



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE PALMAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO ACADÊMICO EM
CIÊNCIAS DO AMBIENTE

HILKA MONTEIRO ROCHA

**OS RISCOS AMBIENTAIS ESTIMULADOS PELA DINÂMICA
DO DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DO TOCANTINS**

Palmas/TO
2019

HILKA MONTEIRO ROCHA

**OS RISCOS AMBIENTAIS ESTIMULADOS PELA DINÂMICA
DO DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DO TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Dr. Marcio Galdino dos Santos
Coorientador: Dr. Heber Rogério Gracio

Palmas/TO
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

R672r Rocha, Hilda Monteiro.
Os Riscos Ambientais Estimulados pela Dinâmica do Desenvolvimento no Estado do Tocantins. / Hilda Monteiro Rocha. – Palmas, TO, 2019.
90 f.
Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Ciências do Ambiente, 2019.
Orientador: Marcio Galdino dos Santos
Coorientador: Heber Rogerio Gracio
1. Ciências do Ambiente. 2. Desenvolvimento no Estado do Tocantins. 3. Riscos Ambientais. 4. Remediação de Áreas Contaminadas. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

FOLHA DE APROVAÇÃO

HILKA MONTEIRO ROCHA

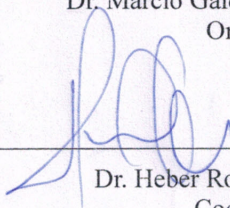
**OS RISCOS AMBIENTAIS ESTIMULADOS PELA DINÂMICA DO
DESENVOLVIMENTO NO ESTADO DO TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciências do Ambiente e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora.

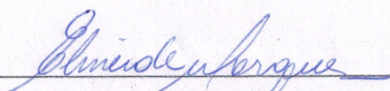
Data de aprovação: 26 / 04 / 19

Banca Examinadora

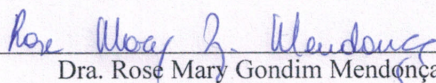
Dr. Marcio Galdino dos Santos, UFT
Orientador



Dr. Heber Rogério Gracio, UFT
Coorientador



Dra. Elineide Eugênio Marques
Membro 1



Dra. Rose Mary Gondim Mendonça
Membro 2

Dra. Elisandra Scapin
Suplente

Palmas, 2019

*Aos meus filhos, Ana Carolina e Eden Junior,
ao meu esposo, Eden, pelo amor e
compreensão. A minha mãe Naina e ao meu
pai José “in memorian”, pelo que sou.*

*“Viva como se fosse morrer
amanhã. Aprenda como se fosse
viver para sempre”.*

Mahatma Gandhi.

AGRADECIMENTOS

À Deus, em primeiro lugar, por iluminar meu caminho e dar forças sempre.

Ao Prof^o Dr. Márcio Galdino dos Santos, pela confiança depositada em mim para a realização dos trabalhos e pela orientação segura e prestativa, com conversas que ampliaram meus horizontes.

Ao Prof^o Dr. Heber Rogério Grácio, pela coorientação certa e por todos os aportes acadêmicos e materiais para o desenvolvimento do trabalho.

Aos meus filhos, Ana Carolina e Eden Junior, ao meu esposo, Eden, pelo amor e compreensão.

A minha mãe Naina e ao meu pai José “*in memoriam*”, pelo que sou.

Aos meus irmãos pelos incentivos constantes.

À turma do Mestrado do primeiro semestre de 2017 pelo companheirismo e por todos os momentos felizes que passamos, em particular à Mariza pela ajuda na formatação do meu trabalho.

À Superintendência do IBAMA no Estado do Tocantins, por disponibilizar o acesso aos relatórios ambientais referentes ao monitoramento e manutenção do sistema de remediação do solo e aquífero freático contaminado por derramamento de gasolina em Porto Nacional/TO.

Ao IBAMA de Brasília, por ter permitido minha licença capacitação e especialmente à Coordenação Geral de Emergências Ambientais, na pessoa de Fernanda Pirillo, pela compreensão e disponibilização de dados.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins pelos conhecimentos adquiridos. Em especial à Prof^a Dr^a Kellen Lagares Ferreira da Silva pela dedicação no atendimento prestado aos alunos.

RESUMO

Este trabalho apresentou a avaliação dos riscos impostos aos recursos naturais, especialmente aos recursos hídricos por atividades e/ou empreendimentos poluidores ou potencialmente poluidores que são desenvolvidos no Estado do Tocantins no período de 2010 a 2018, bem como analisou-se as técnicas mais adequadas para reabilitação destes. Foram avaliadas 16 tipos de atividades econômicas, sendo: agricultura, projeto de fruticultura irrigada, silvicultura, silvicultura (*Eucalyptus sp.*), criação de bovino e pecuária extensiva, frigoríficos e abatedouros, curtimento e outras preparações de couros e peles, posto de combustível, comercialização varejista liquefeito de petróleo, comércio e atacado de derivados de petróleo e álcool, estoque e distribuição de combustível e derivados, lavagem de veículos em geral, coleta e/ou transporte de cargas perigosas, coleta de resíduos sanitários e industriais, mineração e extração de cascalho, captação de água. Verificou-se que para estas atividades, existe uma etapa do processo em que há o transporte de cargas perigosas, neste sentido, foi estudada a legislação que a norteia e a logística de distribuição dos produtos no Estado do Tocantins e a nível Nacional, destacando-se os estudos ambientais como instrumento da gestão do risco. Fundamentando-se nas informações obtidas nos órgãos públicos pertinentes, foi possível analisar a evolução da atividade de transportes de produtos perigosos, e paralelamente também, ao crescimento dos acidentes que estão vinculados a estas. Assim, foram obtidos os registros dos sinistros por local de ocorrência, e identificou-se que o modal mais utilizado para transportar foi o rodoviário. Projeção que impõe a necessidade de conhecimento dos riscos ao meio ambiente, e nesse sentido condicionar sua operação na gestão minuciosa destes, onde procurou-se avaliar esta dicotomia, gestão de risco e segurança ambiental, na garantia de eficiência da logística econômica e preservação da natureza.

Palavras-chaves: Estado do Tocantins; Transporte; Produto Perigoso; Gestão do Risco; Recursos Naturais.

ABSTRACT

This work presented an assessment of the risks posed to natural resources, especially water resources by activities and / or projects that are polluting or potentially polluting, which are developed in the State of Tocantins from 2010 to 2018, as well as the most appropriate techniques for rehabilitation. Sixteen types of economic activities were evaluated: agriculture, irrigated fruit production, forestry, silviculture (eucalyptus sp.), Breeding of cattle and extensive livestock, slaughterhouses and slaughterhouses, tanning and other leather and fur preparations, commercialization of petroleum and alcohol by-products, collection and / or transport of dangerous goods, collection of sanitary and industrial waste, mining and extraction of gravel, water catchment. It was verified that for these activities, there is a stage of the process in which there is the transport of dangerous cargoes, in this sense, the legislation was studied and the logistics of distribution of the products in the State of Tocantins and at the National level, environmental studies as an instrument of risk management. Based on the information obtained in the relevant public agencies, it was possible to analyze the evolution of the transport activity of dangerous products, and also, the growth of the accidents that are linked to them. Thus, the records of the accidents were obtained by place of occurrence, and it was identified that the modal most used to transport was the road. Projection that imposes the need to know the risks to the environment, and in this sense to condition its operation in the detailed management of these, where it was tried to evaluate this dichotomy, risk management and environmental safety, in guaranteeing the efficiency of the economic logistics and preservation of nature

Key-words: State of Tocantins; Transport; Dangerous Product; Risk Management; Natural resources.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Divisão dos Modos de Transportes de Carga.....	22
Figura 2 – Organograma demonstrando a normatização para o transporte de produtos perigosos e gestão do risco.....	41
Figura 3 – Culturas Praticadas no Estado do Tocantins.....	48
Figura 4 – Agricultura.....	52
Figura 5 – Projeto de Fruticultura Irrigada.....	52
Figura 6 – Silvicultura.....	53
Figura 7 – Silvicultura (<i>Eucalyptus sp.</i>).....	53
Figura 8 – Criação de Bovino e Pecuária Extensiva.....	54
Figura 9 – Frigoríficos e Abatedouros.....	54
Figura 10 – Curtimento e outras preparações de peles e couros.....	55
Figura 11 – Posto de combustível.....	55
Figura 12 – Comercialização Varejista Liquefeito de Petróleo.....	56
Figura 13 – Comercio e Atacado de derivados de petróleo e álcool.....	56
Figura 14 – Estoque e distribuição de combustível e derivados.....	57
Figura 15 – Lavagem de veículos em geral.....	57
Figura 16 – Coleta e/ou transporte de cargas perigosas.....	58
Figura 17 – Coleta de resíduos sanitários e industriais.....	58
Figura 18 – Mineração e extração de cascalho.....	59
Figura 19 – Captação de água.....	59
Figura 20 – Número de acidentes registrados pelo IBAMA no Estado do Tocantins, período de 2010 a 2018.....	62
Figura 21 – Quantidade de acidentes registrados no Brasil com produto perigoso, por local de ocorrência no período de 2010 a 2018.....	63
Figura 22 – Área Investigada, Porto Nacional – Tocantins.....	69
Figura 23 – Fórmulas estruturais planas dos compostos BTEX.....	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Principais Instrumentos Legais Referentes ao Transporte de Produto Perigoso e Gestão do Risco em Ordem Cronológica.....	25
Tabela 2 - Tipologia das atividades desenvolvidas no Estado do Tocantins e respectivos insumos enviados.....	49
Tabela 3 - Tipologia das atividades desenvolvidas no Estado do Tocantins.....	50
Tabela 4 - Parâmetros <i>in situ</i> medidos durante a amostragem de água subterrânea.....	70
Tabela 5 - Resultados analíticos das amostras de água subterrânea que indicaram concentrações de benzeno acima do valor orientador do CONAMA nº 420/2009.....	71
Tabela 6 - Resultados analíticos das amostras de água subterrânea que indicaram concentrações de tolueno acima do valor orientador do CONAMA nº 420/2009.....	72

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ONU – Organização das Nações Unidas
FAO – Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento
UFT – Universidade Federal do Tocantins
UNITINS – Universidade Estadual do Tocantins
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa em Agropecuária
DNPM – Departamento Nacional de Pesquisa Mineral
MMA – Ministério do Meio Ambiente
CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
NATURATINS – Instituto Natureza do Tocantins
P2R2 – Prevenção, Preparação e Resposta Rápida
SIEMA – Sistema Nacional de Emergências Ambientais
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres
FNS – Ferrovia Norte Sul
PNPDEC – Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
CENAD – Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres
SINPDEC – Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil
QS – Quadro de Sendai
UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction
SEPLAN – Secretaria de Planejamento
SEMARH – Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos
FAPTO – Fundação de Apoio Científico e Tecnológico do Tocantins
DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
DERTINS – Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Tocantins
RURALTINS – Instituto do Desenvolvimento Rural do Estado do Tocantins
ADAPEC – Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Tocantins
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FIETO – Federação das Indústrias do Estado do Tocantins
EIA – Estudo de Impacto Ambiental
RIMA – Relatório de Impacto Ambiental
APA – Área de Proteção Ambiental
PNC – Plano Nacional de Contigência
PEI – Plano de Emergência Individual
EAR – Estudo de Análise de Risco
PGR – Plano de Gerenciamento de Risco
PAE – Plano de Ação de Emergência
PAM – Plano de Ajuda Mútua
BTEX – Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos
HPA – Hidrocarbonetos Poliaromáticos
VRQ – Valor de Referência de Qualidade

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVOS	15
1.1.1	Objetivo Geral	15
1.1.2	Objetivos Específicos	15
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	O despertar social frente às emergências ambientais	16
2.2.	Logística da distribuição dos produtos	188
2.3.	Atividades econômicas do Tocantins	222
2.4.	Transporte de produto perigoso	244
2.5	Diagnóstico da Gestão do Risco	277
2.6	Estudos como instrumentos de gestão do risco	31
2.7	Recursos naturais ameaçados – os aquíferos ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	6
3	MATERIAL E MÉTODOS	38
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	400
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
6	REFERÊNCIAS	83

1 INTRODUÇÃO

A importância do país em explorar plenamente seus recursos naturais levam ao desenvolvimento econômico e conseqüentemente ao aumento de suas riquezas com a otimização dos processos produtivos, de forma a torná-los mais sustentáveis.

Segundo Castro e Morrot (1996), a forma de chegar a essa sustentabilidade é através de ações específicas de manejo, onde citaram, como exemplo: a regulamentação crescente de uso dos recursos hídricos por parte de alguns países que extremam a criticidade no estabelecimento de sistemáticas integradas de exploração dos recursos naturais. Ressaltaram também que este recurso inicialmente concebido como inesgotável, passa a apresentar-se como limitante em função do aumento de conflitos na utilização múltipla por parte de diferentes setores.

Além disso, práticas indevidas têm induzido ao aumento extremo de custos de manejo quando se fazem necessária a adoção de medidas corretivas dos processos de degradação ou de redução significativa da disponibilidade efetiva do recurso. A utilização de práticas conservacionistas no manejo de solos segue as mesmas prerrogativas, pois permitem o estabelecimento de normas voltadas à conservação dos recursos edáficos. Castro e Morrot (1996), enfatiza igualmente, como aspecto favorável quanto à utilização de técnicas conservacionistas está na possibilidade de maior controle sobre a migração de nutrientes e agroquímicos utilizados no manejo florestal, que quando carreados, contribuem para a eutrofização e a contaminação dos corpos d'água, acarretando impactos negativos sobre a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subsuperficiais.

A dicotomia da relação entre sustentabilidade e desenvolvimento tem sido discutida como dois fins igualmente desejáveis, onde no Brasil, esta discussão tem sido posta predominantemente em um nível genérico de abrangência ou como avaliação de conflitos locais muito específicos entre necessidade de preservação e necessidade de modernização, que por sua vez, vislumbrou-se os transportes especificamente, como fator fundamental para o crescimento econômico. Em relação à expansão viária, um padrão persiste, a exclusividade rodoviária, que de estradas de ligação se tornam estradas de penetração, em detrimento às demais modalidades de transporte, onde a natureza era considerada obstáculo à civilização, espaço físico a ser transposto pela rodovia, catalisadora de progresso e integração nacional (COSTA, et al., 2001).

O Tocantins em sua configuração territorial, segundo Borges, Sousa e Pereira (2014) e o Plano de Logística de Transportes de Cargas do Estado do Tocantins, certamente guarda

vínculo com seu principal eixo viário, a BR-153, também conhecida como rodovia Belém-Brasília que atravessa longitudinalmente grande parte do Estado. Assim, considerando as rodovias de domínio estadual, estas contam com o componente de melhoramento integrado que atua da ponta da fronteira agrícola nas regiões rurais do Tocantins até os principais corredores logísticos do país para escoamento das produções. Verificaram também que o processo de expansão da malha viária no território tocantinense conta com o sistema ferroviário, representado pela FNS – Ferrovia Norte Sul, assim como também as hidrovias que estão em planejamento, e que possuem uma razoável infraestrutura no sistema viário, mas que precisa evoluir bastante na logística. Esta deverá permitir a circulação e o transporte, além de atender as distintas necessidades da população e das atividades econômicas do Estado de forma segura e consciente.

Dentre as atividades econômicas desenvolvidas no estado do Tocantins, quais sejam, agricultura, criação de bovinos, frigoríficos, comércio de derivados de petróleo, mineração e etc, destacou-se a atividade do transporte de produto químico perigoso, considerada potencialmente poluidora e extremamente regulamentada. Contudo, ocorrem acidentes que na maioria das vezes podem causar distúrbios operacionais, danos pessoais, impactos socioeconômicos e ambientais com níveis variados de severidade. Conforme o Manual “*First Responder*” da empresa Alpina *Briggs*, se tratando da ocorrência de vazamento de petróleo e seus derivados, as consequências estão diretamente associadas às características e quantidade do produto vazado, com as peculiaridades e sensibilidade dos ambientes atingidos e/ou ameaçados.

Em razão dos riscos que a referida atividade traz, por transportar substâncias perigosas, evidenciou-se a necessidade desta de possuir planos de emergência ambiental executáveis, em que os atores envolvidos saibam rapidamente desempenhar suas ações para que os impactos sejam mitigados de forma eficiente.

Um dos recursos naturais mais afetados, que sofrem danos às vezes irreparáveis, são os recursos hídricos, sendo, portanto, exaustivamente citados em programas e projetos de recuperação. A superfície do planeta é coberta 70% por água, quase toda salgada e, portanto, imprópria para o consumo humano. Apenas 2,5 % desse total é potável e a maior parte das reservas (cerca de 80%) está concentrada em geleiras nas calotas polares. Segundo a Organização das Nações Unidas (ONU), 1,1 bilhão de habitantes não têm acesso à água tratada e cerca de 1,6 milhão de pessoas morrem no mundo todos os anos em razão de problemas de saúde decorrentes da falta desse recurso. Sua escassez do recurso também coloca em risco a produção de alimentos. De acordo com a Organização das Nações Unidas

para Agricultura e Alimentação (FAO), 70% da água de superfície e subterrânea é usada na agricultura. O Brasil possui 12% das reservas de água doce disponíveis no mundo, sendo que a Bacia Amazônica concentra 70% desse volume. O restante é distribuído desigualmente para atender toda população brasileira (PORTAL BRASIL, 2010).

A definição genuína do termo água vai muito além do básico, tendo em vista que “agrega valores sociais, culturais, políticos, científicos, econômicos, geográficos, religiosos que não podem ser desconsiderados para o estabelecimento de uma gestão hídrica legítima”. Assim, pode-se defini-la como bem comum e essencial à sobrevivência de todos os seres humanos e indispensável à conservação da vida em nosso planeta. Trata-se de um bem de caráter fundamental, sendo imprescindível à tutela da dignidade da pessoa humana, não se sujeitando à apropriação pelo particular (ARMANDO VALADÃO, 2013).

Esta pesquisa teve como intuito correlacionar o crescimento econômico do Estado do Tocantins com os riscos de acidentes nos últimos 9 anos, período compreendido entre os anos de 2010 a 2018. Nesse processo foi necessário realizar o levantamento das atividades econômicas, da malha viária e das técnicas de descontaminação dos aquíferos. A sociedade e o poder público precisam estar atentos à proteção dos recursos hídricos, principalmente no que se refere aos empreendimentos instalados e às atividades potencialmente poluidoras que os impactam direta e indiretamente.

Os recursos naturais que são afetados quando ocorre um acidente devido aos empreendimentos instalados e as atividades potencialmente poluidoras desenvolvidas, são essenciais para o equilíbrio do meio ambiente e bem estar social. Portanto, os Órgãos Governamentais desempenham papel preponderante na determinação da necessidade de implementação de ações de controle.

Embora, a implantação de empreendimentos e execução de atividades de risco que cause possíveis impactos negativos ao meio físico, biótico e social, mas que é necessário ao país, pois são considerados essenciais para a economia brasileira, tem-se as ações de controle ambiental como garantia da sua exequibilidade, pautada em medidas que envolvem desde a realização de obras e instalação de equipamentos, até a fiscalização mais frequente e rigorosa. A maioria dessas medidas exigem respaldo das Normas Legais e Regulamentos para a estruturação das diretrizes a serem seguidas, assim como também a criação de um instrumento que avalie o modelo de crescimento com o risco de acidente para melhor gerenciar as ações.

Leis e normas visam controlar a especulação, implantação e operação de empreendimentos bem como as atividades potencialmente poluidoras desenvolvidas, que as

regulamentam colocando-as a níveis adequados de segurança para o homem e ao meio ambiente.

Corroborando com os dispositivos legais acima especificados, de forma a tornar as normas mais conclusivas, protegendo os recursos naturais e combater a poluição causada por estas atividades, os Órgãos Ambientais utilizam-se da Lei Complementar nº 140/2011 que exerce o controle ambiental sobre atividades potencialmente poluidoras, dentre outras regulações.

Considerando as atividades potencialmente poluidoras e de risco ao meio ambiente e à saúde pública, foi através da Lei nº 6.938/1981 que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, que impôs ao poluidor e ao degradador a obrigação de recuperar e/ou indenizar os danos causados. Tal política ampliou o controle de forma mais abrangente das consequências dessas eventualidades, tais como, por exemplo: acidentes.

Ainda devido a essas atividades antrópicas, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), através da Resolução nº 420/2009, estabeleceu critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas poluidoras e estabeleceu diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por produtos perigosos.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar os riscos ambientais, especificamente a contaminação das águas superficiais e subterrâneas, produzidos por empreendimentos e/ou atividades potencialmente poluidoras, considerando a dinâmica temporal de 9 anos (2010-2018) de mudanças no estado do Tocantins.

1.1.2 Objetivos Específicos

1. Caracterizar os empreendimentos e atividades desenvolvidas no estado do Tocantins nesses 9 anos (2010-2018);

2. Analisar o monitoramento dos corpos hídricos contaminados por hidrocarbonetos, e as técnicas mais adequadas para reabilitação destes, tendo como referência o estudo de caso da contaminação das águas subterrâneas por hidrocarboneto ocorrido no trecho próximo ao

pátio da FNS – Ferrovia Norte Sul no município de Porto Nacional-TO em julho do ano de 2014.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O Despertar Social frente às emergências ambientais

Segundo Steinbrenner (2011), os reflexos do modelo paradigmático de relação homem/natureza interferiram na forma com que o ser humano se relaciona com o meio ambiente. Desencadeou-se, portanto uma postura depredatória, que desconsidera a sustentabilidade de seu próprio habitat. Quando o meio ambiente começou a dar sinais de irritabilidade, essa atitude agressiva começou a ser revista, florescendo pensamentos e movimentos ambientalistas preocupados com a manutenção da vida da Terra.

Neste sentido, emerge o despertar da consciência ambiental, atentando para os fatos e acontecimentos e sua repercussão nas diferentes posturas ecológicas adotadas pelos países. Em virtude dessa mudança de postura no trato com o meio ambiente, até então visto como um simples recurso natural, e explorado para fins econômicos, tem-se início um embate entre desenvolvimento econômico e sustentabilidade (STEINBRENNER, 2011).

O despertar de uma consciência ambiental remete a questionamentos de como manter a sobrevivência da vida na Terra, que se sobrepõe a qualquer outro. Por essa razão, toda discussão, necessariamente, passará pela questão ambiental, tornando-se o denominador comum entre todas as esferas, devido à premente necessidade da manutenção da vida por meio do equilíbrio na relação do homem e o meio ambiente (STEINBRENNER, 2011).

Para Pott e Estrela (2017), foi a partir da segunda metade do século passado que a humanidade pôde acompanhar as consequências de um sistema remanescente da Revolução Industrial este por visar apenas a produtividade com foco no crescimento econômico, não zelou pela qualidade do ambiente e a consequente saúde da população. Contaminações de rios, poluição do ar, vazamento de produtos químicos nocivos e a perda de milhares de vidas foram o estopim para que, o mundo passasse a discutir e buscar formas de remediação ou prevenção para que tamanhas catástrofes não se repetissem.

No momento atual, ao que se refere a meio ambiente, é reflexo de uma série de erros, uso desenfreado dos recursos naturais e os riscos advindos das atividades e empreendimentos desenvolvidos pelo homem. Que encontram num ponto em que se deve basicamente reduzir

os impactos desses erros, que foram deixados como legado, e trabalhar sob o enfoque da prevenção e da precaução para que as mesmas falhas não sejam repetidas.

Neste sentido, os acontecimentos promoveram a mudança de percepção da humanidade para com a temática ambiental por meio da evolução das políticas públicas e decisões em âmbito mundial a respeito dessas questões. Partindo da Revolução Industrial, passando pelas décadas de 1960, 1970, 1980 e chegando ao final dos anos 1990 com uma série de acordos e convenções, leis surgiram com a finalidade de tornar o desenvolvimento econômico menos impactante ao meio ambiente e à própria humanidade (POTT; ESTRELA, 2017).

Segundo Borges et al. (2009), a ação do homem sobre o meio ambiente é tão antiga quanto a sua própria história. Desde muito tempo vem-se utilizando os recursos naturais como fonte de vida. E com o advento da indústria, esta foi considerada a grande causadora das maiores mudanças no meio ambiente em todo o globo terrestre. A indústria acelerou a extração dos recursos naturais que, incentivada pela cobiça humana, visava à obtenção do lucro a qualquer custo, e em curto prazo. Por seu instinto, a busca de riquezas sem limite pelo homem, sem se dar conta de que os recursos são limitados, e estão se tornando escassos.

Nesse sentido, surgem, a partir deste momento, normas para disciplinar a conduta humana quanto à proteção ambiental e consumo racional dos recursos naturais. Ainda, conforme exposto por Borges et al. (2009), o modelo de exploração desenvolvido no Brasil desde o descobrimento até recentemente foi extremamente predatório.

De fato, reportando-se ao primeiro movimento da Coroa Portuguesa ao desembarcar no chão brasileiro, foi explorar a grande extensão de riquezas naturais que ali se encontrava e que parecia ilimitada. Depois com visão mais sistêmica e holística e atenta a um modelo de desenvolvimento voltado para a preservação ambiental, as gerações atuais estão mudando a concepção de abundância dos recursos naturais para uma visão mais independente e mútua com o ser humano, onde a Legislação Ambiental serve como ferramenta para o atingimento desta visão.

Pott e Estrela (2017) discorrem também sobre o estudo da história das políticas públicas ambientais no mundo, em que notam-se um padrão: grandes desastres ambientais, com consequentes contaminações ambientais, atingindo centenas de pessoas, antecedem a mobilização da sociedade e tomadas de decisões, ou seja, primeiro tem a descaracterização de ambientes e perdas de vidas humanas e depois de um período de tempo, por vezes anos, chegam as soluções. Uma característica fundamental do estilo de vida da humanidade sempre se deu sob o enfoque da remediação, ao invés da prevenção. Logo espera-se que, com a ascensão das Políticas Ambientais, esse paradigma comece a tomar rumos de mudança.

As emergências ambientais podem também ser previstas, desde que os riscos inerentes às atividades potencialmente poluidoras e aos empreendimentos instalados operando plenamente sigam as normas e as leis que as norteiam. Estas devem estar detalhadas de forma clara e através de instrumentos executáveis e de fácil entendimento.

