



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS HÍDRICOS
E SANEAMENTO

ANTÔNIA ANGÉLICA CORREIA DE ARAÚJO

**O Brasil no Contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas:
Um Olhar Crítico para as Regiões Desiguais do País**

Maceió
2014

ANTÔNIA ANGÉLICA CORREIA DE ARAÚJO

**O Brasil no Contexto do Gerenciamento de Áreas Contaminadas:
Um Olhar Crítico para as Regiões Desiguais do País**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento, Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Augusto
Caffaro Filho

Maceió
2014

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico
Bibliotecário Responsável: Valter dos Santos Andrade

A663a Araújo, Antônia Angélica Correia.
O Brasil no contexto do gerenciamento de áreas contaminadas: um olhar crítico
Para as regiões desiguais do país / Antônia Angélica Correia Araújo. - 2014.
32 f. : il.

Orientador: Roberto Augusto Caffaro Filho.
Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Recursos Hídricos e Saneamento)
– Universidade Federal de Alagoas. Centro de Tecnologia. Maceió, 2014.

Bibliografia: f. 29-31.
Anexo: f. 32.

1. Solo – Contaminação - Brasil. 2. Solo – Análise. 3. Áreas contaminadas -
Gerenciamento. I. Título.

CDU: 624.131



Universidade Federal de Alagoas – UFAL
Centro de Tecnologia – CTEC
Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamentos – PPGRHS

**O BRASIL NO CONTEXTO DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS
CONTAMINADAS: UM OLHAR CRÍTICO PARA AS REGIÕES DESIGUAIS
DO PAÍS**

ANTÔNIA ANGÉLICA CORREIA DE ARAÚJO

Dissertação submetida à banca examinadora do Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento da Universidade Federal de Alagoas e aprovada no dia 16 de junho do ano de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Roberto Augusto Caffaro Filho
(Orientador - PPGRHS /UFAL)

Prof.ª Dr.ª Karina Ribeiro Salomon
(PPGRHS/UFAL)

Dr.ª Maria Inês Zanoli Sato
(CETESB)

AGRADECIMENTOS

A Deus que tanto creio e respeito, sua força me iluminou todos os dias na conquista desse sonho, principalmente, nas horas em que mais precisei de perseverança e luz.

Aos meus pais Pedro Correia de Araújo e Maria de Lourdes Correia de Araújo pela simplicidade em seus ensinamentos.

Ao meu futuro esposo Idvando Caetano de Moura pelo apoio, incentivo e dedicação durante todo esse tempo.

Aos amigos que estão sempre na torcida e me escutam nos momentos de dificuldade.

Aos colegas que eu conquistei ao longo desses dois anos, vocês me ensinaram a não desistir.

Ao meu orientador Roberto Augusto Caffaro Filho por seus ensinamentos e paciência durante a construção deste trabalho.

Aos professores do PPGRHS pela dedicação em transmitir seus conhecimentos.

A CAPES, pela bolsa de mestrado.

*Para tudo há uma ocasião certa; há um tempo
certo para cada propósito debaixo do céu:
tempo de nascer e tempo de morrer, tempo de
plantar e tempo de arrancar o que se plantou,
tempo de matar e tempo de curar, tempo de
derrubar e tempo de construir,
tempo de chorar e tempo de rir, tempo de
prantear e tempo de dançar,
tempo de espalhar pedras e tempo de ajuntá-las,
tempo de abraçar e tempo de se conter,
tempo de procurar e tempo de desistir, tempo de
guardar e tempo de jogar fora,
tempo de rasgar e tempo de costurar, tempo de
calar e tempo de falar,
tempo de amar e tempo de odiar, tempo de lutar e
tempo de viver em paz.*

ECLESIASTES 3

RESUMO

A comunidade científica discute a problemática da contaminação do solo e busca gerenciar essa contaminação de forma que os riscos relacionados aos danos ambientais e a saúde da população possam ser minimizados. Neste trabalho foi avaliada a situação dos Estados brasileiros em relação ao nível de gerenciamento de suas áreas contaminadas, de acordo com a aplicação dos critérios e diretrizes da Resolução CONAMA 420/09. Foram obtidas informações junto aos órgãos ambientais estaduais através de consultas aos seus sítios eletrônicos, de contatos telefônicos e da aplicação de um questionário específico. O maior nível de gerenciamento foi encontrado na região Sudeste. Considerando-se o nível de industrialização em cada Estado, bem como sua densidade demográfica, foi feita uma análise de risco dos impactos ambientais ocasionados pela contaminação do solo em virtude do desempenho de cada Estado em relação ao nível de gerenciamento de suas áreas contaminadas. O risco foi considerado crítico nos Estados do Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, e no Distrito Federal. Os Estados brasileiros apresentam uma grande desigualdade em relação à aplicação das diretrizes da Resolução CONAMA 420/09. Nas regiões em processo de industrialização, como o Nordeste, é preciso avançar nas práticas de gestão da qualidade do solo, sob pena de repetirem-se os injustificáveis danos ao meio ambiente e à saúde pública que ocorreram nas regiões industrializadas em décadas passadas.

Palavras-chave: Contaminação do Solo. Gerenciamento de Áreas Contaminadas. CONAMA 420/2009. Análise Preliminar de Perigo.

ABSTRACT

Currently the world discusses the problem of soil contamination and seeks to manage such contamination so that risks related to environmental damage and population health can be minimized. In this work the situation of Brazilian states in relation to the level of contaminated site management, according to the application of the criteria and guidelines of CONAMA 420/09 Resolution was evaluated. Information was obtained from the state environmental agencies through consultations in their electronic websites, telephone contacts and the application of a specific questionnaire. The highest level of management was found in the Southeast region. Considering the level of industrialization in each state as well as its population density, a risk analysis of the environmental impacts caused by soil contamination due to the performance of each State in relation to the level of contaminated site management was taken. The risk was considered critical in the states of Ceará, Pernambuco, Bahia, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul and the Federal District. Brazilian states have a great inequality in the application of the guidelines of CONAMA 420/09 Resolution. In regions undergoing industrialization, such as the Northeast, progress must be made in soil quality management practices, lest the unjustifiable damage to the environment and public health that have occurred in industrialized regions in past decades is repeated.

Keywords: Soil contamination. Contaminated Site Management. CONAMA 420/09. Preliminary Hazard Analysis.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Questionário para Avaliação do Gerenciamento de Áreas Contaminadas via Resolução Conama 420/09	17
Tabela 2 – Critérios de classificação quanto a aplicação da Resolução CONAMA 420/09....	18
Tabela 3 – Classificação dos Estados quanto ao nível de industrialização a partir do percentual de participação no parque industrial de transformação do Brasil	19
Tabela 4 – Níveis de Densidade Demográfica dos Estados Brasileiros	19
Tabela 5 – Matriz de Classificação de Risco 1, para cruzamento dos níveis de Industrialização com os níveis de densidade demográfica em cada Estado. Os valores atribuídos a cada nível das variáveis em estudo estão entre parênteses. Os resultados dos cruzamentos representam a soma dos valores atribuídos a cada nível das respectivas variáveis	20
Tabela 6 – Matriz de Classificação de Risco 2, para cruzamento dos níveis de de gerenciamento de áreas contaminadas observados nos Estados com orisco da ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo (R1). Os valores atribuídos a cada nível das variáveis em estudo estão entre parênteses. Os resultados dos cruzamentos representam a soma dos valores atribuídos a cada nível das respectivas variáveis	20
Tabela 7 – Pontuação de acordo a Equação 1 e classificação dos níveis de gerenciamento de áreas contaminadas nos Estados, em relação à aplicação das diretrizes da resolução CONAMA 420/09	24
Tabela 8 – Classificação da avaliação de Risco1 (R1) relacionado com o nível de industrialização dos Estados e sua densidade demográfica	25
Tabela 9 – Classificação da avaliação de risco 2 em relação ao nível de gerenciamento das áreas contaminadas praticado nos Estados	26

