

# **Adequação Ambiental**

## **dos postos de combustíveis de Natal**

### **e recuperação da área degradada**

# Adequação Ambiental

## dos postos de combustíveis de Natal e recuperação da área degradada



Natal - 2012

Organização  
Gilka da Mata Dias



## Sumário

Capa e projeto gráfico:  
*Fernando Chiriboga Design Studio*

Editoração Eletrônica:  
*Leila Medeiros de Chiriboga*

Revisão Ortográfica:  
*Janaína Tomaz Capistrano*

Revisão de Textos em ABNT:  
*Verônica Pinheiro*

Impressão e acabamento:  
*Gráfica Santa Marta*

Proibida a reprodução, armazenamento ou transmissão de partes ou do todo desta obra, através de qualquer forma ou meio, seja eletrônico, de fotocópia, gravação, etc., sem a prévia autorização do detentor do copirraite.

<b>Apresentação</b>	<b>9</b>
<b>1. Projeto de adequação ambiental de postos de combustíveis na Cidade de Natal</b>	<b>11</b>
1.1 Objetivo do Projeto	11
1.2 Como o Projeto começou?	15
1.3 Desafios iniciais	21
1.4 Como o Projeto se desenvolveu?	23
1.5 Sobre a proposta de adequação	24
1.6 O que fazer?	26
1.7 Selo verde	29
1.8 Outros dados	31
1.9 Sobre o livro	33
1.10 Contribuição	33
Referências	34
<b>2. Desenvolvimento Sustentável</b>	<b>35</b>
2.1 Pilares do Desenvolvimento Sustentável	35
2.2 Internalização dos custos ambientais	39
2.3 Princípio do Poluidor Pagador	40
2.4 Conferência do Rio / 92	41
2.5 Agenda 21	43
2.6 Rio + 20	45
Referências	47
<b>3. Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado</b>	<b>49</b>
3.1 Supremacia Constitucional	49
3.2 Licenciamento Ambiental de atividades potencialmente poluidoras	55
3.3 Obrigatoriedade da apresentação de Estudos Ambientais no Licenciamento Ambiental	57
3.4 O que é poluição? Quem pode ser definido como poluidor?	60
3.5 Responsabilidade Ambiental	61
Referências	63

<b>4. Normas e Padrões Ambientais</b>	<b>65</b>	<b>8. Instalações para revenda de GNV</b>	<b>157</b>
4.1 Mas que normas e padrões são esses?	65	8.1 Sobre o Gás Natural	157
4.2 Base para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis	66	8.2 O Gás Natural Veicular	158
4.3 Exigência de Licenciamento Ambiental	68	8.3 Compressão do GNV	159
4.4 Exigências Específicas	69	8.3.1 Aspectos Gerais	159
4.5 Obediência às normas da ABNT	72	8.3.2 Aspectos de Segurança	159
Referências	73	8.4 Legislação e Portarias para GNV	160
		8.5 Posto de Serviço	163
<b>5. Radiografia Geral dos Postos de Combustíveis na Cidade de Natal</b>	<b>75</b>	8.5.1 Configuração dos componentes	164
5.1 A Radiografia Geral de Todos os Postos de Combustíveis da Cidade de Natal-RN	75	8.5.2 Projeto de interligação com a concessionária de gás natural	166
5.2 A Situação dos Tanques/Compartimentos dos Postos em 2009	81	8.5.3 Projeto de interligação com a concessionária de energia elétrica	166
5.3 Resumo	85	8.5.4 Projeto de obras civis	166
		8.5.5 Projeto da rede de tubulação de GNV	167
<b>6. Posto ilegal</b>	<b>87</b>	8.5.6 Projeto elétrico	167
6.1 Principais desconformidades verificadas pelos peritos do Ministério Público	87	8.5.7 Especificação do equipamento de compressão	167
6.2 Desconformidades na área de armazenamento de combustíveis	88	8.5.7.1 Equipamentos de abastecimento de GNV	167
6.3 Desconformidades na pista de abastecimento	100	8.5.7.2 Tipos de equipamentos de abastecimento de GNV	169
6.4 Desconformidades relacionadas à segurança em geral	107	8.5.7.3 Aplicação dos equipamentos de abastecimento de GNV	169
6.5 Outras desconformidades encontradas	115		
6.5.1 Desconformidades devido a vazamentos em geral detectados pelos testes de estanqueidade	119	<b>8.6 Principais não Conformidades Encontradas</b>	171
6.5.2 Desconformidades devido à ausência de planos de manutenção e despreparo dos frentistas	123	8.6.1 Estação de Redução de Pressão e Medição-ERPM	171
		8.6.2 Na Unidade Compressora	173
<b>7. Posto legal ou ecológico</b>	<b>125</b>	8.6.3 Ilha de abastecimento e <i>dispensers</i> :	174
7.1 Conjunto de equipamentos e instalações exigidos para adequação ambiental: Posto Legal ou Posto Ecológico	125	Referências	175
7.2 Referências Normativas Aplicadas na Adequação dos Postos de Revenda de Combustíveis	126		
7.3 Equipamentos para proteção contra vazamentos	130	<b>9. Uma cidade sob investigação de passivo ambiental</b>	177
7.4 Equipamentos para Proteção contra Derramamentos	137	9.1 A importância dos solos	177
7.5 Equipamentos para Proteção contra Transbordamento	144	9.2 O risco de contaminação por postos de combustíveis em Natal	181
7.6 Equipamentos de Proteção contra Poluição Atmosférica	148	9.2.1 A contaminação através do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis nos postos revendedores	185
7.7 Equipamentos para a Redução de Riscos de Acidentes	149	9.2.2 Características dos contaminantes presentes nos combustíveis fósseis	189
		9.2.2.1 TPH	190
		9.2.2.2 VOC	191
		9.2.2.3 HPA	193
		9.3 Norma aplicável para áreas contaminadas	194
		9.4 Conceitos de Passivo Ambiental	196
		9.4.1 Investigação de Passivo Ambiental	196

9.4.2 Metodologia para investigação de Passivo Ambiental em Natal	197
9.4.2.1 Avaliação preliminar	199
9.4.2.1.1 Laboratório	202
9.4.2.2 Investigação confirmatória detalhada	204
9.4.2.3 Investigação confirmatória complementar	208
9.4.2.3.1 Coleta de solo em cavas de tanques removidos	208
9.4.2.2.1.2 Coleta de água na caixa separadora de água e óleo (SAO)	212
9.4.2.3 Análise de risco à saúde humana	214
9.4.2.4 Remediação de áreas contaminadas	223
9.4.2.4.1 Técnicas de remediação de solo e águas subterrâneas	224
9.5 Conclusões	234
Referências	238
<b>10. Noções sobre metrologia</b>	<b>249</b>
10.1 O que é metrologia	249
10.2 Um pouco de história	251
10.3 Abrangência e competência	258
10.4 Sistema Internacional de Unidades – SI	265
10.5 Importância	268
10.5.1 Metrologia e Qualidade	269
10.6 O que falta ainda?	276
10.7 A Metrologia na UFRN	283
Referências	287
<b>11. Direitos do consumidor – Informação, segurança e meio ambiente</b>	<b>289</b>
11.1 Informação	289
11.2 Segurança	293
11.3 Meio Ambiente	294
Referências	295
<b>Anexos</b>	<b>297</b>

## **Apresentação**

Esta publicação traz o detalhamento de todas as etapas e dos assuntos técnicos e legais relativos ao “Projeto de Adequação Ambiental de Postos de Combustíveis na cidade de Natal/RN”, idealizado pelo Ministério Público do Estado do Rio Grande do Norte.

O Projeto foi executado por uma das Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN e da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB, que é a responsável pelo licenciamento da atividade em Natal/RN, e englobou todos os postos privados existentes na cidade.

Os benefícios ao meio ambiente, à segurança e à saúde humana, decorrentes das atividades desenvolvidas em razão do projeto, são notórios, tanto do ponto de vista da prevenção de possíveis danos inerentes à atividade, que, legalmente, é considerada como potencialmente poluidora; quando no que diz respeito à recuperação das áreas degradadas, principalmente dos corpos d’água subterrâneos, uma vez que além da adequação ambiental dos empreendimentos, em relação a equipamentos, instalações, operação etc, o projeto englobou um amplo estudo do aquífero na cidade – investigação de passivo ambiental – com vistas a eliminar a contaminação decorrente de vazamentos de derivados de petróleo.

Essa descontaminação do aquífero, prevista no projeto como um Plano de Recuperação de Área Degradada – PRAD, representa um ganho direto para a saúde da coletividade, tendo em vista que os derivados de petróleo são reconhecidos como substâncias cancerígenas e pelo fato do

lençol freático da cidade ser utilizado para o abastecimento público de quase 40% da população.

A concessão do SELO VERDE aos postos que possuem todos os equipamentos ecológicos e demais exigências legais e que não possuem contaminação ou já conseguiram recuperar a área degradada, também, pode ser considerada como uma importante vertente do Projeto, pois incentiva a educação ambiental não só dos empreendedores e das pessoas que trabalham no ramo, como também de todos os consumidores, que podem distinguir as opções existentes e fazer uma escolha consciente e ambientalmente correta no momento de abastecer os seus veículos.

Os capítulos trazem elucidações teóricas e práticas sobre as matérias inerentes aos trabalhos desenvolvidos. Existe um anexo com os modelos utilizados pelo Ministério Público e pelos peritos para o desenvolvimento dos trabalhos, além de referências a estudos acadêmicos que foram e estão sendo realizados na UFRN em decorrência do Projeto.

O livro, portanto, além de fornecer subsídios para garantir a sustentabilidade das atividades ligadas a postos de combustíveis, serve de estímulo a novos trabalhos, estudos e pesquisas em diferentes áreas do conhecimento, pois contempla “uma visão integrada do meio ambiente, da atividade econômica, da consciência ética e, é claro, do desenvolvimento sustentável da cidade de Natal, que pode ser aplicada em outras cidades do país”, consoante afirma a Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal, Gilka da Mata Dias.

**Manoel Onofre de Souza Neto**

*Procurador Geral de Justiça*

*Ministério Público do Estado do Rio Grande do Norte*

# 1

## *Projeto de adequação ambiental de postos de combustíveis na Cidade de Natal*

**Gilka da Mata Dias\***

### **1.1 Objetivo do Projeto**

Este livro tem o intuito de compartilhar com os interessados os trabalhos inerentes ao “Projeto de Adequação Ambiental de Postos de Combustíveis na cidade de Natal, RN” realizado pelo Ministério Público do Estado do Rio Grande do Norte- MP/RN, em parceria com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal – SEMURB, com vistas a possibilitar que essa experiência possa ser adaptada e/ou aprimorada para ser utilizada em outras cidades do país.

O Projeto foi idealizado e concretizado com enfoque para a sustentabilidade da atividade, que é legalmente considerada como potencialmente poluidora, podendo causar contaminação de corpos d’água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar, e podendo, ainda, ocasionar danos à saúde humana, além de riscos de incêndios e explosões.

---

\* Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal-RN  
Especialista em Gestão Ambiental

Não há dúvida de que a degradação ambiental decorrente de atividades econômicas realizadas sem a necessária consideração com a qualidade dos recursos ambientais pode afetar gravemente a saúde e as condições de vida da população e pode gerar um custo social que perpassa gerações.

Em Natal, as investigações do Ministério Público ocorridas no ano de 2009 descortinaram a atividade de revenda de combustíveis realizada sem a preocupação com o meio ambiente, em especial com a qualidade do aquífero<sup>1</sup>, que é intensivamente explorado na cidade.

As águas subterrâneas constituem a principal fonte de suprimento hídrico da cidade de Natal, contribuindo com mais de 70% para o abastecimento de água da população<sup>2</sup>. Esse percentual tende a aumentar<sup>3</sup> em razão do crescimento urbano acentuado e da limitação da ampliação da oferta hídrica dos mananciais superficiais atualmente explorados<sup>4</sup>.

Ainda sobre o sistema hídrico subterrâneo de Natal, é importante destacar que, diferentemente da maioria das cidades do país, que

<sup>1</sup> Aquífero é uma formação geológica do subsolo, constituída por rochas permeáveis, que armazena água em seus poros ou fraturas. Outro conceito refere-se a aquífero como sendo, somente, o material geológico capaz de servir de depositório e de transmissor da água aí armazenada. Assim, uma litologia só será aquífera se, além de ter seus poros saturados (cheios) de água, permitir a fácil transmissão da água armazenada. Fonte: <<http://www.abas.org/educacao.php#ind2>>. Acesso em: 13 abr.2012.

<sup>2</sup> Relatório Final do cadastramento e nivelamento de poços do aquífero Barreiras no município de Natal elaborado pela Fundação de Apoio à Educação e ao Desenvolvimento Tecnológico do Rio Grande do Norte (FUNCERN), através do contrato 017/2005, da então Secretaria de Recursos Hídricos do Rio Grande do Norte (SERHID), atualmente Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) / Agência Nacional de Águas.

<sup>3</sup> O Ministério Público acompanha todo o sistema de abastecimento de água na cidade de Natal através da ação civil pública ajuizada contra a Companhia de Águas e Esgotos do Rio Grande do Norte (CAERN), autuada sob o número 001.07.200202-7, que tramita na 1<sup>a</sup> Vara da Faz. Pública da Comarca de Natal, RN, com o objetivo de garantir o funcionamento eficaz do sistema de abastecimento de água para consumo humano e impedir que a população do Município de Natal continue recebendo em suas residências água contaminada por NITRATO e em desacordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde. O nitrato é um íon encontrado em águas naturais, geralmente ocorrendo em baixos teores nas águas superficiais, mas podendo atingir altas concentrações em águas profundas. O seu consumo através de águas de abastecimento está associado a dois efeitos adversos à saúde: a indução à metemoglobinemia, especialmente em crianças, e a formação potencial de nitrosaminas e nitrosamidas carcinogênicas.

<sup>4</sup> Lagoa de Extremoz e Lagoa do Jiqui.

apresentam aquífero subdividido em livre (ou lençol freático) e confinado (este, geralmente, inserido entre duas camadas impermeáveis)<sup>5</sup>, os variados estudos hidrogeológicos realizados na cidade de Natal indicaram que as formações dunares e os sedimentos do Grupo Barreiras, denominado sistema Dunas/Barreiras, formam um sistema hidráulico único, que se comporta como um sistema do tipo livre<sup>6</sup>. O aquífero de Natal, portanto, é muito complexo e indiferenciado, apresenta semiconfinamentos<sup>7</sup> apenas em algumas áreas e as dunas exercem a função de uma transferência das águas de infiltração em direção aos estratos arenosos do Barreiras<sup>8</sup>.

Diante dessa particular fragilidade do aquífero da cidade de Natal e da relação direta da qualidade do aquífero com a potabilidade da água

<sup>5</sup> **Aquífero livre ou freático** - é aquele constituído por uma formação geológica permeável e superficial, totalmente aflorante em toda a sua extensão, e limitado na base por uma camada impermeável. A superfície superior da zona saturada está em equilíbrio com a pressão atmosférica, com a qual se comunica livremente. Os aquíferos livres têm a chamada recarga direta. Em aquíferos livres o nível da água varia segundo a quantidade de chuva. São os aquíferos mais comuns e mais explorados pela população. São também os que apresentam maiores problemas de contaminação. **Aquífero confinado ou artesiano** - é aquele constituído por uma formação geológica permeável, confinada entre duas camadas impermeáveis ou semipermeáveis. A pressão da água no topo da zona saturada é maior do que a pressão atmosférica naquele ponto, o que faz com que a água ascenda no poço para além da zona aquífera. O seu reabastecimento ou recarga, através das chuvas, dá-se preferencialmente nos locais onde a formação aflora à superfície. Neles, o nível da água encontra-se sob pressão, podendo causar artesianismo nos poços que captam suas águas. Os aquíferos confinados têm a chamada recarga indireta e quase sempre estão em locais onde ocorrem rochas sedimentares profundas (bacias sedimentares). Fonte: Fonte: <<http://www.abas.org/educacao.php#ind2>>. Acesso em: 13 abr.2012.

<sup>6</sup> RIGHETTO, Antonio Marozzi; ROCHA, Mariano Alves da. Exploração Sustentada do Aquífero Dunas/Barreiras na Cidade de Natal, RN. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 10, n. 2, abr./jun. 2005.

<sup>7</sup> **O aquífero semiconfinado** é aquele que se encontra limitado na base, no topo, ou em ambos, por camadas cuja permeabilidade é menor do que a do aquífero em si. O fluxo preferencial da água se dá ao longo da camada aquífera. Secundariamente, esse fluxo se dá através das camadas semiconfinantes, à medida que haja uma diferença de pressão hidrostática entre a camada aquífera e as camadas subjacentes ou sobrejacentes. Em certas circunstâncias, um aquífero livre poderá ser abastecido por água oriunda de camadas semi-confinadas subjacentes, ou vice-versa. Zonas de fraturas ou falhas geológicas poderão, também, constituir-se em pontos de fuga ou recarga da água da camada confinada. Fonte: <<http://www.abas.org/educacao.php#ind2>>. Acesso em: 13 abr.2012.

<sup>8</sup> MELO, José Geraldo de. *Impactos do Desenvolvimento Urbano nas águas subterrâneas de Natal/ RN*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo – Instituto de Geociências, São Paulo, 1995.

de abastecimento da população local, tornou-se premente a necessidade de se proteger esse aquífero da contaminação que pode ser gerada pelas atividades e serviços existentes em postos de combustíveis.

Ressalta-se que na própria Resolução 273/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços, consta o registro de que a ocorrência de vazamentos vem aumentando significativamente nos últimos anos em função da manutenção inadequada ou insuficiente, da obsolescência do sistema e equipamentos e da falta de treinamento de pessoal, como também, pela ausência e/ou uso inadequado de sistemas confiáveis para a detecção de vazamento.

Os derivados de petróleo são reconhecidamente tóxicos. Os compostos orgânicos voláteis, tais como o Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos (BTEX), contaminantes típicos do óleo diesel e da gasolina, atingem o lençol freático através de rápida difusão, constituindo riscos para a saúde humana. A contaminação de águas subterrâneas por combustíveis com elevado teor de álcool tem sido apontada como um problema ambiental emergente, uma vez que esse aditivo facilita a mobilização dos hidrocarbonetos em solos contaminados por derramamento. Também, o uso do etanol como aditivo oxigenado pode resultar em aumentos significativos nas emissões de acetaldeído, um subproduto cancerígeno da combustão<sup>9</sup>.

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA), correspondentes ao grupo de moléculas orgânicas compostas por anéis de benzeno fundidos, em razão de sua alta toxicidade, efeitos cancerígenos e persistência no meio ambiente, foram listados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. EPA) e pela Comunidade Europeia como poluentes ambientais prioritários. No Brasil, o Ministério da Saúde chegou a informar expressamente, através da Portaria 776/04, que o benzeno é um agente mielotóxico regular, leucemogênico e cancerígeno, mesmo em baixas concentrações.

<sup>9</sup> O detalhamento dos contaminantes dos derivados de petróleo no aquífero encontra-se no Capítulo 9, sobre investigação de passivo ambiental.

Com tantas possíveis implicações negativas à saúde, ao meio ambiente e à segurança, o planejamento, o funcionamento e o controle da atividade não podem ser desvinculados de um sistema de preservação e recuperação dos recursos ambientais existentes.

O objetivo maior do Projeto foi o de incluir a dimensão ambiental na operação dessa tão importante atividade econômica. O Projeto pretendeu, também, servir de estratégia de transição para que a operação da atividade passasse a levar em conta as diretrizes do Desenvolvimento Sustentável.

Mesmo existindo um aparente consenso no sentido de que a eficiência econômica, a conservação ambiental e a equidade social constituem a verdadeira essência do que deve ser entendido por desenvolvimento sustentável, não se pode dizer que há uma fórmula para se chegar a esse tão almejado patamar. Todavia, como bem ensina Ignacy Sachs, *não se pode pensar em termos de modelos estáticos. O desenvolvimento é um conceito dinâmico (...) E é dentro desse movimento que devemos definir estratégias*<sup>10</sup>.

O Projeto afigura-se, também, como uma estratégia de nível local voltada para facilitar uma visão integrada do meio ambiente, da atividade econômica, da consciência ética e, é claro, do desenvolvimento sustentável da cidade de Natal, que pode ser aplicada em outras cidades do país.

## 1.2 Como o Projeto começou?

A iniciativa foi decorrente de uma investigação instaurada pela 45<sup>a</sup> Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal, RN<sup>11</sup>, originada em consequência de notícias de irregularidades relativas ao licenciamento ambiental e, por conseguinte, ao controle e ao funcionamento de postos de combustíveis na cidade de Natal/RN.

<sup>10</sup> Trecho da intervenção de Ingacy Sachs proferido em uma videoconferência realizada em 26/11/2005, promovida pelo Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília (UnB). *In Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil*. Organizadores: Elimar Pinheiro do Nascimento e João Nildo Vianna. Rio de Janeiro: Garamond, 2009, p. 29/30.