Provavelmente seja o início das movimentações para a mudança de comportamentos, onde a dinâmica do desenvolvimento possa ter uma relação de harmonia com a sustentabilidade fazendo com que haja uma ressignificação profunda dos paradigmas até então existentes.

2.2. Logística da distribuição dos produtos

Diversos estudos demonstraram as dificuldades enfrentadas pelo setor econômico do Brasil quando há necessidade de logística e infraestrutura associada a distribuição de produtos e serviços em termos gerais. A condição torna-se mais grave quando são tratados produtos perigosos e serviços impactantes ou potencialmente poluidores. Contextualizando para o Estado do Tocantins, também é bastante desafiador, e até desestimulante, principalmente quando foi verificado que a principal atividade econômica do Estado, o agronegócio, poderia estar em melhor situação se tivesse uma infraestrutura compatível para o bom escoamento da produção.

De acordo com o relatório Perfil do Agronegócio Tocantinense - SEPLAN/FAPTO (2016), o Panorama do Agronegócio no Tocantins é marcado por *Impactos Positivos*, sendo: infraestrutura de qualidade planejada e construídas (rodovias, ferrovia, eletrificação) e recursos naturais abundantes. Os impactos negativos, são: a potencialidade dos recursos naturais do Estado (não está totalmente explorada), falta de investimentos na infraestrutura agroindustrial, distâncias do mercado consumidor, e a visão macro da estratégia de desenvolvimento do agronegócio.

Os principais obstáculos que são enfrentados para que a estratégia de desenvolvimento seja alcançada, são: falta de infraestrutura logística do país, baixo investimento em educação e formação do produtor, dificuldades no acesso crédito, ausência de políticas agrícolas regionais e de incentivos à assistência técnica e ao associativismo.

Segundo Dall’Agnol, et al. (2015), quando relataram sobre o perfil dos pecuaristas do Tocantins e criação de gado verde, enfatizaram que o estado possui grandes extensões de terras, apresentando uma forte vocação para criação de gado através da pecuária extensiva que se apresentam como pequenas, médias e grandes fazendas espalhadas ao longo de sua

extensão. Por conta dessa grande dispersão geográfica das propriedades e a extensa e mal cuidada malha viária utilizada pelos transportadores, são consideradas os maiores entraves desse segmento da cadeia produtiva, responsáveis por aumentar significativamente os custos. Infelizmente, os transportes ferroviário e hidroviário ainda não existem para esses pecuaristas.

Verificou-se também que na visão de Oliveira (2012), as interações produtivas no estado do Tocantins, em uma análise espacial, se esbarram também na logística básica para escoamento, onde frisou a importância de reordenar territorialmente os centros produtivos, não apenas no Tocantins, como também nos Estados vizinhos, com o intuito de criar uma rede integrada de produção mais consistente, e salientou a necessidade de melhorar a infraestrutura local, os arranjos produtivos municipais, além das potencialidades agrícolas, em todo o território brasileiro.

Borges et al. (2014), desenvolveram uma pesquisa sobre a expansão da malha rodoviária e antropização na área de influência direta das rodovias, que resultou em uma base multitemporal geoespacial da malha rodoviária do Estado do Tocantins. Por meio desta base multitemporal obteve-se várias informações destacando-se a evolução da infraestrutura rodoviária no território, principalmente a expansão da malha pavimentada.

Segundo Severo (2006), a definição do sistema de administração de logística integrada é a composição de uma série de subsistemas interdependentes, operacionalizáveis, que se relacionam entre si e com o meio ambiente, por meio de um sistema de informações. Seu objetivo é atender com qualidade as necessidades da organização. Assim, a organização poderá ganhar mais em produtividade e conseqüentemente será mais competitiva, estando esses sistemas interligados e bem gerenciados. O autor destaca também o objetivo da logística, que é incrementar a utilidade pela liberação do produto certo, nas condições, prazos, quantidades, locais, clientes e custos solicitados.

A abordagem sistêmica da logística faz com que esta possa ser gerida de uma forma integrada, em que todos os componentes trabalhando de uma maneira coordenada, aproximando-se o mais possível do que se considera ser um dos patamares da excelência logística: melhorar o serviço ao cliente, e simultaneamente, reduzir os custos logísticos (MOURA, 2006).

Seguindo a mesma linha de pensamento, Chao (2001) salientou que essa abordagem indica que os objetivos podem ser alcançados ao reconhecer a interdependência mútua entre as suas áreas funcionais básicas (comercialização, produção e finanças). A logística procurou equilibrar cada área funcional para que não seja dada ênfase para uma delas ao ponto de ser prejudicial a outras.

Para Chao (2001), o transporte representou o elemento mais importante do custo logístico na maior parte das empresas. Quando o mercado não possui um sistema adequado de transporte, as fronteiras de crescimento deste mercado ficam limitada à produção local. Com melhores serviços de transporte, a colocação de produtos em mercados mais distantes pode se tornar atraentes quando a produção, com aumento da escala produtiva, consegue compensar o custo de transporte alcançando outros mercados, com preços finais ainda competitivos.

Portanto, o transporte pode incentivar a competição. Quando uma produção local estiver na entressafra, produto de outras fontes podem atender a demanda nesse local. Isso ocorre normalmente na logística para produtos de petróleo, pois as instalações industriais sofrem manutenção periódica, para o bom funcionamento do equipamento e preservação de integridade patrimonial.

Ribeiro e Ferreira (2002), destacaram que no transporte de produtos, vários parâmetros precisam ser observados para que se tenha um nível de serviço desejável pelo cliente, por isso, a seleção do modal vai depender das características do serviço.

As economias devem ser apoiadas por logística eficiente e sustentável. Na atual situação, os custos de logística no Brasil são altos demais, necessita-se então de uma abordagem multimodal integrada muito mais forte do setor de logística. É extremamente necessário prestar mais atenção à sustentabilidade e ao mercado mundial. Existem muitos gargalos no transporte multimodal de longa distância no Brasil, como a qualidade geral da infraestrutura e, principalmente, os pontos de transbordo, o forte foco no transporte por caminhão e questões como sistemas de tributação que desencorajam a travessia entre fronteiras estaduais (THORSTENSEN et al., 2016).

Ainda segundo Thorstensen et al. (2016), na maioria dos países e regiões, a rede de transporte multimodal é uma manta de retalhos de redes modais individuais de rodovias, ferrovias, hidrovias, aeroportos e portos, que podem ser de alta qualidade e bem desenvolvidas, o que não garante ligações sem problemas e interrupções e operações logísticas.

Verificaram que a produção agrícola brasileira cresceu muito mais rápido do que o desenvolvimento e os investimentos em infraestrutura, trazendo como resultado, custos altos de logística no Brasil, onde o transporte das principais áreas de produção é feito principalmente por um único modal com distâncias até portos marítimos longas e transporte complicado. Uma abordagem multimodal integrada muito mais forte do setor de logística no Brasil é, portanto, uma grande necessidade para apoiar a economia brasileira e fornecer melhores saídas para a produção brasileira.

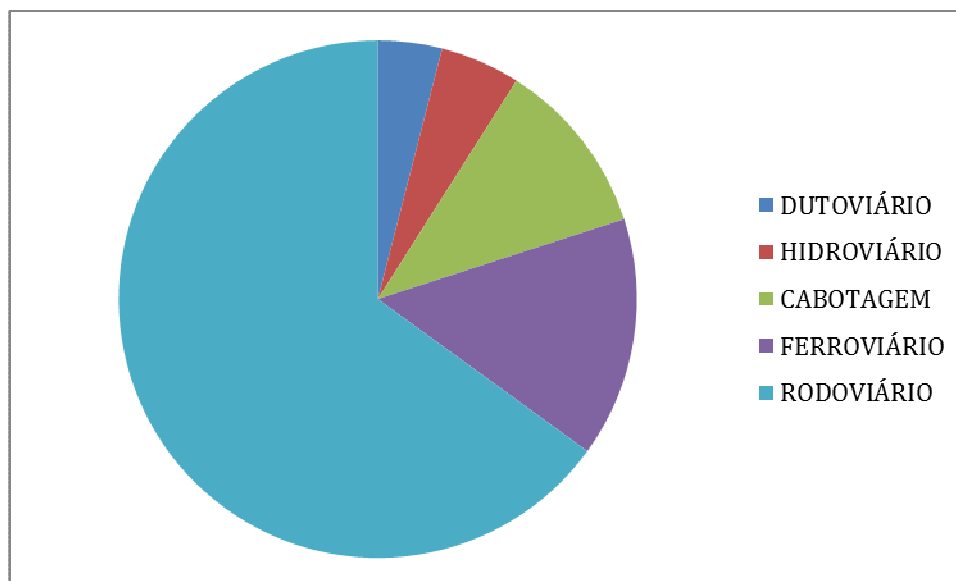
As autoras Ribeiro e Ferreira (2002) traçaram um panorama dos transportes no Brasil, e explicaram que, uma das principais barreiras para o desenvolvimento da logística no Brasil está relacionado com as enormes deficiências encontradas na infraestrutura de transportes e comunicação. Com o aprofundamento da pesquisa, verificou-se que este cenário ainda continua nos tempos atuais.

Quanto aos aspectos históricos e econômicos do Tocantins, criado pela Constituição de 1988, Almeida (2004), enfatizou o fato de que tem sido palco de fortes investimentos em infraestrutura destinada à realização de serviços de transporte, comunicação e eletrificação urbana e rural. Salientou também que possui uma economia baseada na atividade agropecuária, com modesta colaboração dos setores de indústria e comércio.

Almeida (2004), destacou que o Tocantins possui características geográficas que o caracterizam como eixo básico de uma rota de trânsito que interliga centros comerciais a canais internos e externos de distribuição comercial. Além disso, o estado ocupa posição estratégica para os circunvizinhos alcançarem mercados consumidores internos e externos, e como região de trânsito, o Tocantins representa um elo de ligação entre áreas produtoras e consumidoras.

Dados de 2015 publicados no documento Diretrizes Socioambientais do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, elaborado pela empresa de consultoria Via Sustentável mostraram que o transporte brasileiro apresentou uma exagerada dependência do modal rodoviário, sendo ainda o grande concentrador do transporte regional de cargas, com 65% desse total. Conforme a Figura 1, apresenta a divisão dos modos de transporte de carga, o aeroviário é inexpressivo quando comparado aos outros modos o aquaviário é separado em duas categorias: hidroviário e cabotagem. Já o modo dutoviário apresentou 4% do total de transporte de carga no ano de 2015.

Contextualizando-se a análise para o estado do Tocantins, com intuito de traçar um paralelo entre a política econômica do agronegócio, a principal atividade econômica do Estado, e a infraestrutura associada, verificou-se também que o modal de transporte mais utilizado é o rodoviário (SEPLAN/FAPTO,2016).

Figura 1 - Divisão dos Modos de Transporte de Carga.

Fonte: EPL (2016).

Nota: Dados trabalhados pelo autor

2.3. Atividades Econômicas do Tocantins

Contextualizando-se a análise para o estado do Tocantins, com intuito de traçar um paralelo entre a política econômica do agronegócio, a principal atividade econômica do Estado, e a infraestrutura associada, verificou-se também que o modal de transporte mais utilizado é o rodoviário (SEPLAN/FAPTO,2016).

Recordando a história do Tocantins, Cerqueira (2016) evidenciou a época em que o cerrado era visto até a década de 70 como uma região que “não possuía potencial” para a produção agrícola em larga escala. No entanto, os avanços tecnológicos, os incentivos políticos, econômicos somados a sua localização e as condições físicas climáticas fizeram dele uma das maiores áreas do agronegócio. O financiamento do governo brasileiro incentivou os produtores a investirem em tecnologias como a correção da acidez do solo, o emprego de máquinas, a utilização de adubos e sementes melhoradas e a irrigação do solo, para aumentar o potencial produtivo do cerrado. Além disto, investiu em projetos de infraestrutura, como a construção de rodovias, entre elas a BR-153, e a ferrovia Norte-Sul, interligando o centro ao litoral brasileiro, para o escoamento dessa produção.

Cerqueira (2016), ao expor o agronegócio, classificou como uma atividade concentradora e altamente excludente, com o capital voltado às atividades agrícolas e à rentabilidade da terra. O autor identificou também suas principais características, que são os

grandes latifúndios e as chamadas empresas rurais, o emprego de alta tecnologia e uma produção voltada principalmente ao mercado externo.

São várias as consequências da implantação do agronegócio em qualquer região do Brasil, onde Cerqueira (2016) enumerou as principais, quais sejam: concentração de terras, com a expulsão do camponês de sua pequena propriedade, desemprego, devido à utilização de máquinas que substituem a mão-de-obra de dezenas de trabalhadores, prejuízos ambientais, como a compactação do solo, o aumento de pragas pela falta de rotação de culturas e pelo desmatamento, a contaminação do solo e da água pelos produtos usados nas lavouras, e a concentração de renda. O autor ressaltou que no Tocantins, os municípios que mais se destacam no agronegócio, portanto com sua economia baseada nessa atividade, são: Pedro Afonso, Campos Lindos, Formoso do Araguaia, Lagoa da Confusão e Porto Nacional.

Ainda, no que se refere a economia do Estado do Tocantins, segundo Moraes (2016) e Duarte (2018), tornou-se evidente que este possui elevado potencial para a expansão da agricultura. Nesse contexto, atualmente o agronegócio já é relevante no quesito exportações em sua balança comercial. Isto porque as exportações são predominantemente de produtos básicos ou primários, gerando renda e investimentos.

De acordo com o relatório do Monitoramento Agrícola da CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento referente ao Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, de setembro 2018, para o Estado do Tocantins, este informou que as condições fitossanitárias das lavouras de soja são as melhores possíveis, não sendo identificados focos de ferrugem asiática. A época, a cultura se encontravam na fase de enchimento de grãos, maturação e colheita. Devido à grande variedade de cultivares plantadas, a expectativa é que a produtividade seja ligeiramente superior ao registrado na safra passada.

No artigo publicado na Revista de Estudos Sociais, os autores Rodrigues e Diniz (2013), elencaram algumas políticas públicas com o objetivo de aumentar o crescimento econômico do Tocantins, relacionando a dinamização da estrutura econômica, atração de novos investimentos e investidores, ter um estado bem gerido e planejado, estimular a implantação de arranjos produtivos locais e cadeias produtivas, fortalecer institucionalmente a sociedade e como não poderia deixar de enfatizar, continuar fomentando a implantação das chamadas obras estruturantes, que nada mais são do que os modais complementares que fazem parte do complexo logístico de transporte e armazenagem.

Segundo Dall’Agnol, et al. (2015), quando relataram sobre o perfil dos pecuaristas do Tocantins e criação de gado verde, enfatizaram que o estado possui grandes extensões de terras, apresentando uma forte vocação para criação de gado através da pecuária extensiva que

se apresentam como pequenas, médias e grandes fazendas espalhadas ao longo de sua extensão. Por conta dessa grande dispersão geográfica das propriedades e a extensa e mal cuidada malha viária utilizada pelos transportadores, são consideradas os maiores entraves desse segmento da cadeia produtiva, responsáveis por aumentar significativamente os custos. Infelizmente, os transportes ferroviário e hidroviário ainda não existem para esses pecuaristas.

Verificou-se também que na visão de Oliveira (2012), as interações produtivas no estado do Tocantins, em uma análise espacial, se esbarram também na logística básica para escoamento, onde frisou a importância de reordenar territorialmente os centros produtivos, não apenas no Tocantins, como também nos Estados vizinhos, com o intuito de criar uma rede integrada de produção mais consistente, e salientou a necessidade de melhorar a infraestrutura local, os arranjos produtivos municipais, além das potencialidades agrícolas, em todo o território brasileiro.

2.4. Transporte de produto perigoso

A atividade do transporte de produto perigoso é regida por normas e leis, a começar pela Constituição Federal, passando por Leis ordinárias e complementares, Decretos, Resoluções, Portarias, até a instruções normativas que estabelecem as diretrizes de como o tema deve ser conduzido. Sendo fiscalizada por diversos Órgãos, dentre eles a Polícia Rodoviária Federal, Agência Nacional de Transportes Terrestres, Instituto Nacional de Metrologia, Órgãos Ambientais, dentre outros.

Frente a essas informações, apresentou-se na Tabela 1 em ordem cronológica os principais instrumentos legais que regem a atividade do transporte de produto perigoso bem como o gerenciamento do risco, visto que devido a vasta lista de produtos químicos transportados, o universo de ações mitigadoras para recuperar o meio ambiente, quando este é atingido, são específicas uma vez que dependem das características intrínsecas desses.

Tabela 1 - Principais Instrumentos Legais Referentes ao Transporte de Produto Perigoso e Gestão do Risco em Ordem Cronológica.

Instrumento Legal	Ano	Descrição
Lei nº 6.938	1981	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.
Constituição Federal	1988	Realização da Constituinte para a modernização da Constituição.
Decreto nº 96.044	1988	Aprovou o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências.
Lei nº 7.735	1989	Criou o IBAMA.
Resolução CONAMA nº 237	1997	Revisou e detalhou procedimentos e critérios do licenciamento ambiental.
Decreto nº 5.098	2004	Criou a Comissão Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Acidentes causados por produto químico perigoso.
Lei nº 12.608	2012	Instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC.
Instrução Normativa IBAMA nº 15	2014	Instituiu o Sistema Nacional de Emergências Ambientais – SIEMA.
Norma CETESB P4.261	2014	Trata do risco de acidente de origem tecnológica.
Quadro de Sendai	2015	Marco para redução de riscos de desastres 2015 – 2030.
Resolução ANTT nº 5.232	2016	Aprovou as Instruções Complementares ao Transporte de Produtos Perigosos

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 1981, foi sancionada a Lei nº 6.938, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente. Essa lei criou o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), que tem entre suas competências o estabelecimento de “normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras”.

A Constituição de 1988, responsável pela consolidação de direitos políticos e sociais, associou o direito à qualidade do meio ambiente ao direito à vida e estabeleceu que o meio ambiente é um bem comum de todos. Seu texto exige estudo ambiental prévio para obra ou

atividade com potencial de causar “significativa degradação do meio ambiente”. Também determina a necessidade de controle de “técnicas, métodos e substâncias” que tragam risco para o meio ambiente.

Produto perigoso, segundo o Decreto nº 96.044 de 1988, que aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, são todos aqueles que possuem a capacidade de causar danos às pessoas, aos bens e ao meio ambiente (SANTOS, 2006).

Ainda de acordo com o *site* produtos perigosos, 2018, as condições gerais dos veículos que transportam este tipo de material, assim como a sua sinalização, são aspectos fundamentais para garantir a segurança total da sociedade brasileira, do meio ambiente e também dos próprios motoristas. Todos os envolvidos devem estar cientes dos requisitos exigidos nas Normas Técnicas Brasileiras sobre Transporte de Produtos Perigosos.

E em 1989, por meio da Lei 7.735 foi criado o IBAMA, responsável por executar as ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais.

A Resolução do CONAMA nº 237 de 1997, revisou e detalhou procedimentos e critérios do licenciamento ambiental. Entre os aspectos contemplados pela resolução estão as atividades econômicas sujeitas ao licenciamento e a licença em três fases — prévia, de instalação e de operação.

O Decreto nº 5.098 de 2004, que criou o Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2), deverá ser acionado quando acontecer um acidente no transporte dessas substâncias perigosas, por exemplo. A princípio, esse Decreto foi estabelecido para atender de imediato ao acidente ocorrido em Cataguazes/MG, envolvendo o rompimento de uma barragem de resíduos químicos perigosos que atingiu o rio Pomba e Paraíba do Sul. Este plano foi um marco, um exemplo da ação conjunta de vários órgãos federais, estaduais e municipais, bem como das empresas e da sociedade civil.

A Resolução ANTT nº 5.232, de 14 de dezembro de 2016, aprovou as instruções complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos, e normatizou o transporte dos produtos perigosos, onde os nomes apropriados para embarque deverão estar de acordo com sua classificação de risco e sua composição, seguindo determinação proposta pela ONU (Organização das Nações Unidas).

Estes produtos e/ou substâncias perigosas são alocados a uma das nove classes de acordo com os riscos apresentados, sendo essas: explosivos; gases inflamáveis e não inflamáveis, tóxicos e não tóxicos; líquidos inflamáveis; sólidos inflamáveis; substâncias oxidantes e peróxidos orgânicos; substâncias tóxicas e substâncias infectantes; material

radioativo; substâncias corrosivas; e substâncias e artigos perigosos diversos. Cada produto é identificado com um Número ONU, que é o número de série atribuído ao artigo ou substância, de acordo com o sistema das Nações Unidas, e também um número de risco, que consiste em dois ou três algarismos e indicam os perigos inerentes que vai desde ao autoaquecimento, inflamabilidade, efeito oxidante, toxicidade, corrosividade até ao risco de violenta reação espontânea.

2.5 Diagnóstico da gestão do risco

Nos tempos atuais, foram estipuladas novas leis e normas que se adéquam aos anos contemporâneos, onde foi especificado neste trabalho, os riscos impostos à sociedade e ao meio ambiente por empreendimentos instalados ou atividades poluidores ou potencialmente poluidores. Como se busca um modelo de desenvolvimento, que concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica, pode-se recorrer à Agenda 21 como sendo o instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis.

O gerenciamento de risco tanto para acidentes tecnológicos como para risco produzidos em catástrofes, onde no segundo caso, e conforme o Ministério da Integração, pode-se citar a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, instituída pela Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012, que traz os princípios, os objetivos e instrumentos de como a gestão de riscos de desastres serão implementadas no Brasil.

Segundo o site UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction, o Quadro de Sendai é o documento construído pelos países-membros da ONU visando promover a redução de risco de desastre e construção de resiliência nos países até 2030. E que este documento reitera a importância do trabalho conjunto entre governo e partes interessadas em todos os níveis, enaltecendo principalmente a participação da comunidade científica e tecnológica na produção de soluções que possam garantir a construção da resiliência e garantir a redução do risco de desastre.

Por conseguinte, segundo Serra (2017), isto o torna um ótimo instrumento de análise para este trabalho além de fortalecer a importância de um estudo de diagnóstico da gestão de risco de desastres por eventos hidrológicos, por exemplo, o qual pode trazer uma visão do que tem sido realizado e do ainda falta realizar para alcançar os objetivos proposto pelo Quadro de Sendai, de forma a garantir a redução de risco de desastre.

Ainda, considerando o Marco de Sendai, este também enfatizou que é urgente e fundamental prever, planejar e reduzir o risco de desastres, a fim de proteger de forma mais

eficaz pessoas, comunidades e países, seus meios de vida, saúde, patrimônio cultural, patrimônio socioeconômico e ecossistemas, fortalecendo, assim, sua resiliência. E que é necessário redobrar o trabalho para reduzir a exposição e a vulnerabilidade, evitando a criação de novos riscos de desastres, bem como criar um sistema de responsabilização pela criação de riscos de desastres em todos os níveis.

Ações mais dedicadas precisam ser centradas no combate a fatores subjacentes de risco de desastres, como, por exemplo, as consequências da pobreza e da desigualdade, mudanças e variabilidade climática, urbanização rápida e não planejada, má gestão do solo e fatores como a mudança demográfica, arranjos institucionais fracos, políticas não informadas sobre riscos, falta de regulamentação e incentivos para o investimento privado na redução do risco de desastres, cadeias de suprimentos complexas, limitada disponibilidade de tecnologia, usos insustentáveis de recursos naturais, ecossistemas em declínio, pandemias e epidemias.

Além disso, é necessário seguir fortalecendo a boa governança na redução do risco de desastres nos níveis nacional, regional e global e melhorar a preparação e coordenação nacional para resposta a desastres, reabilitação e reconstrução, bem como usar a recuperação e a reconstrução pós-desastres para "Reconstruir Melhor", com apoio de modalidades reforçadas de cooperação internacional.

A realidade brasileira, no contexto de desastres, pode ser caracterizada pela frequência dos desastres naturais cíclicos, especialmente as inundações em todo o País, seca na região Nordeste e um crescente aumento dos desastres tecnológicos, devido ao crescimento urbano desordenado, às migrações internas e ao fenômeno da urbanização acelerada sem a disponibilidade dos serviços essenciais.

O Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD) foi criado em fevereiro de 2005, por meio do Decreto n. 5.376, com o intuito de gerenciar, com agilidade, ações estratégicas de preparação e resposta a desastres em território nacional e, eventualmente, também no âmbito internacional. É responsável por consolidar as informações sobre riscos no País, tais como mapas de áreas de risco de deslizamentos e inundações, além dos dados relativos à ocorrência de desastres naturais e tecnológicos e os danos associados. O gerenciamento destas informações possibilita ao Centro apoiar estados e municípios nas ações preparação para desastres junto às comunidades mais vulneráveis, (MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL, 2018).

Ainda conforme o Ministério da Integração Nacional, o CENAD é responsável pelas ações de coordenação federal de resposta a desastres no âmbito do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil (SINPDEC), sua representatividade em Comitês e Comissões

relacionadas a riscos e desastres tem importante papel no planejamento e mobilização das ações de resposta em âmbito nacional. A partir das informações recebidas e trabalhadas, assim como relatórios dos grupos que estão atuando em campo é possível dimensionar adequadamente o apoio federal nas ações de resposta nos cenários de desastres. Nesse sentido, essas ações também têm cunho preventivo, mitigatório e preparatório, uma vez que considera o conhecimento que se tem das áreas, suas vulnerabilidades e recursos para utilização em desastres.

Em relação especificamente aos acidentes tecnológicos, enfatizou-se aqui um exemplo de interrelação de vários Órgãos governamentais para o bem comum em relação às emergências químicas que é o Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2) que foi criado pelo 5.098 de 2004 com o objetivo de prevenir a ocorrência de acidentes com produtos químicos perigosos e aprimorar o sistema de preparação e resposta a emergências químicas no País. Para atingir esta meta, o Ministério do Meio Ambiente promoveu a articulação e a integração dos vários níveis de governo, do setor privado, das representações da sociedade civil e das demais partes interessadas na proteção da saúde humana e qualidade ambiental.

O plano P2R2 focaliza-se na prevenção, por meio da implantação de sistemas, programas, ações e iniciativas que visam a inibir ou desmotivar práticas que levem à ocorrência de acidentes envolvendo produtos químicos perigosos e na correção, por meio da implementação de sistemas, ações e procedimentos que visam responder de forma rápida e eficaz às ocorrências de acidentes, assim como: preparar e capacitar recursos humanos disponíveis nas esferas federais, estaduais e municipais.