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

APP – Análise Preliminar de Perigo

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CERCLIS –Comprehensive Environmental Response, Compensation, e Liability Information System

CONAMA–Conselho Nacional do Meio Ambiente

EEA – Agência Ambiental Europeia

EUA – Estados Unidos da América

U.S.EPA – Agencia Ambiental Americana

HCH –Hexaclorociclohexano

IBAMA –Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente

PNRH- Plano Nacional de Recursos Hídricos

PNRS - Plano Nacional de Resíduo Sólido

VRQs– Valores de Referência de Qualidade dos Solos

Sumário

Capítulo 1 – Introdução	10
Capítulo 2 – Materiais e Métodos	16
2.1 Coleta de Dados	16
2.2 Avaliação de Risco	18
2.2.1 Determinação do nível de gerenciamento de áreas contaminadas nos Estados.....	18
2.2.2 Níveis de Industrialização dos Estados	19
2.2.3 Densidade Demográfica dos Estados	19
2.2.4 Avaliação de risco da ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo (R1)	19
2.2.5 Avaliação do risco relacionado ao nível de gerenciamento de áreas contaminadas nos Estados (R2)	20
Capítulo 3 – Resultados e Discussão	21
3.1 Avaliação do Gerenciamento das Áreas Contaminadas nos Estados Brasileiros	21
3.2 Análises de Risco (R1 e R2)	25
Capítulo 4 – Conclusão	28
Capítulo 5 – Referências	29
Anexo A	32

Capítulo 1 – Introdução

A humanidade utiliza o solo como destino final para os seus resíduos desde os tempos pré-históricos. Nesse período a contaminação do solo era difusa, uma vez que o homem era um ser nômade. À medida que foi evoluindo o homem fixou-se em determinados lugares, surgindo então às primeiras cidades. Estávamos diante de um processo de contaminação pontual, porém com consequências até então desconhecidas.

Junto com a evolução da sociedade ocorreu a evolução da indústria, com seu ápice na Revolução Industrial por volta do século XVIII. Swartjes (2011) atribui ao desenvolvimento industrial e principalmente ao desenvolvimento tecnológico ocorrido no século XX a responsabilidade pelo aumento dos contaminantes no meio ambiente. O surgimento dessas substâncias, o manejo e a disposição inadequada causaram e continuam causando danos ao meio ambiente e a saúde da população. Acontecimentos como a descoberta de 200 tipos de resíduos perigosos aterrados no Love Canal em Niagara Falls, Nova Iorque (Hatfield, 2012); a descoberta de antigos aterros de resíduos industriais em Lekkerkerk, na Holanda (Andrade, 1996); em Villela Salle, no Canadá e o abandono da substância carcinogênica hexaclorociclohexano (HCH) no sítio Cidade dos Meninos em Duque de Caxias, no Rio de Janeiro (Magalhães, 2000); são alguns exemplos de casos que tiveram consequências desastrosas para o meio ambiente e para saúde das pessoas que habitavam no local. Para Rodrigues Jr. (2003) a descoberta da dimensão do problema das áreas contaminadas e a pressão da sociedade levaram diversos países a desenvolverem diferentes respostas para a problemática da contaminação do solo.

Fazendo uma análise da política ambiental de solos da União Europeia (UE) e dos EUA, observamos que a UE busca alcançar um padrão de qualidade ambiental de forma que a contaminação do solo não produza efeitos ou riscos significativos à saúde humana e ao ecossistema. Viana(2010) define o risco como uma medida que combina a probabilidade ou frequência da ocorrência de um evento indesejado, e a severidade das consequências adversas à saúde humana ou aos receptores ambientais.

Os requisitos legais para proteção do solo da EU ainda não foram definidos em nível geral, existindo apenas em alguns países membros (EC, 2006). Panagos et. al., (2013) em sua revisão sobre o assunto percebeu que em 2001, a *European Environment Agency* (EEA) começou a desenvolver um conjunto de indicadores políticos ambientais entre os quais o Progresso de Gestão de Áreas Contaminadas (CSI 015) está inserido. Este indicador deve ser

atualizado periodicamente pelos Estados-Membros da UE, cujo objetivo é quantificar o progresso na gestão de contaminações locais, identificar os setores que mais contribuem com contaminação do solo, classificar os principais contaminantes e abordar questões relacionadas com os investimentos na remediação dos solos. Em sua última atualização realizada em 2011, os países pesquisados apontaram a produção industrial como principal responsável pela contaminação do solo (60%), seguida do setor de serviços (33%) e mineração (7%).

Os países europeus que não possuem uma política de solo definida utilizam uma política de resíduos sólidos, pois essa faz parte da legislação europeia. A esta categoria estão incluídos Irlanda, Itália e Grécia. Ainda sobre os objetivos da política de solo, esses não são semelhantes. Alguns países objetivam devolver aos solos contaminados sua multifuncionalidade, outros adotam a ideia de remediá-lo para determinado uso (adequação ao uso) (Christie e Teeuwa, 2012). A Holanda desenvolveu inicialmente sua política de gestão de solos contaminados baseado na ideia de devolver ao solo sua multifuncionalidade. A primeira legislação publicada em 1983 visava o estabelecimento de valores orientadores para qualidade do solo, os SQSs. Em 1987 foi criada a Lei de Proteção do Solo, *The SoilProtectionAct*, cujo objetivo era estabelecer responsabilização aos indivíduos com relação à proteção do solo. Em 1994 o país inicia a investigação da contaminação dos sites baseados nas ferramentas de análise de risco. Em 2001 ocorre a primeira revisão dos SQSs. Atualmente utiliza-se o conceito de “adequação ao uso”, ou seja, tornar o solo próprio para determinado uso. De um modo geral, a política holandesa sobre contaminação do solo tem evoluído ao longo de um período de quase três décadas de um processo de avaliação rígida, para um processo maleável, seguindo o princípio "simples, se possível, complexo quando necessário" (Swartjes et. al., 1998).

A *United States Environmental Protection Agency* (U.S.EPA) é o órgão ambiental americano que conduz e supervisiona as ações de remediação dos locais contaminados por petróleo e outros produtos químicos perigosos. As remediações acontecem em terrenos atualmente ativos (indústrias ou locais onde ocorreram vazamentos de combustíveis dos tanques de armazenamento), terrenos abandonados, em instalações federais ou em propriedades particulares. A U.S.EPA. possui 6 programas de remediação/recuperação de solos contaminados. São eles (U.S.EPA, 2014):

- *SuperfundCleanup* – Responsável por inserir as informações dos locais contaminadas na *Comprehensive Environmental Response, Compensation, e*

LiabilityInformation System (CERCLIS). Em seguida é gerada uma lista de prioridades de remediação baseada em análise de risco ambiental.