<sup>11</sup> Na cidade de Natal, existem quatro Promotorias de Justiça de Defesa do Meio Ambiente (12<sup>a</sup>,

Deve ser entendido por postos de combustíveis, os estabelecimentos que realizam a atividade varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispondo de equipamentos e sistemas para armazenamento de combustíveis automotivos e equipamentos medidores. Esses estabelecimentos costumam ofertar serviços complementares, tais como troca de óleo, lavagem, venda de gás de cozinha etc.

Os quatro tipos de combustíveis líquidos com grande ênfase comercial são a gasolina comum, a gasolina aditivada, o álcool e o óleo diesel, que são armazenados pelos revendedores em tanques subterrâneos. O GNV (Gás Natural Veicular) e o GLP (Gás Liquefeito de Petróleo – gás de cozinha) fazem parte do conjunto de gasosos também comercializados.

O Ministério Público iniciou os trabalhos requisitando<sup>12</sup> dados para possibilitar o levantamento de todos os postos existentes na cidade e, por amostragem, requisitou cópia de diversos procedimentos de licenciamento ambiental então existente no órgão ambiental municipal, que é a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo – SEMURB.

Em 2009, o levantamento concluiu sobre a existência de 110 (cento e dez) postos de combustíveis em funcionamento na cidade<sup>13</sup>, o que corresponde a 473 (quatrocentos e setenta e três) tanques, ou 590 (quinhentos e noventa) compartimentos (subdivisões de tanques). Esses dados representam uma soma na capacidade de armazenamento dos quatro tipos de combustíveis de 8.850.000 (oito milhões, oitocentos e cinquenta mil) litros.

28<sup>a</sup>, 41<sup>a</sup> e 45<sup>a</sup>). O Projeto de Regularização da atividade de postos de combustíveis tramita na 45<sup>a</sup> Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente.

<sup>12</sup> A Constituição Federal, em seu art. 129, VI, estabeleceu que o Ministério Público pode requisitar informações e documentos para instruir procedimentos de sua competência. A requisição, portanto, caracteriza-se como uma ordem e o retardamento ou a omissão de dados técnicos indispensáveis à ação civil pública, quando requisitados pelo Ministério Público, constitui crime, nos termos do art. 10 da Lei 7.347/1985.

<sup>13</sup> O trabalho do Ministério Público, na primeira etapa, foi focado para os postos de particulares. A segunda etapa do projeto alcançará os postos de abastecimento de pessoas jurídicas de direito público, que representa universo numérico pequeno na cidade.



Mapa de Natal com a indicação dos seus 110 postos de combustíveis.  
Elaborado por Ana Cláudia de Sousa Lima – Assistente do Ministério Público-RN.  
Fonte: Ministério Público.

A primeira constatação foi no sentido de que a maioria dos postos da cidade, 97 (noventa e sete), estava operando suas atividades sem a correspondente licença ambiental de operação (LO) válida, fato, por si só, considerado grave, tendo em vista que a atividade é considerada como potencialmente poluidora e que, nos termos da Lei 6.938/81, do Decreto 99.274/90, da Resolução CONAMA 237/97 e, em especial, da Resolução CONAMA 273/2000<sup>14</sup>, que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre prevenção e controle da poluição, a Licença de Operação (LO) é requisito essencial para possibilitar o funcionamento da atividade.

Ao analisar o licenciamento dos postos que chegaram a obter a Licença de Operação (LO), verificou-se, também, que o procedimento que tramitou no órgão ambiental não seguiu todas as etapas obrigatórias do licenciamento, não tendo sido exigidos, por exemplo, avaliação de investigação de passivo ambiental, treinamento de pessoal em operação, manutenção e resposta a incidentes, atestado de conformidade das instalações e outras diligências ligadas à operação e ao monitoramento da atividade.

Constatou-se, outrossim, que muitos resultados de Testes de Estanqueidade, que são requisitos para concessão da Licença de Operação de estabelecimento de posto de combustível e que aferem a existência de vazamentos nos tanques e nas linhas (tubulações), estavam sendo realizados de forma tecnicamente inadequada, gerando falsos resultados. Assim, pôde ser identificado, por exemplo, posto com teste de estanqueidade favorável (estanque), nos autos do licenciamento, mas que, na prática, possuía compartimento ou acessório não-estanque, ou seja, apresentava vazamento de combustível.

Outro fator de grande preocupação inicial foi a constatação da “idade” e do tipo dos tanques de armazenamento de combustível nos postos da cidade de Natal. Muitos postos funcionavam com tanques antigos, com idade superior a 20 (vinte) anos. Foi considerado elevado o

número de tanques simples (puramente metálicos) presentes nos postos de combustíveis: 315 (trezentos e quinze) unidades. Foram encontrados alguns tanques semi-ecológicos, mas apenas 26% dos 473 tanques da cidade de Natal estavam em conformidade com as normas técnicas correspondentes.

Realmente, por determinação de normas técnicas específicas (NBR 13785 e 13786), nas cidades onde o aquífero serve para o abastecimento humano, os tanques de combustíveis de parede simples devem ser substituídos por tanques ecológicos, de parede dupla, que evitam o contato do combustível com o solo, no caso de vazamento.

Assim, de imediato, foi constatada a necessidade de substituição de 349 tanques, incluindo os metálicos e semi-ecológicos. Tanto a remoção, quanto a destinação ambientalmente adequada são atividades disciplinadas por normas técnicas.

E por falar em normas técnicas, é essencial ressaltar que se aplicam à atividade de postos de combustíveis, aproximadamente 30 (trinta) normas técnicas. Todos os projetos de construção, modificação e ampliação dos empreendimentos precisam ser obrigatoriamente realizados segundo normas técnicas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT<sup>15</sup>. As normas técnicas incluem requisitos relativos à fabricação, instalação, operação, manutenção e desativação dos vários elementos e máquinas pertencentes ao Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis – SASC.

A autorização e o monitoramento da atividade, portanto, precisam ser condicionados à aferição pelo órgão ambiental do cumprimento, por parte do empreendedor, de todas essas normas, além das diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA 273/2000 e das ditadas pelo próprio órgão ambiental, em razão das peculiaridades locais.

A despeito da necessidade de um controle rigoroso da atividade, ficou constatada, desde o início das investigações, a precariedade da infraestrutura

<sup>14</sup> A Resolução CONAMA 273/2000 foi alterada pelas Resoluções CONAMA 276/01 e 319/02.

<sup>15</sup> Nota-se que é a própria Resolução CONAMA 273/2000, em seu art. 1º, §1º, que determina a obrigatoriedade da submissão às normas técnicas expedidas pela ABNT.

do órgão ambiental municipal – tanto do ponto de vista de profissionais qualificados, quanto do ponto de vista estrutural – tornando praticamente inviável o correto licenciamento e o controle da atividade na cidade.

Pela teoria, diante das primeiras constatações obtidas, todos os postos da cidade poderiam ter sido interditados. Todavia, na prática, uma atuação puramente repressiva por parte do Ministério Público poderia ensejar um colapso no abastecimento de combustíveis na cidade. Além disso, a simples paralisação do funcionamento dos postos, desvinculada de uma efetiva atuação voltada para a estruturação do órgão ambiental para o licenciamento da atividade e para o treinamento de seus profissionais, além das diligências necessárias à adequação ambiental dos empreendimentos e da recuperação das áreas porventura contaminadas, não seria capaz de fomentar a necessária sustentabilidade ambiental da atividade na cidade.

Com efeito, chegou-se à constatação da necessidade de se realizar um trabalho estruturante que permitisse uma efetiva transição da atividade econômica de revenda de combustíveis na cidade, estabelecida em total descompasso com a proteção do meio ambiente, para uma atividade com internalização de bases ecológicas e próspera no sentido da sustentabilidade ambiental.

Como bem asseverou Enrique Leff, ao discorrer sobre o planejamento de políticas ambientais para um desenvolvimento sustentável,

o potencial ambiental de uma região não está determinado tão-somente por sua estrutura ecossistêmica, mas pelos processos produtivos que nela desenvolvem diferentes formações socioeconômicas. As práticas de uso dos recursos dependem do sistema de valores das comunidades, da significação cultural de seus recursos, da lógica social e ecológica de suas práticas produtivas e de sua capacidade para assimilar a estas conhecimentos científicos e técnicos modernos<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> LEFF, Enrique. *Epistemologia ambiental*. Tradução de Sandra Valenzuela; revisão técnica de Paulo Freire Vieira. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2007. p. 80.

Surgiu assim o “Projeto de Adequação Ambiental de Postos de Combustíveis na cidade de Natal”.

### 1.3 Desafios iniciais

Sob essa perspectiva, o trabalho do Ministério Público passou a ter uma dimensão desafiadora que incluiu, além da adequação ambiental dos estabelecimentos de revenda de combustíveis na cidade de Natal, a necessidade de impulsionar o órgão ambiental (SEMURB) para a estruturação e capacitação voltadas para a realização do licenciamento e do monitoramento da atividade. Para tanto, foi solicitado e estruturado, no âmbito do órgão ambiental, a formação de um Grupo de Trabalho (GT) específico para estudar e tratar da matéria. No primeiro momento, essa estruturação foi muito difícil, em virtude de mudanças da titularidade do comando do órgão ambiental, descontinuidade de técnicos do grupo, outras demandas internas etc. Foi necessária grande persistência do Ministério Público no propósito de realizar o trabalho em conjunto com o órgão ambiental; todavia, o resultado, após o período inicial, foi muito positivo.

Realmente, a SEMURB encaminhou servidores para realizarem visitas/treinamento com profissionais da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), criou cadastramento das empresas prestadoras de serviços na área e buscou adequar uma estrutura mínima para análise de todos os pedidos de licenciamento ambiental relativos à atividade.

No entanto, as conquistas galgadas ainda se apresentaram ínfimas diante das especificidades técnicas que a atividade engloba. Para se ter ideia, o início efetivo das atividades de investigação dependia de uma vistoria em todos os 110 (cento e dez) estabelecimentos existentes na cidade para avaliação das conformidades e desconformidades das instalações de cada posto com as normas ambientais e técnicas.

Também, logo de início, foi avaliada a necessidade de realização de um Teste de Estanqueidade/Integridade no Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis (SASC) de cada posto localizado na cidade.

Diante do precedente negativo já relatado, esse teste teria de ser realizado com acompanhamento de profissionais de total confiança do Ministério Público para garantir a adoção do procedimento técnico adequado e para indicar a interdição de linha (tubulação), acessório ou tanque com vazamento.

Com certeza, a estrutura disponível pelo órgão ambiental não se mostrou como suficiente para essas diligências iniciais. Foi nessa etapa do Projeto que surgiu a necessidade do Ministério Público contar com assessoramento pericial. A operacionalidade disso foi possível graças ao amplo apoio dado pela Procuradoria Geral de Justiça do Estado do Rio Grande do Norte (PGJ/RN) à 45<sup>a</sup> Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente. A PGJ/RN, através de sua Central de Perícias, realizou convênio com a Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), através de sua Fundação de Pesquisa e Cultura (FUNPEC), e custeou a realização de uma vistoria em cada posto da cidade. Os peritos, também, ficaram encarregados de acompanhar o teste de estanqueidade que se tornou obrigatório para cada empreendimento.

Com essa estrutura alicerçada, o Ministério Público realizou uma audiência pública com todos os responsáveis pelos estabelecimentos de postos de combustíveis na cidade<sup>17</sup>. A audiência serviu para informar aos interessados o trabalho que seria iniciado em relação à regularização da atividade. Foi esclarecido que o trabalho estava situado na esfera extrajudicial – ou seja, sem a intervenção do Poder Judiciário – e que seria necessário obter dos interessados a manifestação de anuência, através de um “Termo de Adesão” para que o Ministério Público pudesse contar com a colaboração de todos os empreendedores para a realização de diligências imprescindíveis que porventura precisassem ser custeadas imediatamente pelos interessados. A realização do teste de estanqueidade, por exemplo, que é realizado por empresas acreditadas pelo Inmetro, seria a primeira exigência do Ministério Público.

Foi concedido o prazo de 10 (dez) dias para a assinatura do “Termo de Adesão”. Nesse prazo, 103 (cento e três) empresas aderiram ao Projeto e, aproximadamente nos dez dias posteriores ao prazo concedido, pôde ser computada a totalidade das empresas notificadas para a audiência. Deve ser destacado que antes da audiência com os empreendedores, o Ministério Público promoveu várias audiências preliminares com os representantes do Sindicado do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo do Rio Grande do Norte (SINDIPOSTOS/RN), que após conhecer todas as etapas do projeto, apoiou o trabalho. Esse apoio foi importante para facilitar a adesão ao Projeto pelos empreendedores.

#### **1.4 Como o Projeto se desenvolveu?**

No que diz respeito ao procedimento de investigação propriamente dito, no âmbito da 45<sup>a</sup> Promotoria, foi instaurado um Inquérito Civil<sup>18</sup> para cada empreendimento.

Os peritos realizaram em cada posto uma vistoria, tecnicamente denominada de “Revisão de Segurança”, onde percorreram todas as instalações do empreendimento, identificando as condições do local, procedimentos de operação dos equipamentos, perigos de impactos ambientais, de acidentes etc. A Revisão de Segurança dura em torno de 3 (três) horas e engloba a vistoria de aproximadamente 100 (cem) itens.

Também, em cada posto, os peritos acompanharam os procedimentos relativos ao teste de estanqueidade das tubulações e dos tanques, que englobam análise de inventário, análise volumétrica, análise não volumétrica e outras atividades decorrentes, inclusive verificação de habilitação do profissional que realiza o teste, instrumentalização e atendimento às normas. Para cada compartimento de tanque e tubulações, são gastos aproximadamente 3 (três) horas. Frisa-se que os testes, em si, foram realizados por empresas com tecnologia adequada para tanto, cadastradas no órgão

---

<sup>17</sup> A audiência foi realizada no dia 24 de março de 2009, às 15 horas, no auditório da Procuradoria Geral de Justiça do Estado do Rio Grande do Norte.

---

<sup>18</sup> Os inquéritos civis foram instaurados em março de 2009.

ambiental e custeados pelos responsáveis pelos postos de combustíveis. A atividade dos peritos constituiu em acompanhar a realização desses testes.

Ao acompanharem os testes de estanqueidade, os peritos puderam constatar linhas, tanques ou conexões com vazamento. Nesses casos, o Ministério Público encaminhou, de imediato, uma recomendação para interdição desses compartimentos. Durante o decorrer da exposição, serão mostrados os dados numéricos das interdições, mas é possível adiantar que foram interditados 34 (trinta e quatro) tanques na cidade. Os tanques interditados apresentavam um vazamento médio de 12 (doze) litros/dia. Com as interdições, pode-se dizer que o montante anual de vazamento evitado nos tanques foi de 146.880 (cento e quarenta e seis mil, oitocentos e oitenta) litros de combustível por ano.

Considerando que as interdições alcançaram também as tubulações, que apenas um posto não apresentou vazamento nas tubulações e, admitindo-se uma gota de vazamento de 3 ml/minuto nas tubulações em cada posto, pode-se afirmar que as interdições impediram o lançamento no meio ambiente de pelo menos o volume de 169.517 (cento e sessenta e nove mil, quinhentos e dezessete) litros de combustível por ano.

A atuação do Ministério Público, portanto, impediu de ser lançado, anualmente, no ambiente um total de 316.397 (trezentos e dezesseis mil, trezentos e noventa e sete) litros de combustível – gasolina, álcool e óleo diesel.

Diante do resultado da ‘Revisão de Segurança’, que representou a “radiografia” de cada posto, bem como com a garantia de que o posto não apresentava situação de poluição continuada, ou seja, que as tubulações e tanques estavam estanques, chegou o momento do Ministério Público propor aos responsáveis pelos postos as obrigações e os prazos para a adequação ambiental dos empreendimentos.

## 1.5 Sobre a proposta de adequação

A proposta de adequação foi minutada através de um Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), documento contendo o detalhamento

de todas as diligências necessárias (*incluindo obrigações de fazer e de não fazer*) e prazos para a conformação das atividades às exigências legais e reparação dos danos porventura existentes, mediante cominações (*no caso, multa diária*). O TAC, por força de lei<sup>19</sup>, tem eficácia de título executivo extrajudicial e torna as obrigações assumidas pelo signatário como obrigatórias, independentemente de homologação judicial.

O TAC minutado para cada posto foi praticamente padronizado, tendo em vista que a situação de grande parte dos postos da cidade era muito parecida. O TAC incluiu obrigações relativas: 1) ao licenciamento ambiental; 2) aos compartimentos e acessórios não estanques ou desativados do empreendimento; 3) à reforma do Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustível (SASC); 4) à investigação de passivo ambiental; 5) ao plano de remediação de área degradada; 6) à revenda de gás natural; 7) ao monitoramento, à educação e propagação da sustentabilidade da atividade econômica desenvolvida; 8) à verificação de conformidade das novas instalações.

As cláusulas do TAC referentes às reformas teriam de incluir obrigações relativas: 1) à proteção contra vazamento; 2) à proteção contra derramamento; 3) à proteção contra transbordamento; 4) à minimização de emissão de vapores na atmosfera; 5) à redução de riscos de acidentes; 6) ao controle de lançamento de efluentes líquidos e à eficiência da Caixa Separadora de Água e Óleo (SAO); 7) à disposição dos resíduos sólidos.

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), na qualidade de órgão ambiental licenciador da atividade em Natal, figuraria no TAC como interveniente, assumindo obrigações relativas ao controle dos compromissos assumidos pela empresa; cumprimento de prazos para priorizar e impor celeridade no licenciamento ambiental do empreendimento e para estabelecimento de comunicação permanente com o Ministério Público.

---

<sup>19</sup> Art. 5º§ 6º da Lei 7.347/85, que dispõe sobre ação civil pública.

A minuta do TAC incluiu obrigações que deveriam ser realizadas, necessariamente, com acompanhamento ou por profissionais de extrema confiança do Ministério Público, tais como: 1) realização de testes de detecção de tanques antigos subterrâneos desativados; 2) remoção e destinação de tanques subterrâneos inativos; 3) desativação e remoção de tanques não ecológicos para substituição; 4) acompanhamento dos testes de estanqueidade dos novos Sistemas de Armazenamento Subterrâneo de Combustível (SASC); 5) acompanhamento da investigação preliminar de passivo; 6) verificação de conformidade de todas instalações, inclusive no sistema de revenda de gás natural (GNV).

Uma vez minutado o TAC, surgiu outro grande problema: o órgão ambiental não dispunha de servidores suficientes para realizar esse acompanhamento direto nos estabelecimentos, já que os seus servidores treinados teriam um grande trabalho pela frente, que seria concernente ao procedimento de licenciamento ambiental de cada posto.

Sem o acompanhamento técnico *in loco*, a adequação ambiental poderia não ocorrer da forma exigida pelas normas existentes e tanto trabalho poderia ficar perdido.

## 1.6 O que fazer?

A solução do problema foi dada pela inclusão da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) como grande parceira do Projeto. Até então, os Professores da UFRN, vinculados à FUNPEC, estavam atuando como peritos contratados pelo Ministério Público, para realização do acompanhamento dos Testes de Estanqueidade e para realização das Revisões de Segurança.

Para possibilitar esse acompanhamento técnico no Projeto de Adequação de Postos de Combustíveis encampado pelo Ministério Público, a Universidade Federal do Rio Grande do Norte, através do Departamento de Engenharia Mecânica, desenvolveu dois Projetos de Extensão e prestação de serviços que foram denominados de: 1) “Adequação ambiental de postos

de combustíveis” e 2) “Educação para a sustentabilidade e segurança de postos de combustíveis”.

Com esses projetos da UFRN, foi possível propor o Termo de Ajustamento de Conduta para cada estabelecimento de posto de combustível localizado na cidade de Natal, tendo em vista que os acompanhamentos técnicos passaram a poder ser realizados por Professores vinculados aos Projetos de Extensão da UFRN (Professores de Engenharia Mecânica e de Química).

Antes da realização das audiências individualizadas, com os responsáveis pelos estabelecimentos, o Ministério Público promoveu nova audiência pública<sup>20</sup>, com todos os empreendedores da área para esclarecer de modo detalhado todas as cláusulas contidas no Termo de Ajustamento de Conduta, bem como para facilitar o entendimento de todas as questões técnicas envolvidas. No ato, os professores vinculados ao projeto de extensão da UFRN apresentaram fotografias de vistorias realizadas juntamente com esclarecimento das principais desconformidades técnicas verificadas e com a indicação dos ajustes pertinentes.

Para alguns empreendimentos, inicialmente, foi proposto apenas um TAC parcial, contendo obrigações relativas à investigação de passivo ambiental, porque ficam situados em áreas consideradas pelo Plano Diretor de Natal como Zonas de Proteção Ambiental – ZPAs, o que demandou maior análise para avaliação da possibilidade de permanência dos estabelecimentos no local.

O TAC foi proposto ao responsável pela operação de cada posto. Embora representantes de distribuidoras tenham participado de reuniões, audiências etc., o TAC não envolveu distribuidoras e o Ministério Público não considerou contratos ou outros ajustes comerciais entre os responsáveis dos postos com as distribuidoras.