Este Plano foi estabelecido também a nível estadual, onde cada Estado da federação criou uma comissão estadual (CE-P2R2) para atuar de forma mais localizada. No Estado do Tocantins esta comissão foi criada através do Decreto Estadual nº 3.104 de 09 de agosto de 2007. A comissão é composta por uma equipe interinstitucional formada por 16 membros, sendo dez participantes oriundos da administração pública estadual: Defesa Civil, Naturatins, Corpo de Bombeiros Militar, Polícia Militar Ambiental, Secretaria de Saúde, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Semarh, Adapec, Dertins e Ruraltins. Mais cinco membros advindos de órgãos federais: Polícia Rodoviária Federal, Ibama, DNIT, Capitania dos Portos, Superintendência Regional do Trabalho e por último, um membro representando a Federação das Indústrias do Estado do Tocantins – FIETO.

Atualmente, a coordenação da CE-P2R2 é de responsabilidade do Corpo de Bombeiros Militar e conduzida pela Defesa Civil do Tocantins, conforme o Decreto n.

5.482/2016, publicado no Diário Oficial do Estado n. 4.689 em 22 de Agosto 2016, (NATURATINS, 2018).

Segundo o IBAMA, o processo de gestão de riscos envolve etapas de identificação dos riscos, análise, avaliação, monitoramento, comunicação, tratamento dos riscos e a prevenção de acidentes. Em empreendimentos licenciados pelo Órgão Ambiental Federal, os documentos relacionados à gestão de riscos, como o Estudo de Análise de Riscos e o Programa de Gerenciamento de Riscos são cobrados, pois esses documentos garantem que o interessado tenha conhecimento de seus riscos e realize as ações necessárias para mantê-los sob controle. Caso um acidente ocorra, contudo, o empreendedor deve ter um plano de emergência.

No processo de gestão de riscos, a fim de que haja a escolha das tipologias de empreendimentos prioritárias para implantação desse programa, há necessidade de analisar alguns dados, para isso utiliza-se principalmente, da análise anual dos dados contidos no relatório de acidentes ambientais ocorridos no Brasil e registrados pelo Órgão Ambiental Federal, (IBAMA, 2014).

Com o objetivo de aprimorar a divulgação dos acidentes ambientais, em outubro de 2014, por meio da Instrução Normativa IBAMA nº 15, foi instituído o Sistema Nacional de Emergências Ambientais – SIEMA, ferramenta informatizada de comunicação de acidentes ambientais, visualização de mapas interativos e geração de dados estatísticos, e que passa a ser o canal oficial de comunicação de qualquer acidente ambiental.

Acidente ambiental, no contexto desse relatório, é o evento não planejado e indesejado que pode causar, direta ou indiretamente, danos ao meio ambiente e à saúde pública, e prejuízos sociais e econômicos.

A elaboração do Relatório de Acidentes Ambientais usa como base, além dos comunicados dos acidentes, informações adicionais enviadas posteriormente pelas empresas e relatórios de vistoria e fiscalização elaborados pelos próprios servidores.

No documento são avaliadas informações de acidentes ambientais considerando:

- Distribuição temporal (Mês, dia e período da ocorrência);
- Distribuição espacial (Unidade da Federação, região e Bacia Sedimentar);
- Responsável pela comunicação (Empresa ou órgão público);
- Origem do acidente (Armazenamento/depósito, barragem, duto, embarcação, ferrovia, indústria, plataforma, posto de combustível, refinaria, rodovia, terminal/porto/atracadouro e outros);

- Tipo de evento (Derramamento de líquidos, vazamento de gás, lançamento de sólidos, produtos químicos/embalagens abandonadas, desastre natural, explosão/incêndio, mortandade de peixes, rompimento de barragem e outros);
- Produto envolvido (Classe 1, Classe 2, Classe 3, Classe 4, Classe 5, Classe 6, Classe 7, Classe 8, Classe 9, não classificado (NC), não especificado (NE), não se aplica (NA) e sem informação (SI));
- Ambiente atingido (Águas subterrâneas, atmosfera, fauna, flora, lago, mar, óbitos/feridos, população afetada/evacuada, praia, rio/córrego, solo, suspensão do abastecimento de água, Unidade de Conservação Estadual/Municipal, Unidade de Conservação Federal e outros).

As informações presentes nestes relatórios contribuem para orientar os trabalhos no desenvolvimento de ações referentes à prevenção e ao atendimento a acidentes ambientais, de forma a minimizar os impactos causados ao meio ambiente. Esses dados podem ser trabalhados de forma didática, onde se permite visualizar os acidentes ocorridos no Brasil por local de ocorrência, assim como também, pode-se extrair informações específicas por Estado

Segundo a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB, os acidentes industriais ocorridos nos últimos anos, contribuíram de forma significativa para despertar a atenção das autoridades governamentais, da indústria e da sociedade como um todo, no sentido de buscar mecanismos para a prevenção desses episódios que comprometem a segurança das pessoas e a qualidade do meio ambiente.

Com a publicação da Resolução nº 01/1986, do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, a qual instituiu a necessidade de realização do Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) para o licenciamento de atividades modificadoras do meio ambiente, os estudos de análise de risco passaram a ser incorporados nesse processo, para determinados tipos de empreendimentos, de forma que, além dos aspectos relacionados com a poluição crônica, também a prevenção de acidentes maiores fosse contemplada no processo de licenciamento.

Concluindo que vêm utilizando a ferramenta análise de riscos como apoio ao processo de decisão durante a análise de licenças ambientais, onde o caráter preventivo da ferramenta possibilita o diagnóstico, a avaliação e a redução do risco imposto ao meio ambiente e ao homem, por meio de medidas de mitigação e de gerenciamento.

2.6 Estudos como instrumentos de Gestão do Risco

O gerenciamento de risco reflete a necessidade de estabelecer estratégias de prevenção e gestão dos impactos ambientais, produzidos no país por empreendimentos ou atividades potencialmente poluidoras, assim como também, de estar sempre em processo de revisão quanto aos caminhos e procedimentos das ações de resposta a acidentes envolvendo produtos químicos perigosos. Neste sentido, existem vários tipos de investigações que complementam os estudos de impactos ambientais quando determinados tipos de empreendimentos ou atividades oferecem riscos de acidentes de poluição, (IBAMA, 2018).

Primeiramente, reportando-se à Lei nº 9.966/2000, conhecida também como a Lei do óleo, que dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional, é mencionado o Plano de Contingência, que é definido como sendo o conjunto de procedimentos e ações que visam à integração dos diversos Planos de Emergência, assim como define quais recursos humanos, materiais e equipamentos complementares serão utilizados para a prevenção, controle e combate à poluição das águas, estabelecendo o nível de coordenação e as atribuições dos diversos órgãos e instituições públicas e privadas neles envolvidas, (IBAMA, 2018).

Estes estudos deverão também ser submetidos à aprovação do Órgão Ambiental competente, onde serão consolidados na forma de planos de contingência e em articulação com os Órgãos de Defesa Civil. Onde posteriormente, o Órgão Federal de meio ambiente, também articulado com os órgãos de defesa civil, consolida os planos de contingência locais e regionais na forma do Plano Nacional de Contingência, (IBAMA, 2018).

Segundo o IBAMA, o Plano Nacional de Contingência para Incidentes de Poluição por Óleo em Águas sob Jurisdição Nacional (PNC) fixa responsabilidades, estabelece estrutura organizacional e define diretrizes, procedimentos e ações, com o objetivo de permitir a atuação coordenada de órgãos da administração pública e entidades públicas e privadas para ampliar a capacidade de resposta em incidentes de poluição por óleo que possam afetar as águas sob jurisdição nacional, e minimizar danos ambientais e evitar prejuízos para a saúde pública.

E deverá ser acionado em caso de acidentes de maiores proporções, nos quais a ação individualizada dos agentes diretamente envolvidos (poluidor) não se mostrar suficiente para a solução do problema. São ampliadas as salvaguardas contra desastres ambientais de grandes proporções provocados por derramamento de óleo no mar territorial e nos rios brasileiros, uma vez que o Plano prevê ações que envolvem 17 ministérios e que visam reduzir o tempo

de resposta em caso de impactos ambientais relevantes, afetando principalmente a indústria do petróleo e seus derivados, (IBAMA, 2018).

O PNC somente será acionado em incidentes de poluição por óleo julgados de significância nacional pelo Grupo de Acompanhamento e Avaliação, após esgotados os recursos do Plano de Emergência Individual (PEI) da instalação envolvida e do da localidade, se houver.

O IBAMA também desenvolveu o Plano Nacional de Ação de Emergência para Fauna Impactada por óleo, que visa minimizar o impacto à fauna brasileira em casos de derramamento de óleo. É salutar informar que o PNC foi instituído pelo Decreto nº 8.127/2013.

Um outro instrumento de controle, que foi instituído pelo Decreto nº 4.871/2003, é o Plano de Área, cuja finalidade é combater a poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional com concentração de portos organizados, instalações portuárias ou plataformas e suas respectivas instalações de apoio.

Trata-se do documento ou conjunto de documentos que contenham as informações, medidas e ações referentes a uma área de concentração de portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos ou plataformas e suas respectivas instalações de apoio, que visem integrar os diversos Planos de Emergência Individuais (PEI) da área para o combate de incidentes de poluição por óleo, bem como facilitar e ampliar a capacidade de resposta deste Plano e orientar as ações necessárias na ocorrência de incidentes de poluição por óleo de origem desconhecida, devendo ainda estabelecer os mecanismos de ação conjunta a serem implementados.

A área de abrangência do plano de área é definida pelo órgão ambiental competente que, em função da concentração de portos organizados, instalações portuárias ou plataformas e suas respectivas instalações de apoio, está sujeita ao risco de poluição por óleo. A elaboração do Plano de Área caberá aos responsáveis por entidades exploradoras de portos organizados e instalações portuárias, plataformas e respectivas instalações de apoio, sob a coordenação do órgão ambiental competente (IBAMA, 2018).

Ainda conforme o Decreto nº 4.871/2003, em seu Art.5º, o Plano de Área deverá garantir a capacidade de resposta definida nos Planos de Emergência Individuais das instalações acionadas em um incidente de poluição por óleo, até que estas instalações recuperem plenamente sua capacidade de resposta.

A Resolução CONAMA nº 398/2008 dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional,

originados em portos, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, para elaboração do referido Plano previsto na Lei nº 9.966/2000, tendo em vista que tais ações farão parte do licenciamento ambiental da atividade.

O Plano de Emergência Individual deverá garantir no ato de sua aprovação, também as ações de respostas previstas para atendimento aos incidentes de poluição por óleo, nos seus diversos tipos, com emprego de recursos próprios, humanos e materiais, que poderão ser complementados com recursos adicionais de terceiros, por meio de acordos previamente firmados.

A Norma Técnica P4.261, que trata do risco de acidente de origem tecnológica da CETESB aborda que o conhecimento do risco imposto pelo empreendimento à população externa otimiza a adoção de medidas de gerenciamento eventualmente necessárias para a redução desse risco. Realizar o estudo do empreendimento como um todo e não apenas de uma planta ou de uma instalação do mesmo, pode trazer vantagens ao empreendedor, pois possibilita conhecer o risco efetivamente imposto pelo seu empreendimento e, conseqüentemente, otimiza as medidas de redução desse risco, ou, de forma ampliada, de gerenciamento de risco.

De acordo com a Norma Técnica acima especificada, o EAR – Estudo de Análise de Risco O EAR deve refletir a realidade do empreendimento no tocante às suas características locais, às condições operacionais e de manutenção e aos sistemas de proteção disponíveis. Para tanto, o levantamento e a descrição do empreendimento e do seu entorno – etapa que inicia o estudo – devem ser fiéis ao momento em que este é realizado.

As simulações dos efeitos físicos e a estimativa das frequências das hipóteses e dos cenários acidentais devem ser consistentes com a etapa inicial, com destaque para os limites operacionais de equipamentos, que, em geral, funcionam como condições de contorno para as simulações.

Ao longo do estudo, principalmente nas etapas quantitativas, o autor precisa assumir pressupostos que devem ser demonstrados e justificados. Atenção especial deve ser dada ao emprego de pressupostos por demais conservativos, em geral adotados nas etapas quantitativas, que podem produzir resultados incompatíveis com os perigos identificados e a vulnerabilidade do entorno, bem como onerar o empreendedor na implementação de medidas de redução do risco eventualmente desnecessárias. O órgão ambiental pode requerer a demonstração de tais pressupostos e a eventual revisão do estudo.

Um outro elemento fundamental e comum do PGR, é o Plano de Ação de Emergência (PAE) que consiste em um documento, ou conjunto de documentos, que contém as

informações e descreve as ações que possibilitam a minimização dos impactos decorrentes da materialização dos perigos identificados em uma instalação, através da mobilização de recursos materiais e humanos adequados de resposta.

A elaboração de um Plano de Ação de Emergência implica na necessidade de identificar, previamente, as situações de emergência que podem ocorrer nas instalações em estudo e os alcances dos danos associados a estas situações. Por isso, torna-se preciso realizar uma análise de riscos com este objetivo. Uma Análise de Vulnerabilidade também deve ser realizada no sentido de determinar os alcances dos danos associados.

Como última etapa de trabalho realizada durante os serviços de elaboração de planos de ação de emergência, consiste no treinamento inicial do plano e na realização de simulado, que objetivam principalmente consolidar a estrutura básica e os procedimentos previstos no plano; testar o conhecimento das ações por parte de todos os participantes do simulado; avaliar o nível de integração entre as equipes e realizar eventuais ajustes nos documentos que se mostrarem necessários.

Ressalta-se que para o bom funcionamento do Plano de Ação de Emergência é fundamental que ele seja gerenciado, no sentido de garantir sua constante manutenção, atualização e adequação em caso de mudanças, sejam elas relacionadas às instalações, aos produtos, à estrutura organizacional, às atribuições e responsabilidades, aos recursos, aos procedimentos ou qualquer outro item relevante (DNV, 2006).

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.

Um outro instrumento bastante utilizado, principalmente em portos e terminais é o PAM – Plano de Ajuda Mútua, que é regido pela Norma Regulamentadora nº 29, referente à segurança e saúde no trabalho portuário que tem por finalidade a integração da comunidade portuária e que tem como objetivo regular a proteção obrigatória contra acidentes e doenças profissionais, facilitar os primeiros socorros a acidentados e alcançar as melhores condições possíveis de segurança e saúde aos trabalhadores portuários, portanto de proteção da vida humana além da preservação do meio ambiente e do patrimônio.

Ressalta-se que normalmente estão abrangidos neste plano todos os incidentes e acidentes nas instalações das empresas integrantes, bem como na sua área de atuação sempre que envolver situações de risco ou os cenários previstos nos Planos de Ação em Emergências das entidades abrangidas.

Visa também o estabelecimento e a manutenção do constante relacionamento, a interação dos integrantes, entre si, e as autoridades federais, estaduais e municipais responsáveis pela resposta às emergências (PAM/APA, 2014). Importante mencionar que cada Plano de Ajuda Mútua desenvolvido é específico de cada porto ou terminal e que atendem às suas especificidades.

2.7 Recursos naturais ameaçados - Os aquíferos.

Prever impactos em relação a um projeto de qualquer tipo, destinado a uma determinada região e a um sítio ou gleba em particular, é uma operação técnico-científica essencialmente multidisciplinar, de grande importância para os países do Terceiro Mundo.

Primeiro, porque revela o nível de esclarecimento atingido pela sociedade do país em relação à capacidade de antever quadros futuros da organização espacial de seu território. Em segundo nível, porque é também um bom indicador da força de pressão social dos grupos esclarecidos em relação ao bom uso dos instrumentos legais para garantir previamente um razoável quadro de qualidade ambiental e ordenamento territorial.

Por último, porque é um excelente teste para avaliar a potencialidade da legislação disponível, assim como a sua aplicabilidade a casos concretos. Nesse sentido, as tarefas de previsão de impactos incluem todo um estoque de interdisciplinaridade, voltado para posturas culturais de interesse social e relevância para os cenários do futuro (AB'SÁBER, 1994).

Segundo Sachs 2008, um assunto que atualmente está em evidência, é a preocupação com a futura escassez de recursos naturais diante dos hábitos em favor do desenvolvimento econômico a qualquer custo. Afirma que a necessidade de policiarmos nossas ações, que produzem efeitos negativos ao planeta e argumenta sobre a importância de se pensar em um crescimento econômico que vise a proteção da biodiversidade, que é condição essencial ao desenvolvimento, diferentemente de outras opiniões sobre a questão, que consideram a proteção ao meio ambiente um ato reverso ao avanço.

Reportando-se à Bacia Araguaia Tocantins, em relação às alterações causadas por empreendimentos hidrelétricos e somados a alguns programas de desenvolvimento regional, como a construção e estruturação de ferrovias, hidrovias, rodovias, projetos e irrigação de transposição de águas (reserva técnica para o programa idealizado no Ministério da Integração Nacional, intitulado “Integração da Bacia do São Francisco com Bacias do Nordeste Setentrional”). Considerando também como parte deste processo a expansão das fronteiras agropecuárias que compõe parte do arco do desflorestamento da Amazônia e da zona de

transição Cerrado-Amazônia, como consequência de algumas destas atividades tem-se a transformação do ambiente fluvial, acarretando mudanças na flora, fauna, clima, solo e na qualidade e disponibilidade de água; interferências em áreas identificadas como prioritárias para preservação; impactos em áreas relevantes para o turismo; retranslocação de comunidades humanas; interferência em áreas indígenas, entre outros.

A mineração é outra atividade econômica presente na região que merece especial atenção, não só pelos processos de degradação ambiental como também pelo caráter social. Deve-se considerar, ainda a necessidade de implantação de redes de abastecimento de água potável e de esgotamento sanitário, amplas e eficientes, não só domésticas como industriais, além de planejamento e ordenamento do crescimento de núcleos urbanos, uma vez que estas ações encontram-se incipientes.

Desta forma, faz presente a necessidade efetiva de integração das questões ambientais no decorrer do processo de planejamento e desenvolvimento, com vistas não só ao desenvolvimento econômico, mas também sociocultural e ambiental, inclusive considerando os diversos interesses setoriais nacionais, levando em conta que a região ainda encontra-se em bom estado de preservação, e que a conservação dos recursos hídricos está relacionada com a proteção das áreas de recarga de aquíferos e dos mananciais, o que implica na elaboração de um quadro referencial para as análises regionais (CADERNO DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DO TOCANTINS-ARAGUAIA/MMA, 2006).

Conforme Brollo et al. (2000), embora o uso do manancial subterrâneo seja complementar ao superficial em muitas regiões, em outras áreas do país, a água subterrânea representa o principal manancial hídrico. Ela desempenha importante papel no desenvolvimento socioeconômico nacional. A disponibilidade hídrica subterrânea e a produtividade de poços são, geralmente, os principais fatores determinantes na exploração dos aquíferos. Em função do crescimento descontrolado da perfuração de poços tubulares e das atividades antrópicas, que acabam contaminando os aquíferos, a questão da qualidade da água subterrânea vem se tornando cada vez mais importante para o gerenciamento do recurso hídrico no País. O Brasil ainda apresenta uma deficiência séria no conhecimento do potencial hídrico de seus aquíferos, do seu estágio de exploração e da qualidade das suas águas. Os estudos regionais são poucos e encontram-se defasados.

A maior parte dos estudos de qualidade da água subterrânea publicados recentemente está voltada à caracterização de áreas contaminadas. A questão da vulnerabilidade e proteção dos aquíferos é ainda um tema pouco explorado e que necessita ser incorporado à gestão das águas subterrâneas e ao planejamento do uso e ocupação territoriais.

Ainda, segundo Broilo et al. (2000), a avaliação da vulnerabilidade de aquíferos à contaminação constitui-se em um dos aspectos de maior importância para subsidiar o planejamento de uso do solo e para gerenciar a instalação e o funcionamento de empreendimentos potencialmente impactantes aos recursos hídricos subterrâneos. Este tipo de avaliação, portanto, é de grande importância para subsidiar a gestão ambiental de territórios, diante das mais diversas atividades antrópicas.

Nas últimas décadas, o aumento populacional e o consequente aumento das atividades industriais vêm contribuindo para o agravamento dos problemas ambientais, principalmente com respeito à preservação das águas superficiais e subterrâneas. Em função deste fato, a legislação vem se tornando cada vez mais restritiva e a fiscalização, mais presente. Entretanto, relatos de despejos de toneladas de resíduos em córregos, rios e mares são ainda bastante frequentes em todo o mundo. A contaminação de águas subterrâneas por compostos orgânicos representa também sérios problemas à saúde pública. Os compostos benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos (BTEXs) são frequentemente encontradas em águas subterrâneas, por causa de vazamentos em tanques de estocagem (TIBURTIUS, et al., 2004).

A importância da água na sociedade, quando se busca a preservação, remete à multidisciplinaridade que o tema requer, principalmente quando esses corpos hídricos são impactados por atividades antrópicas que por sinergia podem afetar ambientes cada vez mais complexos e que muitas vezes são reservas estratégicas, como por exemplo: quando um rio, considerado tributário de um aquífero, recebe uma carga de contaminantes que pode afetá-lo.

Segundo Sachs 2008, um assunto que atualmente está em evidência, é a preocupação com a futura escassez de recursos naturais diante dos hábitos em favor do desenvolvimento econômico a qualquer custo. Afirma a necessidade de policiarmos nossas ações, que produzem efeitos negativos ao planeta e argumenta sobre a importância de se pensar em um crescimento econômico que vise a proteção da biodiversidade, que é condição essencial ao desenvolvimento, diferentemente de outras opiniões sobre a questão, que consideram a proteção ao meio ambiente um ato reverso ao avanço (RIBEIRO; FERREIRA, 2002).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O delineamento metodológico para o presente estudo abordou um período amostral de 9 anos, compreendendo de 2010 a 2018, baseado em levantamento bibliográfico pertinentes ao tema. Os dados deste trabalho foram retirados do site do Ministério do Meio Ambiente, em 2018, mas originados do NATURATINS. Os dados dos registros dos acidentes foram

retirados dos Relatórios de Acidentes Ambientais publicados e do SIEMA – Sistema Nacional de Emergências Ambientais, implementado pelo IBAMA através da Instrução Normativa nº 15/2014.

Foram também obtidos através de leituras aprofundadas de Cerqueira (2016), Almeida (2004), Moraes (2018), Duarte (2018), Rodrigues e Diniz (2003), Dall’Agnoll, et al. (2015) e Oliveira (2012), assim como materiais acessados nos *sites* oficiais do Governo do Estado do Tocantins e do Governo Federal.

Para caracterizar os riscos ambientais envolvidos neste processo, recorreu-se a leituras de Borges et al. (2009), Serra (2017), DNV (2006), documentos da Agenda 21, da Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, instituída pela Lei nº 12.608/2012, do Marco de Sendai, do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2), criado pelo Decreto nº 5.098/2004.

Foram estudados Decretos, Leis e normas, como: Lei nº 6.938/1981, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, Lei nº 9.966/2000, que é a Lei do óleo, Decreto do estado do Tocantins nº 3.104/2007, que criou o P2R2 no Tocantins, Decreto Federal nº 6.099/2007, Decreto Federal nº 8.127/2013, que instituiu o PNC – Plano Nacional de Contingência, Decreto Federal nº 4.871/2003, que trata do Plano de Área, Resolução CONAMA nº 398/2008, que estabelece estratégias de prevenção e gestão dos impactos ambientais gerados no país por portos, instalações portuárias ou terminais, dutos, plataformas e respectivas instalações de apoio, Regulamento Interno das Emergências Ambientais do IBAMA, Norma Técnica P4.261 da CETESB, que trata do risco de acidente de origem tecnológica.

Foram acessados os *sites* do IBAMA, do NATURATINS, da CETESB, da Defesa Civil, do Ministério da Integração Nacional, do Ministério do Meio Ambiente, e da UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction. Onde foram abordados os diversos tipos de riscos impostos à sociedade e ao meio ambiente por empreendimentos instalados ou atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras.

A estratégia de estudo utilizada foi o estudo de caso, optando pela análise dos estudos encaminhados ao IBAMA/TO referente ao acidente ferroviário ocorrido em 2014, próximo ao pátio da ferrovia Norte Sul no município de Porto Nacional/TO, com derramamento em torno de 80.000 l (oitenta mil litros) de gasolina. A partir desta análise foi conhecido o processo de contaminação da água subterrânea pelo benzeno, hidrocarboneto tóxico e cancerígeno, bem como as técnicas de descontaminação utilizadas na área.

Os dados aprimorados neste trabalho compreenderam o levantamento dos empreendimentos e das atividades potencialmente poluidoras que são desenvolvidas no Estado do Tocantins, e que demonstrou a tipologia dessas atividades desenvolvidas e o quantitativo delas com o passar dos anos.