- *Federal FacilitiesCleanup* – É o programa que visa à restauração e reabilitação de solos que estão sobre a responsabilidade do governo federal;
- *BrownfieldsCleanup* – *Brownfields* são terrenos industriais que foram abandonados ou fechados sem avaliação e/ou recuperação dos terrenos contaminados.
- *CleaningUp Underground StorageTank System Releases* – Esse programa define as metodologias para remediação do solo contaminado por sistemas de armazenamento de combustíveis.
- *RCRA CorrectiveAction* – A U.S.EPA pode exigir que os proprietários das instalações contaminadas ou com potencial de contaminação desenvolva ações de investigação e limpeza desses locais, denominadas ações corretivas.
- *CleaningUpOilSpills* – Esse programa auxilia a U.S.EPA no trabalho de prevenção de vazamentos de petróleo. Ajuda a indústria de petróleo a se preparar e responder a qualquer derramamento de óleo afetando as águas subterrâneas dos Estados Unidos. O programa tem reduzido o número de acidentes para menos de 1% do volume total de óleo tratado cada ano.

Outros órgãos federais, estaduais e municipais, empresa privada ou pessoas responsáveis pela contaminação podem realizar ações de remediação. Atualmente os EUA também buscam com a descontaminação dos solos, torná-los próprios para determinado uso. A Europa e os EUA possuem exemplos de federações que utilizam as ferramentas de avaliação de risco em seus processos com o objetivo de gerenciá-los, de forma que seja possível evitar que tais contaminações atinjam o lençol subterrâneo ou causem danos à saúde da população. É ainda baseado na avaliação de riscos que os EUA definem a sua lista de prioridades para os casos de descontaminação dos locais contaminados.

No Brasil compete ao CONAMA estabelecer normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente com vistas ao uso racional dos recursos ambientais, principalmente os hídricos (Brasil, 1981). O ano de 2009 foi um marco divisor para padronização das ações de gerenciamento de solos contaminados no Brasil. A aprovação da Resolução CONAMA 420/09 significou a conclusão de um ciclo estruturante para o conselho nacional do meio ambiente, já que o órgão possuía resoluções para tratar da qualidade da água e do ar desde a década de 80, mas com uma lacuna quanto aos parâmetros e

valores indicadores de qualidade do solo. (Mattiaso, 2010). A Resolução CONAMA 420/09 dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo (valores de prevenção e valores de intervenção) quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de solos contaminados por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. É de responsabilidade dos órgãos ambientais o levantamento dos tipos de solo em seu território, dos Valores de Referência de Qualidade (VRQS) dos mesmos e da identificação de Áreas Órfãs (locais abandonados que estão potencialmente contaminados). São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro possuem ainda legislação estadual referente ao gerenciamento de áreas contaminadas. São elas respectivamente: Lei nº 13.577, de 08 de Julho 2009; Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 02, de 08 de setembro de 2010 e Resolução CONAMA nº 44 de 14 de Dezembro de 2012

O Brasil possui um arcabouço técnico e jurídico consistente em relação à proteção do meio ambiente e a saúde das pessoas. A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (CF/88) dedica o art. 225 e seus incisos a proteção do meio ambiente (Brasil, 1988). A Política Nacional do Meio Ambiente instituída pela Lei 6.938, de 31/08/1981 está em consonância com a CF/88 e trata sobre o Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). Existem ainda as leis editadas pelo Ministério do Meio Ambiente, as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), as Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho (NRs) e a Associação Brasileira de Normas Regulação Técnica (ABNT). A Política Nacional do Meio Ambiente como o próprio nome sugere, define os objetivos (políticas públicas) que país deseja alcançar com vistas ao desenvolvimento econômico concomitante com a proteção da dignidade da pessoa humana e a preservação ambiental.

Apesar de o país apresentar uma gama de legislações visando à proteção do meio ambiente é possível encontrar dificuldades na aplicação dessas leis e normas ambientais. Para compreender algumas das dificuldades é interessante um conhecimento prévio da forma como as leis são propostas, executadas e fiscalizadas no âmbito nacional, estadual e municipal. Estamos nos referindo à estruturação do SISNAMA. Como segue:

- Órgão Superior – Conselho de Governo que possui a função de assessorar o Presidente da República na formulação da política nacional e nas diretrizes governamentais para o meio ambiente e os recursos ambientais.
- Órgão Consultivo e Deliberativo – Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) tem como finalidade assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os

recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida;

- Órgão Central – Secretaria do Meio Ambiente da Presidência da República que visa planejar, coordenar, supervisionar e controlar, como órgão federal, a política nacional e as diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;
- Órgão executor – o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), possui a finalidade de executar e fazer executar, como órgão federal, a política e diretrizes governamentais fixadas para o meio ambiente;
- Órgãos Seccionais – os órgãos ou entidades estaduais são responsáveis pela execução de programas, projetos e pelo controle e fiscalização de atividades capazes de provocar a degradação ambiental;
- Órgãos Locais – os órgãos ou entidades municipais são responsáveis pelo controle e fiscalização dessas atividades, nas suas respectivas jurisdições.

Em geral edita-se uma lei nacional objetivando a criação de um programa ambiental, a exemplo do Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), criado pela Lei 9.433/97 (Brasil 1997) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos, criado através da Lei Nº 12.305/10 (Brasil 2010). Com a PNRH criou-se também a Agência Nacional de Águas (ANA) cuja sua atribuição consiste em disciplinar a implementação, a operacionalização, o controle e a avaliação dos instrumentos de gestão criados pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 2000). Não se deve confundir Programa Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) com Gerenciamento de Contaminação de Solo. O PNRS prevê a redução na geração de resíduos, institui a responsabilidade compartilhada dos geradores de resíduos, cria metas que irão contribuir para a eliminação dos lixões e institui instrumentos de planejamento nos níveis nacional, estadual, microrregional, intermunicipal, metropolitano e municipal, além de impor que os particulares elaborem seus Planos de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010).

O gerenciamento de áreas contaminadas contém procedimentos e ações voltadas a eliminar ou minimizar os riscos a saúde humana e ao meio ambiente; evitar danos aos demais bens a proteger durante a fase de reabilitação das áreas contaminadas, além de possibilitar o uso futuro ou declarado de determinada área, observando o uso e planejamento do solo (CONAMA, 2009).

No Brasil existem dois grupos trabalhando na problemática da contaminação do solo. De um lado estão os órgãos ambientais olhando para o problema da contaminação do solo sob o ponto de vista ambiental, do outro o Ministério da Saúde, tendo em vista que os casos de contaminação acarretam problemas à saúde pública. No período de 2003 a 2005 o Ministério da Saúde, através da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental com o apoio das secretarias estaduais e municipais de saúde e órgãos estaduais do meio ambiente, identificou 703 áreas potenciais e efetivas de contaminação. O objetivo era identificar áreas com população expostas a solos contaminados por produtos químicos. A vigilância em saúde tem proposto o gerenciamento de risco como estratégia de intervenção encadeada a um processo de avaliação (Rodrigues e Freitas, 2013).

A necessidade de se minimizar os riscos ambientais provenientes do progresso econômico e social está cada vez mais clara, apesar da dificuldade em quantificar e julgar a relação humana com o meio, assim como da ponderação entre a proteção ambiental e o impacto sobre o crescimento. A solução para este dilema está na Avaliação de Riscos Ambientais (Viana, 2010). Esta avaliação leva em consideração aspectos como a exposição à saúde humana por substâncias perigosas e o risco de contaminação do solo (Swartjes, 2011).

A Resolução CONAMA 420/09 define a avaliação de risco como um processo pelo qual são identificados, avaliados e quantificados os riscos à saúde humana ou a bem de interesse a proteger. O nível de gerenciamento de áreas contaminadas por parte dos estados foi uma das ferramentas utilizada para quantificar os riscos a que estão sujeitos à população e o meio ambiente. O gerenciamento de áreas contaminadas é de um conjunto de medidas que asseguram o conhecimento das características dessas áreas e dos impactos por elas causados, proporcionando os instrumentos necessários à tomada de decisão quanto às formas de intervenção mais adequadas (CETESB, 2014).