Muitas dificuldades tiveram de ser enfrentadas no decorrer do cumprimento das obrigações por parte dos subscritores dos primeiros

<sup>20</sup> A audiência ocorreu no dia 13 de maio de 2010, às 9h30min no auditório da procuradoria Geral de Justiça do Estado do Rio Grande do Norte.

TACs. Podem ser citadas como exemplo: a falta na cidade, no início do Projeto, de empresas acreditadas pelo Inmetro para realização de teste de estanqueidade, para instalação de equipamentos em postos de combustíveis e para realização de remoção de tanques. Essas dificuldades foram consideradas pelo Ministério Público, que chegou a prorrogar prazos para o cumprimento de algumas obrigações. Superadas as dificuldades iniciais, foi possível verificar, na cidade, que muitos postos estavam “em obras”.



Posto em reforma

Fonte: Fernando Chiriboga

## 1.7 Selo verde

O posto que realizou todas as reformas necessárias à adequação ambiental, que cumpriu todas as obrigações assumidas no Termo de Ajustamento de Conduta, que não teve passivo para recuperar e que conseguiu sua Licença de Operação (LO) recebeu um “SELO VERDE”.



O SELO VERDE corresponde à etapa final do Projeto de adequação ambiental dos postos de combustíveis na cidade de Natal e demonstra que o estabelecimento recuperou a área contaminada ou não teve contaminação para recuperar. Até o mês de maio de 2012, após três anos de início das investigações individualizadas, foram computados 47 (quarenta e sete) postos com selo verde na cidade de Natal.



Entrega do Selo Verde

Fonte: Ministério Públco

“O Programa de Adequação Ambiental, idealizado e conduzido pela Promotora de Justiça Gilka da Mata, possibilitou aos empresários que atuam no seguimento de combustíveis, a regularização dos empreendimentos, pela moderna e célere via administrativa. Para adequação dos postos, as empresas realizaram vultosos investimentos em projetos, equipamentos, consultorias e treinamento de pessoal, ao passo que também existiu grande esforço por parte da promotora, e de outras autoridades e técnicos envolvidos. Assim, no que concerne à atividade de postos de combustíveis, Natal tem agora a garantia da proteção ao meio ambiente, sobretudo quanto à integridade de seus recursos hídricos, e o empresário conta com segurança jurídica no exercício de sua atividade.”

**Arnaud Diniz Flor Alves**  
*Advogado e empresário*

## 1.8 Outros dados

O posto que não se adequou no prazo concedido pelo Ministério Público precisou paralisar suas atividades para a conclusão das adequações.



Fonte: Fernando Chiriboga

Até o final do primeiro semestre de 2012, dois estabelecimentos tinham encerrado voluntariamente suas atividades. 35 (trinta e cinco) não puderam ser adequados de imediato, porque apresentaram resultado positivo na investigação confirmatória do passivo (o que corresponde à segunda fase da investigação) e as adequações aguardam a conclusão da terceira fase da investigação do passivo para que os compromissos firmados englobem também a remediação da área contaminada.

Como atividade inerente ao Projeto, nas audiências públicas foram distribuídas cartilhas educativas sobre a adequação da atividade. As cartilhas foram custeadas pelo SINDIPOSTOS.



Desenho: Carlos Alberto

Cores e diagramação: Lula Borges

Os responsáveis pelos postos custearam campanha de esclarecimento à população – com veiculação em emissoras de televisão e em rádios – sobre a importância de um posto ambientalmente adequado e sobre a possibilidade de escolha consciente do consumidor no momento de abastecimento do seu veículo.

## 1.9 Sobre o livro

O presente livro traz detalhamentos acerca dos trabalhos realizados e dos resultados obtidos durante a execução do Projeto.

Os primeiros capítulos visam a chamar a atenção do leitor sobre a atividade econômica no contexto do desenvolvimento sustentável, fazendo referências, inclusive, às discussões mundiais sobre meio ambiente e desenvolvimento.

A legislação ambiental sobre a matéria também será mencionada e conceitos legais sobre licenciamento ambiental, poluição, normas e padrões ambientais serão esclarecidos.

O leitor também poderá ter ciência das desconformidades verificadas pelos peritos do Ministério Público nos postos de combustíveis de Natal e poderá conhecer os principais equipamentos de um posto ambientalmente adequado.

Todas as etapas da investigação do passivo, além das características dos contaminantes decorrentes da atividade serão detalhadas em capítulo próprio.

Um capítulo específico sobre metrologia foi trazido para o livro, já que muitos equipamentos, sistemas e serviços relacionados com a atividade de postos de combustíveis precisam ser aprovados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial – INMETRO.

Na última parte do livro, constam os modelos das peças utilizadas pelo Ministério Público e pelos peritos durante os trabalhos.

## 1.10 Contribuição

O Projeto, além de estar contribuindo para a educação ambiental de todas as pessoas que trabalham de forma direta ou indireta na área (donos de postos, empregados, prestadores de serviços etc.) e dos consumidores, que passam a ter opções por estabelecimentos ambientalmente adequados para realizar escolhas conscientes, tem ensejado importantes estudos e

pesquisas em nível de mestrado e doutorado na UFRN, o que em muito enriquecerá o desenvolvimento sustentável da atividade. O livro, com a síntese desse trabalho, pretende servir como ferramenta para facilitar a tarefa dos atores multiplicadores do Projeto.

# 2

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 7.347, de 24 de julho de 1985. Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio-ambiente, ao consumidor, a bens e direitos de valor artístico, estético, histórico, turístico e paisagístico e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 25 jul. 1985.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 276, de 25 de abril de 2001. *Diário Oficial da União*, 7 jul. 2001.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 319, de 04 de dezembro de 2002. *Diário Oficial da União*, 19 dez. 2002.

LEFF, Enrique. *Epistemologia ambiental*. Tradução de Sandra Valenzuela; revisão técnica de Paulo Freire Vieira. 4. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

RIGHETTO, Antonio Marozzi; ROCHA, Mariano Alves da. Exploração Sustentada do Aquífero Dunas/Barreiras na Cidade de Natal, RN. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 10, n. 2, abr./jun. 2005.

## *Desenvolvimento Sustentável*

Gilka da Mata Dias\*

### 2.1 Pilares do Desenvolvimento Sustentável

Considerando que o Projeto de Adequação Ambiental de postos de combustíveis na cidade de Natal foi construído com alicerce nos direcionamentos decorrentes das discussões acerca do desenvolvimento sustentável, é essencial dar algumas “pinceladas” sobre o tema.

A inclusão da matéria ambiental no tema relativo ao desenvolvimento passou a ser mundialmente debatida em 1987, quando a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, criada pela Organização das Nações Unidas (ONU), publicou o Relatório intitulado “Nosso Futuro Comum” (*Our Common Future*).

O Relatório, também conhecido como Relatório de Brundtland – porque a Comissão foi presidida pela Primeira-Ministra da Noruega, Gro Harlem Brundtland – definiu **desenvolvimento sustentável** nos seguintes termos: “o desenvolvimento sustentável é aquele que atende às necessidades

---

\* Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal-RN  
Especialista em Gestão Ambiental

do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem a suas próprias necessidades”<sup>1</sup>.

O Relatório sintetiza que a estratégia do desenvolvimento sustentável visa a promover a harmonia entre os seres humanos e entre a humanidade e a natureza e acrescenta que a busca do desenvolvimento sustentável requer: 1) um sistema político que assegure a efetiva participação dos cidadãos no processo decisório; 2) um sistema econômico capaz de gerar excedentes e *know-how* técnico em bases confiáveis e constantes; 3) um sistema social que possa resolver as tensões causadas por um desenvolvimento não-equilibrado; 4) um sistema de produção que respeite a obrigação de preservar a base ecológica do desenvolvimento; 5) um sistema tecnológico que busque constantemente novas soluções; 6) um sistema internacional que estimule padrões sustentáveis de comércio e financiamento.

O Relatório “Nosso Futuro Comum” ajudou a esclarecer a confusão outrora existente entre desenvolvimento e crescimento econômico.

Como bem enfatiza José Eli da Veiga, até o final do século XX, os manuais sobre ciência econômica tratavam desenvolvimento e crescimento econômico como simples sinônimos; todavia,

desde que o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) lançou o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) para evitar o uso exclusivo da opulência econômica como critério de aferição, ficou muito esquisito continuar a insistir na simples identificação do desenvolvimento com o crescimento<sup>2</sup>.

O primeiro Relatório de Desenvolvimento Humano (RDH) foi publicado em 1990 pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e deixou claro que

<sup>1</sup> COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso futuro comum*. 2.ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988. p. 46.

<sup>2</sup> VEIGA, José Eli da. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2010, p. 19.

intenso crescimento econômico ocorrido durante a década de 1950 em diversos países semi-industrializados (entre os quais o Brasil) não se traduziu necessariamente em maior acesso de populações pobres a bens materiais e culturais, como ocorreu nos países considerados desenvolvidos. A começar pelo acesso à saúde e à educação<sup>3</sup>.

Charles C. Mueller aponta três eventos principais para o início dos debates sobre as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente: 1) a intensificação da poluição nas economias industrializadas; 2) os choques de petróleo na década de 1970 e 3) a publicação em 1972 do relatório do Clube de Roma. Este último, intitulado *The Limits to Growth*, projetava, em caso de continuação do crescimento demográfico e econômico observado até o início da década de 1970, uma profunda desorganização econômica e social, com acentuado declínio na produção de alimentos e níveis intoleráveis de degradação ambiental<sup>4</sup>.

Em relação ao sistema econômico e meio ambiente, Mueller<sup>5</sup> ensina com maestria:

O sistema econômico – considerado um organismo vivo e complexo – não atua em isolamento. Ele interage com o meio ambiente, do qual extrai recursos naturais fundamentais e no qual despeja dejetos (...). A economia afeta, pois, o estado geral do meio ambiente. O estilo de ‘desenvolvimento’ tem, assim, muito a ver com os impactos ambientais emanados do sistema econômico.

Mueller lembra que o meio ambiente possui certa resiliência, ou seja, certa capacidade de se auto-regenerar das agressões do sistema econômico. No entanto alerta que:

<sup>3</sup>VEIGA, 2010, p. 19.

<sup>4</sup>MUELLER, Charles C. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Finatec, 2007. p. 132.

<sup>5</sup>MUELLER, 2007, p. 37.

Essa resiliência tem limites. Uma agressão muito forte pode produzir mudanças drásticas no meio ambiente, afetando sua resiliência. E o comprometimento da resiliência do meio ambiente pode provocar situações irreversíveis, com efeitos dramáticos sobre o próprio funcionamento do sistema econômico.

[...]

Os limites da resiliência do meio ambiente são uma questão que a economia do meio ambiente deveria priorizar.<sup>6</sup>

O desenvolvimento, portanto, não pode ser entendido como simples crescimento econômico. Para Ignacy Sachs, o **econômico** corresponde apenas o instrumental para se avançar no caminho do desenvolvimento **includente e sustentável**.

Como bem ensina:

Estamos muito longe da idéia de que o crescimento econômico resolve tudo. Este foi o ponto de partida. Agora estamos bem mais avançados. Hoje, na seqüência dos trabalhos do indiano Amartya Sen, Prêmio Nobel de economia, podemos dizer, por exemplo, entre as mil definições de desenvolvimento, que o desenvolvimento é a efetivação universal do conjunto dos direitos humanos, desde os direitos políticos e cívicos, passando pelos direitos econômicos, sociais e culturais, e terminando nos direitos ditos coletivos, entre os quais está, por exemplo, o direito a um meio ambiente saudável.

É com esses adjetivos acrescentados ao conceito de desenvolvimento que se dá ênfase a alguns dos aspectos que devem ser priorizados. E, nessa lógica, trabalho atualmente com a idéia do desenvolvimento sustentável e economicamente sustentado. Ou seja, um tripé formado por três dimensões básicas da sociedade.<sup>7</sup>

<sup>6</sup>MUELLER, 2007, p. 39.

<sup>7</sup>Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil / organizadores, Elimar Pinheiro do Nascimento e João Nildo Vianna. Rio de Janeiro: Garamond, 2009. P. 22

## 2.2 Internalização dos custos ambientais

Os recursos naturais interessam ao sistema econômico porque são fontes de extração de materiais, de energia e também são utilizados para lançamento de efluentes.

Considerando que os recursos naturais não são esgotáveis e podem ser degradados, necessário se torna que haja, por parte do empreendedor, uma estimativa do custo necessário para atender aos padrões ambientais e evitar a poluição das atividades decorrentes de suas atividades.

Todavia, esses custos nem sempre são computados no momento de se estimar o início de um empreendimento. “Não são poucos os exemplos de empresas, em todo o mundo, que apresentam passivos ambientais elevados por não terem, em algum momento, levado em consideração os custos envolvidos no descarte de resíduos de suas atividades”<sup>8</sup>.

O lançamento de efluentes sem tratamento no solo ou no rio, por exemplo, nunca poderá representar um CUSTO ZERO para o empreendedor.

Na doutrina econômica, é comum se chamar de externalidades os danos e os custos gerados pela atividade econômica privada e que são transferidos para a sociedade. Vitor Bellia cita a poluição do ar e da água como clássicos exemplos de externalidades negativas<sup>9</sup> e ressalta que os efeitos das externalidades podem atingir, entre outros, a saúde, a vegetação, o solo, a vida animal, os valores estéticos e culturais. “Todas estas perdas envolvem custos sociais e não devem ser ignoradas na avaliação de projetos”<sup>10</sup>.

Realmente, ao utilizar-se de um recurso ambiental para deteriorá-lo, o empreendedor estará apropriando-se, ou seja, utilizando como lhe convém, da qualidade de um bem que não lhe pertence.

<sup>8</sup>BELLIA, Vitor. *Introdução à Economia do Meio Ambiente*. Brasília: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais. 1996, p. 74.

<sup>9</sup>BELLIA, 1996, p. 84.

<sup>10</sup>BELLIA, 1996, p. 89.

Maurício de Carvalho Amazonas e Marcos Nobre destacam a teoria denominada **economia da poluição**, que se fundamenta na distinção entre custos ou benefícios privados e sociais, explicando que “a economia da poluição, entendendo o ambiente como um bem público, de uso comum, define os danos ambientais como externalidades negativas. Em outras palavras, o agente privado torna-se ‘poluidor’ devido ao caráter de bem público dos recursos naturais”<sup>11</sup>.

Assim, ao computar os custos da instalação e operação do empreendimento, o empreendedor deve, necessariamente, internalizar os custos das medidas de proteção do meio ambiente destinadas a evitar a poluição.

### 2.3 Princípio do Poluidor Pagador

A internalização das externalidades negativas, ou seja, dos custos para se combater/evitar a poluição causada pelo empreendimento diz respeito ao Princípio do Poluidor Pagador.

O *Polluter Pays Principle* (PPP), adotado pelo *Conselho da Organization for Economic Cooperation and Development* (OECD) estabelece que “o poluidor deverá arcar com os custos das medidas para redução da poluição, decididas pelas autoridades públicas para assegurar que o meio ambiente se encontre em estado aceitável”<sup>12</sup>.

Uma das formas mais fáceis de se internalizar os custos das medidas de proteção ambiental está relacionada ao atendimento pelas empresas aos padrões que a legislação ambiental impõe. É claro que esses padrões são exigências mínimas, que podem ser ampliadas de acordo com o caso.

Na prática, verifica-se que, mesmo atualmente, com o nível de consciência ambiental crescente, é comum encontrar empresas que poluem

o meio ambiente por falta de adequação das suas instalações aos padrões mínimos impostos legalmente.

Muitas empresas só providenciam as adequações ambientais exigidas em razão de algum processo administrativo ou judicial nos quais são parte passiva. No entanto, é importante ressaltar o papel do setor econômico para o desenvolvimento sustentável de uma cidade, de um Estado e de um país.

A proteção ambiental precisa deixar de ser realizada em razão de processos, de multas, de sanções ou obrigações. A preocupação ambiental precisa ser uma prioridade do setor produtivo, que deve se moldar por valores éticos e se posicionar como parceiro do desenvolvimento sustentável. Para tanto, o gerenciamento ambiental, a adesão às políticas públicas do meio ambiente, a opção por tecnologias limpas, a educação dos envolvidos, entre outras medidas precisam ser encaradas como pontos essenciais para preocupação empresarial.

### 2.4 Conferência do Rio / 92

A Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada de 3 a 14 junho de 1992 no Rio de Janeiro, conhecida também como RIO/92 ou Cúpula da Terra, consolidou a importância do capital natural para o desenvolvimento sustentável e a necessidade de conservação desse capital, em razão de sua finitude e de sua fragilidade.

Entre os seus vinte e sete princípios<sup>13</sup>, incluiu:

**Princípio 3** - O direito ao desenvolvimento deve ser exercido de modo a permitir que sejam atendidas equitativamente as necessidades de desenvolvimento e de meio ambiente das gerações presentes e futuras.

<sup>11</sup> NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Maurício de Carvalho (Org.). *Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito*. Brasília: Ed. IBAMA, 2002.p. 111.

<sup>12</sup> Segundo Pearce et al (apud BELLIA, 1996, p. 175).

<sup>13</sup> CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. Agenda 21: Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento. 2. ed. Brasília: Senado Federal; Subsecretaria de edições técnicas, 1997.p. 593.

**Princípio 4** - Para alcançar o desenvolvimento sustentável, a proteção ambiental constituirá parte integrante do processo de desenvolvimento e não pode ser considerada isoladamente deste.

Entre os Princípios, há destaque para: a necessidade de eliminação, pelo setor produtivo, de padrões insustentáveis de produção e consumo; a adoção da precaução para os danos ambientais não conhecidos; a internalização dos custos ambientais – confirmado o Princípio do Poluidor Pagador; e a importância da avaliação de impactos ambientais.

**Princípio 8** - Para alcançar o desenvolvimento sustentável e uma qualidade de vida mais elevada para todos, os Estados devem reduzir e eliminar os padrões insustentáveis de produção e consumo e promover políticas demografias adequadas

**Princípio 15** - Com o fim de proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deverá ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com suas capacidades. Quando houver ameaça de danos graves ou irreversíveis, a ausência de certeza científica absoluta não será utilizada como razão para o adiamento de medidas economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental.

**Princípio 16** - As autoridades nacionais devem procurar promover a internacionalização dos custos ambientais e o uso de instrumentos econômicos, tendo em vista a abordagem segundo a qual o poluidor deve, em princípio, arcar com o custo da poluição, com a devida atenção ao interesse público e sem provocar distorções no comércio e nos investimentos internacionais

**Princípio 17** - A avaliação do impacto ambiental, como instrumento nacional, será efetuada para as atividades planejadas que possam vir a ter um impacto adverso significativo sobre o meio ambiente e estejam sujeitas à decisão de uma autoridade nacional competente.

## 2.5 Agenda 21

A agenda 21, que é um plano de ação decorrente da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento do Século XXI, entre os seus quarenta capítulos, incluiu recomendações na área econômica para acelerar o desenvolvimento sustentável, mudar os padrões de consumo e proteger o meio ambiente.

A promoção da responsabilidade empresarial foi devidamente realçada pela Agenda nos seguintes termos:

O espírito empresarial é uma das forças impulsoras mais importantes das inovações, aumentando a eficiência do mercado e respondendo a desafios e oportunidades. Os empresários pequenos e médios, em particular, desempenham um papel muito importante no desenvolvimento social e econômico de um país (...) Os empresários responsáveis podem desempenhar um papel importante na utilização mais eficiente dos recursos, na redução dos riscos e perigos, na minimização dos resíduos e na preservação da qualidade do meio ambiente.<sup>14</sup>

O documento chama a atenção para a degradação da saúde humana e da qualidade do meio ambiente em razão da quantidade cada vez maior de resíduos perigosos que são manipulados e produzidos, além de estabelecer uma relação da manipulação e do depósito desses resíduos perigosos com os custos diretos e indiretos que representam para a sociedade e para os cidadãos.

O Capítulo 20 da Agenda 21, que trata do Manejo Ambientalmente Saudável dos Resíduos Perigosos, estabelece que

20.2. A prevenção da geração de resíduos perigosos e a reabilitação dos locais

---

<sup>14</sup> Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2<sup>a</sup> ed. Brasília, Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997, p. 484

contaminados são os elementos essenciais e ambos exigem conhecimentos, pessoal qualificado, instalações, recursos financeiros e capacidades técnicas e científicas.<sup>15</sup>

A Agenda 21 destaca que a redução da geração de resíduos perigosos está atrelada a um sistema de utilização de tecnologias limpas ou saudáveis:

As tecnologias ambientalmente saudáveis protegem o meio ambiente, são menos poluentes, usam todos os recursos de forma mais sustentável, reciclam mais seus resíduos e produtos e tratam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável do que as tecnologias que vieram substituir.<sup>16</sup>

Consta registrado na Agenda 21 que o comércio e a indústria desempenham um papel crucial no desenvolvimento econômico e social de um país. E que as políticas e operações dessas atividades podem desempenhar um papel importante na redução do impacto sobre o uso dos recursos e o meio ambiente por meio de processos de produção mais eficientes, estratégias preventivas, tecnologias e procedimentos mais limpos de produção, inovações tecnológicas e desenvolvimento.<sup>17</sup>

Sobre o consumo consciente, a Agenda 21 trata da matéria, quando considera a mudança dos padrões e consumo como uma etapa necessária ao desenvolvimento sustentável, considerando também a necessidade de estímulo por parte do Governo, da Indústria e de outros grupos pertinentes, para formação de um público consumidor mais consciente do ponto de vista ecológico. Esse estímulo, pela Agenda, deve abranger a oferta de informações sobre as consequências das opções e comportamentos

de consumo, de modo a estimular a demanda e o uso de produtos ambientalmente saudáveis.