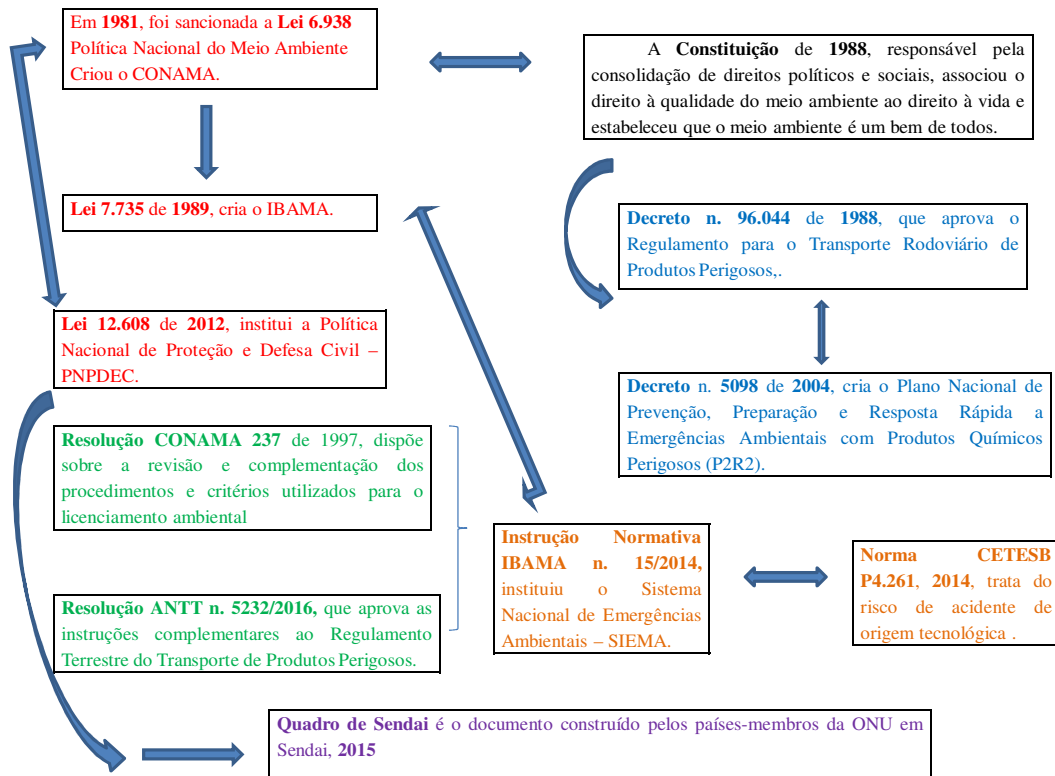
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A apresentação do presente estudo realizado como tema para o curso de Pós-graduação em Ciências do Ambiente da Universidade Federal do Tocantins, ao longo do ano de 2018, coincide com o trágico acidente do rompimento da barragem da empresa Vale, no município de Brumadinho-MG. Fato que denota a importância deste trabalho científico para a sociedade, pois caracterizou como o poder público administra as questões do empreendimento na instalação e no funcionamento das atividades econômicas com grau de periculosidade ao meio ambiente e aos cidadãos brasileiros.

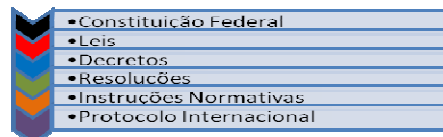
O transporte de produtos perigosos é exaustivamente regulamentado por várias instituições das esferas federal, estadual e municipal, perpassando também a nível mundial. Fundamentado por ser uma atividade de alto risco, onde inúmeros tipos de produtos perigosos são transportados de forma a possuir modos de acondicionamento diferenciados devido às especificidades inerentes à locomoção da carga. Sendo também considerada potencialmente poluidora, pois o sinistro poderá acontecer, trazendo prejuízos econômicos, sociais e ambientais irreparáveis.

O organograma a seguir (Figura 4), demonstra de forma resumida, o arcabouço de normas regulamentadoras que evoluiu cronologicamente a partir de 1981, além de elencar as Instituições fiscalizadoras pertinentes.

Figura 2– Organograma demonstrando a normatização para o Transporte de Produtos Perigosos e análise de risco.



Legenda:



Nota: Criado pelo autor.

Como já evidenciado a cronologia das normas, verificou-se também um emaranhado de instrumentos com níveis diferenciados de hierarquia, que estão identificados por cores específicas e que de alguma forma possuem equivalência.

Iniciando pela Constituição Federal de 1988 (Figura 4, caixa com escrita em cor preta), que é responsável pela consolidação de direitos políticos e sociais, onde associou o direito à qualidade do meio ambiente ao direito à vida e estabeleceu que este é um bem de todos. Portanto é imprescindível a exigência de estudo ambiental prévio para obra ou atividade com potencial de causar “significativa degradação do meio ambiente”. Também foi determinado a necessidade de controle de “técnicas, métodos e substâncias” que tragam risco para o meio ambiente.

O Art. 23 da Constituição Federal de 1988, traz as competências comuns da união, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios em proteger o meio ambiente e combater a

poluição em qualquer de suas formas, além de preservar as florestas, a fauna e a flora. Também apresenta um capítulo sobre o meio ambiente, onde em seu Art. 225 descreve que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

Seguindo o cronograma, destacado em vermelho, encontram-se as leis. A lei 6.938/81 estabeleceu a Política Nacional do Meio Ambiente e criou o CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente, onde abordou entre suas competências o estabelecimento de normas e critérios para o licenciamento de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras.

E em 1989, através da Lei 7.735 foi criado o IBAMA, responsável por executar as ações das políticas nacionais de meio ambiente, referentes às atribuições federais.

Abordando uma reflexão sobre gerenciamento de risco tanto para acidentes tecnológicos como para risco produzidos em catástrofes, onde no segundo caso, pode-se referir à Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC, instituída pela Lei nº 12.608 de 10 de abril de 2012, que nortearam os princípios, os objetivos e instrumentos de como a gestão de riscos e desastres serão implementadas no Brasil. O propósito foi assegurar condições sociais, econômicas e ambientais adequadas para garantir a dignidade da população e a promoção do desenvolvimento sustentável.

Verificou-se também que a PNPDEC trouxe algumas inovações como: a integração das políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, saúde, meio ambiente, mudanças climáticas, gestão de recursos hídricos, geologia, infraestrutura, educação, ciência e tecnologia e às demais políticas setoriais; a elaboração e implantação dos Planos de Proteção e Defesa Civil nos três níveis de governo, estabelecendo metas de curto, médio e longo prazo; o Sistema Nacional de Informações e Monitoramento de Desastres (SIEMA); profissionalização e a qualificação, em caráter permanente, dos agentes de proteção e defesa; o cadastro nacional de municípios com áreas suscetíveis à ocorrência de deslizamentos de grande impacto, inundações bruscas ou processos geológicos ou hidrológicos correlatos; e inclusão nos currículos do ensino fundamental e médio dos princípios da proteção e defesa civil e a educação ambiental, entre outras. Portanto, segundo o *site* do Planalto, a PNPDEC é a política nacional que abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação a desastres voltadas à proteção e defesa civil, e constitui um avanço na gestão local de riscos.

Estas leis, relacionam-se de modo a permitir que tanto as atividades que são licenciadas pelos Órgãos Ambientais como os desastres naturais ou tecnológicos, necessitam da gestão do risco inerente para que não ocorram ou sejam minimizados.

Em seguida destacado em azul (Figura 4) estão os decretos, sendo o nº 96.044 de 1988 que aprovou o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, possibilitando aos Órgãos do poder executivo fiscalizar essa atividade. Que está relacionado ao Decreto nº 5.098 de 2004 onde criou o Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (P2R2), o qual deverá ser acionado como por exemplo: quando acontecer um acidente no transporte dessas substâncias perigosas.

A princípio, esse Decreto foi estabelecido para atender de imediato ao acidente ocorrido em Cataguazes/MG, envolvendo o rompimento de uma barragem de resíduos químicos perigosos que atingiu o rio Pomba e Paraíba do Sul. Este plano foi um marco, um exemplo da ação conjunta de vários órgãos federais, estaduais e municipais, assim como também das empresas e da sociedade civil.

O Decreto nº 96.044 de 1988, regulamentou o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, que possui a capacidade de causar danos às pessoas, bens e ao meio ambiente (SANTOS 2006). Entretanto, as condições gerais dos veículos que transportam produtos perigosos, assim como a sua sinalização, são aspectos fundamentais para garantir a segurança total da sociedade brasileira, do meio ambiente e também dos próprios motoristas. Todos os envolvidos devem estar cientes dos requisitos exigidos nas Normas Técnicas Brasileiras sobre Transporte de Produtos Perigosos (PRODUTOS PERIGOSOS, 2018).

A inter-relação dos órgãos governamentais em relação às emergências químicas, foi prevenir a ocorrência de acidentes com produtos químicos perigosos e aprimorar o sistema de preparação e resposta a emergências químicas no País. Para atingir esta meta, o Ministério do Meio Ambiente promoveu a articulação e a integração dos vários níveis, integrando o governo, o setor privado, as representações da sociedade civil e as demais partes interessadas na proteção da saúde humana e qualidade ambiental.

Neste sentido, o plano focalizou-se na Prevenção, por meio da implantação de sistemas, programas, ações e iniciativas com intuito de inibir ou desmotivar práticas que levassem à ocorrência de acidentes envolvendo produtos químicos perigosos e na correção, por meio da implementação de sistemas, ações e procedimentos que visam responder de forma rápida e eficaz às ocorrências de acidentes, assim como preparar e capacitar recursos humanos disponíveis nas esferas públicas.

Avançando no organograma, estão destacadas em verde (Figura 4) as resoluções da ANTT e do CONAMA, que se relacionam por apresentarem critérios que especificam a atividade em si, onde os produtos perigosos, foram tratados de forma a focar as propriedades

químicas dessas substâncias quando estão sendo transportadas, impondo mais recomendações para a proteção do meio ambiente. A Resolução do CONAMA nº 237 de 1997, revisou e detalhou procedimentos e critérios do licenciamento ambiental. Entre os aspectos contemplados por esta resolução estão as atividades econômicas sujeitas ao licenciamento e a licença em três fases — prévia, de instalação e de operação.

A Resolução ANTT nº 5.232/2016, aprovou as instruções complementares ao Regulamento Terrestre do Transporte de Produtos Perigosos. É salutar esclarecer que em relação ao CONAMA, as resoluções são atos publicados para deliberação vinculada a diretrizes e normas técnicas, critérios e padrões relativos à proteção ambiental e ao uso sustentável dos recursos ambientais.

No organograma destaca-se em marrom as instruções normativas dos órgãos ambientais, que se utilizam desse instrumento para prescrever procedimentos de atendimento, monitoramento, gestão e fiscalização dos empreendimentos e atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras.

Em 2014, através da Instrução Normativa nº 15, o IBAMA vem aprimorando a divulgação dos acidentes ambientais, através da instauração SIEMA, ferramenta informatizada de comunicação de acidentes ambientais, e que passa a ser o canal oficial de comunicação de qualquer acidente ambiental, onde o objetivo foi levantar o universo quantitativo para balizar o gerenciamento de agressões ao meio ambiente. Desta forma, a norma P4.261 de 2014 da CETESB, pôde ser expandida para todas as regiões do país, pois trata do risco de acidente de origem tecnológica e possui a incumbência de padronizar e aperfeiçoar as metodologias praticadas na elaboração de Estudos de Análise de Risco e de Programas de Gerenciamento de Risco em atividades consideradas perigosas.

Há que se destacar igualmente as regulações internacionais, que à luz do Quadro de Sendai, documento construído pelos países-membros da ONU em Sendai, Miyagi, no Japão em março de 2015, visa promover a redução de risco de desastres naturais como tecnológicos e a construção de resiliência nos países até 2030.

Cabe aqui, para melhor compreensão, na busca de ter-se uma visão internacional das leis ambientais, traçar um quadro comparativo entre Brasil e Estados Unidos da América, onde após a leitura do artigo de Benjamim (2001), remeteu primeiramente ao contexto histórico, diz-se que o direito ambiental é produto do final da década de 60 e é considerado nativo, pois tem pouca influência internacional.

Já no Brasil, sabe-se que na década de 30, já legislava sobre floresta e fauna, mas o direito ambiental evidenciou-se na década de 80, a partir de lei 6.938, de 1981, inspirada

exatamente na lei da política ambiental americana. Um outro aspecto em comum, está na separação das agendas no direito ambiental, onde na agenda verde trata-se do direito ambiental da natureza, e na agenda marrom, o direito do controle da poluição, que nos dois países é produto de acidentes ambientais extremamente sérios, (BENJAMIM, 2001).

Numa análise constitucional, o Brasil possui um capítulo inteiro sobre direito ambiental, complexo e rico, criando o que denomina-se direito ao meio ambiente equilibrado, enquanto que nos Estado Unidos não há proteção constitucional ao meio ambiente. O que se vê na Constituição americana é um vasto tratamento da propriedade privada. Na década de 70 tentaram fazer alterações na lei magna americana, para que houvesse um tratamento adequado de proteção ao meio ambiente.

Mesmo tendo diferenças na Constituição, enfatiza-se que na legislação em geral, são parecidos, pois em ambos os países há leis gerais e específicas.

Quanto à organização institucional, nos Estado Unidos tem-se a União, os Estado e também os Municípios com responsabilidades no campo ambiental, onde existem órgãos compatíveis que dividem responsabilidades, como exemplo tem-se a EPA – Agência Ambiental Americana, que cuida exclusivamente do controle da poluição, sendo que a parte de proteção à natureza, no plano federal americano, está fragmentada entre vários Ministérios. Já no Brasil, toda a área ambiental, no nível federal, está sob a responsabilidade de um único órgão, o IBAMA, (BENJAMIM, 2001).

A extensa lista de regulamentos norteadores, onde muitos consideram que é um excesso de burocracia exigir tantos documentos para essa atividade, porque existem uma miríade de leis e normas, mas poucos resultados na prática. As inúmeras normativas tratadas no Brasil sobre o tema, abrangem desde Leis, Decretos Federais, Decretos Estaduais, Resoluções de diferentes instituições, Instruções Normativas, Portarias e Normas Técnicas impondo uma burocracia não muito eficaz.

Há necessidade de se tomar cuidado com os excessos e exageros de normativas, pois a proteção do meio ambiente pode estar mais garantida quando a responsabilidade pela periculosidade que essa atividade traz, estiver claramente compartilhada entre os atores envolvidos no processo, ultrapassando preenchimentos de formulários e documentos de forma automática e rotineira.

Vale ressaltar que acidente ambiental, no contexto desse trabalho, é o evento não planejado e indesejado que pode causar, direta ou indiretamente, danos ao meio ambiente e à saúde pública, e prejuízos sociais e econômicos.

As atividades desenvolvidas pelas empresas, ou melhor, alguns tipos de atividades que são licenciadas pelos Órgãos de Meio Ambiente necessitam fazer um estudo complementar de análise de risco, pois são consideradas geradoras de riscos, e como tal, são responsáveis pelo controle dos mesmos. Neste sentido, há de se observar o crescimento e o desenvolvimento do país e especificamente de um estado, verificando e quantificando os tipos de atividades econômicas implantadas para poder prever e preparar-se para possíveis acidentes.

Portanto, é importante que inicialmente, seja evidenciado o papel da logística em empreendimentos e atividades poluidoras ou potencialmente poluidoras empregados no sistema que envolve o setor econômico do Brasil e especificamente no estado do Tocantins, que fazem parte do conjunto de metas para o desenvolvimento e consequente crescimento econômico, o qual se torna comprometido devido às falhas encontradas

Foi verificada na literatura, Borges et al. (2009), Cerqueira (2016) e estudos feitos pela ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres – ENC/UnB – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília, onde faz um relato sobre os Entraves Burocráticos, Exigências Legais e Tributárias do Transporte Multimodal (2011), várias dificuldades enfrentadas no setor econômico tanto no Brasil como no Tocantins no que tange à logística e infraestrutura associada para escoamento dos produtos bem como dos insumos utilizados no desenvolvimento dessas atividades.

Borges et al. (2014), destacou em sua pesquisa a evolução da infraestrutura rodoviária e sua consequente expansão no Estado do Tocantins. Segundo Chao (2001), o transporte representa o elemento mais importante do custo logístico na maior parte das empresas. Analisando o gráfico em forma de pizza, conforme é demonstrado na Figura 1, onde apresenta a divisão dos modos de transporte de cargas no Brasil, verificou-se que o modal rodoviário é o que apresenta maior expressividade, concentrando 65% do transporte regional de cargas.

O Estado do Tocantins localiza-se num ponto central do país, onde funciona como meio de conexão que liga os outros estados aos portos ou terminais. Daí a necessidade de se pensar numa infraestrutura multimodal e integrada. Nesse sentido, conforme é abordado por Thorstensen et al. (2016), quando se trata de transporte multimodal de longa distância no Brasil, existem muitos gargalos, dentre eles cita-se, a baixa qualidade geral da infraestrutura, forte foco no transporte por caminhão e questões como sistemas de tributação altos que desencorajam a travessia entre fronteiras estaduais.

A produção agrícola brasileira cresceu muito mais rápido do que o desenvolvimento e os investimentos em infraestrutura, o que leva a crer que para apoiar a economia brasileira

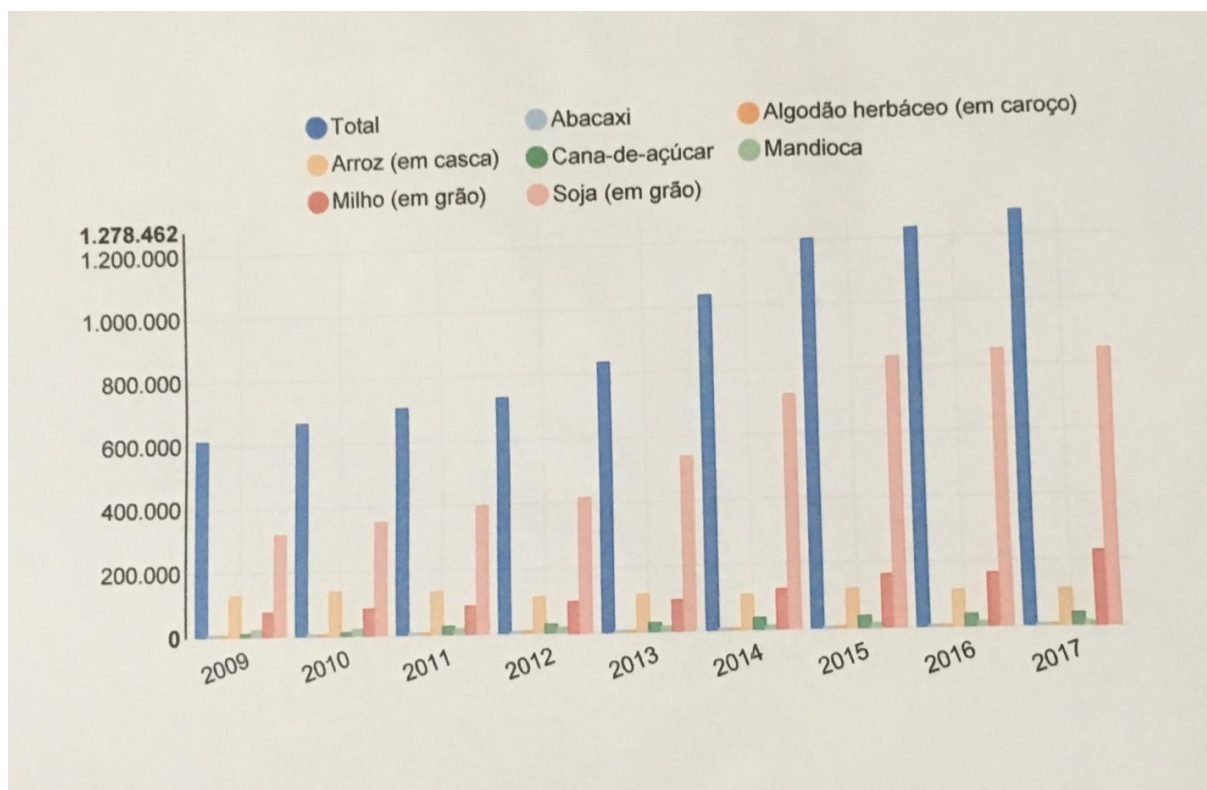
com melhores saídas para a produção, o setor de logística no Brasil ser fortalecido, corroborando também com as discussões de Ribeiro e Ferreira (2002).

Importante destacar que Almeida (2004) aborda as características geográficas do Tocantins que ocupa posição estratégica para que os estados circunvizinhos possam alcançar mercados consumidores internos e externos, e enfatiza a representação do Tocantins como um elo de ligação entre áreas produtoras e consumidoras.

No Tocantins, a situação também é desafiadora, e tomando como exemplo o agronegócio, que é a principal atividade econômica do Estado, vale dizer que o modal de transporte de cargas mais utilizado também é o rodoviário, e que os projetos de infraestrutura com mais investimentos foram a construção de rodovias, evidenciando-se a BR-153, e a construção de uma importante ferrovia, a Norte-Sul, conforme relata Cerqueira (2016). Só que hoje, essas obras precisam de manutenção e melhorias constantes devido ao forte tráfego de vários tipos de cargas que nem sempre estão com sua pesagem de acordo com o permitido.

Dentro do agronegócio, o grande destaque é a agricultura e a pecuária, que estão relacionadas aos processos e operações desde a produção até à comercialização dos mesmos. Em relação à agricultura, o grande destaque é a soja, mas também se evidencia a cultura do arroz, mandioca, cana-de-açúcar, milho e fruticultura, conforme pode-se constatar no gráfico extraído da plataforma SIDRA do IBGE, conforme foi demonstrado na figura 3.

Em relação à pecuária bovina, o gado de corte é um dos grandes elementos econômicos do Tocantins. É claro que a economia tocantinense também possui a participação dos setores de indústria e comércio, só que com modesta colaboração, onde as principais indústrias são a de produtos minerais, de borracha e plástico, agroindústria e alimentícia. Um outro destaque na economia do Tocantins se refere à mineração, visto que o estado possui grandes quantidades de ouro e calcário.

Figura 3– Culturas Praticadas no Estado do Tocantins.

Fonte: Plataforma SIDRA do IBGE.

As atividades econômicas e empreendimentos que são desenvolvidos no estado do Tocantins, além do aspecto positivo, trazem também problemas que necessitam de gerenciamento, e dentre eles destacam-se os riscos que podem trazer ao meio ambiente, onde na maioria das vezes com prejuízos incalculáveis aos recursos naturais, principalmente aos recursos hídricos.

Isto posto, dentre as atividades econômicas desenvolvidas no Tocantins, foram escolhidas as seguintes: agricultura, projeto de fruticultura – irrigada, silvicultura, silvicultura (*Eucalyptus sp.*), criação de bovino e pecuária extensiva, frigoríficos e abatedouros, curtimento e outras preparações de couros e peles, posto de combustível, comercialização varejista liquefeito de petróleo, comércio e atacado de derivados de petróleo e álcool, estoque e distribuição de combustível e derivados, lavagem de veículos em geral, coleta e/ou transporte de cargas perigosas, coleta de resíduos sanitários e industriais, mineração e extração de cascalho, captação de água.

Essas atividades foram estabelecidas para a pesquisa tendo em vista que em alguma fase do processo de execução expõe os recursos naturais, especificamente a água, aos riscos inerentes à atividade, ou há algum tipo de produto químico perigoso, rejeitos químicos, ou

substância impactante ao meio ambiente que necessita ser melhor monitorada. Essas substâncias podem ser matéria prima, produtos, insumos ou rejeitos, que estão em constante movimento no Estado, e que se utilizam de uma logística precária para o transporte. Como ilustração, pode-se verificar que no caso da agricultura, os produtos perigosos envolvidos são os insumos, destacando uma infinidade de agrotóxicos, defensivos, pesticidas e fungicidas.

Tabela 2- Tipologia das atividades desenvolvidas no Estado do Tocantins e respectivos insumos envolvidos.

Tipologia	Insumos
Agricultura	Agrotóxicos, defensivos, pesticidas e fungicidas
Projeto de fruticultura irrigada	Fertilizantes, agrotóxicos, defensivos, herbicidas
Silvicultura	Fertilizantes, agrotóxicos, herbicidas
Silvicultura (<i>Eucalyptus sp.</i>)	Fertilizantes, agrotóxicos, herbicidas
Criação de bovino e pecuária extensiva	Sais minerais
Frigoríficos e abatedouros	Rejeitos e resíduos orgânicos
Curtimento e outras preparações de couros e peles	Compostos orgânicos halogenados, solventes orgânicos, surfactantes, sulfeto de sódio, sais de cromo, biocidas
Posto de combustível	Gasolina, diesel, álcool, biodiesel
Comercialização varejista liquefeito de petróleo	Gasolina, diesel, álcool, biodiesel
Comércio e atacado de derivados de petróleo e álcool	Gasolina, diesel, álcool, biodiesel
Estoque e distribuição de combustível e derivados	Gasolina, diesel, álcool, biodiesel
Lavagem de veículos em geral	Resíduos e rejeitos
Coleta e/ou transporte de cargas perigosas	Produtos perigoso relacionados no resolução ANTT nº 5232/2016
Coleta de resíduos sanitários e industriais	Substâncias infectantes
Mineração e extração de cascalho	explosivos
Captação de água	Condição de suspeição

Em seguida apresentou-se o quantitativo dessas atividades desenvolvidas no Estado do Tocantins identificadas na coluna tipologia, onde verificou-se a variabilidade desta com o passar dos anos, conforme está demonstrado na Tabela 3.

Tabela 3 - Tipologia das atividades desenvolvidas no Estado do Tocantins.

Tipologia	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Agricultura	351	98	448	655	1752	472	316	618	504
Projeto de fruticultura irrigada	09		04	01	01	07	05	08	11
Silvicultura	571	202	192	165	62	118	51	122	81
Silvicultura (<i>Eucalyptus sp.</i>)	217	03	12	09	05	09	01	10	10
Criação de bovino e pecuária extensiva	602	267	388	316	233	360	589	841	941
Frigoríficos e abatedouros	86	23	18	12	28	16	16	41	27
Curtimento e outras preparações de couros e peles	12	03	02		07	05	01	02	04
Posto de combustível	289	117	142	116	179	156	120	520	128
Comercialização varejista liquefeito de petróleo	08	13	43	30	63	41	45	23	09
Comércio e atacado de derivados de petróleo e álcool	48	10	13	42	44	14	09	08	04
Estoque e distribuição de combustível e derivados		02	01	04	12	33	08		01
Lavagem de veículos em geral	83	77	78	69	114	114	75	106	103
Coleta e/ou transporte de cargas perigosas	167	132	92	47	52	82	108	146	144
Coleta de resíduos sanitários e industriais			06		07	04	04	02	03

Mineração e extração de cascalho	28	13	16	43	63	37	39	58	61
Captação de água	25	10		12	28	49	38	71	68

Fonte: dados trabalhados pelo autor.

É importante esclarecer que o intuito desta pesquisa não é avaliar os impactos ambientais inerentes às atividades potencialmente poluidoras, para isto tem-se os estudos de impactos ambientais dentro do processo de licenciamento ambiental, mas analisar os riscos que trazem ao meio ambiente. Quanto aos projetos de fruticultura irrigada há necessidade de fertilizantes, defensivos, herbicidas e outros produtos essenciais à prática da fruticultura. Na silvicultura, e notadamente em plantios de eucalipto são também utilizados agrotóxicos.