A aplicação por parte dos Estados das diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA 420/09 foi o objeto de estudo deste trabalho. A pesquisa visou ainda correlacionar o status da aplicação destas diretrizes com o potencial poluidor existente nos Estados e sua densidade demográfica, de forma a possibilitar uma estimativa do risco para o meio ambiente e para a saúde das pessoas, resultante do nível de gerenciamento encontrado em cada unidade da federação. Os riscos foram avaliados qualitativamente levando em consideração a ferramenta de Análise Preliminar de Perigo (APP)(Camacho, 2004).

Capítulo 2 – Materiais e Métodos

A pesquisa foi dividida em duas etapas. Inicialmente realizou-se a coleta e organização dos dados. Esta etapa foi realizada no período de março de 2013 a abril 2014. Em seguida efetuaram-se duas avaliações de Risco 1 e 2 (R1 e R2), ambas baseadas na ferramenta de APP. Esta ferramenta procura examinar as maneiras pelas quais a energia ou o material de processo pode ser liberado de forma descontrolada, levantando para cada um dos perigos identificados as suas causas, os métodos de detecção disponíveis e os efeitos sobre os trabalhadores, a população circunvizinha e sobre o meio ambiente (Camacho, 2004). Na avaliação de Risco 1 (R1) o objetivo foi avaliar a probabilidade de um evento indesejado (danos ao meio ambiente e a saúde das pessoas) acontecer, relacionando o potencial poluidor (nível de industrialização) presente nos Estados com a severidade (densidade demográfica). A avaliação de Risco 2 (R2) foi realizada a partir dos resultados obtidos em R1 e do status de aplicação da Resolução CONAMA 420/09 por parte dos Estados.

2.1 Coleta de Dados

Os dados foram coletados através de consultas a *sites* dos órgãos ambientais, consultas telefônicas e pesquisas bibliográficas. Com objetivo de padronizar as informações, foi elaborado um questionário (Tabela 1) baseado na Resolução em estudo. Perguntas complementares foram surgindo a partir da realidade encontrada em cada situação e assim foram estabelecidos os diálogos. Algumas respostas complementares serviram de embasamento durante a discussão dos resultados.

Inicialmente foram consultados os *sites* dos órgãos ambientais, cujo objetivo era observar o cadastro das áreas contaminadas, pois conforme o artigo 38 da resolução CONAMA 420/09, “*os órgãos ambientais competentes, observando o sigilo necessário, previsto em lei, deverão dar publicidade principalmente em seus portais institucionais na rede mundial de computadores, às informações sobre áreas contaminadas identificadas e suas principais características*”. Ainda na web página de cada órgão ambiental buscou-se verificar a existência de pessoa ou órgão específico para tratar do assunto em questão. A necessidade de efetuar contato telefônico surgiu a partir da dificuldade em encontrar informações nos respectivos *sites*. Por último utilizou-se também o contato por e-mail como alternativa para obtenção de resultados.

As respostas do questionário foram padronizadas em quatro situações:

- Sem informação – casos em que não foi possível estabelecer nenhuma forma de contato;
- Não atende – quando não atende ao requisito;
- Em andamento – casos em que as ações foram iniciadas, porém até o momento da pesquisa as ações não haviam sido concluídas;
- Atende – atende ao requisito questionado.

Quando não foi possível obter informações nos locais consultados, considerou-se não

(1)	Aplica os critérios da Resolução Conama 420/09?	<input type="checkbox"/> Atende	<input type="checkbox"/> Em andamento	<input type="checkbox"/> Não atende
(2)	Possui setor específico para tratar sobre áreas contaminadas?	<input type="checkbox"/> Atende	<input type="checkbox"/> Não atende	
(3)	Possui Valores de Referência de Qualidade do Solo (VRQS)?	<input type="checkbox"/> Atende	<input type="checkbox"/> Em andamento	<input type="checkbox"/> Não atende

atendimento aos respectivos itens.

Tabela1–Questionário para Avaliação do Gerenciamento de Áreas Contaminadas via Resolução Conama 420/09.

(4)	Possui Cadastro de Áreas Contaminadas?	<input type="checkbox"/> Atende <input type="checkbox"/> Em andamento <input type="checkbox"/> Não atende
(5)	O Cadastro de Áreas Contaminadas está disponível para consulta pública?	<input type="checkbox"/> Atende <input type="checkbox"/> Em andamento <input type="checkbox"/> Não atende
(6)	Possui áreas em processo de reabilitação?	<input type="checkbox"/> Atende <input type="checkbox"/> Não atende
(7)	Existe definição de responsável pela remediação de áreas órfãs? Ou seja, quando não é possível identificar o responsável pela área contaminada, a quem é atribuída a responsabilidade pela remediação?	<input type="checkbox"/> Atende <input type="checkbox"/> Não atende

Após a compilação dos resultados, novas pesquisas foram realizadas em busca de informações relativas ao desenvolvimento industrial de cada Estado, bem como sobre a densidade demográfica dos mesmos. Foram consultados dados da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2014) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2011).

2.2 Avaliação de Risco

2.2.1 Determinação do nível de gerenciamento de áreas contaminadas nos Estados.

Baseado nas respostas obtidas com a aplicação do questionário (Tabela 1) foi desenvolvida metodologia para classificação dos Estados quanto ao atendimento da Resolução CONAMA 420/09. A equação 1 visa pontuar os Estados em relação a respostas obtidas da tabela 1. No caso de atendimento a determinado item do questionário, este recebeu peso dois. Nas situações em que as ações estavam em andamento, foi atribuído peso um. Não foi atribuída pontuação para os itens não atendidos/não definidos. Calculou-se a pontuação máxima que cada Estado poderia alcançar (14 pontos), em seguida a partir da média aritmética deste resultado obtiveram-se os critérios de classificação de acordo com a Tabela 2.

$$K = (X \cdot 2) + (Y \cdot 1) \quad \text{Equação 1}$$

onde, K é a pontuação final, X é número de itens atendidos e Y é número de itens em andamento.

Tabela 2– Critérios de classificação quanto a aplicação da Resolução CONAMA 420/09.

Bom	10 a 14 pontos
Moderado	4 a 9 pontos
Fraco	<4 pontos

Fonte: Autor

2.2.2 Nível de Industrialização dos Estados

O nível de industrialização dos Estados foi determinado através da análise do relatório da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP, 2014). Este relatório traz o panorama dos Estados Brasileiros em relação ao impacto econômico das indústrias de transformação. Estas indústrias são responsáveis pelas atividades potencialmente poluidoras elencadas na Resolução CONAMA 237/97. Os Estados foram classificados de acordo com o seu nível de industrialização (alto, médio ou baixo), a partir do percentual de participação de suas indústrias de transformação no parque industrial do Brasil. De acordo com a FIESP (2014), o percentual estadual médio de participação no parque industrial de transformação do país é de 3,5%. Foi desenvolvida metodologia de análise de resultados, de forma que os

Estados que apresentaram percentual de participação maior que duas vezes a média (7%) foram classificados como possuindo nível alto de industrialização. Os Estados que apresentaram percentual de participação de 2% a 7% do parque industrial nacional foram classificados como possuindo nível médio de industrialização e os Estados que apresentaram percentual de participação abaixo de 2% foram classificados como possuindo nível baixo de industrialização, de acordo com a Tabela 3. Os dados brutos de percentual de participação dos estados no parque industrial de transformação nacional estão disponíveis no Anexo A.