## 2.6 Rio + 20

A conclusão do presente trabalho coincide com a efervescência das discussões mundiais da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (13 a 22 de junho de 2012 na cidade do Rio de Janeiro/Brasil).

O encontro foi chamado de Rio + 20, em razão do lapso de 20 anos da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ocorreu na mesma cidade em 1992.

Os objetivos principais da Conferência foram: 1) assegurar um comprometimento político renovado com o desenvolvimento sustentável; 2) avaliar o progresso feito até o momento e as lacunas que ainda existem na implementação dos resultados dos principais encontros sobre desenvolvimento sustentável; 3) abordar os novos desafios emergentes.

Os dois temas em foco na Conferência foram: 1) a economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza, e 2) o quadro institucional para o desenvolvimento sustentável.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) define economia verde como

uma economia que resulta em melhoria do bem-estar da humanidade e igualdade social, ao mesmo tempo em que reduz significativamente riscos ambientais e escassez ecológica. Em outras palavras, uma economia verde pode ser considerada como tendo baixa emissão de carbono, é eficiente em seu uso de recursos e socialmente inclusiva.<sup>18</sup>

<sup>15</sup> Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2<sup>a</sup> ed. Brasília, Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997, p. 399

<sup>16</sup> Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2<sup>a</sup> ed. Brasília, Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997, p. 509

<sup>17</sup> Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2<sup>a</sup> ed. Brasília, Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997, p. 481

<sup>18</sup> Fonte:<[http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/1101-GREENECONOMY-synthesis\\_PT\\_online.pdf](http://www.pnuma.org.br/admin/publicacoes/texto/1101-GREENECONOMY-synthesis_PT_online.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2012.

Como se observa, os desafios em busca de um desenvolvimento sustentável continuam grandes e as estratégias para alcançar esse modelo de desenvolvimento precisam continuar sendo discutidas e aprimoradas. Nesse contexto, ganha especial relevo o papel do setor empresarial. Conforme asseverou o Secretário-Geral da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável Rio +20, no dia 11 de abril de 2012:

empresas e a indústria podem adotar e implementar tecnologias de produção mais limpas e cadeias de valor mais verdes [...] De fato, algumas empresas pioneiras já mostraram o caminho para uma economia mais verde e justa", acrescentou, citando, entre outros, transferência de tecnologia, criação de empregos e o bom manejo dos recursos ambientais.<sup>19</sup>

## REFERÊNCIAS

- BELLIA, Vitor. *Introdução à Economia do Meio Ambiente*. Brasília: Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Naturais, 1996.
- COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Nosso futuro comum*. 2. ed. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1988.
- CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. *Agenda 21: Conferência das nações unidas sobre meio ambiente e desenvolvimento*. 2. ed. Brasília: Senado Federal; Subsecretaria de edições técnicas, 1997.
- MUELLER, Charles C. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora Universidade de Brasília: Finatec, 2007.
- NOBRE, Marcos; AMAZONAS, Maurício de Carvalho (Org.). *Desenvolvimento sustentável: a institucionalização de um conceito*. Brasília: Ed. IBAMA, 2002.
- VEIGA, José Eli da. *Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Garamond, 2010.
- Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, 2<sup>a</sup> ed. Brasília, Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 1997.
- Dilemas e desafios do desenvolvimento sustentável no Brasil / organizadores, Elimar Pinheiro do Nascimento e João Nildo Vianna. Rio de Janeiro: Garamond, 2009.

<sup>19</sup> Fonte: <<http://www.onu.org.br/tema/rio20/>>, acessado em 13 de abril de 2012> Acesso em 13 abr. 2012.

# 3

## *Direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado*

Gilka da Mata Dias\*

### **3.1 Supremacia Constitucional**

A Constituição da República Federativa do Brasil foi promulgada em 05 de outubro de 1988.

Vista sob o prisma da evolução dos eventos mundiais que tiveram a matéria ambiental como foco, a Constituição Federal surgiu em momento de grande amadurecimento do pensamento sobre a necessidade de se proteger o meio ambiente.

Com efeito, surgiu após a realização de grandes eventos mundiais que demonstraram a necessidade dos países incluírem a proteção ambiental nas suas constituições e em outras normas infraconstitucionais. Podem ser citados pelo menos os seguintes eventos:

- a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, ocorrida em Estocolmo, na Suécia, em junho de 1972;

---

\* Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal-RN  
Especialista em Gestão Ambiental

- o lançamento do documento denominado “Estratégia de Conservação Mundial (*World Conservation Strategy – WCS*) em 1980, pela União Internacional para Natureza – *International Union for Conservation o Nature and Natural Ressources (IUCN)*, Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e pela Organização não governamental (ONG) *Wordwide Fund of Nature (WWF)*;
- a criação da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), em 1983 pela Organização das Nações Unidas (ONU);
- a publicação do Relatório final da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, denominado “*Nosso Futuro Comum*”, em 1987, que contém o conceito de desenvolvimento sustentável;
- a Conferência Mundial da Indústria sobre gestão do meio ambiente, organizada em 1984 pela PNUMA.

Sob o enfoque do seu conteúdo, “Constituição é o conjunto de normas pertinentes à organização do poder, à distribuição da competência, ao exercício da autoridade, à forma de governo, aos direitos da pessoa humana, tanto individuais, como sociais”<sup>1</sup>.

A Constituição Federal representa o ponto mais alto do ordenamento jurídico brasileiro. Nenhuma lei ou ato normativo pode contrariar a Constituição. Ela fica situada em um patamar superior ao de todas as demais leis existentes. Em razão disso, ela é chamada de Lei das Leis, Lei Maior, Lei Máxima, Lei Fundamental.

Na área do Direito, costuma-se mencionar o **Princípio da Supremacia** para referir-se à superioridade jurídica da Constituição. Luís Roberto Barroso ressalta que “por força da supremacia constitucional, nenhum ato

jurídico, nenhuma manifestação de vontade pode subsistir validamente se for incompatível com a Lei Fundamental”<sup>2</sup>.

Ualdi Lammêgo Bulos explica que

em virtude de sua supremacia, subordinam-se a ela os atos materiais exercidos pelos homens e os atos jurídicos que criam direitos e estabelecem deveres. Tanto os atos legislativos, administrativos e jurisdicionais como os atos praticados por particulares submetem-se à supremacia da Constituição brasileira que espalha sua força normativa a todos os segmentos do ordenamento jurídico.<sup>3</sup>

A Constituição de 1988 dedicou um capítulo inteiro ao meio ambiente<sup>4</sup> e referiu-se explícita e implicitamente ao meio ambiente em pelo menos outros vinte dispositivos espalhados em seu corpo. Consequentemente, os valores ambientais encontram-se presentes em todo o texto constitucional.

Tem-se, assim que a defesa do meio ambiente tornou-se um preceito imperativo, uma vez que, como bem prega Luís Roberto Barroso, “as normas constitucionais, como espécie do gênero normas jurídicas, conservam os atributos essenciais destas, dentre os quais a imperatividade”<sup>5</sup>.

Como diz José Afonso da Silva, a Constituição Federal de 1988 “é eminentemente ambientalista. Assumiu o tratamento da matéria em termos amplos e modernos [...] a questão permeia todo o seu texto, correlacionada com os temas fundamentais da ordem constitucional”<sup>6</sup>.

Com a Constituição Federal de 1988, a **qualidade do meio ambiente**

<sup>2</sup> BARROSO, Luís Roberto. *Interpretação e aplicação da Constituição: fundamentos de uma dogmática constitucional transformadora*. 6. ed. SP: Saraiva, 2004. p. 161.

<sup>3</sup> BULOS, UadiLammêgo. *Curso de direito constitucional*. 6.ed. São Paulo: Saraiva, 2011. p. 127.

<sup>4</sup> Capítulo VI, do Título VIII.

<sup>5</sup> BARROSO, Luís Roberto. *O direito constitucional e a efetividade de suas normas: limites e possibilidades da Constituição brasileira*. 8.ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2006. p. 76.

<sup>6</sup> SILVA. José Afonso da. *Direito Ambiental Constitucional*. 6.ed. São Paulo: Malheiros, 2007. p. 46.

<sup>1</sup> BONAVIDES, Paulo. *Curso de Direito Constitucional*. São Paulo: Malheiros, 1999. p. 63.

passou a ser um direito fundamental da pessoa humana. Passou, também a ser considerada como um bem, um patrimônio.

Sobre o tema vale, mais uma vez, fazer referência aos ensinamentos do Ilustre constitucionalista mineiro José Afonso da Silva:

A proteção ambiental abrangendo a preservação da Natureza em todos os seus elementos essenciais à vida humana e à manutenção do equilíbrio ecológico visa a tutelar a qualidade do meio ambiente em função da qualidade de vida, como uma forma de direito fundamental da pessoa humana.

A qualidade do meio ambiente converte-se, assim, em um bem, que o Direito reconhece e protege, como *patrimônio ambiental*

[...]

A Constituição, no art. 225, declara que todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado. Veja-se que o objeto do direito de todos não é o meio ambiente em si, não é qualquer meio ambiente. O que é objeto do direito é o meio ambiente qualificado. O direito que todos temos é à qualidade satisfatória, ao equilíbrio ecológico do meio ambiente. Essa qualidade é que se converteu em um bem jurídico. A isso é que a Constituição define como *bem de uso comum do povo*.<sup>7</sup>

Importa esclarecer que a qualidade do meio ambiente não pode ser apropriada por quem quer que seja, uma vez que se caracteriza como bem de interesse público. “Significa que o proprietário, seja pessoa pública ou particular, não pode dispor da qualidade do meio ambiente a seu bel-prazer, porque ela não integra a sua disponibilidade”<sup>8</sup>.

Com essas considerações, transcreve-se o texto do capítulo que versa sobre o meio ambiente na Constituição Federal:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

§ 1º - Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público:

I - preservar e restaurar os processos ecológicos essenciais e prover o manejo ecológico das espécies e ecossistemas;

II - preservar a diversidade e a integridade do patrimônio genético do País e fiscalizar as entidades dedicadas à pesquisa e manipulação de material genético;

III - definir, em todas as unidades da Federação, espaços territoriais e seus componentes a serem especialmente protegidos, sendo a alteração e a supressão permitidas somente através de lei, vedada qualquer utilização que comprometa a integridade dos atributos que justifiquem sua proteção;

IV - exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;

V - controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente;

VI - promover a educação ambiental em todos os níveis de ensino e a conscientização pública para a preservação do meio ambiente;

VII - proteger a fauna e a flora, vedadas, na forma da lei, as práticas que coloquem em risco sua função ecológica, provoquem a extinção de espécies ou submetam os animais a crueldade.

§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado, de acordo com solução técnica exigida pelo órgão público competente, na forma da lei.

§ 3º - As condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados.

<sup>7</sup> SILVA, 2007, p. 83/84.

<sup>8</sup> SILVA, 2007, p. 84.

§ 4º - A Floresta Amazônica brasileira, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, o Pantanal Mato-Grossense e a Zona Costeira são patrimônio nacional, e sua utilização far-se-á, na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

§ 5º - São indisponíveis as terras devolutas ou arrecadadas pelos Estados, por ações discriminatórias, necessárias à proteção dos ecossistemas naturais.

§ 6º - As usinas que operem com reator nuclear deverão ter sua localização definida em lei federal, sem o que não poderão ser instaladas.

A interação da questão ambiental com a matéria econômica também foi muito bem posicionada no texto constitucional, que instituiu a defesa do meio ambiente como princípio geral da atividade econômica, como se constata:

Art. 170. A ordem econômica, fundada na valorização do trabalho humano e na livre iniciativa, tem por fim assegurar a todos existência digna, conforme os ditames da justiça social, observados os seguintes princípios:

- I - soberania nacional;
- II - propriedade privada;
- III - função social da propriedade;
- IV - livre concorrência;
- V - defesa do consumidor;
- VI - defesa do meio ambiente, inclusive mediante tratamento diferenciado conforme o impacto ambiental dos produtos e serviços e de seus processos de elaboração e prestação;
- VII - redução das desigualdades regionais e sociais;
- VIII - busca do pleno emprego;

IX - tratamento favorecido para as empresas de pequeno porte constituídas sob as leis brasileiras e que tenham sua sede e administração no País.

Parágrafo único. É assegurado a todos o livre exercício de qualquer atividade econômica, independentemente de autorização de órgãos públicos, salvo nos casos previstos em lei.

Como bem enfatiza Barroso, os princípios constitucionais são “o conjunto de normas que espelham a ideologia da Constituição, seus postulados básicos e seus fins [...] são as normas eleitas pelos constituintes como fundamentos ou quantificações essenciais da ordem jurídica que institui”<sup>9</sup>.

Sendo assim, já que a Constituição Federal instituiu a defesa do meio ambiente como princípio da atividade econômica, resta a todos cumprir esse postulado básico.

### **3.2 Licenciamento Ambiental de atividades potencialmente poluidoras**

A Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, considerou o LICENCIAMENTO AMBIENTAL como uma das formas mais importantes de se prevenir danos aos recursos ambientais.

Quem pretende construir, instalar, ampliar ou funcionar um estabelecimento ou atividade com utilização de recursos ambientais que podem, sob qualquer forma, causar degradação ambiental, deverá submeter a sua intenção a um LICENCIAMENTO no órgão ambiental competente<sup>10</sup>.

<sup>9</sup> BARROSO, 2004. p. 151.

<sup>10</sup> O art. 10 da Lei 6938/81 dispõe que Art. 10 - A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão estadual competente, integrante do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA), e do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), em caráter supletivo, sem prejuízo de outras licenças exigíveis.

Regulamentando os aspectos do licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente, Lei 6.938/81<sup>11</sup>, a Resolução 237/97 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) define licenciamento e licença ambiental como:

**I- Licenciamento Ambiental:** procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso.

**II- Licença Ambiental:** ato administrativo pelo qual o órgão ambiental competente estabelece as condições, restrições, e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, para localizar, instalar, ampliar e operar empreendimentos ou atividades utilizadoras dos recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou aquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental.

A Resolução detalha quais são as licenças expedidas durante o procedimento de licenciamento ambiental, esclarecendo que o Poder Público, no exercício de sua competência de controle, expedirá as seguintes licenças<sup>12</sup>:

**I- Licença Prévia (LP)** – concedida na fase preliminar do planejamento do empreendimento ou atividade, aprovando sua localização e concepção atentando sua viabilidade ambiental e estabelecendo os requisitos básicos e condicionantes a serem atendidos nas próximas fases de sua implementação;

<sup>11</sup> Art. 1º, I e II da Resolução CONAMA n. 237/97.

<sup>12</sup> Art. 8º da Resolução CONAMA n. 237/97.

**II- Licença de Instalação (LI)** – autoriza a instalação do empreendimento ou atividade de acordo com as especificações constantes dos planos, programas ou projetos aprovados, incluindo as medidas de controle ambiental e demais condicionantes da qual constituem motivo determinante;

**III- Licença de Operação (LO)** – autoriza a operação da atividade ou empreendimento após a verificação do efetivo cumprimento do que consta das licenças anteriores, com as medidas de controle ambiental e condicionantes determinados para a operação.

O licenciamento ambiental, portanto, é um procedimento constituído de vários atos vinculados. Aquele que possui interesse em instalar e operar um empreendimento deverá, necessariamente, requerer junto ao órgão ambiental competente a abertura de um procedimento de licenciamento ambiental. Durante o procedimento, o órgão ambiental exigirá os documentos e as informações necessárias para avaliação da possibilidade de expedição das licenças ambientais.

Um dos requisitos essenciais do licenciamento ambiental é o conhecimento do local da atividade pretendida e a avaliação dos possíveis impactos ambientais que poderão ser gerados em razão dessa atividade. Esses dados só poderão ser conhecidos através de **estudos ambientais**.

### **3.3 Obrigatoriedade da apresentação de Estudos Ambientais no Licenciamento Ambiental**

A própria Constituição Federal, em seu art. 225, §1º, IV, reconhecendo a necessidade de avaliação dos impactos ambientais causadores de alterações ambientais, condiciona as licenças ambientais para instalação de obras ou atividades causadoras de significativa degradação do meio ambiente ao estudo prévio de impacto ambiental, com ampla publicidade.

Nem todas as obras potencialmente poluidoras requerem um estudo

prévio de impacto ambiental (EIA)<sup>13</sup>; podendo o licenciamento contemplar estudos ambientais menos complexos. Esses estudos são definidos na Resolução CONAMA 237/97 como sendo:

Estudos Ambientais: são todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada e análise preliminar de risco.<sup>14</sup>

Algumas leis estaduais chegam a arrolar outros tipos de estudos ambientais.

As informações contidas nos estudos ambientais apresentados pelo empreendedor são essenciais para se compreender todas as características do local onde se pretende instalar uma determinada atividade ou empreendimento potencialmente poluidor.

Assim, para a solicitação da Licença Ambiental, além da documentação pertinente à abertura do processo administrativo, o interessado tem que apresentar os estudos ambientais, conforme um Termo de Referência expedido pelo órgão ambiental.

Repetindo: a responsabilidade pela apresentação dos estudos ambientais é do próprio empreendedor. O órgão ambiental, por sua vez, deve estabelecer o tipo de Estudo Ambiental que deve ser apresentado de acordo com o tipo de empreendimento a ser licenciado.

De forma simplista, para os empreendimentos que não dependem de Estudo de Impacto Ambiental (EIA), o procedimento pode ser resumido da seguinte forma: após a definição pelo órgão ambiental competente

dos documentos, projetos e estudos ambientais (através de um Termo de Referência - TR), o interessado deverá requerer a licença ambiental. Este requerimento enseja o início do procedimento de licenciamento no órgão ambiental. Diante do requerimento, que deve ser acompanhado dos Estudos Ambientais normalmente realizados por equipe contratada pelo empreendedor, dos projetos e dos demais documentos exigidos, o órgão ambiental, através de sua equipe técnica analisa tudo o que foi encaminhado, realiza vistorias técnicas e emite o seu parecer técnico favorável ou não à licença (prévia, se for no início do procedimento). Há casos em que o órgão ambiental solicita esclarecimentos e complementações em decorrência da análise dos documentos encaminhados. Nesses casos, a emissão do Parecer Técnico conclusivo só ocorrerá após o atendimento dos esclarecimentos adicionais e complementações exigidos. Após o Parecer Técnico e, se for o caso, do parecer jurídico do órgão ambiental, o pedido de licença será deferido ou indeferido<sup>15</sup>.

As etapas são praticamente as mesmas para o procedimento relativo a cada Licença Ambiental, ou seja, para a Licença Prévia (LP), de Instalação (LI) ou de Operação (LO), sendo que a apresentação dos estudos ambientais é obrigatória logo no início do procedimento; portanto para a expedição da Licença Prévia (LP).

Como já esclarecido, o objetivo do licenciamento ambiental é sobretudo evitar a poluição. Os estudos ambientais tornam-se de grande relevância para se avaliar os impactos ambientais decorrentes do empreendimento que se pretende instalar.

Os estudos deverão contemplar o diagnóstico das áreas de influência do projeto, com a descrição e análise dos recursos ambientais e a situação ambiental da área antes da implantação do projeto. O meio físico, incluindo o subsolo, águas, ar, clima, topografia, regime hidrológico, etc deverão ser detalhados. O meio biológico e os ecossistemas naturais, a fauna e flora, as espécies indicadoras da qualidade ambiental; o meio socioeconômico, com

---

<sup>13</sup> O EIA é uma espécie do gênero “estudos ambientais”

<sup>14</sup> Art. 1º, III da Resolução CONAMA n. 237/97.

---

<sup>15</sup> O art. 10 da Resolução CONAMA n. 237/97 detalha o procedimento de licenciamento ambiental.

detalhamento do uso e ocupação do solo, dos locais de relevância histórica, cultural, paisagística, etc.

Após a realização do diagnóstico da área, os estudos deverão contemplar a análise dos impactos ambientais do projeto, a definição das medidas mitigadoras dos impactos negativos, com a inclusão dos equipamentos de controle e tratamento de despejos, além dos programas de acompanhamento e monitoramento dos impactos decorrentes do empreendimento.

Os estudos servem de subsídio para o deferimento ou indeferimento da licença para instalação e operação do empreendimento. Caso os estudos demonstrarem que os equipamentos e as medidas de controle não são suficientes para reduzir os impactos ambientais negativos decorrentes da atividade, não será possível o deferimento de licença ambiental requerida.

De acordo com o seu conceito legal<sup>16</sup>, impacto ambiental é qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais.