Nas atividades de criação de bovino e pecuária extensiva, frigoríficos e abatedouros, curtimento e outras preparações de couros e peles, verificou-se que são interdependentes, neste sentido se há um aumento do rebanho bovino, mais os frigoríficos estarão abatendo e consequentemente desenvolvendo suas atividades que geram grande volume de rejeitos e resíduos, e que também por sua vez, o curtimento de couros e peles desses animais é intensificado, onde passam por processos que utilizam tipos diversos de produtos químicos, dentre eles pode-se citar, compostos orgânicos halogenados, solventes orgânicos, surfactantes, sulfeto de sódio, sais de cromo, biocidas entre outros, isto gera grande quantidade de rejeitos.

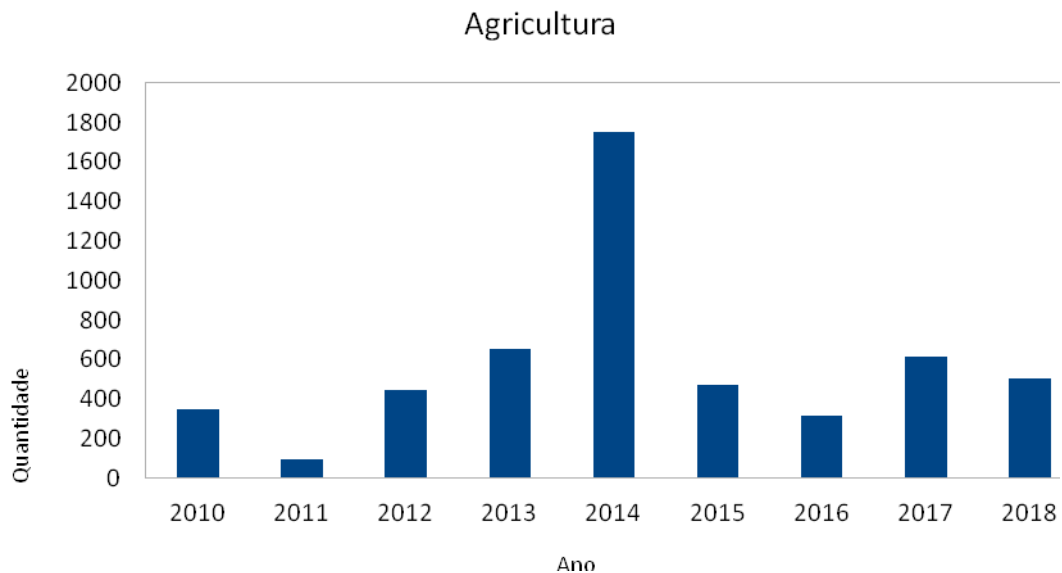
Outras atividades afins, tais como postos de combustíveis, comercialização varejista liquefeito de petróleo, comércio e atacado de derivados de petróleo e álcool, estoque e distribuição de combustível e derivados, lidam que produtos químicos perigosos em grandes volumes, que dentre eles pode-se citar gasolina, álcool, biodiesel, diesel e gás de cozinha.

E quanto a lavagem de veículos em geral, há produção de resíduos e rejeitos que necessitam de tratamento. Outra atividade bastante impactante e que utiliza técnica de mineração com utilização de explosivos é a extração de cascalho.

Ainda, quanto às atividades desenvolvidas no Tocantins, destacou-se também a coleta de resíduos sanitários e industriais, que além de ser de utilidade pública também transporta carga potencialmente poluidora. E em relação à captação de água, esta deve-se partir do princípio que a água possivelmente poderá estar na condição de suspeição, pois é sujeita a possíveis processos naturais de poluição e contaminação.

E por último, destacou-se a coleta e/ou transporte de cargas perigosas, onde todas estas atividades listadas nesta pesquisa, em um determinado momento da sua operação há transporte de algum insumo considerado poluidor e que é transportado pelo Estado.

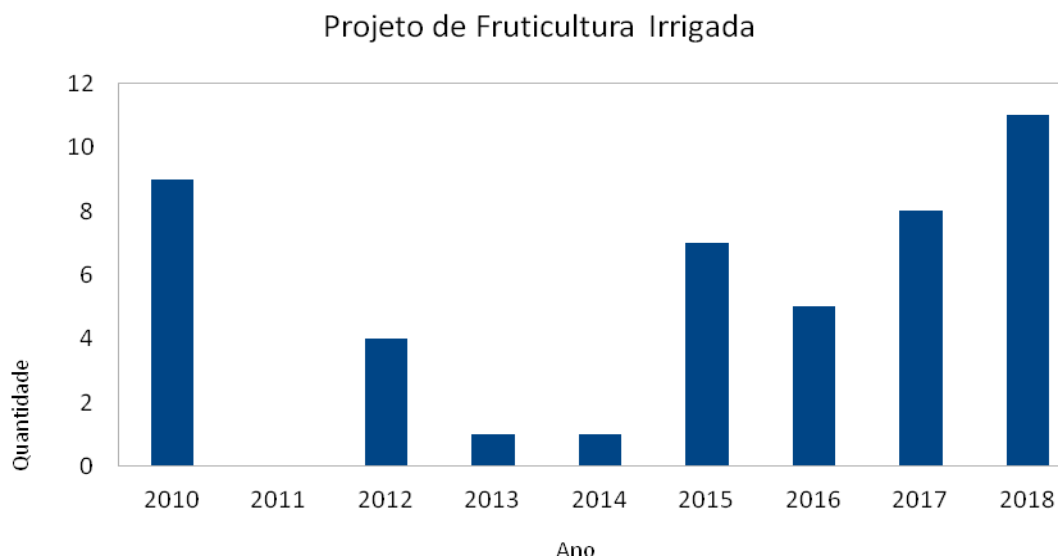
Figura 4 – Quantitativo da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

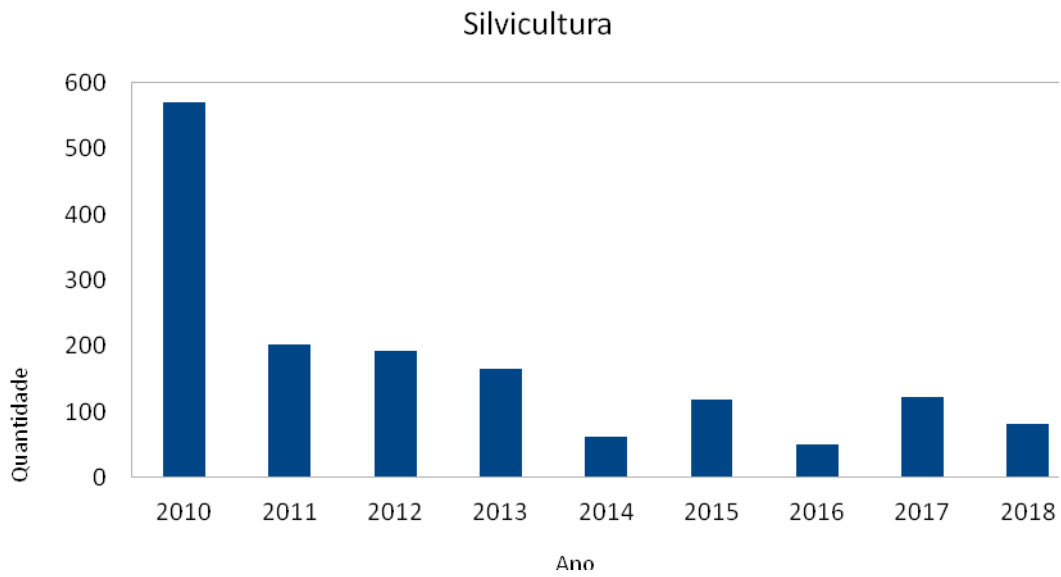
Figura 5 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

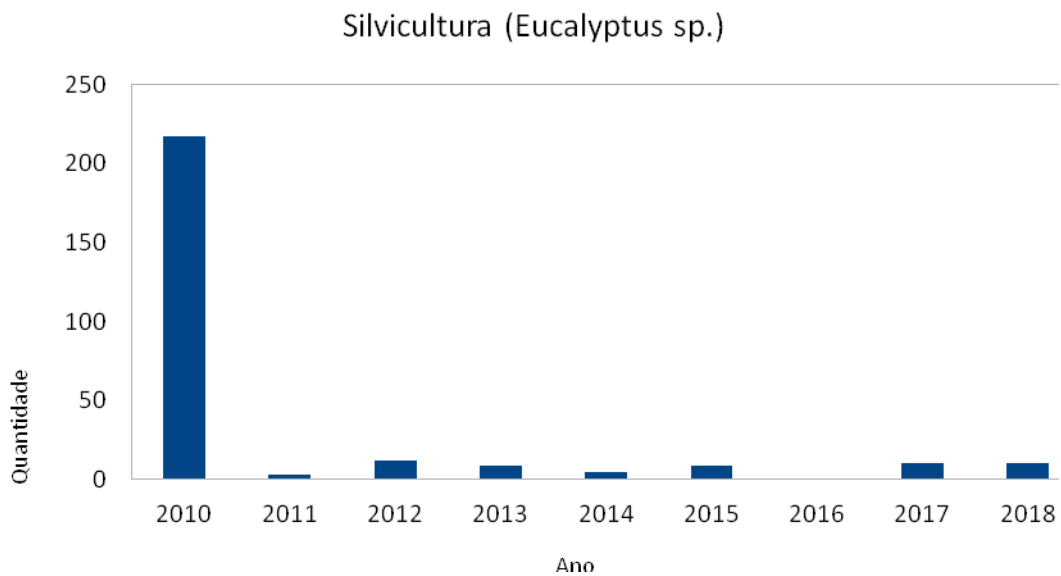
Figura 6 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

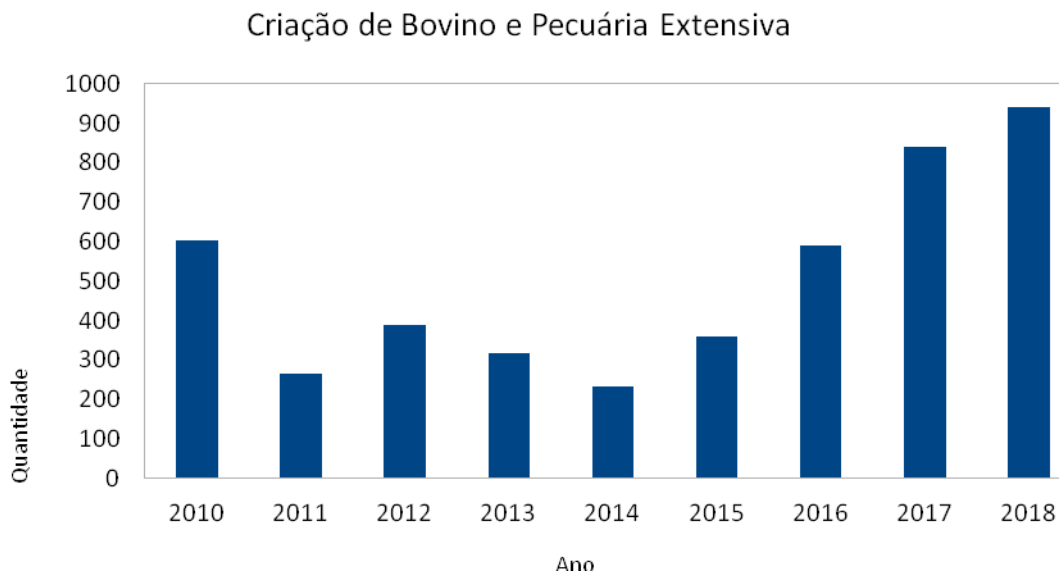
Figura 7 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

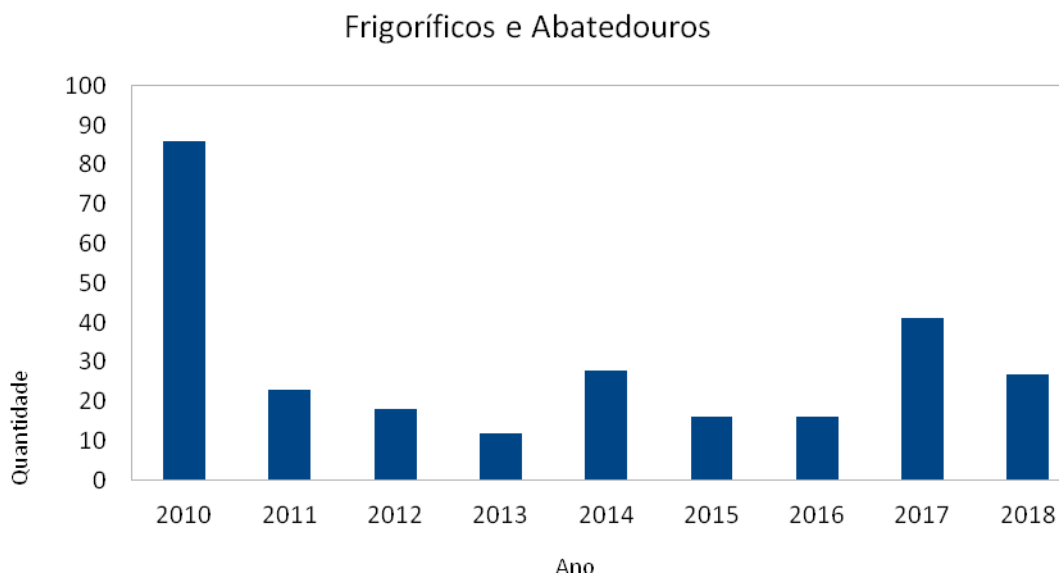
Figura 8 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

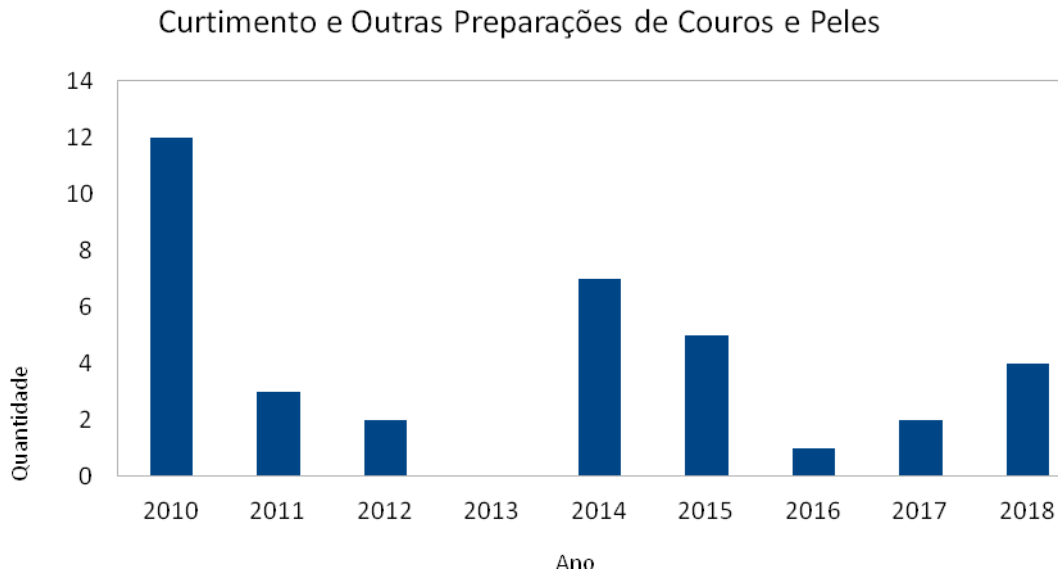
Figura 9 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

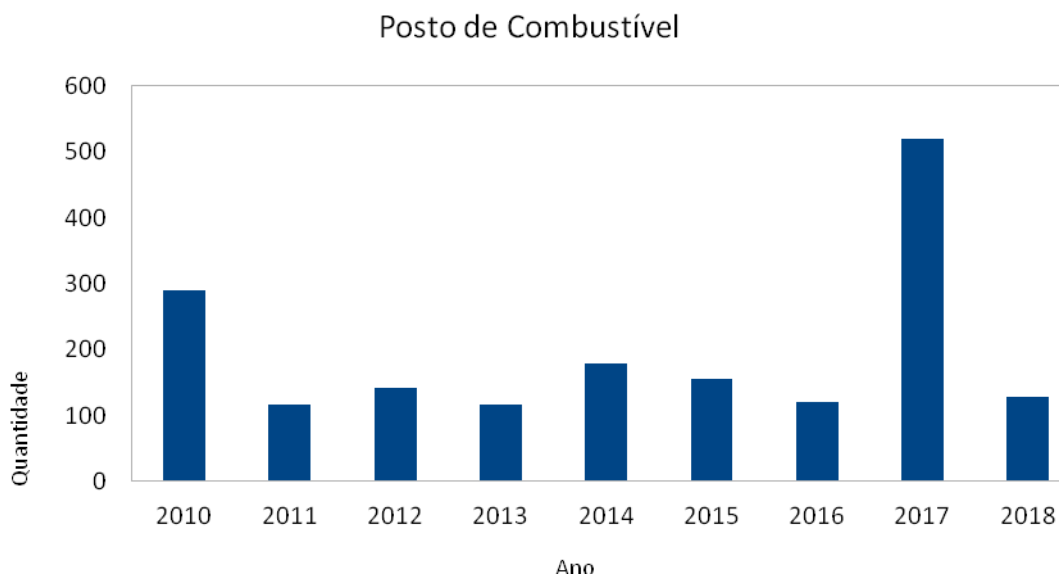
Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Figura 10 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



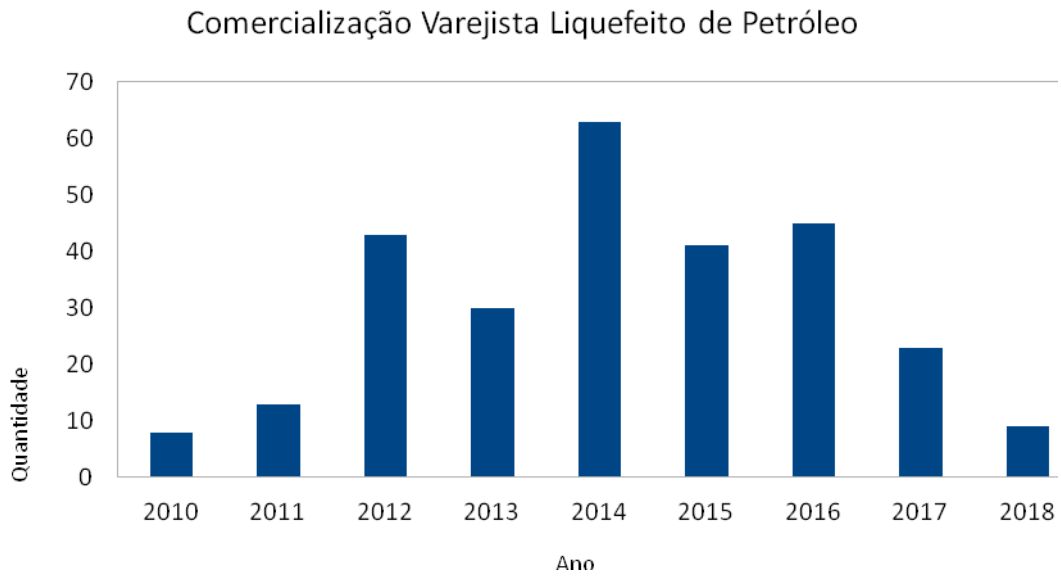
Fonte: MMA/NATURATINS
Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Figura 11 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS
Nota: Dados trabalhados pelo autor.

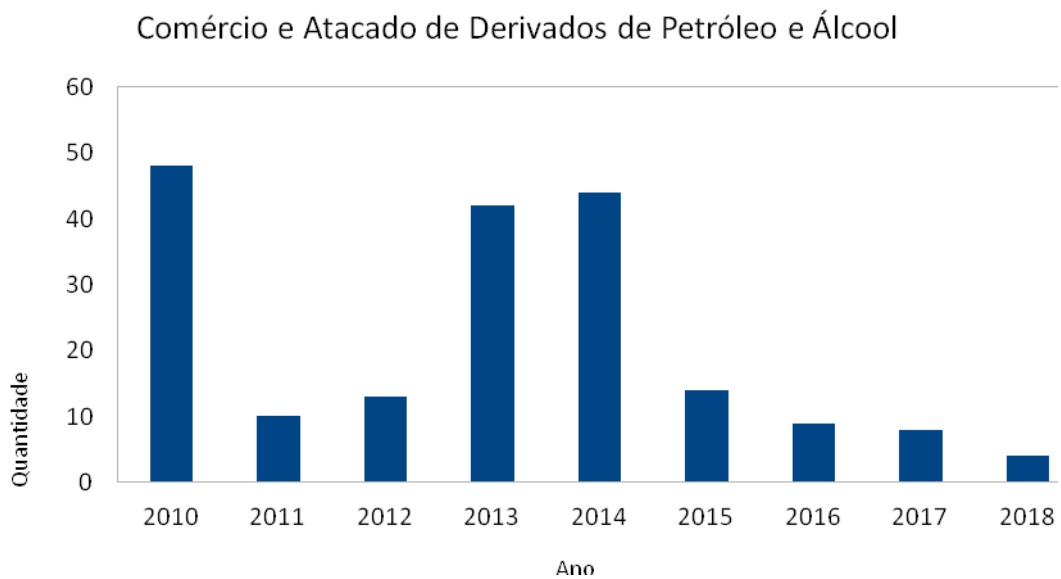
Figura 12 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

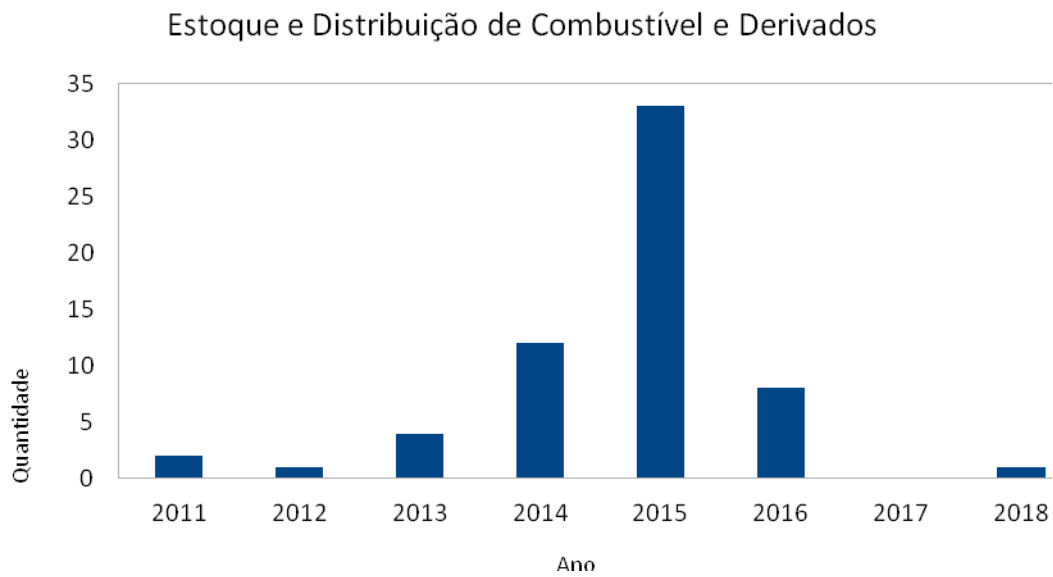
Figura 13 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

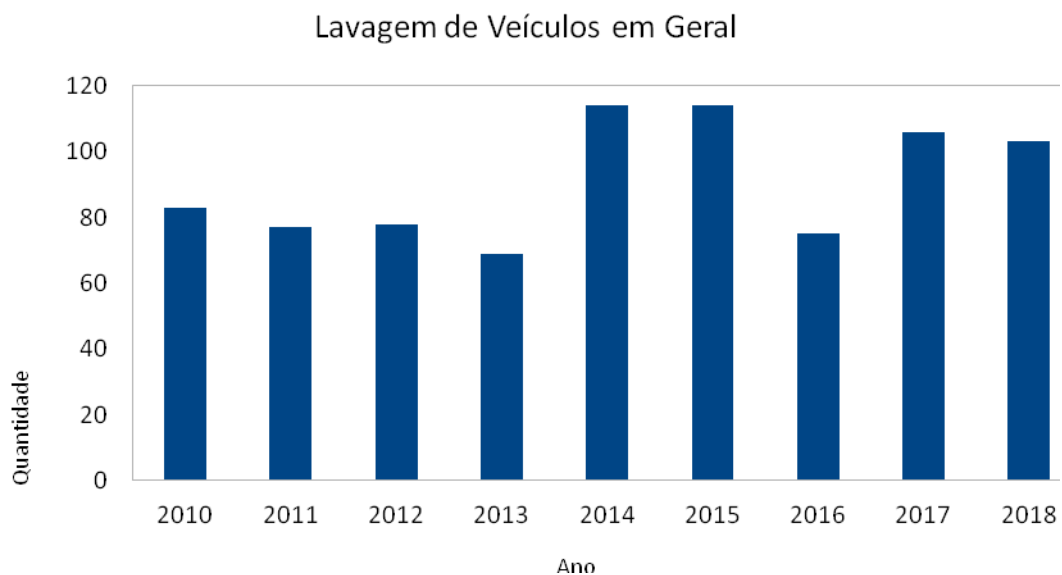
Figura 14 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

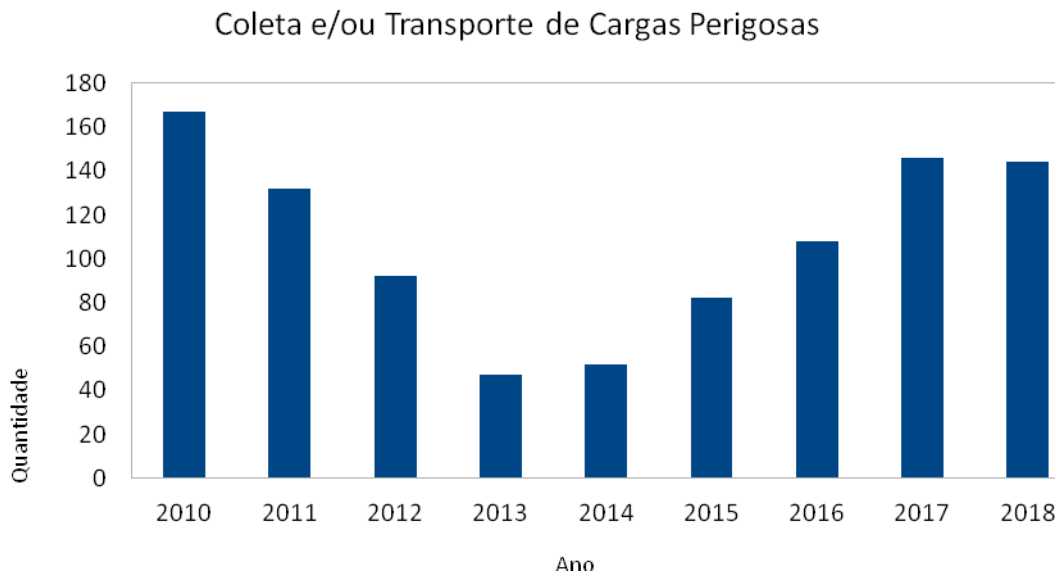
Figura 15 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