Tabela 3 – Classificação dos Estados quanto ao nível de industrialização a partir do percentual de participação no parque industrial de transformação do Brasil.

Nível de Industrialização dos Estados (% de participação no parque industrial de transformação nacional)
Alto: maior que 7%
Médio: de 2% a 7%
Baixo: menor que 2%

Fonte: Autor

2.2.3 Densidade Demográfica dos Estados

A densidade demográfica dos Estados foi obtida a partir dos dados do IBGE (2011). Os Estados foram classificados quanto aos seus níveis de densidade demográfica (alto, médio e baixo), de acordo com a mesma metodologia de classificação realizada para os níveis de industrialização. A densidade demográfica estadual média no país é de aproximadamente 68 hab./km². Estados com densidade demográfica superior a duas vezes a média nacional foram classificados como possuindo alta densidade demográfica. Estados com densidade demográfica entre 34 e 136 hab./km² foram classificados no nível médio, e aqueles com densidade menor que 34 hab./km² foram classificados no nível baixo de densidade populacional, conforme a Tabela 4. Os dados brutos de densidade populacional estão disponíveis no Anexo A.

Tabela 4 – Níveis de Densidade Demográfica dos Estados Brasileiros.

Níveis de Densidade Demográfica
Alto: maior que 136 hab./km ²
Médio: entre 34 e 136 hab./km ²
Baixo: menor que 34 hab./km ²

Fonte: Autor

2.2.4 Avaliação de risco da ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo (R1)

As avaliações de risco foram desenvolvidas com base na ferramenta de Análise Preliminar de Perigo (APP) (Camacho, 2004) que cruza o perigo (probabilidade da ocorrência de um evento indesejado) com a severidade (magnitude do evento). Na primeira análise de risco o perigo foi representado pelo nível de industrialização dos Estados (Tabela 3), uma vez que quanto maior o parque industrial de um Estado, maior a probabilidade de serem encontradas áreas contaminadas. A severidade foi representada pela densidade demográfica (Tabela 4), pois quanto maior o número de habitantes por metro quadrado, maior o número de pessoas expostas a substâncias contaminadas presentes no solo e/ou na água subterrânea. Para determinação, em cada Estado, do risco de ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo (baixo, médio ou alto), foram atribuídos valores para cada nível das variáveis estudadas. Considerou-se nesta análise que o nível de industrialização é um dado mais representativo do que a densidade demográfica para prever a ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo. Portanto, os valores dos níveis de industrialização tiveram peso duas vezes maior do que os valores dos mesmos níveis de densidade populacional, como mostra a matriz de classificação de risco 1 (Tabela 5). A classificação do risco (R1) foi feita de acordo com somatório dos valores obtidos com a densidade demográfica e com os níveis de industrialização. De forma que se um estado obteve risco baixo (1) de densidade demográfica e nível baixo (2) de industrialização, $(1+2=3)$ esse Estado recebeu classificação 3, que de acordo com a legenda da Tabela 5, foi classificado como possuindo um Risco 1 Baixo.

Tabela 5 – Matriz de Classificação de Risco 1 para cruzamento dos níveis de Industrialização com os níveis de densidade demográfica em cada Estado.

Cruzamento dos Dados*		Densidade Demográfica		
		Baixo (1)	Médio (2)	Alto (3)
Níveis de Industrialização	Baixo (2)	3	4	5
	Médio (4)	5	6	7
	Alto (6)	7	8	9

Legenda–Matriz de Risco 1 (R1): Baixo <5; Médio de 5 a 6; Alto >6

Fonte: Autor

* Os valores atribuídos a cada nível das variáveis em estudo estão entre parênteses. Os resultados dos cruzamentos representam a soma dos valores atribuídos a cada nível das respectivas variáveis.

2.2.5 Avaliação do risco relacionado ao nível de gerenciamento de áreas contaminadas nos Estados (R2)

A Avaliação de Risco 2 (R2) seguiu o mesmo princípio de R1. Nesta avaliação foram cruzados os níveis de gerenciamento de áreas contaminadas observados nos Estados (de acordo com a aplicação das diretrizes da resolução CONAMA 420/09) (Tabela 2), com os resultados obtidos em relação ao risco da ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo (R1), na Tabela 5. Para esta avaliação, assumiu-se o mesmo peso para ambas as variáveis consideradas (nível de gerenciamento e R1), de acordo com a Tabela 6.

Tabela 6– Matriz de Classificação de Risco 2, para cruzamento dos níveis de gerenciamento de áreas contaminadas observados nos Estados com o risco da ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo (R1).

Cruzamento dos Dados*		Níveis de gerenciamento de áreas contaminadas		
		Bom (1)	Moderado (2)	Fraco (3)
Níveis de Risco 1 (R1)	Baixo (1)	2	3	4
	Médio (2)	3	4	5
	Alto (3)	4	5	6

Fonte: Autor

Legenda–Matriz de Risco 2: Baixo<4; Moderado = 4; Crítico>4

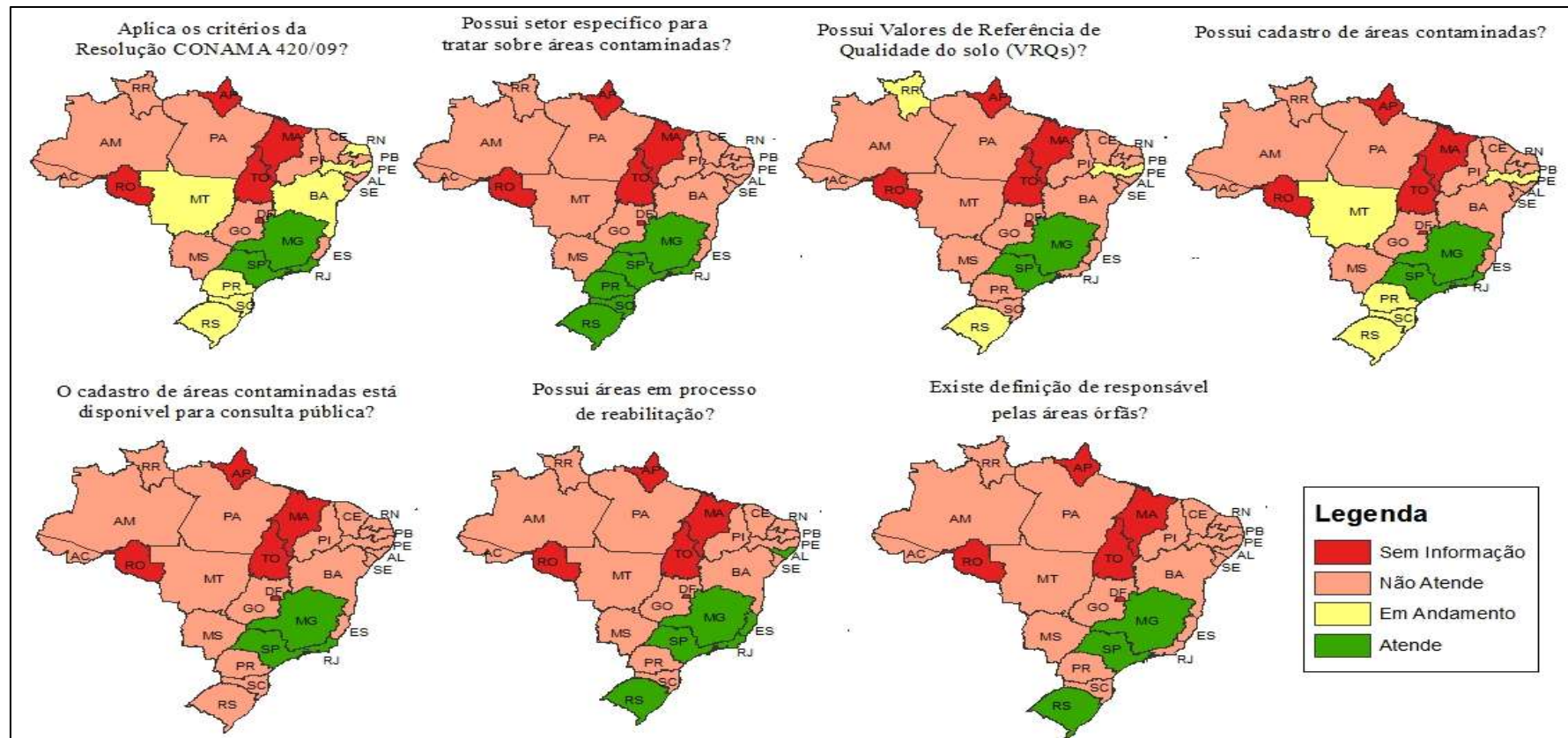
* Os valores atribuídos a cada nível das variáveis em estudo estão entre parênteses. Os resultados dos cruzamentos representam a soma dos valores atribuídos a cada nível das respectivas variáveis.