### 3.4 O que é poluição? Quem pode ser definido como poluidor?

O conceito de poluição não é subjetivo. A Lei 6.938/81, que trata da Política Nacional do Meio Ambiente, fornece o conceito legal de degradação da qualidade ambiental e de poluição. A Lei também define quem é poluidor.

Seguem, então, os conceitos legais<sup>17</sup> mencionados:

<sup>16</sup> Art. 1º da Resolução CONAMA n. 01/86.

<sup>17</sup> Art. 3º, II, III e IV da Lei n. 6.938/81.

**Degradação da qualidade ambiental:** é a alteração adversa das características do meio ambiente.

**Poluição:** é a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos.

**Poluidor:** é a pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, responsável, direta ou indiretamente, por atividade causadora de degradação ambiental.

### 3.5 Responsabilidade Ambiental

Como já foi transcrito, a Constituição Federal estipulou que as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados<sup>18</sup>.

A responsabilidade pelo descumprimento da legislação ambiental e/ou por uma efetiva lesão ao meio ambiente pode abranger as esferas administrativa, civil e penal.

No âmbito administrativo, o infrator deverá responder a um processo no órgão ambiental, que exigirá o cumprimento de sanções que variam e podem ser de: advertência, multa simples, multa diária, apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora, instrumentos, petrechos, equipamentos ou veículos de qualquer natureza utilizados na infração, destruição ou inutilização do produto, suspensão de venda e fabricação

<sup>18</sup> Art. 225 § 3º da Constituição Federal.

do produto, embargo de obra ou atividade, demolição de obra, suspensão parcial ou total de atividades ou restritiva de direitos<sup>19</sup>.

A responsabilidade civil costuma ser cobrada através de ação judicial, e busca a indenização ou reparação dos danos causados ao meio ambiente e a terceiros. Nota-se que o poluidor deve arcar com a responsabilidade civil por conduta danosa ao meio ambiente independentemente da existência de culpa<sup>20</sup>. Esta responsabilidade é denominada na doutrina de responsabilidade civil objetiva, porque independe da demonstração da culpa, ou seja da vontade em causar o dano.

A responsabilidade criminal ou penal, corresponde aos processos criminais ajuizados pelo Ministério Público e as sanções variam da seguinte forma: para pessoas físicas: penas privativas de liberdade ou restritivas de direito, que são prestação de serviços à comunidade; interdição temporária de direitos; suspensão parcial ou total de atividades; prestação pecuniária; recolhimento domiciliar<sup>21</sup>.

As penas aplicáveis às pessoas jurídicas são multa, restritivas de direitos ou prestação de serviços à comunidade. As penas restritivas de direitos da pessoa jurídica são: suspensão parcial ou total de atividades, interdição temporária de estabelecimento, obra ou atividade, proibição de contratar com o Poder Público, bem como dele obter subsídios, subvenções ou doações<sup>22</sup>.

As responsabilidades acima mencionadas são independentes, ou seja, um processo em uma esfera (cível, por exemplo) não impede outro processo pelo mesmo fato em outra esfera (criminal, por exemplo, ou administrativo). Desse modo, pelo mesmo ato danoso contra o meio ambiente, o responsável pode responder a processos no âmbito civil, administrativo e criminal.

<sup>19</sup> Art. 72da Lei n. 9.605/98.

<sup>20</sup> O § 1º do art. 14 da Lei 6.938/81 dita que: § 1º - Sem obstar a aplicação das penalidades previstas neste artigo, é o poluidor obrigado, independentemente da existência de culpa, a indenizar ou reparar os danos causados ao meio ambiente e a terceiros, afetados por sua atividade. O Ministério Público da União e dos Estados terá legitimidade para propor ação de responsabilidade civil e criminal, por danos causados ao meio ambiente.

<sup>21</sup> Art. 8º da Lei n. 9.605/98.

<sup>22</sup> Arts. 21 e 22 da Lei n. 9.605/98.

## REFERÊNCIAS

BARROSO, Luís Roberto. *Interpretação e aplicação da Constituição: fundamentos de uma dogmática constitucional transformadora*. 6. ed. SP. Saraiva, 2004.

\_\_\_\_\_. *O direito constitucional e a efetividade de suas normas: limites e possibilidades da Constituição brasileira*. 8. ed. Rio de Janeiro: Renovar, 2006.

BONAVIDES, Paulo. *Curso de Direito Constitucional*. São Paulo: Malheiros, 1999.

BRASIL. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 1 set. 1981.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 01, de 23 de janeiro de 1986. *Diário Oficial da União*, 17 fev. 1986.

\_\_\_\_\_. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. *Diário Oficial da União*, 20 dez. 1997.

\_\_\_\_\_. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 13 fev. 1998.

BULOS, Uadi Lammêgo. *Curso de direito constitucional*. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2011.

SILVA, José Afonso da. *Direito Ambiental Constitucional*. 6. ed. São Paulo: Malheiros, 2007.

# 4

## *Normas e Padrões Ambientais*

Gilka da Mata Dias\*

### **4.1 Mas que normas e padrões são esses?**

No tópico relativo à internalização dos custos ambientais, foi mencionado que o atendimento aos padrões ambientais é uma importante forma de se evitar a poluição de atividades que direta ou indiretamente utilizam o meio ambiente.

A Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, estabeleceu, entre os objetivos dessa política, a compatibilização do desenvolvimento econômico-social com a preservação da qualidade do meio ambiente<sup>1</sup>. O estabelecimento de padrões de qualidade ambiental foi arrolado também como objetivo e como um essencial instrumento para dar efetividade a essa política de proteção ambiental<sup>2</sup>. Pelas regras de competência ambiental determinadas pela Constituição Federal, as normas gerais ou mínimas de proteção devem ser estabelecidas pela União Federal<sup>3</sup>.

---

\* Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente de Natal-RN  
Especialista em Gestão Ambiental

<sup>1</sup> Art. 4º, I da Lei n. 6.938/81

<sup>2</sup> Art. 9º, I da Lei n. 6.938/81

<sup>3</sup> A Constituição Federal, estabelecendo o princípio federativo, adotou a repartição vertical de

Os Estados e os Municípios podem estabelecer normas suplementares (no sentido de complementares) às normas gerais existentes, desde que não diminuam a proteção da legislação federal ou estadual<sup>4</sup>.

No caso da definição das normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado, a União Federal, através da Lei 6.938/81, remeteu essa atribuição ao Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA)<sup>5</sup>, permitindo que os Estados e os Municípios elaborem normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente, com observância do que foi estabelecido pelo CONAMA. Normas supletivas são as que servem para cobrir uma lacuna que a Lei de hierarquia maior deixou de regulamentar.

#### 4.2 Base para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis

---

competência e prescreveu em seu art 24 que “Compete à União, aos Estados e ao Distrito Federal legislar concorrentemente sobre: [...] VI- florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição; VII- proteção ao patrimônio histórico, cultural, artístico, turístico e paisagístico [...] §1º No âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais [...].” A Constituição foi muito clara, não deixando margem a qualquer dúvida doutrinária de que em matéria de conservação da natureza, a União é a responsável por estabelecer normas gerais.

<sup>4</sup> É importante salientar que a competência comum, estabelecida no do art. 23 da Constituição Federal, não diz respeito à competência legislativa e sim à instrumental ou administrativa, destinada à aplicação das leis ambientais existentes. As atribuições são, portanto, de natureza administrativa e, em regra, revelam-se através dos atos administrativos.

<sup>5</sup> Art 6º - Os órgãos e entidades da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios, bem como as fundações instituídas pelo Poder Público, responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental, constituirão o Sistema Nacional do Meio Ambiente - SISNAMA, assim estruturado: [...] II - órgão consultivo e deliberativo: o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com a finalidade de assessorar, estudar e propor ao Conselho de Governo, diretrizes de políticas governamentais para o meio ambiente e os recursos naturais e deliberar, no âmbito de sua competência, sobre normas e padrões compatíveis com o meio ambiente ecologicamente equilibrado e essencial à sadia qualidade de vida; [...] § 1º Os Estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, elaboração normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente, observados os que forem estabelecidos pelo CONAMA. § 2º Os Municípios, observadas as normas e os padrões federais e estaduais, também poderão elaborar as normas mencionadas no parágrafo anterior.

Sem prejuízo da necessidade de atendimento aos preceitos constitucionais e da legislação ambiental em vigor – com especial destaque para a Lei 6.938/81, já mencionada – os interessados em instalar e operar postos revendedores de combustíveis, postos de abastecimento, sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis deverão atender às exigências da Resolução CONAMA 273/2000, que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis e serviços e dispõe sobre a prevenção e controle da poluição. A referida Resolução sofreu alterações através das Resoluções CONAMA 276/01 e 319/02.

Logo em suas considerações iniciais, a Resolução CONAMA 273/2000, com propriedade, ressalta os riscos e os potenciais danos ambientais que as instalações e os sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e de outros combustíveis ensejam. Faz referência à falta de treinamento de pessoal e à relação direta dos vazamentos com a contaminação dos recursos hídricos, com acidentes, com a falta de manutenção do sistema, com a operação de sistemas envelhecidos. Expressamente, nos termos da Resolução:

- toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configuram-se como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais;
- vazamentos de derivados de petróleo e outros combustíveis podem causar contaminação de corpos d’água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar;
- os riscos de incêndio e explosões, decorrentes desses vazamentos, principalmente, pelo fato de que parte desses estabelecimentos localizam-se em áreas densamente povoadas;
- a ocorrência de vazamentos vem aumentando significativamente nos últimos anos em função da manutenção inadequada ou insuficiente, da obsolescência do sistema e equipamentos e da falta de treinamento de pessoal;
- a ausência e/ou uso inadequado de sistemas confiáveis para a detecção de vazamento;
- a insuficiência e ineficácia de capacidade de resposta frente a essas ocorrências e, em alguns casos, a dificuldade de implementar as ações necessárias.

A Resolução CONAMA 273/2000 traz as seguintes definições:

- **Posto Revendedor-PR:** Instalação onde se exerce a atividade de revenda varejista de combustíveis líquidos derivados de petróleo, álcool combustível e outros combustíveis automotivos, dispondo de equipamentos e sistemas para armazenamento de combustíveis automotivos e equipamentos medidores.
- **Posto de Abastecimento-PA:** Instalação que possua equipamentos e sistemas para o armazenamento de combustível automotivo, com registrador de volume apropriado para o abastecimento de equipamentos móveis, veículos automotores terrestres, aeronaves, embarcações ou locomotivas; e cujos produtos sejam destinados exclusivamente ao uso do detentor das instalações ou de grupos fechados de pessoas físicas ou jurídicas, previamente identificadas e associadas em forma de empresas, cooperativas, condomínios, clubes ou assemelhados.
- **Instalação de Sistema Retalhista-ISR:** Instalação com sistema de tanques para o armazenamento de óleo diesel, e/ou óleo combustível, e/ou querosene iluminante, destinada ao exercício da atividade de Transportador Revendedor Retalhista.
- **Posto Flutuante-PF:** Toda embarcação sem propulsão empregada para o armazenamento, distribuição e comércio de combustíveis que opera em local fixo e determinado

#### 4.3 Exigência de Licenciamento Ambiental

A Resolução CONAMA 273/2000, seguindo o comando da Lei 6.938/81<sup>6</sup>, que exige o licenciamento ambiental para toda construção, instalação, ampliação e funcionamento de atividades consideradas efetiva e potencialmente poluidoras, reafirmou a necessidade de prévio

licenciamento ambiental para a instalação, modificação, ampliação e operação de postos de combustíveis.

Art. 1º. A localização, construção, instalação, modificação, ampliação e operação de postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

Também, seguindo o regramento geral que dispõe sobre licenciamento ambiental, reafirmou que o licenciamento abrange as três licenças: a Licença Prévia (LP), Licença de Instalação (LI) e Licença de Operação (LO).

No trabalho realizado na cidade de Natal/RN para adequação ambiental dos postos de combustíveis, muitos empreendedores alegaram que suas atividades tiveram início antes da Resolução CONAMA 273/2000, razão pela qual deixaram de providenciar o devido licenciamento nos termos impostos pela norma.

Impera informar que o licenciamento ambiental de atividades potencialmente poluidoras é uma exigência da Lei 6.938 de 1981, razão pela qual desde essa data os empreendimentos efetiva ou potencialmente poluidores passaram a depender de licenciamento ambiental.

E a Resolução CONAMA 273/2000, ao mencionar as licenças ambientais cabíveis, enfatizou que os estabelecimentos que estivessem em operação na data de sua publicação estavam obrigados à obtenção da Licença de Operação (LO)<sup>7</sup>.

#### 4.4 Exigências específicas

A Resolução CONAMA 273/2000 estabelece alguns documentos específicos para emissão das Licenças Ambientais, conforme quadro a seguir:

<sup>6</sup> Art. 10 da Lei n. 6.938/81

<sup>7</sup> Art. 4º § 2º da Resolução CONAMA n. 273/2000

Para emissão da(s) Licença(s)	Documentos Específicos		
Licença Prévia (LP) e Licença de Instalação (LI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>projeto básico que deverá especificar equipamentos e sistemas de monitoramento, proteção, sistema de detecção de vazamento, sistemas de drenagem, tanques de armazenamento de derivados de petróleo e de outros combustíveis para fins automotivos e sistemas acessórios de acordo com as Normas ABNT e, por diretrizes definidas pelo órgão ambiental competente;</li> <li>declaração da prefeitura municipal ou do governo do Distrito Federal de que o local e o tipo de empreendimento ou atividade estão em conformidade com o Plano Diretor ou similar;</li> <li>croqui de localização do empreendimento, indicando a situação do terreno em relação ao corpo receptor e cursos d'água e identificando o ponto de lançamento do efluente das águas domésticas e resíduárias após tratamento, tipos de vegetação existente no local e seu entorno, bem como contemplando a caracterização das edificações existentes num raio de 100 m com destaque para a existência de clínicas médicas, hospitais, sistema viário, habitações multifamiliares, escolas, indústrias ou estabelecimentos comerciais;</li> <li>no caso de posto flutuante, cópia autenticada do documento expedido pela Capitania dos Portos, autorizando sua localização e funcionamento e contendo a localização geográfica do posto no respectivo curso d'água;</li> <li>caracterização hidrogeológica com definição do sentido de fluxo das águas subterrâneas, identificação das áreas de recarga, localização de poços de captação destinados ao abastecimento público ou privado registrados nos órgãos competentes até a data da emissão do documento, no raio de 100 m, considerando as possíveis interferências das atividades com corpos d'água superficiais e subterrâneos;</li> </ul>		
		<ul style="list-style-type: none"> <li>caracterização geológica do terreno da região onde se insere o empreendimento com análise de solo, contemplando a permeabilidade do solo e o potencial de corrosão;</li> <li>classificação da área do entorno dos estabelecimentos que utilizam o Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustível-SASC e enquadramento deste sistema, conforme NBR-13.786;</li> <li>detalhamento do tipo de tratamento e controle de efluentes provenientes dos tanques, áreas de bombas e áreas sujeitas a vazamento de derivados de petróleo ou de resíduos oleosos;</li> <li>previsão, no projeto, de dispositivos recolhimento e disposição adequada de óleo lubrificante usado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>plano de manutenção de equipamentos e sistemas e procedimentos operacionais;</li> <li>plano de resposta a incidentes contendo: a) comunicado de ocorrência; b). ações imediatas previstas; c). articulação institucional com os órgãos competentes;</li> <li>atestado de vistoria do Corpo de Bombeiros;</li> <li>programa de treinamento de pessoal em: a) operação; b) manutenção; e c) resposta a incidentes;</li> <li>registro do pedido de autorização para funcionamento na Agência Nacional de Petróleo-ANP;</li> <li>certificados expedidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normatização e Qualidade Industrial-INMETRO, ou entidade por ele credenciada, atestando a conformidade quanto a fabricação, montagem e comissionamento dos equipamentos e sistemas;</li> <li>certificado expedido pelo INMETRO ou entidade por ele credenciada, atestando a inexistência de vazamentos.</li> </ul>

#### 4.5 Obediência às normas da ABNT

Além da obediência às diretrizes estabelecidas na Resolução CONAMA 273/00 e às exigidas pelo órgão ambiental competente, de acordo com as peculiaridades locais, a própria Resolução exige que todos os projetos de construção, modificação e ampliação de postos revendedores, postos de abastecimento, instalações de sistemas retalhistas e postos flutuantes de combustíveis sejam realizados de acordo com normas técnicas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é uma entidade privada sem fins lucrativos. Foi designada através do Conselho Nacional de Metrologia, Normatização e qualidade industrial (CONMETRO)<sup>8</sup> como Foro Nacional de Normatização.

As atribuições da ABNT foram fixadas em um Termo de Compromisso firmado entre a própria entidade e o Governo Brasileiro<sup>9</sup>. A supervisão do Termo de Compromisso ficou a cargo do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), que é uma autarquia federal vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, com personalidade jurídica e patrimônio próprios<sup>10</sup>.

As principais atribuições da ABNT são de coordenar, orientar e supervisionar o processo de elaboração de Normas Brasileiras, bem como de elaborar e editar as referidas Normas.

O Termo de Compromisso estabelece que a numeração de Normas Brasileiras será de responsabilidade da ABNT, que utilizará o sistema de numeração sequencial, precedido da sigla NBR (NBR- nº sequencial)<sup>11</sup>.

As principais normas da ABNT aplicáveis às atividades relativas à postos de combustíveis encontram-se detalhadas no capítulo 7.

<sup>8</sup> Resolução CONMETRO n. 07/1992

<sup>9</sup> Anexo da Resolução CONMETRO/Nº 07/92, publicado no D.O.U. de 27/ 08 /92— Seção 1— página 11728

<sup>10</sup> Art. 4º da Lei 5.966/73

<sup>11</sup> Parágrafo 1º da Cláusula 1ª do Termo de Compromisso

#### REFERÊNCIAS

BRASIL. Lei nº 5.966, de 11 de dezembro de 1973. Institui o Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 12 dez. 1973.

\_\_\_\_\_. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 1 set. 1981.

\_\_\_\_\_. Resolução nº 273, de 29 de novembro de 2000. *Diário Oficial da União*, 30 nov. 2000.

# 5

## *Radiografia geral dos postos de combustíveis na Cidade de Natal*

Ângelo Roncalli de Oliveira Guerra<sup>1</sup>

Francisco de Assis de Oliveira Fontes<sup>2</sup>

José Correia Torres Neto<sup>3</sup>

Luis Guilherme Meira de Souza<sup>4</sup>

### **5.1 A radiografia geral de todos os postos de combustíveis da Cidade de Natal-RN**

Neste capítulo, o foco é o relato do estado em que se encontravam as instalações dos empreendimentos revendedores de combustíveis na cidade de Natal, no Rio Grande do Norte, no ano de 2009. Serão apresentados

---

<sup>1</sup> Doutor pela University Of Manchester Institute Of Science And Technology em Engenharia Mecânica, na Inglaterra, em 1996. Atualmente, é professor titular da UFRN na área de projetos mecânicos.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 2003. Atualmente, é professor Associado III da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 2012, e Especialista em Gás Natural. Atualmente, é técnico de nível superior em assuntos educacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 2002. Atualmente, é professor associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

os dados da “radiografia geral” retratando a situação dos tanques/compartimentos dos postos investigados em 2009. Um destaque é dado à importância dos tanques ecológicos para proteção do solo/aquífero da cidade de Natal. Finalmente, serão apresentados alguns aspectos relativos à operação e manutenção dos postos de combustíveis e à capacitação dos frentistas.

Durante o ano de 2009, o Ministério Público investigou todos os 110 postos de revenda de combustível em funcionamento na cidade de Natal-RN. Para a realização desse trabalho, contou com a parceria da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal/RN (SEMURB), órgão ambiental local, e do Corpo de Bombeiros do RN. Os engenheiros/professores da UFRN atuaram realizando perícias em todas as instalações dos empreendimentos revendedores de combustíveis da cidade na tentativa de fazer um diagnóstico geral (“Radiografia”) da situação e possíveis desconformidades encontradas. Concomitantemente, foi possível realizar algumas atividades de capacitação de funcionários desses órgãos envolvidos, além de treinar alunos dos cursos de Engenharia Mecânica e Química da UFRN.

A “radiografia final” só foi possível após três tarefas chaves realizadas nas visitas básicas a todos os 110 postos de gasolina em operação na cidade:

TAREFA	DESCRITIVO	RESULTADOS
<b>Revisões de Segurança</b>	Procedimento utilizado para análise de um posto onde os peritos preenchem um formulário detalhado contendo informações relevantes sobre o estado das instalações incluindo funcionalidade, integridade e segurança. A atividade contempla um registro fotográfico das instalações.	As não conformidades encontradas que envolviam risco de segurança ou risco ambiental eram prontamente comunicadas aos proprietários dos postos de gasolina e ao Ministério Público para correção e/ou interdição imediata.
<b>Mapeamentos de Tanques</b>	Realização de buscas por possíveis tanques抗igos soterrados na área dos postos. O mapeamento foi realizado utilizando-se um detector de metal GTI 2500 Garret, capaz de apontar grandes massas metálicas.	Localização de tanques metálicos subterrâneos em todos os postos. Houve situação dos peritos detectarem até 05 tanques soterrados em um único empreendimento. Os tanques inativos foram indicados para remoção.
<b>Testes de Estanqueidade</b>	Procedimento normatizado para detecção que permite localizar vazamentos em tanques, linhas e conexões.	Interdição imediata dos tanques com vazamento comprovado e substituição das tubulações não estanques.