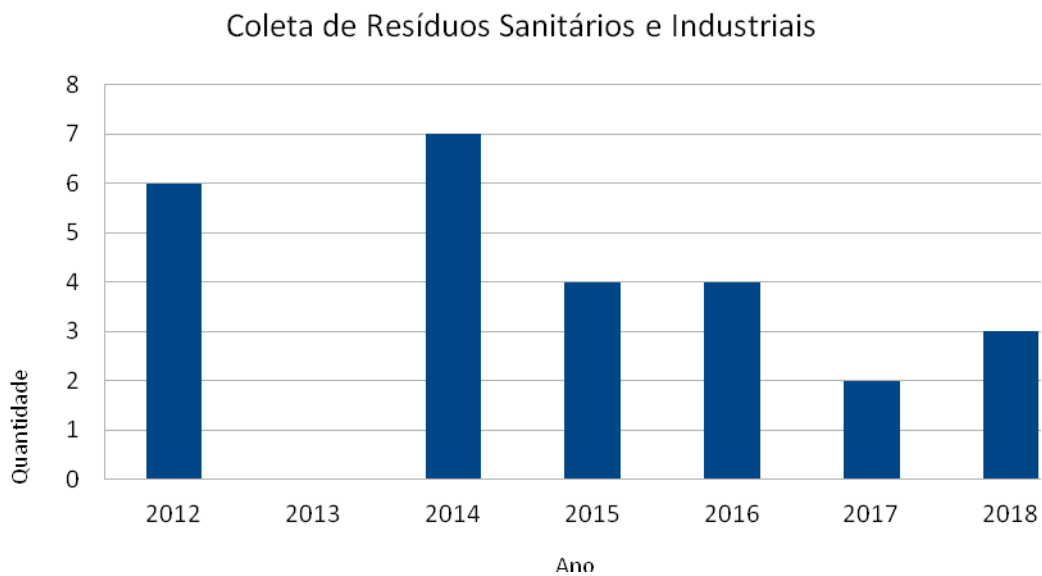
Figura 16 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

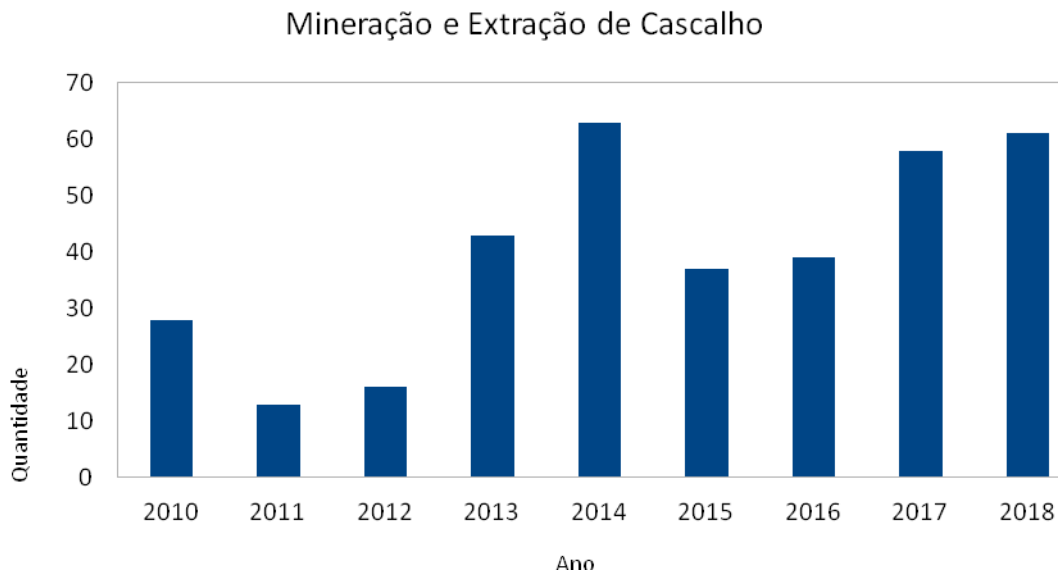
Figura 17 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

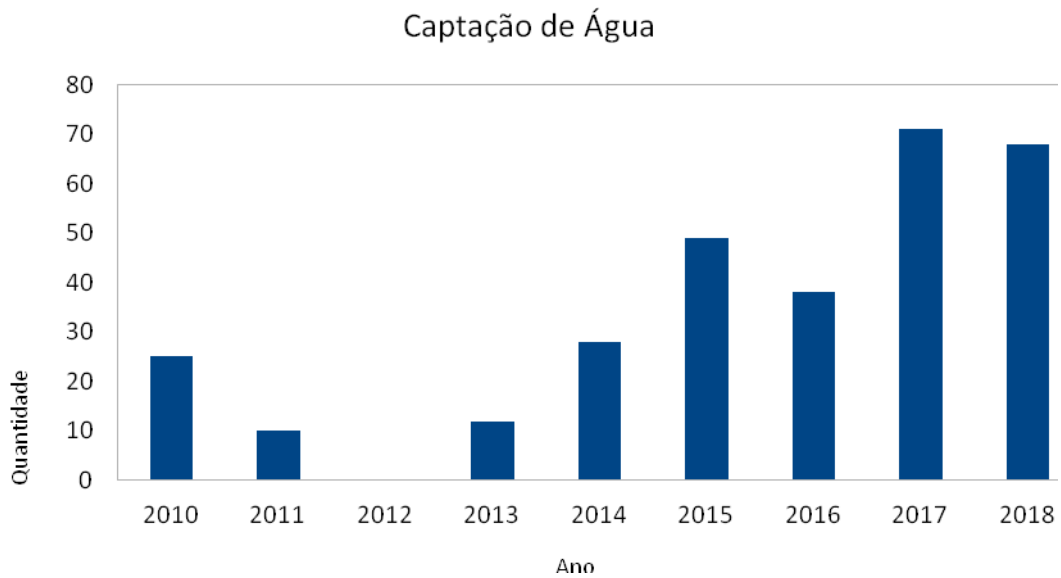
Figura 18 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Figura 19 – Quantidade da atividade desenvolvidas no Estado do Tocantins, em análise temporal de 09 anos, no período de 2010 a 2018.



Fonte: MMA/NATURATINS

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Examinando os gráficos obtidos a partir dos dados da tabela 3, conforme estão demonstrados nas figuras de 4 a 19, considerando-se a análise temporal de 9 anos, no período de 2010 a 2018, verificou-se que o quantitativo dos empreendimentos e das atividades potencialmente poluidoras desenvolvidas no Tocantins oscilaram bastante com o passar dos anos, neste sentido estas foram analisadas individualmente.

Primeiramente, em relação à agricultura observou-se que houve uma queda entre os anos de 2010 e 2011, mas que em seguida houve um crescimento bastante íngreme até o ano de 2014, em seguida nos anos de 2015 e 2016 há registro de quedas, subindo de forma gradual nos anos de 2017 e 2018.

Nos projetos de fruticultura irrigada, observou-se um declínio na curva a partir do ano de 2010 a 2013, sendo seguida de forte crescimento. Interessante observar os gráficos da atividade de silvicultura, pois inicialmente, em 2010, houve uma queda bastante considerável, sendo posteriormente mantida estável.

Quanto à captação de água, verificou-se inicialmente uma queda suave entre os anos de 2010 a 2012, sendo que posteriormente houve uma evolução crescente e considerável até 2018. E observando-se o gráfico da atividade de coleta de resíduos sanitários e industriais, possui como ponto máximo o ano de 2014, apresentando nos anos seguintes uma queda, mas volta a subir em 2018. Já a comercialização varejista liquefeita de petróleo, a partir de 2010 a 2014, o gráfico mostra crescimento gradual, sendo em seguida, no ano de 2015 até 2018 foi registrado queda na atividade.

Na curva do gráfico que representa a atividade de comércio e atacado de derivados de petróleo e álcool, é importante pois inicialmente apresentou entre os anos de 2010 e 2011 uma queda brusca, sendo em seguida, a partir de 2012 apresentou uma subida tênue, mas que em 2013 a curva cresceu de forma íngreme, e só a partir de 2014 caiu com o passar dos anos.

Para a atividade de estoque e distribuição de combustível e derivados, houve uma pequena queda entre os anos de 2010 e 2011, sendo nos anos seguintes até 2015 em constante crescimento, onde posteriormente houve uma queda gradativa. O comportamento da curva para a atividade de posto de combustível, houve oscilações pequenas entre os anos de 2011 a 2016, com destaque para o ano de 2017, mas uma queda abrupta em 2018.

Na atividade de criação de bovino e pecuária extensiva, verificou-se que de 2010 a 2014, houve uma queda, mas posteriormente ocorreu um crescimento expressivo com o passar dos anos. E em relação a atividade de frigoríficos e abatedouros, notou-se uma certa semelhança com o gráfico da pecuária, mas com crescimento moderado. Já a atividade de

curtimento e outras preparações de couros e peles oscila com o passar dos anos, onde houve queda entre os anos de 2010 a 2012, chegando no seu ponto máximo no ano de 2014, caindo em seguida, mas com uma pequena subida em 2018.

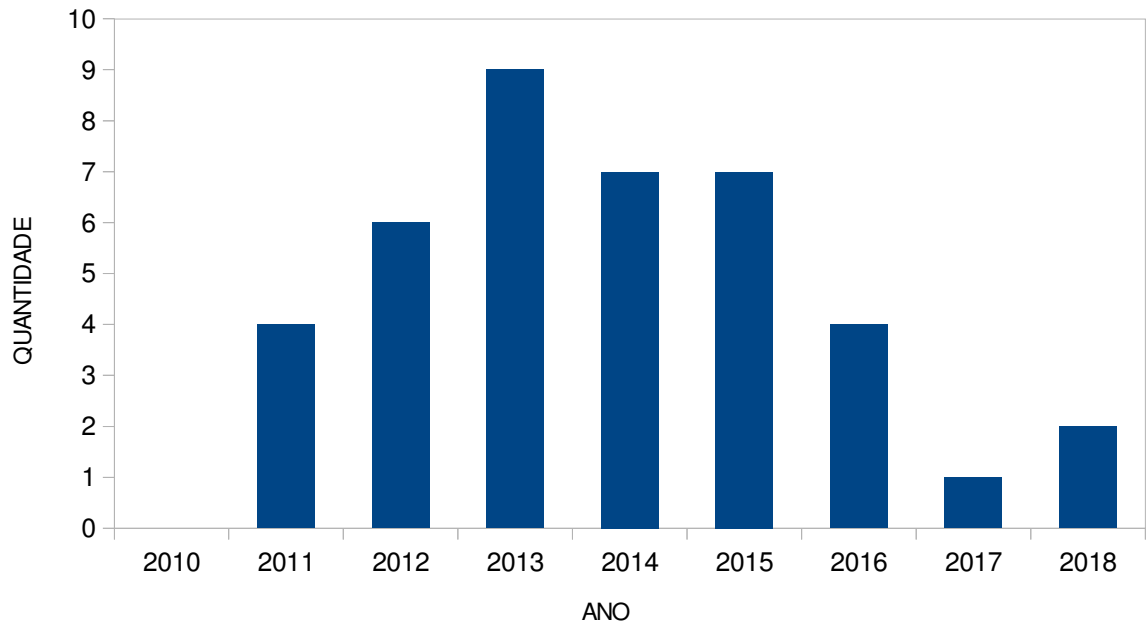
Analisando o gráfico de mineração e extração de cascalho, observou-se que apesar das oscilações com o passar dos anos, o que se viu foi um crescimento da atividade. E finalmente observando-se o gráfico da atividade de coleta e transporte de cargas perigosas, verificou-se que de 2010 a 2013 houve uma queda, mas que posteriormente houve um crescimento gradual e significativo.

Neste sentido, extrai-se dessa análise, que os insumos considerados cargas, produtos ou resíduos perigosos que fazem parte das atividades acima elencadas, em algum momento do processo estarão em movimento pelo estado do Tocantins através do transporte, e neste sentido, como é considerada uma atividade potencialmente poluidora ao meio ambiente, esta deverá ter seus riscos previstos e mitigados.

Analisando o gráfico (Figura 16) “Coleta ou Transportes de Cargas Perigosas” no estado do Tocantins referentes aos anos de 2010 a 2018, verificou-se que em 2010, houve mais transporte de cargas perigosas, e que com o passar dos anos ocorreu um declínio até o ano de 2013, e posteriormente de 2014 até 2018 houve um crescimento gradativo da atividade.

Examinando os dados apresentados na figura 20, verificou-se a evolução dos registros do número de acidentes no Estado do Tocantins no período de 2011 a 2018 com sua respectiva origem, que a maioria ocorrera nas rodovias. É importante destacar que no ano de 2010 não houve nenhum registro de acidente, porém não foi possível constatar se de fato não ocorreram ou se não foram informados formalmente pelos órgãos oficiais. Esta situação, demonstrou de maneira inequívoca a importância do SIEMA, como uma ferramenta fidedigna de registros de acidentes ambientais.

Figura 20 - Número de acidentes registrados pelo IBAMA no Estado do Tocantins, no período de 2010 a 2018.

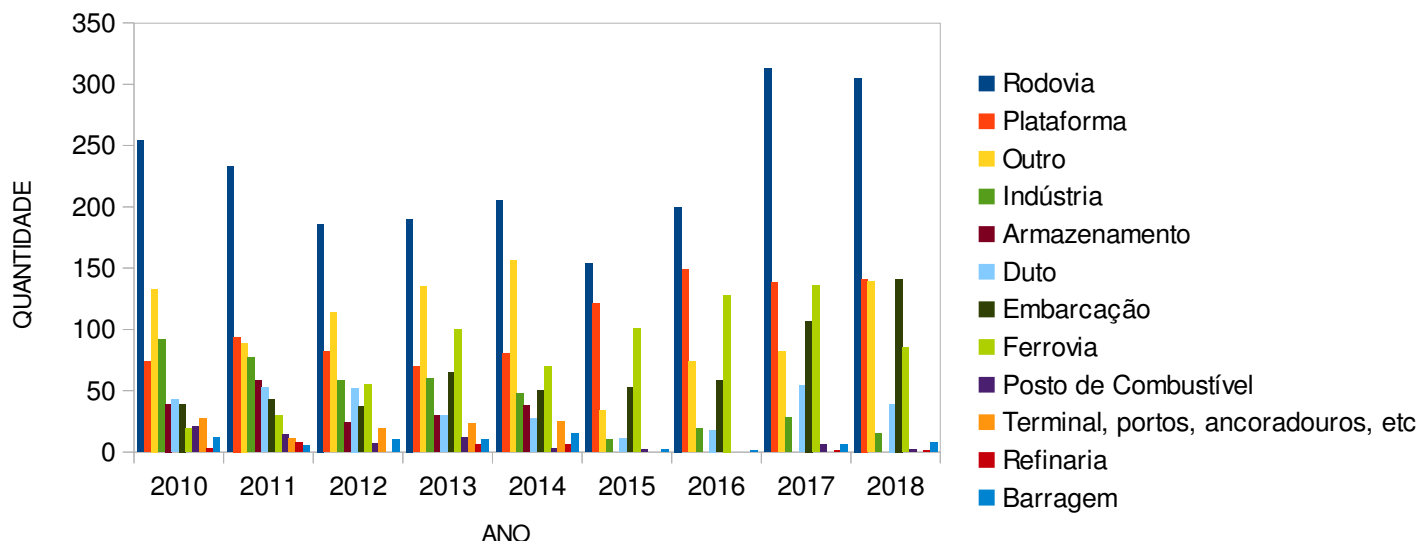


Fonte: Relatórios de Acidentes Ambientais, SIEMA/IBAMA

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Trançando um paralelo entre o gráfico “Coleta ou Transportes de Cargas Perigosas” (Figura 16) no estado do Tocantins e o gráfico apresentado na figura 20, constatou-se que de 2011 a 2013, a coleta e/ou transporte de cargas perigosas teve uma queda gradativa, entretanto o registro dos acidentes neste mesmo período cresceu, sendo em 2013, o ano que prevaleceu maior este contraste. Porém a comparação do período de 2014 a 2018, observou-se um crescimento gradativo até 2017, que também refletiu em praticamente o mesmo para o ano de 2018, a atividade do transporte de cargas perigosas. Entretanto, o contraste inverteu, pois houve uma queda no registro de acidentes.

Figura 21 - Quantitativo de acidentes registrados no Brasil com produtos perigosos, por local de ocorrência referente ao período de 2010 a 2018.



Fonte: Relatórios de Acidentes Ambientais, SIEMA/IBAMA

Nota: Dados trabalhado pelo autor.

Expandindo esta comparação para o território nacional, pautando-se no gráfico da figura 8, que registra os acidentes com produtos químicos perigosos, verificou-se que neste período, o quantitativo de acidentes foi maior no modal rodoviário, inclusive o ano foi 2017, com 313 registros. Este delineamento, foi o mesmo encontrado para o Estado do Tocantins, entretanto, a diminuição dos acidentes segundo dados do SIEMA, podem estar relacionados pela eficiência dos órgãos responsáveis e pelo pequeno parque industrial presente, principalmente de indústrias que utilizam substâncias químicas perigosas no manufaturamento dos seus produtos.

No sentido de traçar um paralelo da evolução deste crescimento com os acidentes ambientais causados pelo transporte de produto perigoso, e considerando que o modal rodoviário é o meio mais utilizado para transportar tanto no Brasil como no Tocantins, analisando o gráfico da figura 8, verificou-se que o local de ocorrência onde houve maior quantidade de acidentes registrados no Brasil foi realmente em rodovias, inclusive um aumento desses acidentes em 2017, observou-se também que houve uma expressiva quantidade registrada no modal ferroviário.

É salutar entender e diagnosticar que para as atividades desenvolvidas por empresas, ou melhor, alguns tipos de atividades que são licenciadas pelos Órgãos de Meio Ambiente necessitam fazer um estudo complementar de análise de risco, pois são consideradas

geradoras de riscos, e como tal são responsáveis pelo controle dos mesmos. E corroborando com o IBAMA, o processo de gestão de riscos envolve etapas de identificação dos riscos, análise, avaliação, monitoramento, comunicação, tratamento dos riscos e a prevenção de acidentes, onde os estudos mais utilizados são a Análise de Risco e o Programa de Gerenciamento de Riscos, pois é através destes documentos que se tem a garantia de que o interessado tenha conhecimento de seus riscos e que os mantenha sob controle.

Neste sentido, como os estudos específicos são considerados instrumentos de gestão do Risco, para cada tipo de atividade há um perfil de risco a ser conhecido, como exemplo pode-se citar a Lei do óleo, Lei n. 9.966/2000, a qual traz o Plano de Contingência, que é definido como sendo o conjunto de procedimentos e ações que visam à integração dos diversos Planos de Emergência.

Ressalta-se também outros documentos utilizados, que é o Plano de Emergência Individual (PEI), Plano de Área, Estudo de Análise de Risco (EAR) que é estabelecido pela Norma Técnica P4.261 da CETESB, Plano de Ação de Emergência (PAE), e o Plano de Ajuda Mútua (PAM) que é bastante utilizado em portos e terminais. E esses 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.

Remediação de áreas contaminadas

No Brasil há pouco para se comemorar em relação ao gerenciamento de áreas contaminadas. Não se tem conhecimento de que algum estado tenha estabelecido políticas relativas à gestão das áreas contaminadas e poucos são os que possuem legislações que abordam o tema. Em relação aos órgãos ambientais, a minoria trata a questão como uma prioridade ou que tenham se estruturado minimamente para fazer frente às demandas surgidas e para cumprir as obrigações fixadas em nível federal pela Resolução CONAMA nº 420, de 2009.

No setor produtivo, poucas têm sido as iniciativas das grandes corporações no sentido de identificar e remediar as áreas contaminadas decorrentes do desenvolvimento de suas atividades ao longo de décadas. Na mesma situação encontram-se as áreas ocupadas pelas empresas estatais e órgãos que desenvolvem atividades com potencial de contaminação dos solos e das águas subterrâneas. Na maioria das vezes, os programas de investigação são iniciados só após terem sido demandados pelos órgãos ambientais (IPT, 2014).

Nos últimos 30 anos, os países ao redor do mundo têm desenvolvido e implementado diretrizes e normas para a investigação, mitigação e remediação de áreas contaminadas, principalmente nos Estados Unidos e na Europa. No Brasil, diante da importância de se promover mecanismos de gestão compartilhada do meio ambiente, especificamente relacionados à contaminação do solo, foi editada a Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009, a qual dispõe sobre os critérios e valores orientadores de qualidade do solo e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas em decorrência de atividades antrópicas.

A Resolução CONAMA nº 420, instituiu no âmbito federal o gerenciamento de áreas contaminadas, impondo aos estados o cadastramento e divulgação pública de áreas contaminadas. Neste contexto, pode-se dizer que o gerenciamento de uma área contaminada deve conter duas grandes fases de entendimento do problema. A primeira fase é a da identificação da contaminação, composta da avaliação preliminar e investigação confirmatória. A segunda fase é a reabilitação da área que é composta pela investigação detalhada, avaliação de risco, plano de intervenção e monitoramento.

O processo de gerenciamento de áreas contaminadas deve ser finalizado com a reabilitação da área para o uso pretendido e declarado ao órgão ambiental, durante o processo. A metodologia estipulada no Manual da Cetesb, no Decreto Estadual nº 59.263 de 2013 e na Resolução CONAMA nº 420 de 2009 é baseada em etapas sequenciais.

Na fase de identificação da contaminação são indicadas as áreas suspeitas de contaminação (AS) com base em estudo da avaliação preliminar, que deverá ser seguida da realização do estudo de investigação confirmatória, se observados indícios da presença de contaminação ou condições que possam representar perigo.

O desenvolvimento da Investigação Confirmatória possibilitará classificar a área de interesse como contaminada sob investigação (AI), quando comprovadamente constatada a presença de concentrações no solo e ou nas águas subterrâneas das substâncias químicas de interesse acima dos valores de investigação (VI).

Caso a contaminação não seja constatada a área será classificada como Área com Potencial de Contaminação (AP). Se ao final da investigação confirmatória a área seja classificada como AI, a fase de reabilitação da área deve ser iniciada. Esta etapa é estabelecida pelo estudo de investigação circunstanciada, no qual dados detalhados sobre o uso da área e adjacências, processo produtivo, meio físico e contaminação, são obtidos com objetivo de estabelecer o entendimento da distribuição e mapeamento espacial da contaminação, bem como sua dinâmica no meio físico,(CONAMA 420/2009).

Que deverá subsidiar o estudo de avaliação de risco à saúde humana que tem como objetivo a identificação e a quantificação dos riscos à saúde de potenciais receptores quando estes estão expostos à contaminação previamente investigada a partir de cenários de exposição padronizados. Ao fim dessa etapa, quando for constatada a existência de risco à saúde humana acima do aceitável imposto pela legislação vigente, a área será classificada como Área Contaminada sob Intervenção (ACI), caso o risco não seja constatado a área será classificada como Área em Processo de Monitoramento para Reabilitação (AMR), (CONAMA 420/2009).

Ainda na fase de reabilitação da área, após a avaliação de risco, deve ser desenvolvido o plano de intervenção. Nele serão definidas as medidas de intervenções a serem aplicadas na área de interesse com objetivo de controlar a exposição de um receptor a uma contaminação e ou minimizar o risco à níveis aceitáveis. Estas medidas podem ser de contenção e controle do tipo institucional (MI) ou de engenharia (ME) ou de redução de massa de contaminante do tipo remediação (MR). Também devem ser consideradas as medidas de monitoramento (MM) para que se avalie o desempenho das medidas de intervenção, considerando o uso atual e futuro da área. Ao fim do processo, quando o risco for considerado tolerável, a área deverá ser classificada como Área Reabilitada para uso declarado (AR), (IPT, 2014).

Os métodos de remediação que têm sido mais empregados com sucesso ao longo dos anos, seja “in situ”, “on site” ou “ex situ” e que são aceitos em todo o mundo pelas agências reguladoras e cortes de justiça, inclui a remoção e redistribuição de solos, o bombeamento e tratamento de águas subterrâneas, a injeção de ar na zona saturada (*air sparging*), a extração de vapores, a biorremediação, as barreiras reativas e a atenuação natural monitorada.

Durante os últimos anos, misturas complexas de contaminantes têm sido acumuladas no ambiente, incluindo metais e compostos químicos sintéticos e derivados de petróleo. Técnicas convencionais como a escavação dos solos contaminados, seguida de tratamento ou disposição em aterros, têm sido utilizadas para efetuar a remediação de locais contaminados, apesar de apresentarem, muitas vezes, elevados custos, bem como possibilitarem impactos adicionais ao ambiente.

Por outro lado, essas técnicas são efetivamente eficientes, requerem prazos curtos de operação e propiciam um descomissionamento mais rápido da área. Além das técnicas de remoção e redistribuição de solos, outras técnicas têm sido aprimoradas, testadas e avaliadas em relação a sua eficiência/eficácia e custo, incluindo a contenção, biorremediação, dessorção térmica, oxidação química, extração de vapores, bombeamento e tratamento de águas subterrâneas.

Atualmente, dados os altos custos envolvidos na remediação de áreas contaminadas, a atenuação natural com monitoramento tem sido adotada como uma possibilidade de intervenção, em locais contaminados por substâncias orgânicas biodegradáveis, nas condições naturais do meio.

