure Mode and Effects Analysis*.

Severidade	Efeito
1 - Baixa	Danos de baixa magnitude ao meio ambiente sem desdobramentos para a comunidade externa (ex: restritos ao empreendimento e com área impactada inferior a 1.000 m ²). Os impactos gerados podem ser imediatamente remediados e não demandam período de recuperação.
2 - Moderada	Danos de moderada magnitude ao meio ambiente e impacto pontual na comunidade externa (ex: restritos ao empreendimento com possibilidade de impacto pontual na área externa e com área impactada entre 1.000 e 10.000 m ²), com potencial para provocar impactos com reduzido período de recuperação (ex: de 30 dias a 1 ano).
3 - Crítica	Danos de elevada magnitude ao meio ambiente e à comunidade externa (ex: ultrapassa os limites do empreendimento e a área impactada está entre 10.000 e 100.000 m ²), com potencial para descumprir padrões legais ambientais e para provocar impactos com elevado período de recuperação (ex: superior a 1 ano).
4 - Catastrófica	Danos de magnitude catastrófica ao meio ambiente e à comunidade externa (ex: ultrapassa os limites do empreendimento e a área impactada é superior a 100.000 m ²), com potencial para descumprir padrões legais ambientais e para provocar impactos com período de recuperação que pode ultrapassar a vida útil do empreendimento.

Faixas de valores adotados a serem confirmados após a aplicação do IGIGRA.

tendo em vista os motivos da infração e suas consequências para a saúde pública e para o meio ambiente.

Levando em consideração que o IGIGRA classificará os riscos ambientais em função da severidade dos potenciais danos e dos bens a proteger potencialmente impactados, as faixas nominais das multas estabelecidas pelo referido decreto foram divididas em quatro categorias, associadas aos níveis de severidade estabelecidos, conforme apresentado na Tabela 5.

Diante do exposto, o IGIGRA realizará a computação do custo previsto para correção dos danos (somatória dos indicadores socioeconômicos) e sanções administrativas (multas) para reportar o custo total associado ao risco ambiental identificado.

Tabela 5 - Faixas nominais das multas estabelecidas de acordo com as categorias de severidade.

Faixa nominal das multas ¹	Categoria de severidade
Percentil 25	1 - Baixa
Percentil 50	2 - Moderada
Percentil 75	3 - Crítica
Percentil 100	4 - Catastrófica

¹Estabelecida segundo Decreto Federal nº 6.514/2008 (BRASIL, 2008), a qual pode variar de R\$ 50,00 a R\$ 50.000.000,00, de acordo com o Art. 9º.

Para estabelecer a classificação econômica do risco ambiental, foram estabelecidos três níveis de faixas de custos, a saber: baixo impacto, moderado impacto e alto impacto econômico sobre o faturamento anual do empreendimento. Contudo, em virtude dos diferentes portes, categorias e faturamentos das diversas tipologias industriais, o IGIGRA contará com um campo no qual o empreendimento deverá estabelecer, com base em critérios de gestão financeira adotado pela organização, quais são os percentuais classificados em cada nível (ex.: 10%, 50% e 70%). Dessa forma, o IGIGRA processará o custo total em função do nível de impacto econômico estabelecido pelo empreendimento.

Caracterização e Classificação dos Riscos Ambientais

Para classificar o risco ambiental, estão sendo desenvolvidos módulos compostos por formulários pré-definidos, com base em critérios técnicos, econômicos e legais. Estes são necessários para dimensionar o possível dano ambiental com base nas premissas, conceitos e nas definições apresentadas no tópico Premissas, Critérios e Conceitos.

A Tabela 6 demonstra exemplo de um dos formulários elaborados para a caracterização dos riscos ambientais. Cabe ressaltar que os critérios definidos

Tabela 6 - Formulário para caracterização de risco ambiental - Qualidade do solo e das águas subterrâneas (em fase de validação).