Capítulo 3 – Resultados e Discussão

3.1 Avaliação do Nível de Gerenciamento das Áreas Contaminadas nos Estados Brasileiros

Na Figura 1 são mostradas, por estado, as respostas ao questionário (Tabela 1) aplicado para avaliar o nível atual do gerenciamento de áreas contaminadas praticado pelos órgãos ambientais estaduais.

Figura 1 – Respostas ao questionário aplicado para avaliar o nível do gerenciamento de áreas contaminadas por Estado.



Fonte: Autor

Apesar de ter sido pesquisado no sítio eletrônico do órgão ambiental, feito contato por e-mail e telefônico para representantes dos órgãos ambientais, não foi possível obter informações nos entes federativos Amapá, Distrito Federal, Maranhão, Rondônia e Tocantins. Nesses locais aparentemente não são praticadas ações de gerenciamento de áreas contaminadas

Nove Estados (Acre, Amazonas, Ceará, Goiás, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Pará, Paraíba e Sergipe) declaram não atender a nenhum item do questionário. Somados os que não foi possível obter informações na metade do país não são desenvolvidas ações de gerenciamento de áreas contaminadas pelos órgãos ambientais estaduais.

Por outro lado os Estados de São Paulo e Minas Gerais atenderam todos os itens do questionário, demonstrando um bom nível de gerenciamento de áreas contaminadas. Em São Paulo, antes mesmo da publicação da Resolução CONAMA 420/09, a CETESB já possuía o Manual de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, fruto de sua parceria com a agência de cooperação Alemã GTZ (CETESB, 2001).

Outro Estado que se destaca por seu nível de gerenciamento é o Rio de Janeiro, que deixou de atender apenas dois itens do questionário. Vale ressaltar que nesses três Estados existem Leis estaduais relacionados à matéria.

Observamos que os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro são os únicos entre os pesquisados que possuem um cadastro de áreas contaminadas disponível para consulta pública. São Paulo iniciou o cadastramento em maio de 2002, registrando 255 áreas suspeitas de contaminação. Após a última atualização, ocorrida em dezembro de 2013, foram totalizados 4.771 registros no Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo (CETESB, 2013). O Estado de Minas Gerais publicou sua primeira lista de áreas contaminadas em 2009, totalizando 273 áreas suspeitas de contaminação. A última atualização feita em 2012 registrou 365 declarações de áreas suspeitas de contaminação (FEAM, 2012). O Rio de Janeiro publicou sua primeira lista no final de 2013 com 160 áreas suspeitas de contaminação (INEA, 2013). Um fato interessante e comum aos três Estados diz respeito à origem da maioria das suas áreas contaminadas, em média 70% dessas áreas pertencem a postos de combustíveis, sendo este último o principal contaminante encontrado nesses solos. Porém as questões relacionadas à contaminação do solo por postos de combustíveis não são tratadas pela Resolução CONAMA 420/09, ficando a critério da Resolução CONAMA 273/00 que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. Porém a aplicação da Resolução CONAMA 273/00 não foi objeto de estudo nesse trabalho.

As regiões sudeste e sul apresentam em geral melhor nível de gerenciamento. Nesta última, o melhor exemplo é o Estado do Rio Grande do Sul, que apesar de ainda não possuir Lei Estadual, dispõe de uma Diretriz Técnica (N^o 01/2011- DIRTEC/FEPAM) relacionada ao assunto.

Com relação aos Valores de Referência de Qualidade do Solo, podemos observar que apenas os Estados de São Paulo e Minas Gerais possuem dados referentes a estes, os Estados de Pernambuco, Rio Grande do Sul e Roraima estão em processo de caracterização do solo a fim de definir seus VRQS. Os Estados de Alagoas, Espírito Santo, Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul afirmaram possuir áreas em processo de reabilitação, porém no caso de reabilitação de áreas órfãs apenas São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul definiram os responsáveis pela remediação das mesmas.

Alguns órgãos ambientais alegaram que não possuem estrutura física e financeira para adotar as ações propostas pela Resolução CONAMA 420/09. Um Estado alegou que o fato da resolução em estudo ainda não ser regulamentada por lei, lhe torna facultativo o atendimento, o que por hora é controverso, uma vez que Conselho Nacional do Meio Ambiente tem poderes deliberativo no âmbito de sua atuação.

Na Tabela 7 estão apresentados os resultados da Equação 1, e a classificação dos Estados em relação ao nível de gerenciamento de áreas contaminadas praticado pelo órgão ambiental estadual, determinado de acordo com a aplicação dos critérios existentes na Resolução CONAMA 420/09.

Os resultados presente na seguinte tabela indicam que as ações de gerenciamento de áreas contaminadas são mais efetivas nas regiões mais industrializadas do país, o que remete ao fato de que o nosso país adota uma postura reativa frente à problemática da contaminação do solo, pois está sempre em busca de soluções para os casos de contaminações já ocorridas. O estado de São Paulo por ter sido pioneiro nas ações de investigação e remediação de solos contaminados, apresentou resultados satisfatórios em relação ao questionário

Tabela 7 – Pontuação de acordo a Equação 1 e classificação dos níveis de gerenciamento de áreas contaminadas nos Estados, em relação à aplicação das diretrizes da resolução CONAMA 420/09.

Estado	Pontuação de acordo com a equação 1	Nível de gerenciamento de áreas contaminadas
Região Sul		
Paraná	4	Moderado
Rio Grande do Sul	6	Moderado
Santa Catarina	4	Moderado
Região Sudeste		
Espírito Santo	2	Fraco
Minas Gerais	13	Bom
Rio de Janeiro	10	Bom
São Paulo	14	Bom
Região Norte		
Acre	0	Fraco
Amazonas	0	Fraco
Amapá	-	*Fraco
Pará	0	Fraco
Rondônia	-	*Fraco
Roraima	0	Fraco
Tocantins	-	*Fraco
Região Nordeste		
Alagoas	2	Fraco
Bahia	1	Fraco
Ceará	0	Fraco
Maranhão	-	*Fraco
Paraíba	0	Fraco
Pernambuco	3	Fraco
Piauí	0	Fraco
Rio Grande do Norte	1	Fraco
Sergipe	0	Fraco
Região Centro – Oeste		
Distrito Federal	-	*Fraco
Mato Grosso	2	Fraco
Mato Grosso do Sul	0	Fraco
Goias	0	Fraco

Fonte: Autor

*Estados em que não foi possível obter informações sobre a aplicação da Resolução CONAMA 420/09.