**Quadro 5.1:** Descritivos das tarefas realizadas nas visitas dos 110 postos em operação em Natal/RN. Fonte: Ministério Público/RN.

As Figuras 5.1, 5.2 e 5.3 a seguir ilustram o mapeamento na busca por tanques soterrados sendo realizado em um posto da cidade em 2009, bem como seu resultado concreto.



Figura 5.1: Foto dos peritos realizando o mapeamento de tanques sotterrados.

Fonte: Ministério Público/RN.



Figura 5.2: Display do equipamento indicador da presença de tanques.

Fonte: Ministério Público/RN.

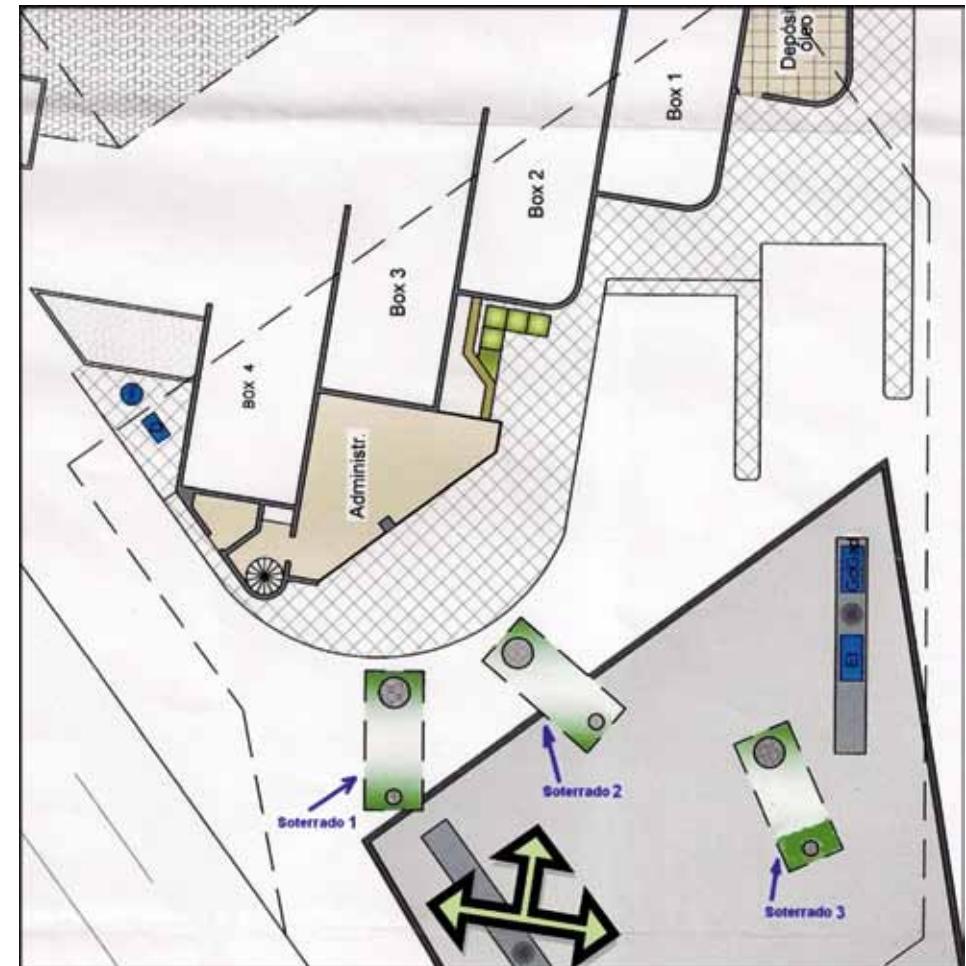
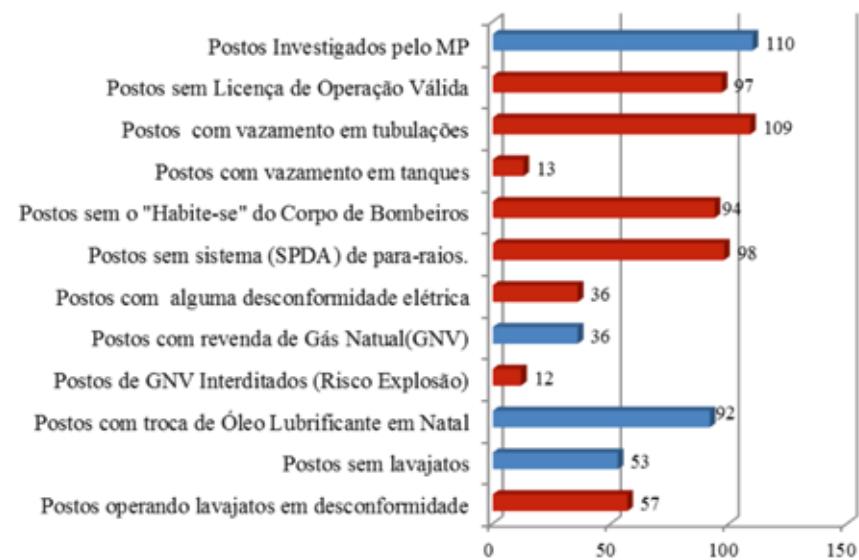


Figura 5.3: Três tanques não declarados detectados (verde) durante o mapeamento.

Fonte: Ministério Público/RN.

O Quadro 5.2 adiante é o resumo da situação encontrada pelo Ministério Público referente aos postos de gasolina na cidade de Natal-RN em 2009:

## Resumo da Situação dos Postos de Natal-RN em 2009



Quadro 5.2: Quadro resumo da situação dos 110 postos de gasolina em 2009.

Fonte: Ministério Público/RN.

As barras em vermelho mostram algumas constatações preocupantes encontradas durante as perícias e as barras em azul representam informações que também alimentaram uma base de dados referente à revenda de combustíveis na cidade.

O destaque neste ponto vai para o elevado número de postos (109) que apresentaram vazamentos nas tubulações/conexões localizadas entre bombas, tanques e filtros. Apenas um posto não apresentou vazamento nas tubulações (as tubulações desse posto eram ecológicas). No aspecto da segurança, também se observou várias das desconformidades indicadas e que serão mais bem detalhadas em capítulo específico. O próximo item apresenta alguns destaques da situação encontrada referente aos tanques/compartimentos responsáveis pelo armazenamento de combustíveis na cidade de Natal em 2009.

## 5.2 A situação dos tanques/compartimentos dos postos em 2009

A forma de armazenamento utilizada pela grande maioria dos postos até o ano de 2009 apresentava uma grande fragilidade no tocante ao meio ambiente. Os 349 tanques subterrâneos não ecológicos utilizados para o armazenamento de combustíveis líquidos (derivados ou não de petróleo) estavam sujeitos a uma intensa corrosão promovida – e intensificada – pela característica do solo da Cidade do Natal: solo dunar com alta salinidade.

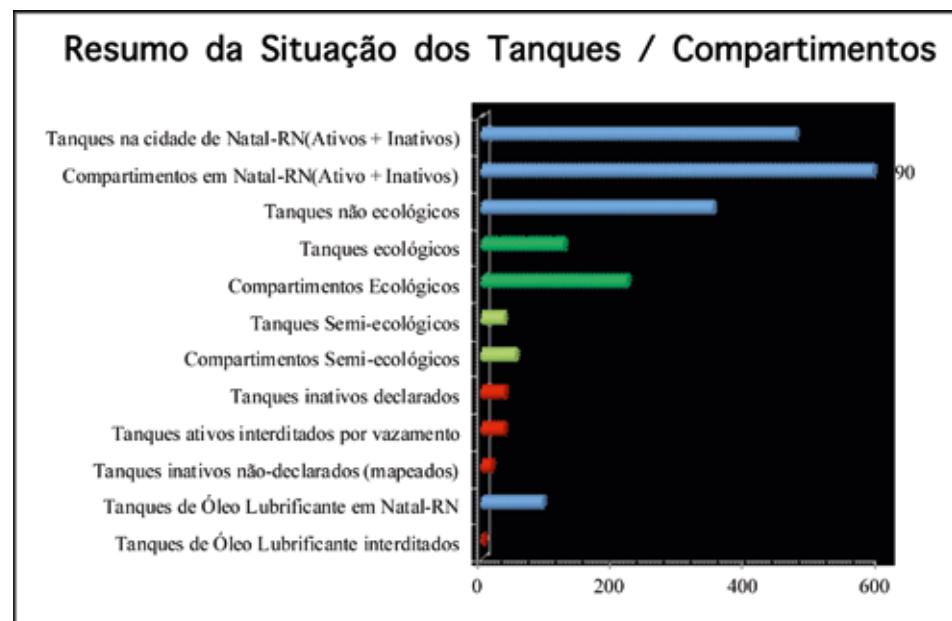
Independentemente da cidade onde se localiza o empreendimento, postos de gasolina que ainda não possuem instalações ecológicas estão sujeitos à agressividade do solo, que acarreta danos diretos aos tanques metálicos provocando vazamento de combustíveis tanto no tanque quanto na linha de transporte e distribuição (tubulações), o que contamina diretamente o próprio solo e, em seguida, o lençol freático.

Na sequência, o Quadro 5.3 apresenta alguns números que retratam a situação dos tanques/compartimentos dos postos de gasolina em 2009. Um tanque de combustível pode ter um único compartimento (pleno), ser subdividido em 02 compartimentos (bicompartmentado) ou em três compartimentos (tricompartmentado).

O destaque no caso dos tanques de armazenamento vai para o número de tanques não ecológicos (349), desativados (35) e/ou que apresentaram vazamentos (34). Dos 349 tanques não ecológicos, 315 eram tanques metálicos comuns e, portanto, sujeitos ao ataque da corrosão. Esse destaque é reforçado pelo fato de que, posteriormente, muitos postos contendo tanques desativados apresentaram indícios ou contaminação confirmada na investigação do passivo ambiental.

Outro número que, embora pequeno, chamou atenção foi o de tanques de óleo lubrificante que precisou ser interditado (3 unidades). Para que se tenha uma ideia da gravidade dessa situação, basta considerar que uma película fina de 0,00001 mm proveniente de 1 litro de óleo lubrificante pode impedir a passagem de luz e troca de oxigênio contaminando uma

área superficial de 10 m<sup>2</sup> de espelho d'água e esse mesmo volume é capaz de esgotar o oxigênio de um milhão de litros d'água se considerarmos uma profundidade média de 100m para um corpo d'água aleatório.



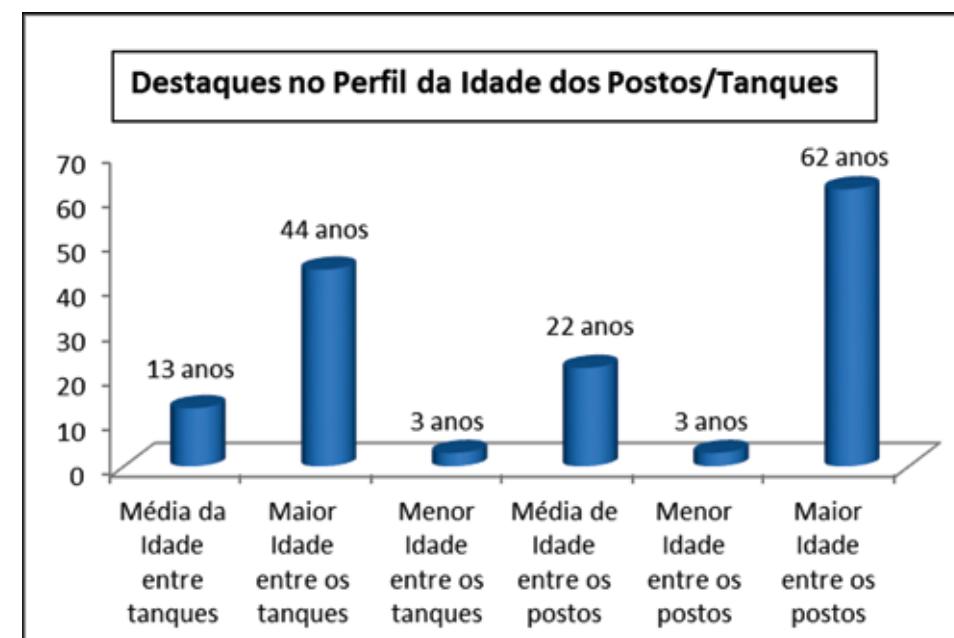
Quadro 5.3: Quadro resumo da situação dos 473 tanques em 2009.

Fonte: Ministério Público/RN.

Considerando, por exemplo, volumes clássicos de armazenamento de óleo lubrificante na cidade de Natal da ordem de 2.000 litros, um hipotético vazamento de tal magnitude seria suficiente para promover uma carga poluidora de uma população de 80.000 habitantes, em torno de 10,18% da população da Cidade do Natal<sup>5</sup>. Felizmente, as três interdições ocorridas em Natal foram de caráter preventivo e não devido a vazamentos confirmados.

<sup>5</sup> Segundo o Censo 2010, a população da Cidade do Natal é de 803.739 habitantes. Fonte: <<http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=240810#>>>. Acesso em: 1 maio 2012.

O Quadro 5.4 a seguir ilustra alguns destaques relativos à idade média dos tanques e postos de gasolina que operavam na cidade de Natal-RN em 2009, bem como os picos de idade dos postos e tanques instalados na cidade. Os valores mínimos de idade encontrados em ambos os casos também são mostrados no gráfico.



Quadro 5.4: Idade média/picos de idade de tanques e postos de gasolina em 2009.

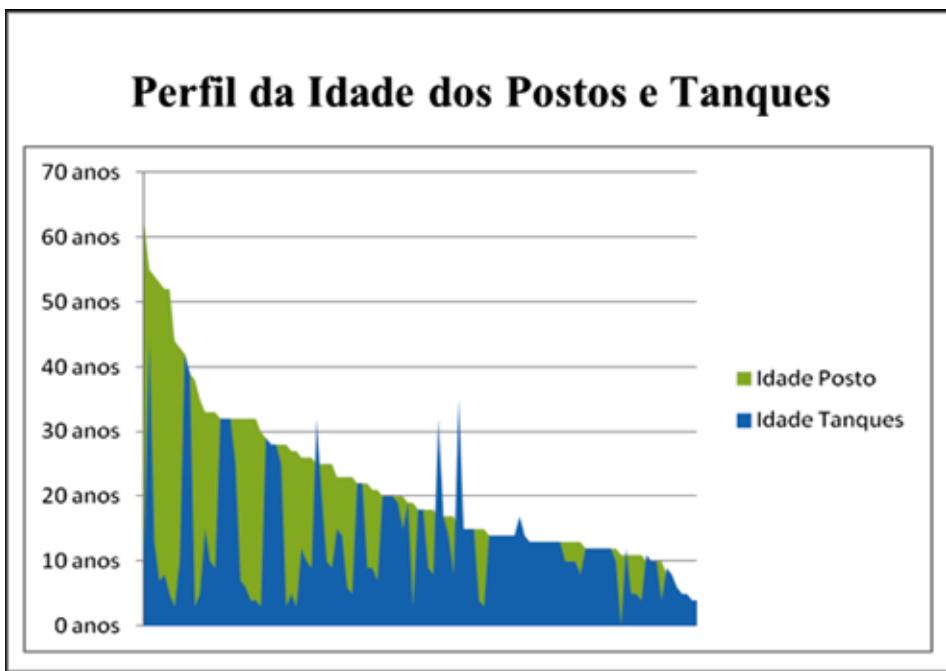
Fonte: Ministério Público/RN.

Finalmente, o gráfico plotado no Quadro 5.5 é um comparativo entre a idade dos postos de gasolina e a idade dos seus respectivos tanques. Na região destacada em verde (idade dos postos), observa-se que há uma forte concentração de postos com idade superior a 20 anos. A idade dos tanques (região destacada em azul) é visivelmente menor. Entretanto, observa-se que há uma enorme oscilação no perfil de idade dos tanques.

### 5.3 Resumo

A “radiografia geral” dos 110 postos de combustíveis da cidade de Natal-RN mostrou o real estado das várias instalações e os vazamentos encontrados durante os testes de estanqueidade nos tanques e tubulações. Os números finais foram preocupantes em muitos aspectos relacionados ao potencial poluidor da atividade de revenda de combustíveis.

Os dados colhidos durante as perícias justificaram plenamente a investigação conduzida pelo Ministério Público para posterior implantação do projeto de “Adequação dos Postos de Combustíveis na Cidade de Natal” no sentido de garantir a qualidade da água da cidade através da proteção do lençol freático. Dessa forma, a instalação de tanques e equipamentos ecológicos em todos os postos de gasolina em operação foi o único caminho para a adequação ambiental e, consequentemente, uma prática da atividade de revenda de combustíveis de forma sustentável.



Quadro 5.5: Gráfico comparativo idade dos postos x idade dos tanques.

Fonte: Ministério Público/RN.

O destaque nesse gráfico é a região dos vales na região azul, significando que alguns postos muito antigos efetuaram recentemente a substituição dos seus tanques (últimos 05 anos). Finalmente, observa-se nos picos em azul, nos trechos extrapolando a região verde, que alguns poucos postos fizeram realocações ou adquiriram tanques usados.

Há uma previsão de mudança radical nesse gráfico do perfil da idade dos tanques de armazenamento de combustíveis quando do término do projeto de “Adequação ambiental de Postos de Combustíveis na Cidade de Natal”. A mudança com certeza ocorrerá, pois todos os 349 tanques não ecológicos serão desativados ou substituídos por novos tanques ecológicos que também terão monitoramento intersticial obrigatório, além de controle eletrônico de inventário.

# 6

## *Posto ilegal*

Ângelo Roncalli de Oliveira Guerra<sup>1</sup>

Francisco de Assis de Oliveira Fontes<sup>2</sup>

José Correia Torres Neto<sup>3</sup>

Luis Guilherme Meira de Souza<sup>4</sup>

### **6.1 Principais desconformidades verificadas pelos peritos do Ministério Público**

Neste capítulo, são apresentadas as principais desconformidades encontradas pelos peritos do Ministério Público quando da investigação dos 110 empreendimentos revendedores de combustíveis na cidade de Natal-RN em 2009. O objetivo é apresentar de forma bem ilustrada com fotografias

---

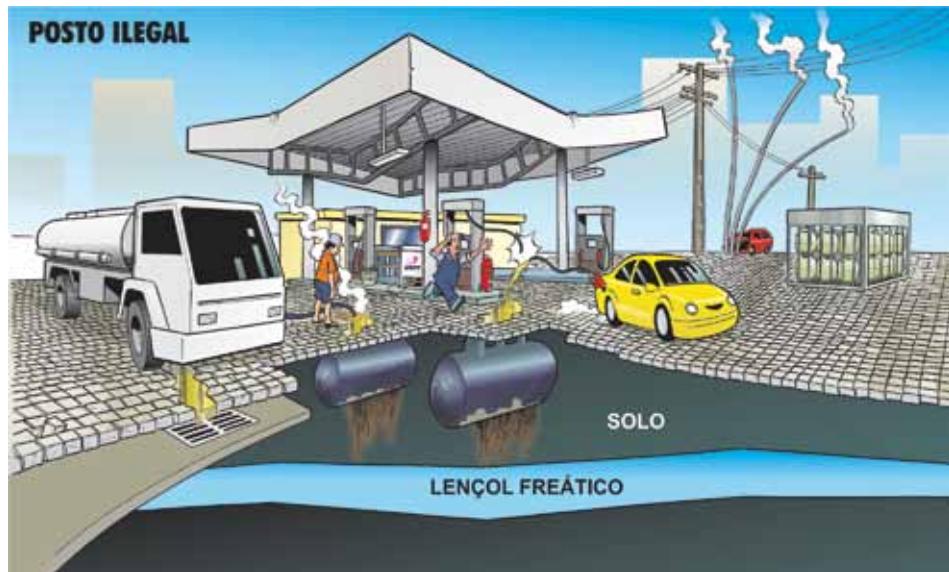
<sup>1</sup> Doutor pela University Of Manchester Institute Of Science And Technology em Engenharia Mecânica, na Inglaterra, em 1996. Atualmente, é professor titular da UFRN na área de projetos mecânicos.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 2003. Atualmente, é professor Associado III da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 2012, e Especialista em Gás Natural. Atualmente, é técnico de nível superior em assuntos educacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 2002. Atualmente, é professor associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

a real situação dos postos de combustíveis focalizando o entendimento da necessidade de adequação ambiental e de segurança. Dessa forma, este capítulo resume-se numa “radiografia” detalhada com registro fotográfico da situação encontrada naquele momento. O infográfico a seguir ilustra algumas desconformidades encontradas em um posto ilegal.