Perguntas	Opções de Resposta	Critérios
Qual o tipo de solo e condutividade hidráulica (K) estimada?	<input checked="" type="checkbox"/> Arenoso/Rocha fraturada ($K \geq 10^{-4} \text{ cm.s}^{-1}$) <input type="checkbox"/> Siltoso (K entre 10^{-4} e $10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$) <input type="checkbox"/> Argiloso/rocha sã ($K \leq 10^{-6} \text{ cm.s}^{-1}$)	<ul style="list-style-type: none"> • Vulnerabilidade do aquífero • Severidade • Custo de correção. • Sanções administrativas Requisitos técnicos: FOSTER & HIRATA, 1988; CONAMA nº 420/2009
Qual o nível da água subterrânea do aquífero freático (NA)?	<input checked="" type="checkbox"/> $\leq 2 \text{ m}$ <input type="checkbox"/> Entre 2 e 8 m <input type="checkbox"/> Entre 8 e 15 m <input type="checkbox"/> $\geq 15 \text{ m}$	
Existe potencial de alteração da qualidade ambiental do solo e/ou da água subterrânea de acordo com os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 420/2009 e/ou legislação regional aplicável?	<input checked="" type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não	
Qual a abrangência do potencial dano/impacto associado ao risco descrito?	<input checked="" type="checkbox"/> Restrito ao empreendimento <input type="checkbox"/> Ultrapassa os limites do empreendimento	
Quais são os bens a proteger potencialmente impactados?	<input type="checkbox"/> Solo <input checked="" type="checkbox"/> Solo e recurso hídrico subterrâneo <input type="checkbox"/> Recurso hídrico superficial <input type="checkbox"/> Áreas verdes <input type="checkbox"/> Todos os listados	
Qual a área (m ²) com potencial de ser impactada?	<input checked="" type="checkbox"/> Menor que 100 m ² <input type="checkbox"/> Entre 100 e 1.000 m ² <input type="checkbox"/> Entre 1.000 e 10.000 m ² <input type="checkbox"/> Maior que 10.000 m ²	
Qual o período de recuperação demandado caso ocorra a implementação do risco descrito?	<input checked="" type="checkbox"/> Inferior a 30 dias <input type="checkbox"/> De 30 dias a 1 ano <input type="checkbox"/> De 1 a 5 anos <input type="checkbox"/> Superior à vida útil do empreendimento	
Qual a probabilidade de ocorrência do risco descrito?	<input checked="" type="checkbox"/> Remota <input type="checkbox"/> Baixa <input type="checkbox"/> Média <input type="checkbox"/> Alta	

para a severidade e a probabilidade (Tabelas 2 e 3) serão comuns a todos os formulários, tendo-se em vista que estes refletem a base para a classificação dos riscos ambientais identificados.

Adicionalmente, destaca-se que os questionários passarão por uma etapa de validação, realizada quando da aplicação piloto do IGIGRA. Esta etapa terá o objetivo de verificar se os critérios estabelecidos pelo IGIGRA são consistentes e representativos da real severidade do dano potencialmente associado ao risco ambiental identificado.

Após o estabelecimento das bases técnica e econômica do IGIGRA, os riscos ambientais mapeados para cada um dos aspectos ambientais serão classificados por meio da severidade e probabilidade, possuindo um custo total associado a cada risco ambiental mapeado. A partir dessa classificação, caberá ao empreendimento a classificação do impacto econômico associado ao custo total dimensionado.

Estruturação do IGIGRA em base *web*

Após o desenvolvimento de toda a base técnica e estrutural do IGIGRA (módulos para cada um dos aspectos), as plataformas de dados serão inseridas em base *web* para automatização da sua aplicação. Isso possibilitará a exportação da análise dos riscos ambientais sobre a forma de um *dashboard* (Figura 1), que consolidará os riscos mapeados em uma matriz de eixos Severidade *versus* Probabilidade e variáveis associadas a faixa de custo e escala de risco.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Espera-se o desenvolvimento de um instrumento de gestão de riscos ambientais automatizado, que minimiza a subjetividade da avaliação e que será capaz