3.2 Avaliação de risco da ocorrência de impactos relacionados à contaminação do solo (R1)

Na Tabela 8 está apresentada a classificação dos Estados em relação ao seu nível de industrialização (Tabela 3) e densidade demográfica (Tabela 4). Na última coluna está apresentada a avaliação de risco da ocorrência de impactos ambientais relacionados à contaminação do solo (R1), levando em consideração a matriz de classificação de risco 1 (Tabela 5)

Tabela 8 – Classificação da avaliação de Risco 1 (R1) relacionado com o nível de industrialização dos Estados e sua densidade demográfica.

Estado	Nível de Industrialização	Densidade Demográfica	Risco 1 (R1)
Região Sul			
Paraná	A	M	Alto
Rio Grande do Sul	A	M	Alto
Santa Catarina	A	M	Alto
Região Sudeste			
Espírito Santo	M	M	Médio
Minas Gerais	A	B	Alto
Rio de Janeiro	M	A	Alto
São Paulo	A	A	Alto
Região Norte			
Acre	B	B	Baixo
Amazonas	B	B	Baixo
Amapá	B	B	Baixo
Pará	B	B	Baixo
Rondônia	B	B	Baixo
Roraima	B	B	Baixo
Tocantins	B	B	Baixo
Região Nordeste			
Alagoas	B	M	Baixo
Bahia	M	B	Médio
Ceará	M	M	Médio
Maranhão	B	B	Baixo
Paraíba	B	M	Baixo
Pernambuco	M	M	Médio
Piauí	B	B	Baixo
Rio Grande do Norte	B	M	Baixo
Sergipe	B	M	Baixo
Região Centro-Oeste			
Distrito Federal	B	A	Médio
Mato Grosso	B	B	Baixo
Mato Grosso do Sul	B	B	Baixo
Goiás	M	B	Médio

Fonte: Autor

De acordo com a metodologia aplicada, o risco de ocorrência de impactos ambientais relacionados à contaminação do solo (R1) é maior nos Estados das regiões sul e sudeste que são as mais industrializadas do país. A região nordeste é uma região em processo de industrialização que apresenta em geral densidades demográficas elevadas, o que leva alguns estados a apresentarem riscos médio de ocorrência de impactos ambientais relacionados a contaminação do solo. Consideramos que o risco tenha elevar-se em um futuro próximo na maioria dos Estados do nordeste.

3.3 Avaliação do risco relacionado ao nível de gerenciamento de áreas contaminadas nos Estados (R2)

Na última coluna da Tabela 9 está apresentada a classificação dos Estados em relação em relação ao risco relacionado ao nível de gerenciamento de áreas contaminadas praticados pelos órgãos ambientais (R2). Este risco é função do cruzamento de R1 (Tabela 8) e o nível do gerenciamento de áreas contaminadas (Tabela 7). A análise de risco (R2) foi realizada de acordo com a matriz de risco 2 (Tabela 6).

Tabela9 – Classificação da avaliação de risco 2 em relação ao nível de gerenciamento das áreas contaminadas praticado nos Estados.

Estado	Risco 1 (R1)	Nível de gerenciamento de áreas contaminadas	Risco 2 (R2)
Região Sul			
Paraná	A	M	Crítico
Rio Grande do Sul	A	M	Crítico
Santa Catarina	A	M	Crítico
Região Sudeste			
Espírito Santo	A	F	Crítico
Minas Gerais	A	B	Moderado
Rio de Janeiro	A	B	Moderado
São Paulo	A	B	Moderado
Região Norte			
Acre	B	F	Moderado
Amazonas	B	F	Moderado
Amapá	B	F	Moderado
Pará	B	F	Moderado
Rondônia	B	F	Moderado
Roraima	B	F	Moderado
Tocantins	B	F	Moderado
Estado	Risco 1 (R1)	Nível de gerenciamento	Risco 2

		de áreas contaminadas	(R2)
Região Nordeste			
Alagoas	B	F	Moderado
Bahia	M	F	Crítico
Ceará	M	F	Crítico
Maranhão	B	F	Moderado
Paraíba	B	F	Moderado
Pernambuco	M	F	Crítico
Piauí	B	F	Moderado
Rio Grande do Norte	B	F	Moderado
Sergipe	B	F	Moderado
Região Centro-Oeste			
Distrito Federal	M	F	Crítico
Mato Grosso	B	F	Moderado
Mato Grosso do Sul	B	F	Moderado
Goiás	B	F	Moderado

Fonte: Autor

Nos Entes Federativos Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Espírito Santo, Bahia, Ceará, Pernambuco e Distrito Federal o risco dos impactos ambientais ocasionados pela contaminação do solo em virtude do desempenho em relação ao gerenciamento de suas áreas contaminadas foi considerado crítico. Mesmo a região sul apresentando classificação moderada em relação aos níveis de gerenciamento de áreas contaminadas, seu alto nível de industrialização proporciona uma situação que consideramos crítica. No caso dos estados da região nordeste (Bahia, Ceará e Pernambuco), verifica-se que o nível baixo de gerenciamento praticado pelos órgãos ambientais é o principal fator que leva à situação crítica observada no resultado de R2.

Os demais Estados apresentaram R2 moderado. Porém, estes podem ser divididos em duas categorias diferentes: aqueles altamente industrializados, mas com um nível de gerenciamento considerado bom, e outros que apresentaram nível baixo de gerenciamento, mas não possuem um parque industrial muito desenvolvido e em geral, sua densidade populacional é baixa.

Magalhães (2000) avaliou a situação do Brasil em relação ao gerenciamento de áreas contaminadas e observou que o nosso país estava entre os poucos países do mundo desprovidos de uma estrutura provedora de fundos para remediação de áreas abandonadas, as chamadas áreas órfãs. Com relação ao número de áreas contaminadas ou suspeitas de

contaminação em todo território nacional, não existia um cadastro único nacional com informações sobre essas áreas. Foram apontadas dificuldades com relação à estrutura dos órgãos ambientais, em especial de mão de obra técnica. Após 14 anos das constatações feitas por Magalhães (2000), é possível observar que as regiões sul e sudeste do Brasil têm avançado no gerenciamento de suas áreas contaminadas. Por outro lado, nas demais regiões do país, essas ações ainda são incipientes. A maior parte do Brasil continua com as mesmas dificuldades, porém com o agravante de há quase cinco anos contar com uma legislação federal sobre o assunto, que ainda está longe de ser atendida.

Capítulo 4 – Conclusão

Apesar de o Brasil possuir há mais de 4 anos uma resolução que estabelece critérios e diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas, os Estados brasileiros apresentam uma grande desigualdade em relação à sua aplicação. Portanto, consideramos necessária uma atenção especial ao crescimento industrial fora do eixo sul-sudeste, como por exemplo, nos Estados do nordeste, que teve crescimento industrial maior que a média nacional nos últimos anos. Os resultados desta pesquisa demonstram que nessa região é preciso avançar nas práticas de gestão da qualidade do solo, sob pena de repetirem-se os injustificáveis danos ao meio ambiente e à saúde pública ocorridos nas regiões industrializadas do país em décadas passadas.