Infográfico 6.1: Algumas desconformidades encontradas em um posto ilegal.

Fonte: Ministério Público/RN

## 6.2 Desconformidades na área de armazenamento de combustíveis

As primeiras desconformidades foram observadas na área de recebimento e armazenamento de combustíveis, também conhecida como “área de tancagem”. Já foi mencionado o elevado número de tanques simples (315 unidades puramente metálicos) presente nos postos de gasolina da cidade de Natal. Considerando que os tanques representam o principal componente de um Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustível (SASC) e que todos os postos da cidade são empreendimentos

do tipo classe 3 (Norma ABNT 13786), conclui-se que os tanques puramente metálicos e/ou semimetálicos encontram-se em desconformidade com as normas.

O gráfico da Figura 6.1 mostra que apenas 26% dos 473 tanques da cidade de Natal-RN estavam em conformidade com as normas no ano de 2009. Todos os outros 349 tanques (metálicos + semiecológicos) precisaram ser removidos e, cuidadosamente, encaminhados para uma destinação ambientalmente correta.

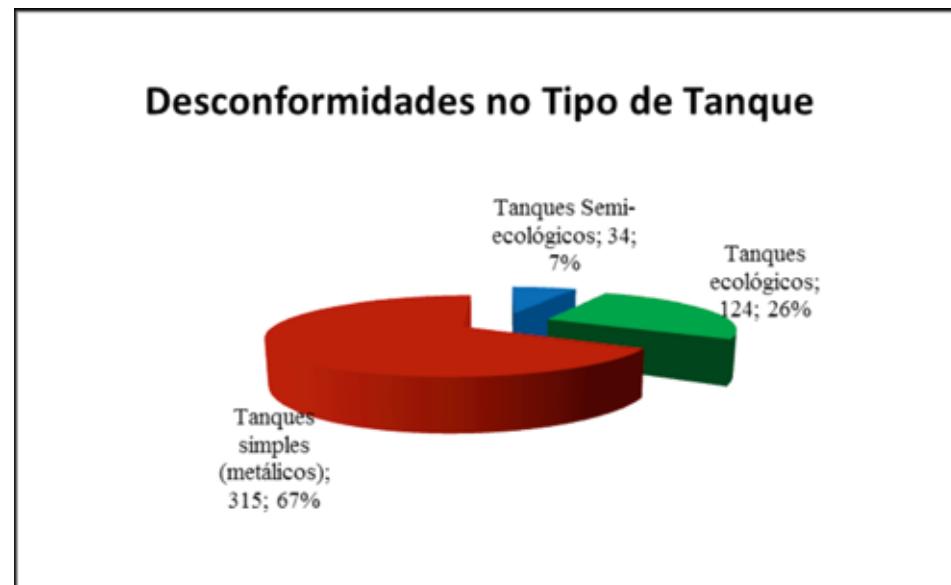


Figura 6.1: Percentual de tanques não ecológicos (metálicos + semiecológicos) em 2009.

Fonte: Ministério Público/RN

O estado de corrosão dos tanques puramente metálicos já removidos até maio/2012 mostrou a importância da ação do Ministério Público no sentido de promover a adequação ambiental de todos os postos. A Figura 6.2 ilustra o grau de corrosão de um tanque simples metálico bastante antigo com cerca de 7,5 metros de comprimento (40 anos soterrado), denominado de “charutão”.



Figura 6.2: Grau de corrosão de um tanque simples (metálico) do tipo “charutão”.

Fonte: Ministério Público/RN

A Figura 6.3 ilustra mais de perto o grau de corrosão da chapa metálica na altura do costado inferior esquerdo e logo abaixo da geratriz do tanque, inclusive com fortes indícios de vazamentos, os quais foram ratificados na investigação de passivo ambiental.



Figura 6.3: Grau de corrosão de um tanque simples (metálico) removido em 2009.

Fonte: Ministério Público/RN

A Figura 6.4 ilustra outro tanque simples cuja presença de furos foi vedada por pequenos tampões de madeira afixados ao longo do seu costado superior. Esse tanque também foi removido com o acompanhamento dos peritos do Ministério Público.



Figura 6.4: Furo no costado superior de um tanque simples (metálico).

Fonte: Ministério Público/RN

Na área de armazenamento, também foram encontradas desconformidades relativas ao piso da área de tancagem, principalmente no que diz respeito à ausência de piso de concreto impermeável. Quase 74% dos postos falharam nesse ponto. O piso na área dos tanques não pode ser feito em paralelepípedo, nem em cimento comum nem diretamente no solo. As Figuras 6.5 e 6.6 ilustram áreas de tancagem em paralelepípedo e diretamente no solo (área gramada).



**Figura 6.5:** Piso da área de tancagem não conforme em paralelepípedo.

Fonte: Ministério Público/RN



**Figura 6.6:** Piso da área de tancagem não conforme com tanques diretamente no solo.

Fonte: Ministério Público/RN

Outra não conformidade bastante comum observada na área de tancagem foi a falta de canaletas contornando os tanques e/ou canaletas danificadas. O percentual de não conformidade nesse item ultrapassou os 87% dos postos de gasolina da cidade. A Figura 6.7 ilustra uma área de tancagem sem canaletas.



**Figura 6.7:** Piso da área de tancagem não conforme sem canaletas.

Fonte: Ministério Público/RN

Uma das mais graves não conformidades observadas na área dos tanques foi a ausência de válvulas antitransbordamento nos tubos de descarga dos tanques. Em 2009, nenhum posto de gasolina da cidade de Natal-RN possuía a válvula. A Figura 6.8 ilustra 03 tubos de enchimento de tanque desprovido de válvula antitransbordamento.



Figura 6.8: Tubos de enchimento de tanques sem válvulas antitransbordamento.

Fonte: Ministério Público/RN

O recebimento de combustíveis sempre significa um momento crítico na operação de qualquer posto de gasolina. Além dos riscos e perigos inerentes à atividade, existe também grandes chances de ocorrer derramamentos e acidentes ambientais no ato do recebimento de combustível proveniente do caminhão-tanque.

Os *spills* de descarga e *sumps* montados nas câmeras de calçada (porta de visita dos tanques ecológicos) são recipientes com a função de conter os derramamentos junto à descarga. O elevado número de tanques não ecológicos já explica as desconformidades encontradas pela ausência desses itens. Os peritos identificaram essa não conformidade em todos os postos possuidores de tanques metálicos.

A Figura 6.9 ilustra um exemplo de boca de descarga (recebimento) de combustível de um tanque desconforme pela ausência de recipientes de contenção (*spills*) e também pela ausência de selos no respectivo bocal.

Além disso, a área de tancagem apresenta piso em paralelepípedo, em vez de concreto impermeável.



Figura 6.9: Descarga de tanque não conforme pela ausência de *spills* e bocal selado.

Fonte: Ministério Público/RN

Outro componente importante da área de armazenamento é o respiro de um tanque. Os respiros precisam de um cuidado especial através da instalação de acessórios (válvula de recuperação de vapores) para evitar poluição ambiental e devem ser protegidos com mureta de concreto para evitar colisões de veículos. As Figuras 6.10 e 6.11 adiante mostram não conformidades dos respiros pela ausência de válvula de recuperação de vapores e inexistência da mureta de proteção.



Figura 6.10: Respiros sem mureta de proteção contra abalroamentos.

Fonte: Ministério Público/RN

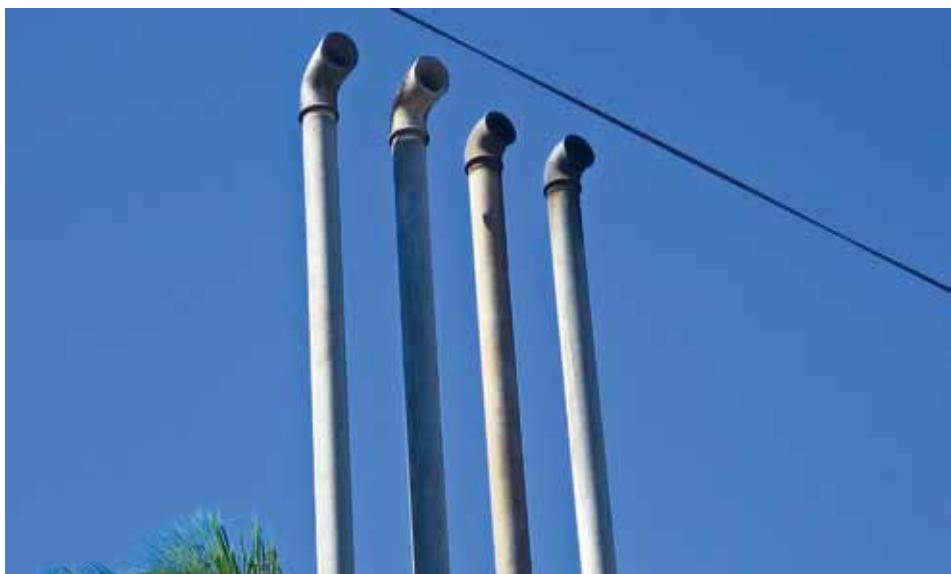


Figura 6.11: Respiros sem válvula de recuperação de vapores.

Fonte: Ministério Público.

As Figuras 6.12 e 6.13 adiante mostram não conformidades dos respiros quanto ao aspecto da segurança. No primeiro caso, observam-se duas tubulações de respiros de tanques dentro da coluna de sustentação e liberando vapores inflamáveis embaixo da cobertura contendo rede elétrica exposta. Na Figura 6.13, observa-se uma distância inferior a 1,5 metros entre os respiros e a rede elétrica de alta tensão.



Figura 6.12: Respiros liberando vapores embaixo da cobertura.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.13: Respiros muito próximos de rede elétrica de alta tensão.

Fonte: Ministério Público/RN

Finalmente, também foi possível obsevar desconformidades nas tubulações entre tanques e bombas. As tubulações metálicas encontradas na grande maioria dos postos de gasolina sofrem com o ataque corrosivo, que causa furos e vazamentos para o solo. As Figuras 6.14 e 6.15 ilustram algumas desconformidades encontradas durante as perícias. Destaca-se nessas figuras a corrosão das linhas metálicas acima da porta de visita dos tanques. Já a Figura 6.16 mostra furos em uma tubulação causados também pelo alto grau de corrosão.



Figura 6.14: Tubulações metálicas com elevado grau de corrosão na câmara de calçada.  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.15: Tubulações metálicas vazando em câmara de calçada sem contenção.  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.16: Tubulação metálicas corroídas e com furos causando vazamentos.  
Fonte: Ministério Público/RN

### 6.3 Desconformidades na pista de abastecimento

Foram muitas as desconformidades encontradas na pista de abastecimento. A primeira delas refere-se à ausência de piso de concreto impermeável e canaletas. A Figura 6.17 ilustra a situação supracitada. Os danos em canaletas são ilustrados na Figura 6.18 adiante.



Figura 6.17: Posto de abastecimento com piso em paralelepípedo e sem canaletas.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.18: Desconformidade nas canaletas amassadas e danificadas

Fonte: Ministério Público/RN

Ficou muito claro durante as perícias que a mera existência de canaletas em si não denota que o posto de gasolina esteja ambientalmente adequado no que se refere ao item específico. A Figura 6.19 ilustra uma situação encontrada na cidade de Natal em que a pista de abastecimento, apesar de construída utilizando concreto impermeável e também circundada por canaletas, possuía uma extensão direcionando os efluentes para a via pública, poluindo o meio ambiente. Esse fato mostra total desconhecimento da finalidade do item e/ou tentativa de maquiagem. O efluente deveria ser direcionado para uma caixa Separadora de Água e Óleo (SAO). A ausência de caixas SAO foi uma desconformidade muito séria detectada durante as perícias. A Figura 6.20 ilustra mais um exemplo dessa desconformidade, com os efluentes indo para o bueiro.



Figura 6.19: Não conformidades das canaletas despejando efluentes na via pública.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.20: Outro exemplo de canaletas despejando efluentes para bueiro.

Fonte: Ministério Público/RN

Em muitas situações periciadas na cidade de Natal-RN, verificou-se que o piso da pista de abastecimento havia sido construído utilizando material inapropriado e/ou se encontrava parcialmente danificado. Esse fato retira sua característica principal desejável de impermeabilidade facilitando a poluição em caso de derramamentos. As Figuras 6.21 e 6.22 ilustram os casos supracitados. Muitas dessas situações ocorrem quando não se seguem as normas da ABNT e/ou as instruções do Departamento de Estradas de Rodagem (DER) e Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) quanto à capacidade de carga que o piso deve suportar em função do peso dos veículos que trafegam na pista (carros, ônibus, caminhões etc.). Também costuma acontecer quando o tempo de cura (secagem correta) do concreto não é repetido após sua construção.



Figura 6.21: Piso desconforme devido a danos/ material e espessura inadequada.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.22: Piso apresentando várias trincas e com canaletas danificadas.  
Fonte: Ministério Público/RN

Na inspeção das bombas de combustível da área de abastecimento, foram detectadas várias irregularidades. A mais comum e mais séria foi a ausência de câmeras de contenção (*sumps* de bomba) nas ilhas correspondentes. As Figuras 6.23 e 6.24 ilustram bombas instaladas diretamente no solo e apresentando vazamentos. Ressalta-se que nas investigações dos 110 postos raramente abria-se uma bomba de Diesel sem que os peritos não encontrassem algum tipo de vazamento. O fato sugere inclusive a necessidade de pesquisas para melhorias tecnológicas dos componentes de bombas de Diesel, em particular, e novos materiais para melhor atuar com o tipo de combustível.



Figura 6.23: Bomba desconforme montada direto no solo sem contenção (*sump*).  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.24: Uso incorreto de brita para fazer o papel de contenção (*sump*) na bomba.  
Fonte: Ministério Público/RN

Além dos vazamentos detectados devido a instalações não ecológicas (vide tubulação da Figura 6.25), também foram detectados vazamentos devido a danos e/ou instalação de itens ecológicos de forma incorreta. Exemplo disso pode ser visto na Figura 6.26, que mostra um *boot* danificado e vazamento de Diesel contido no sump da bomba.



Figura 6.25: Tubulação metálica vazando diretamente da conexão para o solo.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.26: Boots danificados e vazamento de Diesel retido no sump da bomba.

Fonte: Ministério Público/RN

#### 6.4 Desconformidades relacionadas à segurança em geral

A atividade de revenda de combustível exige uma atenção toda especial com a questão da segurança. As normas da ABNT servem de guias importantes para que se tenha uma operação segura e sem acidentes ambientais e/ou envolvendo recursos humanos. Há itens básicos de segurança que não podem ser negligenciados e que durante as perícias realizadas em Natal-RN receberam maior atenção por parte do Ministério Público.

Em vários postos na cidade de Natal-RN, foram observadas desconformidades na região próxima às bombas de combustível, que é classificada como área de risco de explosão. Por exemplo, em vez de tubulações à prova de explosão, foram encontrados conduítes (residenciais) comuns nos *sumps* de bombas apresentando alto risco de explosão. A Figura 6.27 ilustra as desconformidades mencionadas.

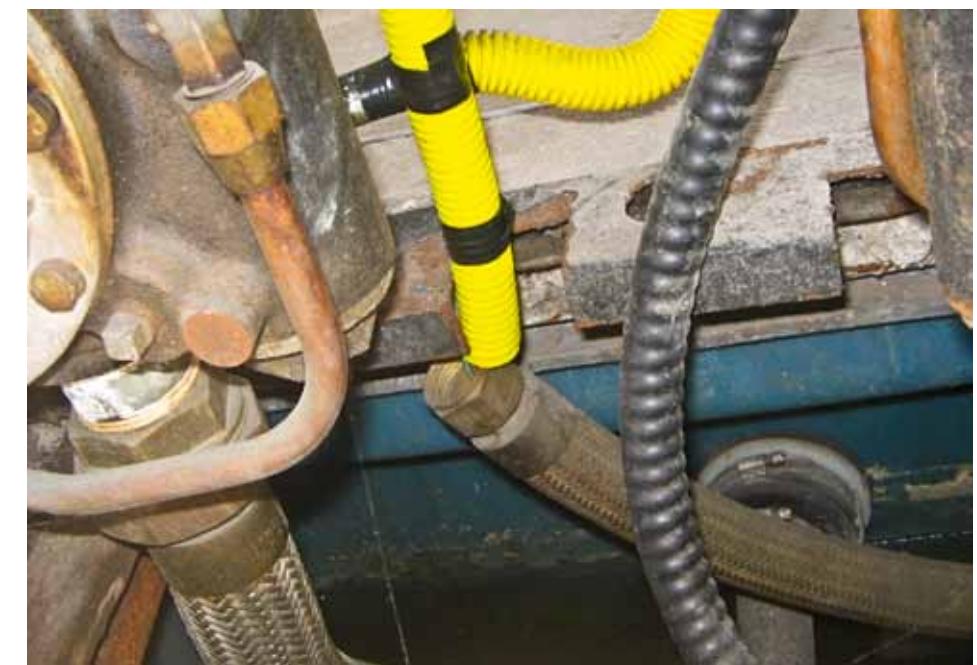


Figura 6.27: Conduítes comuns em vez de tubos à prova de explosão no sump da bomba.

Fonte: Ministério Público/RN

Novamente durante as perícias, foram verificadas situações de desconformidades relacionadas às instalações elétricas em que um ou outro item de segurança se encontrava instalado de forma incorreta, denotando pleno desconhecimento da manutenção. Por exemplo, verifica-se na Figura 6.28 uma unidade de selagem (item de segurança à prova de explosão que dificulta contato com oxigênio) completamente aberta, facilitando a entrada de combustível (oxigênio) e junto a conduítes comuns. A Figura 6.29 ilustra a presença de tomadas elétricas comuns a menos de 5 metros de uma bomba de combustível.

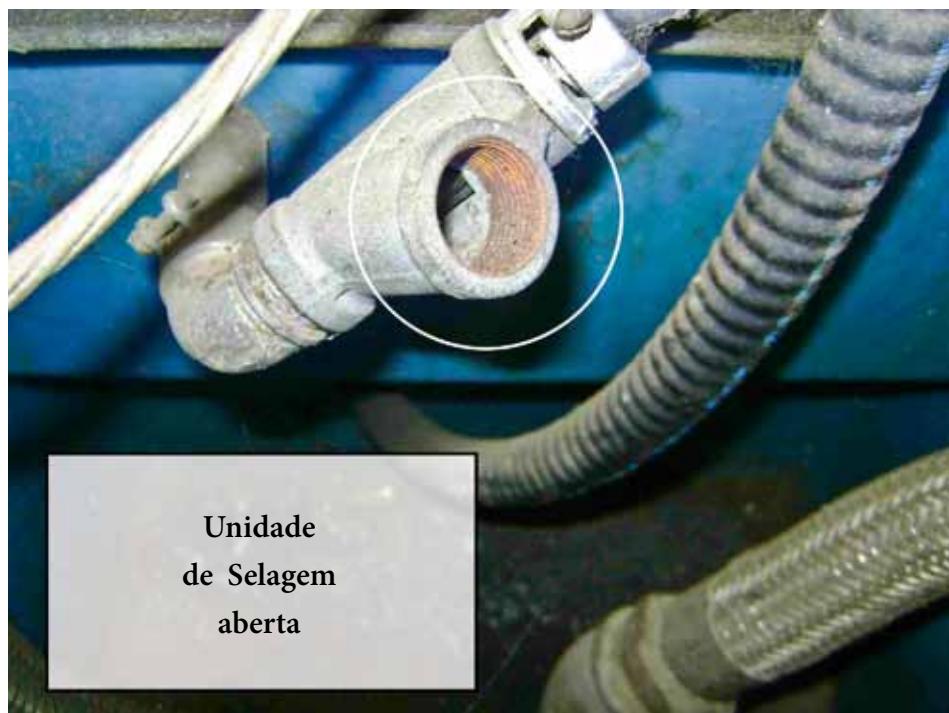


Figura 6.28: Unidade de selagem sem bujão e fixada com conduítes comuns no *sump*.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.29: Tomadas elétricas comuns a menos de 5 metros de uma bomba.

Fonte: Ministério Público/RN

Uma situação muito comum e de alto risco encontrada nos postos da cidade de Natal-RN, que não difere da grande maioria das cidades brasileiras, foi a presença de *freezers* para a venda de gelo, picolés, refrigerantes etc. localizadas nas ilhas das bombas. As tomadas para alimentar esses equipamentos muito raramente eram antiexplosivas, conforme exigido pelas normas. A Figura 6.30 ilustra uma situação de risco nas ilhas das bombas pela ligação de *freezer* em extensão no piso. Igualmente, ilustra-se na Figura 6.31 um televisor ligado em tomada no piso e a menos de 5 metros das bombas.