Esta alternativa é baseada na capacidade de atenuação natural de contaminantes, no solo e nas águas subterrâneas, que em geral, ocorre durante um longo período de tempo, durante o qual não devem ocorrer riscos para a saúde pública, o ambiente e aos demais bens a proteger. Sua adoção deve ser precedida de um estudo criterioso, que inclua uma previsão da evolução das plumas de contaminação, uma metodologia de avaliação de risco e o monitoramento durante todo o período necessário para que se atinjam as metas de remediação desejáveis.

Ressalta-se que, nos casos de adoção da técnica da atenuação natural, os custos envolvidos na fase de estudos costumam ser bastante elevados, face à grande quantidade de informações necessárias para subsidiar a tomada de decisão.

Acidente Ferroviário no Distrito Industrial de Porto Nacional/TO, o estudo de caso.

No dia 08 de julho de 2014, no período noturno, houve um acidente ferroviário tão grave, que ainda hoje são executadas ações de desdobramentos referentes aos impactos causados pelo mesmo. O sinistro aconteceu na FNS – Ferrovia Norte Sul, no Distrito Industrial do município de Porto Nacional/TO próximo ao pátio Intermodal de Porto Nacional.

O IBAMA, através do Núcleo de Prevenção e Atendimento às Emergências Ambientais, participou dos procedimentos de atendimento emergencial, onde cumpriu com as obrigações legais de praxe, emitindo Relatórios e Notificações, descrevendo que um dos vagões tanque carregado de gasolina pura descarrilhou e rompeu a válvula de descarte resultando no vazamento do equivalente a 80.000 litros do combustível no local.

Vale ressaltar que também estiveram presentes no atendimento outros Órgãos, quais sejam, NATURATINS, Defesa Civil e a Petrobrás, que fez o recolhimento do remanescente do produto que estava dentro do vagão tanque, em torno de 16.000 litros. Felizmente não houve vítimas humanas, restando agora investigar os impactos causados ao meio ambiente, o que se verificou de imediato, foi que o solo estava bastante encharcado, comprometendo sua qualidade, o que possivelmente poderia comprometer também a água subterrânea, nesse sentido os trabalhos de remoção do solo se iniciaram rapidamente.

Segundo o IBGE o município de Porto Nacional está inserido em uma área de 4.449,918 km² sendo sua população, conforme o último censo realizado em 2016, estimada em 52.510 habitantes. O acesso onde ocorreu o acidente ferroviário é feito pela Rodovia TO-080 partindo de Palmas/TO sentido Paraíso do Tocantins/TO, e após percorridos em torno de 27 km, vira-se à esquerda.

O acidente ocorreu dentro da APA Lago de Palmas, sendo, portanto, um agravante. Esta unidade de conservação é uma Área de Proteção Ambiental de uso sustentável, criada pela lei estadual nº 1.098 em outubro de 1999, com cerca de 50.000 hectares. Abrange o município de Porto Nacional (Figura 22), embora esteja localizada nas proximidades da cidade de Palmas, logo após a ponte Fernando Henrique Cardoso que liga Palmas à cidade de Paraíso do Tocantins, a APA atinge apenas a área rural, sendo excluídas a zona urbana da cidade de Palmas e mineradoras de areia de grande porte, por apresentarem graus de alteração antrópica que dificultam a implantação de programas de conservação ambiental.

Entretanto, os benefícios ambientais trazidos pela implantação da APA devem atingir não somente a população rural residente no seu território, mas também a população urbana. Isso se deve não somente à proteção de recursos naturais que afetem a vida urbana, como a qualidade de água do Lago, mas por seus limites abrangerem os arredores do Lago, promovendo o uso racional das áreas passíveis de expansão urbana próximas a ele.

Foi instituída para proteger a fauna, flora, solo e a qualidade das águas, de modo a garantir o equilíbrio entre o aproveitamento sustentável do lago e a conservação dos ecossistemas locais. Esta área, pela singularidade de chegar às margens do lago e de se aproximar significativamente de Palmas, está sujeita a grande pressão de demanda de ocupação, o que tem resultado em loteamentos irregulares ou clandestinos.

A implantação, supervisão, administração e fiscalização da APA Lago de Palmas é de responsabilidade do NATURATINS, com o apoio do Conselho Consultivo da APA, criado pela mesma lei de criação da Unidade de Conservação (SOCIO AMBIENTAL, 2018)

Figura 32 - Área Investigada, Porto Nacional-Tocantins



Fonte: Grupo EPA – Engenharia de Proteção Ambiental Ltda (2016).

Após o acidente uma série de estudos voltados para o Diagnóstico Ambiental da Área foram realizados, que partiu da investigação confirmatória passando por diagnósticos complementar e detalhado, monitoramentos dos recursos hídricos a várias campanhas de monitoramento ambiental da qualidade das águas, com o intuito de acompanhar a evolução do cenário ambiental da área afetada.

Em relação ao estudo de caso, o grande entendimento é no sentido de verificar aonde foi que falhou, saber por que um empreendimento com Licença de Operação e possivelmente com um Plano de Gerenciamento de Riscos ocorreu esse acidente, onde um dos vagões tanque carregado de gasolina pura, descarrilhou e derramou o equivalente a 80.000 l (oitenta mil litros) do combustível, sendo que uma grande quantidade contaminou o solo e a água subterrânea local.

Conforme os relatórios de vistoria do IBAMA, e o relatório de atendimento a acidente ferroviário, 2014, elaborado pela VLI, as técnicas de descontaminação iniciaram-se pela limpeza da área atingida, através da coleta de todo o solo contaminado e posterior aplicação de material absorvente (turfa biodegradável).

O solo contaminado, bem como todo o resíduo produzido foram acondicionados em bags de 1 t (uma tonelada), sendo o total de solo recolhido em torno de 18 t (dezoito toneladas), sendo destinado para uma empresa licenciada, no município de Imperatriz/MA, onde foi incinerado.

De acordo com o Relatório de Investigação Confirmatória, da EPA, 2014, foram realizadas malha de *soil gas survey*, sondagens para amostragem de solo e instalação de poços de monitoramento, em pontos coincidentes com as sondagens, para coleta de amostras de água subterrânea. Sendo estas amostras enviadas para um laboratório em Piracicaba – SP, para análise química dos parâmetros: HPA e BTEX.

A malha de *soil gas survey* consiste em perfurações de pequeno diâmetro e com profundidade máxima de 1 metro em pontos predeterminados e para medição de Compostos Orgânicos Voláteis (COV), onde os resultados dessas medições direcionaram a locação das sondagens de reconhecimento para instalação dos poços de monitoramento, (EPA, 2014).

Inicialmente foram instalados 6 (seis) poços de monitoramento, onde não foi observada a presença de fase livre e/ou indícios visuais de hidrocarbonetos, assim como também a água subterrânea não apresentou odor. Os parâmetros físicos químicos monitorados foram: pH, CE – condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$), OD – oxigênio dissolvido (mg/L), T – temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e ORP – potencial de oxi-redução, onde os resultados estão demonstrados na tabela 2, (EPA, 2014).

Tabela 4 – Parâmetros *in situ* medidos durante a amostragem de água subterrânea.

Poço	Data – Hora da Coleta	pH	T($^{\circ}\text{C}$)	CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ORP (mV)	OD (mg/L)
PM-01	31/07/14 – 20:15	5,70	26,9	0	191,0	4,41
PM-02	31/07/14 – 14:18	5,90	32,2	0	189,1	4,70
PM-03	31/07/14 – 15:42	6,04	30,7	32	197,9	4,39
PM-04	31/07/14 – 17:50	5,77	29,3	65	185,6	2,86
PM-05	31/07/14 – 16:55	5,94	29,5	0	195,6	4,34
PM-06	31/07/14 – 19:15	6,21	28,1	23	189,1	5,38

Fonte: trabalhos de campo da EPA, 2014.

Foram analisados na água subterrânea os parâmetros HPA e BTEX, onde somente o benzeno apresentou concentração acima do valor orientador da CETESB de $5 \mu\text{g}/\text{L}$, nos poços PM – 04, PM – 05 e PM – 06 com concentrações de $11,2 \mu\text{g}/\text{L}$, $187 \mu\text{g}/\text{L}$ e $145 \mu\text{g}/\text{L}$, respectivamente. O valor de $5 \mu\text{g}/\text{L}$ é a concentração máxima aceitável definida pela Portaria

nº 518/2004 do Ministério da Saúde e CETESB, os demais compostos analisados indicaram concentrações abaixo do limite de quantificação e dos valores orientadores das normas consideradas, (EPA, 2014).

Neste sentido recomendou-se a realização de uma nova campanha de monitoramento analítico, que deverá coincidir com a época de maior índice de pluviosidade local. Onde será possível verificar a possibilidade de lixiviação de uma eventual presença de contaminação no solo para a água subterrânea, e também para avaliar o possível deslocamento da pluma de benzeno em direção ao córrego Capivara, (EPA, 2014).

De acordo com o diagnóstico ambiental detalhado e avaliação de risco à saúde humana, apresentado pela EPA, 2015, e após o aumento da pluma de contaminação, foram instalados mais poços de monitoramento, sendo em seguida coletadas as amostras de água subterrânea, onde nos poços identificados abaixo apresentaram concentrações dos compostos orgânicos estudados acima do valor orientador da Resolução CONAMA nº 420/2009.

Em seguida estão discriminadas as concentrações dos compostos oriundos da gasolina sinistrada, com seus respectivos pontos de amostragem, resultados estes provenientes dos trabalhos de campo e relatórios da EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda encaminhados ao IBAMA.

Tabela 5 - resultados analíticos das amostras de água subterrânea que indicaram concentrações de benzeno acima do valor orientador do CONAMA nº 420/2009 de 5 µg/L.

Poço de Monitoramento	Concentração (µg/L) (agosto 2015)	Concentração (µg/L) (janeiro 2016)	Concentração (µg/L) (junho 2016)
PM-01	1150	323	38,7
PM-02		5,12	
PM-03	39,7		
PM-04	5950	3480	3679
PM-05	803	466	146
PM-06	2560	336	609
PM-08		26,2	
PM-09	2730	1140	424
PM-10	946		33,8
PM-15	325	98,6	263
PM-16	1180		131
PM-17	7770	823	967
PM-18	646	260	56,9

PM-19	54,0	5,22	6,9
PM-20	227		293
PM-22	311	540	59
PM-23	436	10,7	18,4
PM-25	193	22	178
PM-31	716	1930	950
PM-36	1470	729	145

Fonte: Relatório de Monitoramento da EPA Engenharia apresentado ao IBAMA.

Tabela 6 - resultados analíticos das amostras de água subterrânea que indicaram concentrações de tolueno acima do valor orientador do CONAMA nº 420/2009 de 700 µg/L.

Poço de Monitoramento	Concentração (µg/L) (agosto 2015)	Concentração (µg/L) (janeiro 2016)	Concentração (µg/L) (junho 2016)
PM-04		1180	1293
PM-06	1510		
PM-09	1400	1170	
PM-10	1550		
PM-16	1050		
PM-17	5960	2060	1204
PM-31		1530	950
PM-36	1160		

Fonte: Relatório de Monitoramento da EPA Engenharia apresentado ao IBAMA.

Em agosto de 2015 os resultados analíticos das amostras de água subterrânea que indicaram concentrações de xilenos totais acima do valor orientador do CONAMA nº 420/2009 de 500 µg/L, foi apenas no ponto PM-17 (864 µg/L). Os demais resultados se situaram abaixo tanto das normas consideradas ou dos LQs.

Quanto aos HPA's, neste mesmo período de amostragem, somente os compostos Fluoreno (PM-06, PM-09, PM-10, PM-17 e PM-31), Fenantreno (PM-01 ao PM-19, PM-21 ao PM-24 e PM-27 ao PM-35), Pireno (PM-06, PM-02, PM-16 ao PM-19 e PM-26), Acenafteno (PM-09, PM-10, PM-17, PM-19) e Naftaleno (PM-04, PM-05, PM-06, PM-09, PM-10, PM-12, PM-15 ao PM-20, PM-22, PM-23, PM-25, PM-27, PM-30, PM-31, PM-35 e PM-36) apresentaram traços, mas sem ultrapassar as normas consideradas. Os demais resultados analíticos apresentaram concentrações abaixo dos LQs.

Em janeiro de 2016 os resultados analíticos das amostras de água subterrânea que indicaram concentrações de xilenos totais acima do valor orientador do CONAMA nº 420/2009 de 500 µg/L, permaneceu no ponto PM-17 (744 µg/L). Os demais resultados se situaram abaixo tanto das normas consideradas ou dos LQs.

Quanto aos HPA's, em janeiro de 2016, somente os compostos Fluoreno (PM-16, PM-17, PM-18, PM-25, PM-31, PM-32 e PM-36), Fenantreno (PM-17, PM-18, PM-22, PM-31 e PM-32), Pireno (PM-02, PM-17, PM-18 e PM-32), Fluoranteno (PM-02 e PM-18), Acenaftileno (PM-32), Antraceno (PM-32), Acenafteno (PM-32) e Naftaleno (PM-04, PM-05, PM-06, PM-09, PM-15, PM-16, PM-17, PM-18, PM-22, PM-25, PM-31 e PM-36) apresentaram traços, mas sem ultrapassar as normas consideradas. Os demais resultados analíticos apresentaram concentrações abaixo dos LQs.

Em junho de 2016, destacou-se que nesta campanha de monitoramento da qualidade da água subterrânea não foram reportadas concentrações de Xilenos Totais acima do valor orientador da CETESB (500 µg/L). Os demais resultados se situaram abaixo tanto das normas consideradas ou dos Lqs.

Quanto aos HPA's, somente os compostos 2-Metilnaftaleno (PM-20), Naftaleno (PM-01, PM-04, PM-05, PM-06, PM-09, PM-10, PM-15, PM-16, PM-17, PM-18, PM-19, PM-21, PM-22, PM-23, PM-24, PM-25, PM-31, PM-36) apresentaram traços, mas sem ultrapassar as normas consideradas. Os demais resultados analíticos apresentaram concentrações abaixo dos Lqs.

Uma vez comprovada a contaminação do corpo hídrico através de laudo de laboratório, onde os parâmetros aferidos foram os compostos BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos) e HPA's (Hidrocarbonetos Poliaromáticos), o IBAMA cumpriu com as obrigações legais de praxe, emitindo Notificações e um Auto de Infração por poluição da água subterrânea para a empresa responsável pelo acidente, bem como está acompanhando o processo de descontaminação da área.

Visto que foi confirmado o cenário de contaminação na água subterrânea com concentrações de benzeno acima do limite estabelecido pelas normas, foram instalados os poços de monitoramento.

Com o objetivo de acompanhar a evolução do cenário ambiental da área, fez-se as campanhas de monitoramento. Posteriormente apresentou-se o projeto conceitual do sistema de atenuação natural engenhada, sendo detalhados os sistemas *Pump & Treat*, o sistema *biosparging* e o sistema de monitoramento remoto. E com o Diagnóstico Ambiental Complementar, verificou-se a necessidade de se expandir a rede de poços de monitoramento,

passando para 51 poços, com instalação de 5 poços de injeção de nutrientes e 3 poços de injeção de ar. E também para ter-se um melhor delineamento da pluma de contaminação.

Como informa Ab'Saber (1994), prever impactos em relação a uma atividade potencialmente poluidora é uma operação multidisciplinar, baseada em três pilares, primeiro, o nível de esclarecimento atingido pela sociedade quanto aos quadros futuros da organização espacial de seu território, depois, o conhecimento do bom uso dos instrumentos legais e terceiro, porque é um excelente teste para avaliar a potencialidade da legislação disponível, assim como a sua aplicabilidade a casos concretos.

Neste sentido, vislumbram-se gargalos que podem perturbar o crescimento econômico do Estado, onde confrontando as leis e normas, que são muitas, que regulamentam a atividade de coleta e transporte de cargas perigosas, com o que de fato é executado, para que funcione a contento, há necessidade de fiscalização. Tanto por parte do empreendedor, como dos Órgãos reguladores.

Pois aquele que transporta a carga é obrigado a cumprir com as regras de segurança exaustivamente, onde a conferência da segurança da carga perigosa deve ser feita por mais de um funcionário, onde se algum detalhe passou despercebido por um funcionário, numa segunda inspeção deverá ser detectado.

Para ilustrar o que foi discutido, isto pode ser tranquilamente comparado com as regras de segurança para arma de fogo, que para se ter a certeza que não há munição no cano da arma, é obrigatório inspecionar de forma tátil e a quatro olhos, isto é, além de tocar com os dedos a parte interna da arma, tem-se que verificar visualmente, sendo em seguida obrigado uma segunda pessoa realizar a inspeção visual.

Em relação aos Órgãos que fiscalizam o cumprimento da legislação, estes necessitam estar atuando e em campo de forma a coibir os erros, assim como assegurar que o empreendedor repare os danos causados ao meio ambiente, caso ocorra um acidente.

Em relação ao estudo de caso, a intenção principal é tentar saber e identificar onde foi a falha, o porquê do acidente, para que este não ocorra novamente.

Então há uma série de fatores que faz com que o objeto não funcione plenamente. Primeiro o excesso de leis, tanto a nível federal, estadual e municipal, que sobrecarregam o empreendedor, onde há necessidade de se tomar cuidado com os excessos e exageros de normativas, pois a proteção do meio ambiente pode estar mais garantida quando a responsabilidade pela periculosidade que essa atividade traz, estiver claramente compartilhada entre os atores envolvidos no processo, ultrapassando preenchimentos de formulários e documentos de forma automática e rotineira.

O Estado e o Governo Federal não estão dando o suporte para a infraestrutura de escoamento, onde por consequência, essa falta de manutenção faz com que as vias de acesso do transporte brasileiro apresenta uma exagerada dependência do modal rodoviário, sendo ainda o grande concentrador do transporte regional de cargas, com 65% do total, de acordo com os dados de 2015 publicados no documento Diretrizes Socioambientais do Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil, elaborado pela empresa de consultoria Via Sustentável.

Um fato recente que aconteceu em maio de 2018, foi a manifestação nacional dos caminhoneiros, onde o caos se instalou no país inteiro devido a manifestação de uma classe trabalhista, os caminhoneiros, que simplesmente paralisaram suas atividades impedindo que todo tipo de mercadorias chegasse ao seu destino final. Ficou evidente então, que o Brasil está muito dependente das rodovias para escoamento dos seus produtos, e tal situação repercutiu tanto para os brasileiros como para o mundo, ficando a lição de que estamos refém de uma logística ineficiente e mal gerenciada.

Um outro problema que é também facilmente identificado é a remediação de áreas contaminadas, que estão muito a desejar, pois poucos são os estados brasileiros que têm políticas relativas à gestão dessas áreas. E os Órgãos ambientais, poucos são aqueles que tratam a questão como uma prioridade frente às obrigações impostas pela Resolução CONAMA nº 420/2009 que dispõe sobre os critérios e valores orientadores de qualidade do solo e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas em decorrência de atividades antrópicas.

Vale ressaltar que o ideal é que esses valores orientadores fossem específicos para cada Estado, pois daí tem-se a real condição do que há naturalmente no solo tocaninense, inclusive isso é exigido na própria resolução em seu Art. 8º, nesse sentido o Estado do Tocantins, criou uma comissão composta por vários Órgãos, dentre eles pode-se citar a Secretaria Estadual de Meio Ambiente, NATURATINS, UNITINS, EMBRAPA, IBAMA, DNPM, UFT, que se reúnem periodicamente para atender o disposto neste artigo, onde já foram feitas coletas e análise de solo em algumas regiões do Estado.

Os altos custos envolvidos na remediação de áreas contaminadas, a atenuação natural com monitoramento tem sido adotada como uma possibilidade de intervenção, em locais contaminados por substâncias orgânicas biodegradáveis, nas condições naturais do meio. Esta alternativa é baseada na capacidade de atenuação natural de contaminantes, no solo e nas águas subterrâneas, a qual, em geral, ocorre por um longo período de tempo, durante o qual não devem ocorrer riscos para a saúde pública, para o ambiente e para os demais bens a proteger.

Ressalta-se que de fato a empresa responsável pelo acidente está mitigando a área que é objeto de fiscalização e monitoramento do IBAMA, que acompanha continuamente, através de seus técnicos a evolução das ações tanto em campo como analisando relatórios enviados pela empresa periodicamente. O que não significa dizer que a empresa está remediando a área por conta da fiscalização, entretanto também não há como afirmar que está executando as ações de remediação por sua própria vontade, mas é notório verificar que a empresa executa as ações impostas pelas normas devido ao temor de sofrer mais sanções exigidas pela legislação ambiental. Por isso é importante a presença do Órgão Ambiental fiscalizador em todas as etapas da remediação da área contaminada.

A contaminação, os compostos BTEX e sua toxicidade.

A política de proteção do solo e da água no Brasil é regulamentada pela Lei Federal nº 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente e definiu os limites para remediação de solo contaminado e delegou aos Estados a adoção de normas e legislação a ser seguida como parâmetro.

Utiliza-se a Resolução CONAMA nº 420/2009 como 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. Esta norma foi alterada pela Resolução CONAMA nº 460/2013, que muda o prazo do art. 8º, e acrescenta novo parágrafo. Poucos Estados possuem normas específicas para o Valor de Referência de Qualidade-VRQ, são eles: Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro. Segundo informação da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, o Tocantins está trabalhando na definição dos VRQ's, para isso foi criada uma Comissão que se reúne periodicamente.

Conforme o Projeto CETESB – GTZ 2 de investigação para remediação, a constatação de uma determinada área contaminada representa um risco para a saúde humana e segurança pública, a partir dos resultados de um estudo de investigação detalhada e avaliação de risco, constitui o ponto de partida para a definição da concepção da remediação, com vistas ao uso pretendido para a área. A caracterização da hidrogeologia regional e local deve possibilitar a delimitação das unidades aquíferas presentes, determinação da superfície potenciométrica e do regime de fluxo das águas subterrâneas, bem como o levantamento cadastral de fontes, surgências e captações existentes no entorno de interesse.

Considerando que o Estado do Tocantins não possui legislação específica, são utilizados os valores orientadores da Resolução CONAMA nº 420/2009, e na ausência deste adota-se o RSL da USEPA de junho de 2016. A referida Resolução estabelece diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por substâncias químicas. Já o RSL determinou valores orientadores para o solo e águas subterrâneas em estudos feitos nos Estados Unidos, sendo amplamente aceita e utilizada em diversos países e possui uma lista maior de compostos (EPA, 2016).

A publicação da Resolução nº 420 do CONAMA é um marco regulamentador de grande impacto para os Órgãos Estaduais de Meio Ambiente no tocante ao gerenciamento das áreas contaminadas e para o setor produtivo, com impactos em âmbito Nacional.

Através do Relatório de Investigação Confirmatória, expedido pela empresa EPA Engenharia de Proteção Ambiental Ltda, contratada pela Ferrovia Norte Sul S/A, que foi confirmado o cenário de contaminação na água subterrânea com concentrações de benzeno acima do limite estabelecido pelas normas. Instalou-se poços de monitoramento e execução de sondagens de reconhecimento com coleta de amostras de solo e água onde os parâmetros investigados foram os compostos BETX (benzeno, etilbenzeno, tolueno e xilenos) e PAH (Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos), pois estes são componentes da gasolina.

Devido a necessidade de dar continuidade aos trabalhos, expediu-se o Relatório de Investigação Ambiental Complementar, onde foram instalados mais cinco poços de monitoramento sendo também detectado a concentração de benzeno na água subterrânea na ordem 10.000 µg/l. E com esse resultado, recomenda-se a realização de uma investigação detalhada para delimitação da pluma de contaminação, bem como a avaliação de risco.

Em seguida, além da amostragem de solo, foram instalados mais poços de monitoramento e amostragem de água subterrânea, avaliação de risco à saúde humana, bem como uma curva de degradação do benzeno, onde teve-se como resultado a atualização do modelo conceitual da contaminação na área, apontando para a ausência de risco a saúde humana e direcionando a escolha da técnica de remediação para o processo de atenuação natural monitorada.

Com o objetivo de acompanhar a evolução do cenário ambiental da área, fez-se as campanhas de monitoramento, onde na quarta campanha foi identificada a presença de fase livre, e ainda os resultados analíticos dos compostos BTEX superiores ao valor orientador da Resolução CONAMA nº 420/2009 para água subterrânea. Posteriormente apresentou-se o projeto conceitual do sistema de atenuação natural engenhada, sendo detalhados os sistemas *Pump & Treat*, *biosparging* e o de monitoramento remoto.

Com o Diagnóstico Ambiental Complementar, verificou-se a necessidade de se expandir a rede de poços de monitoramento, tanto para ter melhor delineamento da pluma de contaminação, bem como para instalação de 5 poços de injeção de nutrientes e 3 de injeção de ar, passando para um total de 51 unidades.

Com o decorrer das campanhas de monitoramento ambiental, cuja atividade desenvolvida é a amostragem de água subterrânea e de águas superficiais, os resultados iam se manifestando e as estratégias de interferência iam sendo melhor entendidas. Foi necessário mais uma vez expandir a rede de poços de monitoramento, totalizando 57.

É fundamental conhecer de onde vêm os compostos BTEX traçando-se uma narrativa da sua origem, onde para isto verificou-se no artigo publicado na RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos Volume 6 n.2 Abr/Jun 2001, 29-46, onde Finotti et al. (2001) descreveu que os derivados de petróleo são compostos basicamente de hidrocarbonetos já que aqueles compostos que apresentam traços de nitrogênio, enxofre ou oxigênio são removidos na quase totalidade dos derivados mais leves durante o processo de refinamento. Os hidrocarbonetos mais característicos da gasolina e do diesel são, além dos alifáticos, os compostos aromáticos simples e alguns polinucleados.

A gasolina é constituída por hidrocarbonetos e aditivos, usados para melhorar o desempenho do combustível e do motor. Os hidrocarbonetos da gasolina são leves contendo de 4 a 12 carbonos em cadeia linear (60 a 90% do volume) ou em compostos aromáticos (10 a 40% do volume). Os compostos aromáticos são principalmente os BTEX que possuem entre 6 e 8 carbonos. Os outros aromáticos são mais pesados como é o caso os poliaromáticos (PAHs).