Referências

ANDRADE, A. C. **Sistemas de Avaliação de Prioridades para Recuperação de Áreas Contaminadas por Resíduos Perigosos**. 1996. 126 p. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública). Faculdade de Saúde Pública, USP, São Paulo, 1996.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF: Senado, 1988.

_____. Lei nº6.938 de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Senado Federal**. Brasília, DF. v. 1, 1981.

_____. Lei nº9.433 de 8 de Janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 de Janeiro de 1997.

_____. Lei nº 9.984 de 7 de Junho de 2000. Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas - ANA, entidade federal de implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e de coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 17 de julho. 2000.

_____. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2 de agosto de 2010.

CAMACHO, E. N. **Uma Proposta de Metodologia para Análise Quantitativa de Riscos Ambientais**. 2004. 140 p. Dissertação (Mestrado em Ciência em Engenharia Civil). COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2004.

CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relação de Áreas Contaminadas e Reabilitadas do Estado de São Paulo**. São Paulo: Diretoria de Controle e Licenciamento Ambiental da CETESB, 2013. 14p. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/rela%E7%F5es-de-%E1%A1reas-contaminadas/4-rac>> Acesso em: dez. 2013.

_____. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas**. São Paulo: Cooperação Técnica Brasil – Alemanha CETESB/GTZ, 2001. 389 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/anexos/download/0010.pdf>. Acesso em: out. 2013.

_____. **Análise de Riscos**. São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/gerenciamento-de-riscos/emergencias-quimicas/10-conceito-de-risco>>. Acesso em: abr. 2014.

CHRISTIE S. & TEEUW R. M. Varied Policy of European Union States on Contaminated Land. **Environmental Impact Assessment Review**, [s. l.], v. 18, n. 2, p.175-197, mar. 1998.

CONAMA. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. 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. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 30 dez. 2009. Seção 1, 20p.

_____. Resolução nº 273, de 29 de novembro de 2000. Estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 08 jan. 2001. Seção 1, 10 p.

_____. Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para licenciamento ambiental. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 22 dez. 1997. Seção 1, 09 p.

EC – European Commission Ed. **Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European Economic and Social Committee of the Regions, Thematic Strategy for Soil Protection: Impact Assessment of the Thematic Strategy on Soil Protection**. Bruxelas: Comissão Europeia, COM 231, SEC 1165, 2006. 130p.

U.S.EPA – Environmental Protection Agency. **Basic Information about Cleanups**. Washington/DC. Disponível em: <<http://www2.epa.gov/cleanups/basic-information-about-cleanups#federalfacilitiescleanup>>. Acesso em: nov. 2014.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. Inventário de áreas contaminadas do Estado de Minas Gerais – 2012. **Governo do Estado de Minas Gerais**, Belo Horizonte, 2012. 19 p. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/1231--feam-publica-inventario-de-areas-contaminadas>>. Acesso em: nov. 2013.

FIESP – Federação da Indústrias do Estado de São Paulo. **Panorama da Indústria de Transformação Brasileira**. 3ª Ed. São Paulo: Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicas – DEPECON, última atualização 07 de março de 2014. 59 p.

HATFIELD J. **The Love Canal**. Illinois: American Society of Safety Engineers - ASSE. 2p. 2012. Disponível em: <<http://www.asse.org/professionalsafety/docs/Jennifer%20Hatfield%20Article.pdf>>. Acesso em: abr. 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php>>. Acesso em: jan. 2014.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente. Gerenciamento de Áreas Contaminadas do Estado do Rio Janeiro: Cadastro de Áreas Contaminadas e Reabilitadas. 1ª Ed. **Governo do Estado do Rio de Janeiro**, Rio de Janeiro, 2013. 10p. Disponível em: <http://www.inea.rj.gov.br/inea/areas_contaminadas.asp>. Acesso em: mar. 2014.

MAGALHÃES, J. S. B. **Avaliação da Gestão de Sítios Contaminados por Resíduos Perigosos nos EUA, Canadá, Países Europeus e Brasil, e Exemplo de um Manual Simplificado de Avaliação de Saúde Ambiental destes Sítios para o Brasil**. 2000. 95p. Dissertação (Mestrado em Ciências na área de Saúde Pública). Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública, São Paulo, 2000.

MATTIASO D. Nova Fase para Gestão de Solos Contaminados. **Revista Água e Ambiente Subterrâneo (ABAS)**, São Paulo, ano 3, n. 14, p. 18-19, Fevereiro/Março 2010.

PANAGOS, P.; LIEDEKERKE, M. V.; YIGINI, Y. & MONTANARELLA L. Contaminated Sites in Europe: Review of the Current Situation Based on Data Collected through a European Network. **Journal of Environmental and Public Health**, New York, v. 2013, artigo ID 158764, 11p., maio 2013.

RODRIGUES, S. C. A. & FREITA, M. B. Gerenciamento de Risco em Saúde Ambiental: Mito ou Realidade no Contexto Brasileiro. **Anais dos Encontros Nacionais da ANPUR**, Rio de Janeiro, v. 15, (933) 16p, 2013.

RODRIGUES JR., J. J. **Proposta Metodológica para Gerenciamento de Áreas Contaminadas: uma Aplicação no estado do Rio de Janeiro**. 2003. 100p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2003.

SWARTJES, F. A (Ed.). **Dealing with Contaminated Sites: From Theory Towards Practical Application**. Netherland: National Institute of Public Health and the Environment (RIVM). Springer Science Business Media, 2011. 1114p.

SWARTJES F. A.; RUTGERS M.; LIJZEN J. P. A.; JANSSEN P. J. C. M.; OTTE P. F.; WINTERSEN A.; BRAND E. & POSTHUMA L. State of the art of contaminated site management in The Netherlands: Policy framework and risk assessment tools. **Science of the Total Environment, Netherlands**, v. 427-428, p. 1-10, jun. 2012.

VIANA D. B. **Avaliação de Riscos Ambientais em Áreas Contaminadas: Uma Proposta Metodológica**. 2010. 152p. Dissertação (Mestrado em Planejamento Energético). PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2010.

Anexo A

Dados brutos da participação dos estados no parque industrial de transformação nacional e densidade demográfica.

Estado	Percentual de Indústria de Transformação	Densidade Demográfica (hab/km²)
Região Sul		
Paraná	9,3%	52,4
Rio Grande do Sul	10,9%	37,96
Santa Catarina	9,6%	65,27
Região Sudeste		
Espírito Santo	2,1%	76,25
Minas Gerais	12,5%	33,41
Rio de Janeiro	5,0%	365,23
São Paulo	27,3%	166,23
Região Norte		
Acre	0,2%	4,47
Amazonas	0,5%	2,23
Amapá	0,1%	4,69
Pará	1,1%	6,07
Rondônia	0,7%	6,58
Roraima	0,1%	2,01
Tocantins	0,3%	4,98
Região Nordeste		
Alagoas	0,5%	112,33
Bahia	3,1%	24,82
Ceará	3,0%	56,76
Maranhão	0,6%	19,81
Paraíba	0,9%	66,7
Pernambuco	2,9%	89,62
Piauí	0,6%	12,4
Rio Grande do Norte	1,0%	59,99
Sergipe	0,6%	94,36
Região Centro – Oeste		
Distrito Federal	0,8%	444,66
Mato Grosso	1,7%	3,36
Mato Grosso do Sul	0,9%	6,86
Goiás	3,8%	17,65