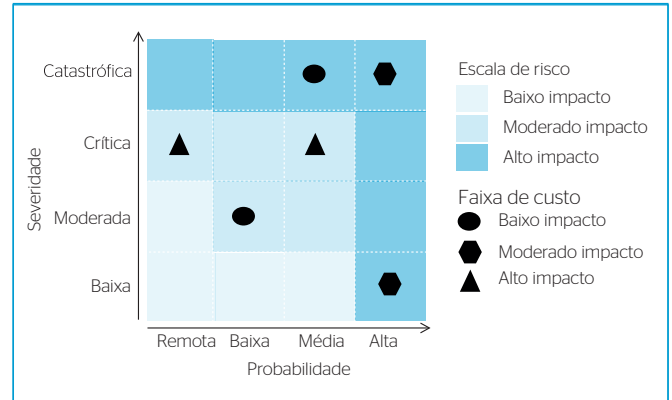


Figura 1 - Exemplo de *dashboard* gerado após a consolidação do Instrumento de Gestão para a Identificação e o Gerenciamento de Riscos Ambientais.

de mapear, classificar, priorizar e valorar financeiramente os riscos ambientais relacionados a diversos aspectos ambientais.

CONCLUSÕES

O *dashboard* consolidado permitirá a visualização concretizada dos riscos ambientais do empreendimento, proporcionando comparações entre diferentes operações e períodos de avaliação e fornecendo base técnica para a priorização de ações e alocação de recursos dentro da organização. Adicionalmente, os resultados obtidos pelo IGIGRA poderão ser incorporados ao planejamento estratégico dos empreendimentos como forma de prática da governança corporativa e do atendimento de exigências técnicas e legais que visam à conservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2004) *ABNT NBR ISO 14001:2004 - Sistemas de Gestão Ambiental: Requisitos para uso*. Rio de Janeiro. 35p.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2009) *ABNT NBR ISO 31000:2009 - Gestão de riscos: Princípios e diretrizes*. Rio de Janeiro. 32p.

BATELLO, E.R.; MELLO, L.A; PAULA, V.L. (2008) Modelo de Sistema de Gestão de Passivos. In: Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo, *Anais*, São Paulo: Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS). 11p.

BRASIL. (2008) Lei nº 6514, de 22 de julho de 2008, que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá

outras providências. *Presidência da República, Casa Civil, Diário Oficial da União*. 35 p.

CANASSA, D; KERN, R; BATELLO, E.R; REZENDE, F; MANESKUL, A; BISSACOT, T.C.C.; ROZA, B. (2014) Cost Avoidance Analysis: Going Beyond Risk Identification. *IAIA 2014 - Impact Assessment for Social and Economic Development*, Vina del Mar, Chile. 4p.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. (2011) *P4.261 - Risco de Acidente de Origem Tecnológica - Método para decisão e termos de referência*. São Paulo, 2. Edição. 140p.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (1986) Resolução CONAMA nº 01, de 17 de fevereiro de 1986, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. *Ministério do Meio Ambiente, Diário Oficial da União*. 4p.

CONAMA. Conselho Nacional de Meio Ambiente. (2009) Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. *Ministério do Meio Ambiente, Diário Oficial da União*. 20p.

DEMAJOROVIC, J. (2003) *Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental: perspectiva para a educação corporativa*. São Paulo: Editora Senac. 269p.

FOSTER, S. & HIRATA, R. (1988) *Groundwater pollution risk evaluation: the methodology using available data*. CEPIS Tech. Report. (WHO-PAHO-CEPIS), Lima, Perú. 87p.

GARGAMA, H. & CHATURVEDI, S.K. (2011) Criticality Assessment Models for Failure Mode Effects and Criticality Analysis Using Fuzzy Logic. *IEEE Transactions on Reliability*, v. 60, n. 1, p. 102-110.

IBGC. Instituto Brasileiro de Governança Corporativa. (2007) *Guia de orientação* para o gerenciamento de riscos corporativos. São Paulo: IBGC. 48p.

IFC. International Finance Corporation. (2012) IFC Performance Standards on Environmental and Social Sustainability. Washington, DC: World Bank Group. 72p.

SÁNCHEZ, L.H. (2013) *Avaliação de impacto ambiental: Conceitos e métodos*. 2 ed. São Paulo: Oficina de Textos. 583p.

TIXIER, J.A; DUSSERE, G.A, SALVI, O.B; GASTON, D. (2002) Review of 62 risk analysis methodologies of industrial plants. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, v. 15, p. 291-303.

VALLE, C.E. (2003) *Meio Ambiente: Acidentes, lições e soluções*. São Paulo: Editora Senac. 261p.