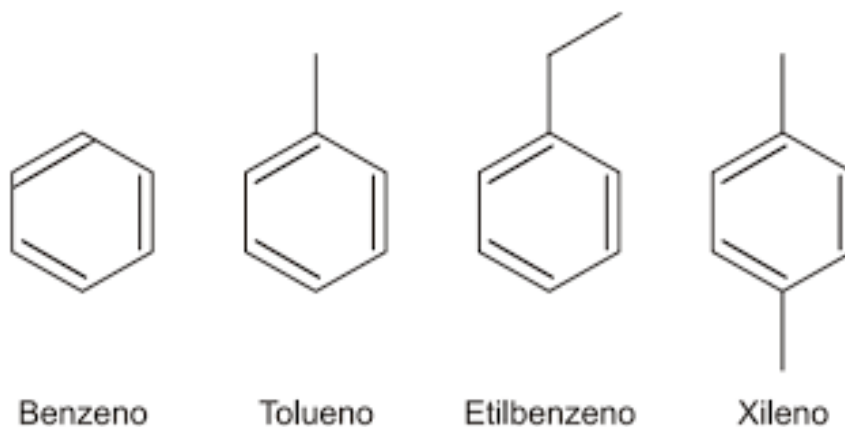
Quanto maior o número de carbonos menos volátil é o hidrocarboneto. Num derramamento de gasolina os compostos com menor número de carbonos são rapidamente volatilizados como é o caso dos compostos com 4 e 5 carbonos. O aumento do tamanho da cadeia de carbonos, também, geralmente está associado à menor mobilidade do composto no solo e maior facilidade em ficar adsorvido à matéria orgânica (FINOTTI et al., 2001).

Avançando ainda nas discussões, Finotti et al. (2001) explicou que a gasolina derramada infiltra rapidamente no solo por seus componentes apresentarem boa mobilidade. Após a infiltração pode atingir a água subterrânea, se não houver impedimentos geológicos. Na água subterrânea a gasolina não se mistura completamente criando uma outra fase acima do nível freático denominada fase livre (NAPL).

Da fase livre uma parte dos compostos vai se solubilizar. Mesmo sua solubilidade sendo baixa os valores encontrados nas águas subterrâneas provenientes deste tipo de

contaminação estão muito acima dos valores tolerados. Os compostos BTEX são os mais solúveis e são de alguma forma perigosos: o benzeno é um composto classificado como carcinogênico enquanto tolueno, etilbenzeno e xileno são classificados como tóxicos.

Figura 23 - Fórmulas Estruturais Planas dos Compostos BTEX



Fonte: Google Imagens 2019.

Ainda conforme Finotti et al. (2001), a cada ano aumenta no mundo o consumo de derivados do petróleo: em especial o diesel e a gasolina. Em contaminações com gasolina, apesar desta ser constituída de cerca de 22 substâncias, os compostos que têm maior importância ambiental são os BTEX (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos) por serem os componentes mais solúveis. A gasolina brasileira apresenta uma peculiaridade, a mistura com etanol. O etanol passou a ser usado no Brasil em 1975 como combustível alternativo. A adição de etanol altera o comportamento da gasolina no meio ambiente uma vez que modifica propriedades como por exemplo a solubilidade, a mobilidade e a biodegradação.

5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi observado, no desenvolvimento deste trabalho, existem inúmeras Leis e Normas que conduzem a atividade do transporte de cargas perigosas, e com essa extensa lista de regulamentos norteadores, muitos consideram que é um excesso de burocracia exigir tantos documentos para essa atividade, devido a tantas Leis e Normas, mas poucos resultados na prática.

As inúmeras normativas tratadas no Brasil sobre o tema vão desde Leis, Decretos Federais, Decretos Estaduais, Resoluções de diferentes Instituições, Instruções Normativas, Portarias e Normas Técnicas a vários tipos de estudos para gerenciamento de riscos, documentos estes que são norteadores e que servem para mitigar os danos causados por possíveis acidentes, dar resposta rápida aos acidentes, administrá-los assim como evitá-los.

Lembrando-se que os cuidados com os excessos de normativas burocráticas que a atividade de transporte de produtos perigosos traz, como meros preenchimentos de formulários e documentos, não devem sobrepor a garantia da proteção do meio ambiente quando está claramente compartilhada pelos envolvidos a responsabilidade pela periculosidade.

Portanto, há necessidade de se tomar cuidado com os excessos e exageros de normativas, pois muito se perde por conta de burocracia onerosa, devendo-se garantir, através da fiscalização presente, a proteção do meio ambiente evitando assim problemas futuros. Pois o que se percebe, no estudo de caso, é que, se por um lado faltou fiscalização por parte da empresa em cumprir com as normas de segurança, por outro lado, por haver fiscalização por parte do IBAMA, a evolução dos trabalhos de remediação está funcionando. Por isso a importância de se fazer análise de risco de uma forma que fique evidente o papel de cada ator envolvido no processo, e quando um plano de atendimento de emergência é acionado, este possa ser executado de fato, sendo posteriormente adequado a cada situação nova.

As atividades desenvolvidas pelas empresas que lidam com produtos perigosos, e/ou alguns tipos de atividades que são licenciadas pelos Órgãos de Meio Ambiente necessitam fazer um estudo complementar de análise de risco, pois são consideradas geradoras de riscos, e como tal são responsáveis pelo controle dos mesmos.

Nesse sentido, é preciso que se observe o crescimento e o desenvolvimento do país e especificamente de um estado, verificando e quantificando os tipos de atividades econômicas implantadas para daí prever e preparar-se para possíveis acidentes.

Com o acidente ferroviário, foi verificado através de análise laboratorial que o produto derramado contaminou a água subterrânea da área, assim sendo a empresa está monitorando e tomando os procedimentos cabíveis para remediar e sanar o problema, possivelmente devido à atuação do IBAMA. Este fato demonstrou como exemplo prático deste estudo, o procedimento balizador e norteador dos riscos que inerentes a esta atividade, descobrir onde ocorreram os erros, o que faltou para que tudo corresse bem, e para que não se repita os equívocos que levaram ao acidente.

Traçando-se um paralelo entre as atividades econômicas e empreendimentos que são desenvolvidos no Estado do Tocantins, que em algum momento de sua operação trazem seus insumos, considerados perigosos, em movimento pelo Estado, com a realidade de que depende na maioria das vezes do modal rodoviário, tem-se a ideia de que quanto maior o desenvolvimento econômico, maior será a circulação de caminhões e maior a probabilidade de ocorrência de acidentes, caso não tenha uma fiscalização intensa, e a responsabilização das empresas com o que transporta. Por isso a importância das empresas que exercem atividades perigosas cumprir com o que é abordado na avaliação de risco que estas têm que se submeter.

Com base nos dados de acidentes registrados por local de ocorrência, que no caso o modal que teve maior quantidade foi o rodoviário, e como a atividade de coleta e/ou transportes de cargas perigosas vem crescendo no estado do Tocantins, há necessidade de se conhecer os riscos que esta traz ao meio ambiente, e condicionar sua operação na gestão destes riscos.

Reforça portanto, que conhecer os riscos da atividade do transporte de cargas perigosas, e saber onde se deve combater para que seja evitado o acidente, possivelmente este não acontecerá. E caso se concretize de fato o acidente, a este poderá ser dada a resposta rápida exigida, que deverá interromper ou reduzir contaminações dos recursos naturais atingidos. O qual atesta as diretrizes do IBAMA, assim como também das principais entidades e/ou protocolos nacionais e internacionais, dentre eles o Marco de Sendai, a Defesa Civil, a CN-P2R2 e a CETESB.

Sabe-se da importância da água para a sociedade, e que na maioria das vezes quando ocorre um acidente este recurso é atingido, causando danos que são difíceis de reparar e às vezes irreversíveis, com perdas incalculáveis da fauna e flora aquática e perda da qualidade da água. E nesse contexto ambiental, social e econômico, através da correlação entre a tipologia das atividades desenvolvidas no Tocantins com os riscos inerentes a estas, verificou-se o efeito sinérgico desses acidentes sobre os recursos ambientais, lembrando que o tema envolve multidisciplinaridade na tomada de decisão.

Considerando que o transporte brasileiro apresenta uma exagerada dependência do modal rodoviário, sendo ainda o grande concentrador do transporte regional de cargas, era de se esperar que o quantitativo de acidentes com produtos perigosos registrados no Brasil, fossem maiores em rodovias. Nesse sentido, há necessidade de investimentos na gestão do risco. Assim, o mapeamento dos pontos rodoviários com maior incidência de acidentes poderá ser reformulado, tanto na infraestrutura asfáltica, como também na sinalização e fiscalização.

Há que se pensar numa política de incentivo do governo para diminuir o custo operacional e físico das transportadoras. E uma vez implementada, caso a empresa tente burlar a atividade, como por exemplo com excedente de carga, será aplicada as sanções e penalidades previstas sem perdão e de forma contundente. Para tanto há necessidade de ampliação do corpo técnico dos órgãos fiscalizadores, devidamente treinados e capacitados para a função.

E para que o Brasil não fique refém apenas a um tipo de modal de transporte, verificou-se que além de investir de forma planejada e com prioridade na infraestrutura das rodovias, há necessidade urgente de ampliação da estrutura de transporte para outros modelos como ferrovias, hidrovias, dutos, etc, mas claro que balizada por processos de licenciamento ambiental transparente, com os estudos de impactos ambientais confeccionados dentro dos padrões e normas estabelecidas, para que possam nortear e implementar os empreendimentos ambientalmente viáveis.

REFERÊNCIAS

- AB’SABER, A. N. “**Bases Conceptuais e Papel do Conhecimento na Previsão de Impactos**”. São Paulo: Edusp, 1994.
- AGENDA 21. **Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento**. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/agenda-21/agenda-21-global>>. Acesso em: 10 nov. 2018.
- ALMEIDA, A. **Hidrovia Tocantins – Araguaia: Importância e Impactos Econômicos, Sociais e Ambientais Segundo a Percepção dos Agentes Econômicos Locais**. 2004. 175f. Tese (Doutorado em Ciências)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/USP, São Paulo, 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES-ANTT. Resolução nº 420/04. Aprova as instruções complementares ao regulamento do transporte terrestre de produtos perigosos. Agência Nacional de Transportes Terrestres - ANTT, 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES-ANTT. Resolução ANTT nº 5.232/16. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento terrestre do Transporte de Produtos Perigosos. Revoga a Resolução Agência Nacional de Transportes Terrestres-ANTT, nº 420/04, 2016.
- ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres – ENC/UnB – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental da Universidade de Brasília. **Entraves Burocráticos, Exigências Legais e Tributárias do Transporte Multimodal**. Brasília 2011.
Disponível: <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/entravesburocraticosexigenciaslegais tributariasdotm_1.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE TRANSPORTES 2010 – 2017. Ministério dos Transportes, Portos e Aviação Civil. Brasília, 2018. Disponível: <http://www.transportes.gov.br/images/BIT_TESTE/Publica%C3%A7oes/anuario_estatistico_transportes_2010_2017.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.
- ARMANDO, N. H.; VALADÃO, M. A. O. A Dominalidade Privada dos Recursos Hídricos em face do Desenvolvimento Sustentável. **Revista do Direito Público**, Londrina, v.8, n.2, p.35-62, mai/ago. 2013.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15847:2010. Amostragem de água subterrânea em poços de monitoramento: Métodos de Purga**, 2010.
- BENJAMIM, A. H. **Direito Ambiental no Brasil e nos Estados Unidos**, 2001.
- BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui o Código Civil. Brasília: DF, ago. 1981. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L6938.htm>. Acesso: 20 nov. 2018.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. 11. ed. São Paulo, Atlas 1998.

BRASIL. Decreto nº 96.044, de 18 de maio de 1988. Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos e dá outras providências. Institui o Código Civil. Brasília: DF, mai. 1988. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/antigos/d96044.htm. Acesso: 20 nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 7.735, de 22 de fevereiro de 1989. Dispõe sobre a extinção de órgão e de entidade autárquica, cria o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis e dá outras providências. Institui o Código Civil. Brasília: DF, fev, 1989. Disponível: <https://presrepublica.jusbrasil.com.br/legislacao/109486/lei-7735-89>. Acesso: 20 nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 9.966, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre a prevenção, o controle e a fiscalização da poluição causada por lançamento de óleo e outras substâncias nocivas ou perigosas em águas sob jurisdição nacional e dá outras providências. Institui o Código Civil. Brasília: DF, abr. 2000. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9966.htm. Acesso: 27 nov. 2018.

BRASIL. Decreto nº 5.098, de 3 de junho de 2004. Dispõe sobre a criação do Plano Nacional de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos - P2R2, e dá outras providências. Institui o Código Civil. Brasília: DF, jun. 2004. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004-2006/2004/Decreto/D5098.htm. Acesso: 20 dez. 2018.

BRASIL. Decreto nº 6.099, de 26 de abril de 2007. Institui o Código Civil. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília: DF, abr. 2007. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6099.htm. Acesso: 12 nov. 2018.

BRASIL. Lei nº 12.608 de 10 abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres; altera as Leis nº 12.340, de 1º de dezembro de 2010, 10.257, de 10 de julho de 2001, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.239, de 4 de outubro de 1991, e 9.394, de 20 de dezembro de 1996; e dá outras providências. Institui o Código Civil. Brasília: 10 abr. 2012. Disponível: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12608.htm. Acesso: 22 nov. 2018.

BRASIL. Decreto nº 4.871, de 6 de novembro de 2003. Institui o Código Civil. Brasília, 6, nov, 2003.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n.º 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe o uso das atribuições e competências que lhe são conferidas pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, regulamentadas pelo Decreto nº 99.274, de 06 de junho de 1990, e tendo em vista o disposto em seu Regimento Interno. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n.º 398, de 11 de junho de 2008. Dispõe sobre o conteúdo mínimo do Plano de Emergência Individual para incidentes de poluição por óleo em águas sob jurisdição nacional, originados em portos organizados, instalações portuárias, terminais, dutos, sondas terrestres, plataformas e suas instalações de apoio, refinarias, estaleiros, marinas, clubes náuticos e instalações similares, e orienta a sua elaboração. Brasília, DF, p. 101-104, 2008.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n.º 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 da atividades antrópicas. Brasília, DF, p. 81-84, 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução n.º 460, de 30 de dezembro de 2013. Altera a Resolução CONAMA n.º 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 dá outras providências. Brasília, DF, p. 153, 2013.

BRASIL. Lei Complementar Nº 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Institui o Código Civil. Brasília. Brasília, DF, 2011.

BRASIL. Lei Complementar 3.104/2007. Disponível: [http://www.rcambiental.com.br/Atos/pesquisa/legislacao-ambiental-to-tocantins-decreto/?tipo=3&ambitos\[\]=TO&inicio=45](http://www.rcambiental.com.br/Atos/pesquisa/legislacao-ambiental-to-tocantins-decreto/?tipo=3&ambitos[]=TO&inicio=45). Acesso: 27 nov. 2018.

BORGES, R. S. T.; SOUZA, P. A. B.; PEREIRA, E. Q. **Expansão da Malha Rodoviária e Antropização na Área de Influência Direta das Rodovias Pavimentadas no Estado do Tocantins entre 1990 a 2007**. Revista Interface, n. 08, p. 60/77, out. 2014.

BORGES, L. A. C.; REZENDE, J. L. P.; PEREIRA, J. A. A. **Evolução da Legislação Ambiental no Brasil**. Revista em Agronegócios e Meio Ambiente, v. 2, n. 3, p. 447-466, set/dez. 2009.

BROLLO, M. J.; VEDOVELLO, R.; ODA, G. H. Avaliação da Vulnerabilidade Natural de Aquíferos à Contaminação Através de Um Sistema Gerenciador de Informações Geoambientais – Um Instrumento de Gestão Ambiental. XXVI CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000. **Anais...** Porto Alegre, p. 1-17, 2000.

CERQUEIRA, E. S. Agronegócio X Desenvolvimento: Espaços Estratégicos do Agronegócio no Estado do Tocantins e o Índice de Desenvolvimento Humano. **Revista Produção Acadêmica – Núcleo de Estudos Urbanos Regionais e Agrários / NURBA**. v. 2, n. 1, p. 05-32, jun. 2016.

CONSÓRCIO CONTÉCNICA / LISBOA DA CUNHA. **Roteiro para Elaboração do Plano de Ação de Emergência Federal, PAE Federal**. Produto 3, v.I, 2008. Disponível: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sqa_p2r2_1/_arquivos/relatrio_do_produto_3_vol_i__rev02_pae_federal_final_106.pdf>. Acesso: set. 29. 2018.

CHAO, W. **Identificação de Gargalos na Cadeia Logística Utilizando Técnicas de Simulação**: Avaliação da Malha de Distribuição de GLP em São Paulo. 2001. 128F. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção)– Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, set. 2001.

POTT, C. M.; ESTRELA, C. C. Histórico Ambiental: desastres ambientais e o despertar de um novo pensamento. **Estudos Avançados**, v.31, n. 89, p. 271-283, 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Amostragem e monitoramento das águas subterrâneas – Norma CETESB 6410**. 1988. Disponível em: <<http://www.quimlab.com.br/PDF-LA/proced-de-monit-cetesb.pdf>>. Acesso: 01 dez. 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Norma Técnica P4.261**. Risco de Acidente de Origem Tecnológica – Método para Decisão e Termos de Referência. Dez. 2011. Disponível: <<https://cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/2013/11/P4.261-Risco-de-Acidente-de-Origem-Tecnol%C3%B3gica-M%C3%A9todo-para-decis%C3%A3o-e-termos-de-refer%C3%Aancia.pdf>>. Acesso: set. 29. 2018.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**. Décimo Segundo Levantamento, Brasília, v. 5, 2018. Disponível: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>>. Acesso: 22 jan. 2018.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DO TRANSPORTE (CNT). **Rodovias Esquecidas do Brasil**. Brasília 2018. Disponível: <http://cms.cnt.org.br/Imagens%20CNT/PDFs%20CNT/Estudo%20Rodovias%20Esquecidas/rodovias_esquecidas-brasil.pdf>. Acesso: 27 nov. 2018.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DO TRABALHO. Convenção nº 174: convenção sobre a prevenção de acidentes industriais maiores; Convenção internacional do trabalho : recomendação nº 181 : recomendação sobre a prevenção de acidentes industriais maiores / Organização Internacional do Trabalho. São Paulo: n. 2., 2010. 24 p. Disponível :<www.fundacentro.gov.br/biblioteca/biblioteca.../Conv174_Recom181-Portal-pdf>. Acesso: 27 nov. 2018.

CORSEUIL, H. X.; SANTOS, R. F.; FERNANDES, M. **Contaminação de Aquíferos por Derramamentos de Gasolina e Álcool**. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997. **Anais...** 1997.

DALL'AGNOL, M.; SILVA, G. C.; BASTOS, R. O.; JUNIOR, J. E. S. V.; SELLITTO, M. A. Perfil dos Pecuaristas de Tocantins e Criação de Gado Verde. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 543-558, mai-ago. 2015.

DINIZ, F.; OLIVEIRA, L. F.; BARDY, M.; VISCO, N. DET NORSKE VERITAS LTDA. Apostila do Curso de Análise de Risco. Módulo 13: PGR/PAE. **Revista 1**, Rio de Janeiro 2006.

DUARTE, S. C. Análise de Impactos Socioambientais da Expansão do Agronegócio no Tocantins: o Caso do PRODOESTE. **Revista Tocantinense de Geografia**, n. 12, p. 157-174, abr/jul. 2018.

EPA ENGENHARIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LTDA. **Diagnóstico Ambiental Detalhado e Avaliação de Risco à Saúde Humana. R002-15-0297-FTE-D04**. 2015.

EPA ENGENHARIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LTDA. **Diagnóstico Ambiental Complementar. R005-16-0201-DFO-D01**. 2016.

EPA ENGENHARIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LTDA. **Monitoramento Ambiental da Qualidade das Águas Subterrâneas e Superficiais e Atualização do Cenário Ambiental**. 2016.

EPA ENGENHARIA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL LTDA. **Relatório de Investigação Confirmatória. R002-14-0440-FTE-D02**. Agosto, 2014.

FINOTTI, A. R.; CAICEDO, N. O. L.; RODRIGUEZ, M. T. R. Contaminações Subterrâneas com Combustíveis Derivados de Petróleo: Toxicidade e a Legislação Brasileira. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 2, p. 29-46, abr-jun. 2001, .

IBGE. 2010. Banco de dados sidra. Disponível: <[HTTPS://www.ibge.gov.br/](https://www.ibge.gov.br/)>. Acesso: 19 .out 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Instrução Normativa nº 5, de 9 de maio de 2012. Dispõe sobre o procedimento transitório de autorização ambiental para o exercício da atividade de transporte marítimo e interestadual, terrestre e fluvial, de produtos perigosos. Disponível: <<http://appasp.cnen.gov.br/seguranca/transporte/documentos/Instru%C3%A7%C3%A3o-Normativa-IBAMA-No5.pdf>>. Acesso: 12 nov. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. Relatório de Acidentes Ambientais registrados pelo IBAMA 2014. Disponível: <http://www.ibama.gov.br/phocadownload/relatorios/acidentes_ambientais/ibama-2014-relatorio_acidentes_ambientais.pdf>. Acesso: 12 nov. 2018.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - IPT. Guia de Elaboração de Planos de Intervenção para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas. 2014. Disponível: <https://www.researchgate.net/publication/277871261_Guia_de_elaboracao_de_planos_de_intervencao_para_o_gerenciamento_de_areas_contaminadas>. Acesso: 12 nov. 2018.

JÚNIOR, M. L. **Transporte rodoviário de produtos perigosos: proposta de metodologia para escolha de empresas de transporte com enfoque em gerenciamento de riscos**. 2008. 192 f. Dissertação (Mestrado em Transportes)-Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

MARCO DE SENDAI PARA A REDUÇÃO DO RISCO DE DESASTRES 2015-2030. Disponível: <https://www.unisdr.org/files/43291_63575_sendaiframeworkportunofficialf%5B1%5D.pdf>. Acesso: 15 nov. 2018.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA. Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia. Brasília, 2006. 132 p. Disponível: <http://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao02032011035943.pdf>. Acesso: 18 nov. 2018.

MORAES, L. C. P. Caracterização da Cadeia Produtiva e Logística de Arroz “Irrigado” no Estado do Tocantins. 2016. Disponível: <<https://esalqlog.esalq.usp.br/upload/kceditor/files/2016/09/TN-Lucas-.pdf>>. Acesso: 27 set. 2018.

MORAN, E. F. **Meio Ambiente e Ciências Sociais**. São Paulo: Editora SENAC, 2011, 321p.

MOURA, B. C. **Logística, Conceitos e Tendências**. 1 ed., Lisboa: Centro Atlântico, 2006. 352p.

OLIVEIRA, T. J. A. **Interações Produtivas no Estado do Tocantins: Uma Análise Espacial**. 2012. 90f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Regional)- Universidade Federal do Tocantins, Palmas, 2012.

PERFIL DO AGRONEGÓCIO TOCANTINENSE. 2016. SEPLAN/FAPTO. Contrato n. 034/2015. Disponível: <<https://central3.to.gov.br/arquivo/354694/>> Acesso: 12 nov. 2018.

PLANO DE AJUDA MÚTUA DA ADMINISTRAÇÃO DOS PORTOS DE PARANAGUÁ E ANTONINA – PAM/APPA. **Secretaria de Estado dos Transportes do Paraná**. Setembro 2014.

PLANO DE LOGÍSTICA DE TRANSPORTES DE CARGAS DO ESTADO DO TOCANTINS – PELT-TO. **AGETO/NGT Engenharia**. Contrato n. 136/2014. Palmas jun 2016. Disponível: <<www.portosdoparana.pr.gov.br/arquivos/File/PLANODEAJUDAMUTUA.pdf>>. Acesso: 1 nov. 2018.

RIBEIRO, P. C. C.; FERREIRA, K. A. Logística e Transportes: uma discussão sobre os modais de Transporte e o Panorama Brasileiro. XXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Curitiba, 2002. **Anais...**Curitiba: Universidade Católica do Paraná-PUC-PR, 2002.

RODRIGUES, W.; DINIZ, B. C. Perspectivas de Crescimento Econômico no Cenário Amazônico: O Caso do Estado do Tocantins. **Revista de Estudos Sociais**, v. 2, n. 22, p. 25-39, 2009.

SACHS, I. **“Caminhos para o Desenvolvimento Sustentável”**. 3ª Edição. Rio de Janeiro: Ed. Garamond, 2008. 96p.

SANTOS, D. R. **O perfil do transporte rodoviário de produtos perigosos no Distrito Federal: uma proposta metodológica**. 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

SERRA, J. M. L. **Diagnóstico da gestão de risco de desastres de origem hidrológica no Distrito Federal**. 2017. 129 f., il. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Sustentável)-Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

SEVERO FILHO, J. **Administração de Logística Integrada – Materiais, PCP e Marketing**. Rio de Janeiro: E papers, 2006. 310p.

STEINBRENER 2011

SOCIO AMBIENTAL. Unidades de Conservação no Brasil Disponível: <uc.socioambiental.org/en/uc/3785, 2018>. Acesso: 20 nov. 2018.

SOUSA, P. N.; SCUR, G.; SOUZA, R. C. Panorama da Cadeia Produtiva do etanol no Brasil: Gargalos e Proposições para seu Desenvolvimento. **Gestão da Produção, Operações e Sistemas**, nº 3, p. 145-159, jul-set/2012.

THORSTENSEN, V. **Corredores Logísticos Multimodais – Desenvolvimento de Redes Transeuropeias de Transporte e Implantação do Conceito do Corredor no Brasil**. ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. São Paulo, 2016. Disponível: <http://www.antt.gov.br/backend/galeria/arquivos/Corredores_Logisticos_Multimodais__Desenvolvimento_de_Redets_Transeuropeias_de_Transporte_e_Implantacao_do_Conceito_do_Corredor_no_Brasil__estudo_realizado_em_parceria_com_os_Dialogos_Setoriais.pdf>. Acesso: 29 nov. 2018.

TIBURTIUS, E. R. L.; ZAMORA, P. P.; LEAL, E. S. Contaminação de Águas por BTXs e Processos Utilizados na Remediação de Sítios Contaminados. **Revista Química Nova**, v. 27, n. 3, 2004.

VLI VALOR DA LOGÍSTICA INTEGRADA. **Relatório de Atendimento a Acidente Ferroviário. Pátio de Porto Nacional (PPN)**. Julho, 2014.