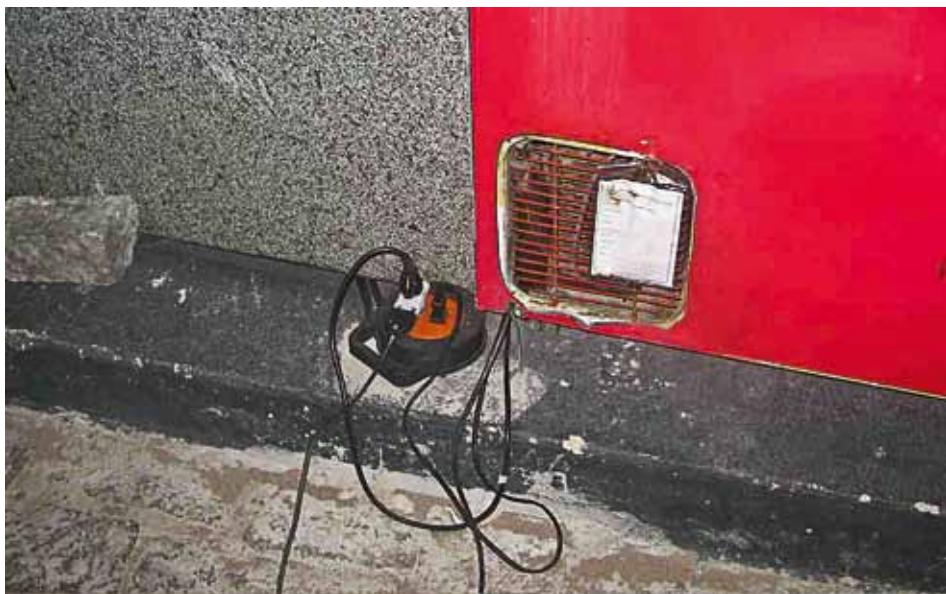


Figura 6.30: Freezer ligado em tomadas elétricas comuns e próximas às bombas.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.31: Televisor ligado em tomadas elétricas comuns no piso e próximas às bombas.

Fonte: Ministério Público/RN

Algo que chamou bastante a atenção dos peritos foi o elevado número de irregularidades relativas às instalações elétricas em geral. Verificou-se a presença incorreta de muitas tomadas afixadas no piso das ilhas e próximas às bombas sem que fossem à prova de explosão. Soma-se a isso o péssimo estado de conservação dos fios muitas vezes já desencapados. Vários aterramentos inadequados ou ausentes também foram encontrados pelos peritos. A Figura 6.32 ilustra o estado de uma caixa elétrica no piso de um posto e a Figura 6.33 ilustra um aterramento de bomba totalmente solto.

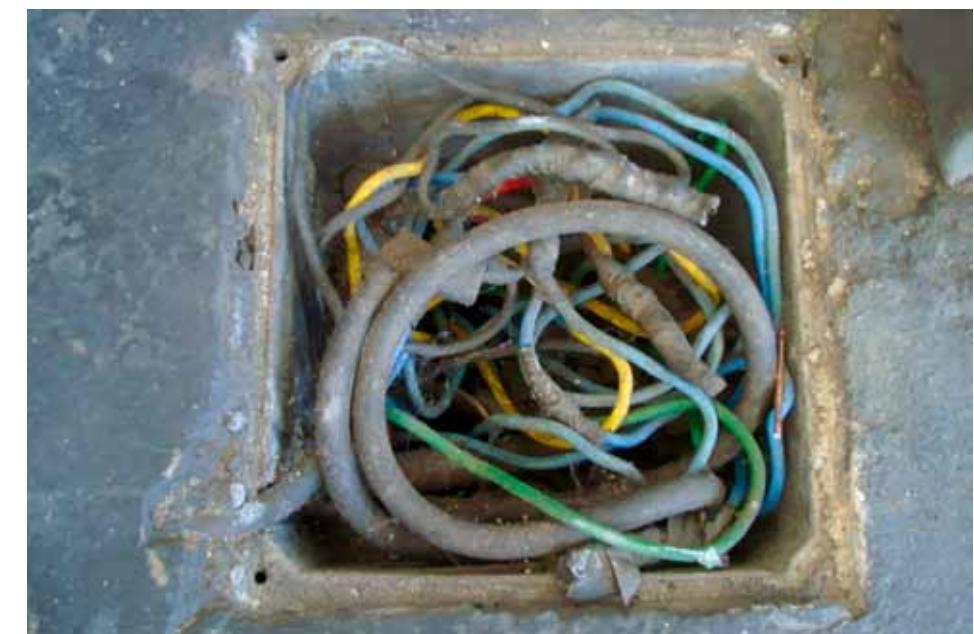


Figura 6.32: Caixa elétrica exposta no piso de um posto e próxima às bombas.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.33: Aterramento de uma bomba completamente solto.  
Fonte: Ministério Público/RN

Além da desconformidade referente à ausência de para-raios em quase totalidade dos postos de gasolina da cidade de Natal-RN, também foram encontrados vários extintores vazios e/ou fora da validade, reforçando o dado de que apenas 16 postos possuíam o “habite-se” do Corpo de Bombeiros. A Figura 6.34 mostra um exemplo de extintor sem carga que foi periciado.



Figura 6.34: Exemplo de extintor descarregado encontrado durante as perícias.  
Fonte: Ministério Público/RN

Com relação aos postos da cidade que comercializavam o GLP (gás de cozinha), em 2009 a principal desconformidade foi a proximidade das “gaiolas” de armazenamento dos botijões de pontos elétricos. A Figura 6.35 ilustra bem essa situação.



Figura 6.35: “Gaiola” dos botijões de GLP muito próxima ao poste da rede elétrica.  
Fonte: Ministério Público/RN

Havia, em Natal-RN, 36 postos revendendo Gás Natural Veicular (GNV). A desconformidade mais comum encontrada foi o teste de estanqueidade vencido ou, até mesmo, nunca realizado. Quanto a questões de integridade e segurança, a desconformidade mais comum foi referente à calibração vencida das válvulas PSV (Pressure Safety and Relief Valve, ou seja, Válvula de Segurança e Alívio de Pressão). Essas válvulas aliviam o sistema em caso de uma súbita elevação da pressão evitando acidentes por explosões etc. As Figuras 6.36 e 6.37 ilustram exemplos representativos do estado das válvulas PSVs encontradas em vários postos de revenda de gás natural.

Também foram constatados pontos de corrosão nos vários elementos que compõem as estações GNV (bicos, flanges, compressores etc.).



Figura 6.36: Incrustações obstruindo uma válvula PSV de uma instalação de GNV.  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.37: Estado de uma sede de válvula PSV instalada em um posto de GNV.  
Fonte: Ministério Público/RN

## 6.5 Outras desconformidades encontradas

Um posto de gasolina pode oferecer vários outros serviços além do simples abastecimento de veículos (troca de óleo, lavagem etc.). Tanto a troca de óleo lubrificante como a lavagem de veículos são atividades potencialmente poluidoras. Muitas foram as desconformidades encontradas nos lava a jato dos postos da cidade de Natal-RN. Problemas com piso inadequado, ausência de canaletas, ausência de caixa SAO e caixa de areia etc. Todos os 57 lava a jato operando apresentaram uma ou mais das desconformidades supracitadas. A Figura 6.38 é representativa do estado da grande maioria dos lava a jato de Natal-RN em 2009.



Figura 6.38: Estado geral dos lava a jato nos postos de combustíveis.  
Fonte: Ministério Público/RN

As Figuras 6.39 e 6.40 adiante ilustram alguns casos preocupantes periciados em 2009 referentes ao serviço de troca de óleo. Na primeira foto, temos valas de troca inadequadas e na segunda foto temos a ilustração de uma rampa de troca de óleo que também funcionava como lava a jato.



Figura 6.39: Exemplo de duas valas de troca de óleo inadequadas.  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.40: Exemplo de rampa mista de troca de óleo e lavagem inadequada.  
Fonte: Ministério Público/RN

Outra desconformidade relacionada ao óleo lubrificante usado (óleo queimado) foi sua forma de armazenamento. Quase nenhum posto tinha tanque ecológico para o armazenamento de óleo lubrificante (OL) na cidade de Natal-RN. Vários postos utilizavam tambores de 200 litros ou tanques antigos de aço comum de 15000 litros para essa tarefa. Três casos críticos de interdição de tanque de óleo lubrificante foram registrados em 2009. Um deles feito em alvenaria e azulejo comum (piscina) está ilustrado na Figura 6.41 adiante.



Figura 6.41: Tanque em alvenaria e azulejo comum para armazenar OL.  
Fonte: Ministério Público/RN

Os maiores problemas com o armazenamento em tambores de 200 litros ficaram restritos ao local de armazenamento inapropriado. A Figura 6.42 ilustra o armazenamento em tanques de 200 litros ao relento.



Figura 6.42: Tambores de óleo usado exposto ao relento.

Fonte: Ministério Público/RN

O lixo produzido no serviço de troca de óleo (vasilhames, estopas etc.) quase sempre estava misturado ao lixo comum. Esse material é considerado resíduo perigoso e, portanto, precisa ter a destinação correta. Vários postos em 2009 ainda não davam a destinação correta a esse lixo.



Figura 6.43: Vasilhames de OL e estopas misturadas ao lixo comum.

Fonte: Ministério Público/RN

Finalmente, a Figura 6.44 ilustra um colapso na estrutura metálica que suporta a cobertura dos postos devido ao elevado grau de corrosão do sistema.



Figura 6.44: Desabamento da cobertura, consequência da corrosão na estrutura.

Fonte: Ministério Público/RN

### 6.5.1 Desconformidades devido a vazamentos em geral detectados pelos testes de estanqueidade

De uma maneira bem simplificada e resumida, pode-se definir que o teste de estanqueidade é uma averiguação realizada em recipientes fechados que atenta para os vazamentos existentes. Esses testes são aplicados, por exemplo, em tanques de armazenamento e em tubulações de transporte de substâncias líquidas ou gasosas. Os resultados apresentados pelos testes confirmam se há, ou não, vazamentos nos recipientes, porém, não

garantem sua resistência aos ataques corrosivos e às consequências de choques mecânicos.

O teste de estanqueidade é realizado em diversas situações onde se deseja garantir a adequada estabilidade de volume no momento em que um sistema entra em operação, como também durante todo o seu processo de atuação, incluindo as novas paradas e as novas partidas.

Na realização dos testes de estanqueidade nos tanques na cidade de Natal, foram detectados vazamentos e interditados 34 tanques, o equivalente a 7% do total de tanques da cidade. Os tanques interditados apresentavam um vazamento médio de 12 litros/dia e o maior vazamento foi em um posto no bairro da Ribeira com, aproximadamente, 14 litros/dia.

Considerando um ano de 360 dias e o vazamento de 12 litros por dia, totalizam-se 4.320 litros/dia de combustível espalhados no solo e, provavelmente, no lençol freático. E, no conjunto dos 34 tanques com essa mesma capacidade, o montante anual de vazamento evitado foi de 146.880 litros/ano.

A investigação se estendeu às tubulações de transporte de combustível e concluiu que apenas 1 posto, dos 110 averiguados, apresentou suas tubulações sem vazamentos. A Figura 2.45 ilustra o resultado de um teste de estanqueidade da parte líquida de um tanque de Diesel em que foi detectado vazamento. Esse foi um dos 34 tanques interditados em 2009.

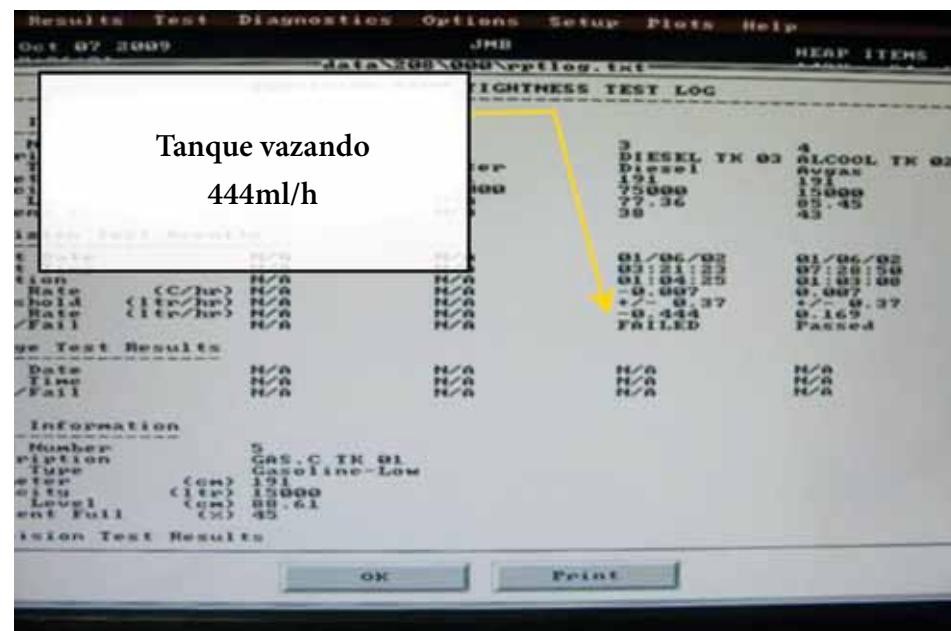


Figura 6.45: Resultado de um teste de estanqueidade em que foi detectado vazamento.

Fonte: Ministério Público/RN

Admitindo-se uma única gota de vazamento de 3ml/minuto no conjunto das tubulações de cada posto em que houve vazamento comprovado – no caso da cidade de Natal foram 109 postos vazando pelas tubulações –, totalizaria em um ano o volume de 169.517 litros de combustível lançados no meio ambiente.

A Figura 6.46 ilustra a sonda realizadora do teste de estanqueidade instalada na porta de visita de um tanque.



Figura 6.46: Equipamento (sonda) utilizado para o teste de estanqueidade.  
Fonte: Ministério Público/RN

A Figura 6.47 ilustra o teste da parte seca de outro tanque e suas tubulações do SASC (nesse caso, não houve vazamento). A linha em amarelo do gráfico aproxima-se de uma constante, indicando não haver vazamento.

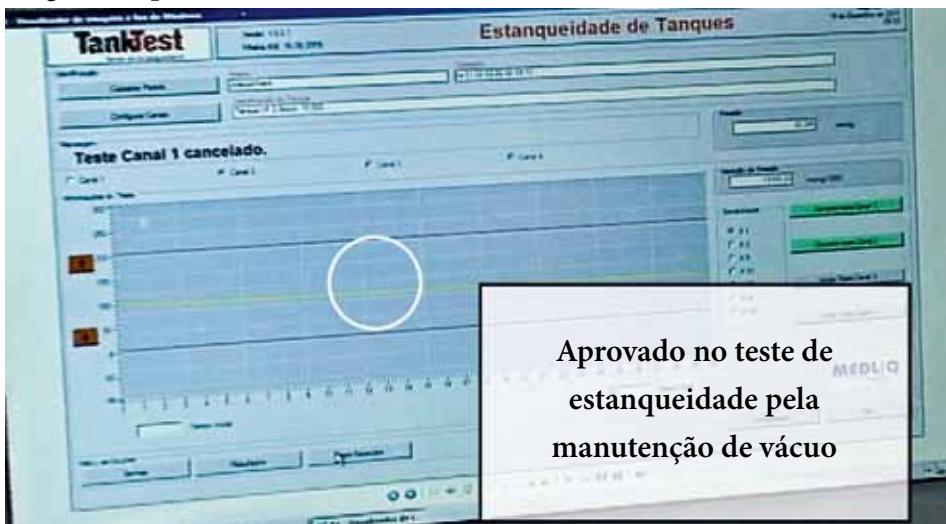


Figura 6.47: Teste de estanqueidade da parte seca e tubulações do SASC.  
Fonte: Ministério Público/RN

Finalmente, pode-se afirmar que a ação do Ministério Público evitou lançar um total de 316.397 litros de combustível – gasolina, álcool e óleo diesel – por ano no solo, no aquífero da cidade de Natal-RN e nos seus corpos d’água.

#### 6.5.2 Desconformidades devido à ausência de planos de manutenção e despreparo dos frentistas

De um modo geral, os postos de revenda de combustíveis investigados na cidade de Natal-RN em 2009 apresentavam uma estrutura de funcionamento bastante precária em vários aspectos. Poucos postos tinham equipamentos ecológicos e, quando os tinham, encontravam-se instalados de forma incorreta ou mesmo inoperantes pela falta de manutenção ou treinamento de funcionários. A perícia encontrou até mesmo caixas separadoras de água e óleo montadas de maneira invertida (entrada/saída trocadas).

Na realidade, nenhum posto apresentou, nem mesmo em papel, um plano de manutenção ou de gestão ambiental adequado. Ficou nítido o despreparo dos empregados para atender situações de emergências e incidentes ambientais. A maioria dos empregados sequer conhecia a localização do quadro elétrico do posto para desligá-lo em caso de incêndio, e apenas 12 postos dos 110 investigados estavam com o “habite-se” do Corpo de Bombeiros dentro da validade.

Finalmente, verificou-se que cerca de 90% dos frentistas também não sabiam operar extintores e/ou desconheciam por completo a finalidade de equipamentos básicos de proteção ambiental. O estado dos vários equipamentos nos postos investigados demonstrou que nem mesmo algumas operações básicas de limpeza eram executadas regularmente. As teias de aranha e o estado da correia das bombas, apresentadas nas Figuras 6.48 e 6.49, ilustram bem a ausência de manutenção básica identificada durante as perícias.

## *Posto legal ou ecológico*

Ângelo Roncalli de Oliveira Guerra<sup>1</sup>

Francisco de Assis de Oliveira Fontes<sup>2</sup>

José Correia Torres Neto<sup>3</sup>

Luis Guilherme Meira de Souza<sup>4</sup>



Figura 6.48: Correia da bomba prestes a romper por falta de manutenção.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 6.49: Teias de aranha no recipiente de contenção da bomba (*sumps*).

Fonte: Ministério Público/RN

### 7.1 Conjunto de equipamentos e instalações exigidos para adequação ambiental: posto legal ou posto ecológico

Neste capítulo, serão apresentados os principais equipamentos e instalações necessários para que um posto de revenda de combustível esteja em conformidade com as atuais normas técnicas de engenharia (Normas da ABNT). Ao longo do capítulo, serão ilustrados todos os

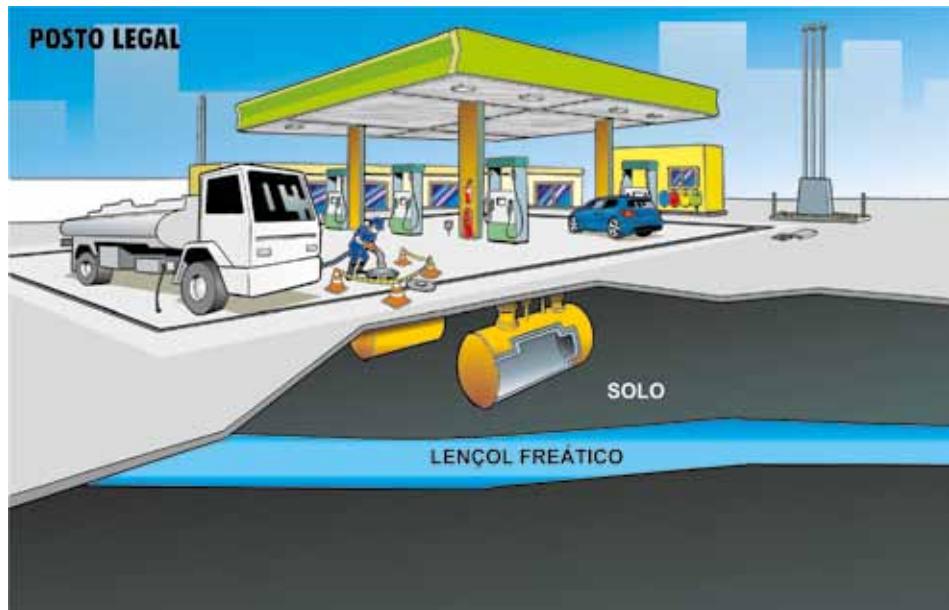
<sup>1</sup> Doutor pela University Of Manchester Institute Of Science And Technology em Engenharia Mecânica, na Inglaterra, em 1996. Atualmente, é professor titular da UFRN na área de projetos mecânicos.

<sup>2</sup> Doutor em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 2003. Atualmente, é professor Associado III da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>3</sup> Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte, em 2012, e Especialista em Gás Natural. Atualmente, é técnico de nível superior em assuntos educacionais da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

<sup>4</sup> Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte em 2002. Atualmente, é professor associado da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

componentes ecológicos capazes de proteger o empreendimento contra vazamentos, derramamentos, transbordamentos, poluição atmosférica e, finalmente, serão descritas algumas ações importantes objetivando a redução de riscos de acidentes. O infográfico da Figura 7.1 ilustra alguns equipamentos ecológicos encontrados em um posto legal ou ambientalmente adequado.



Infográfico 7.1: Equipamentos ecológicos encontrados em um posto legal.

Fonte: Ministério Público/RN

## 7.2 Referências normativas aplicadas na adequação dos postos de revenda de combustíveis

Várias normas da ABNT foram utilizadas como referências para a adequação dos postos de revenda de combustível da cidade de Natal-RN. A seguir, são apresentados dois quadros que relacionam as referidas normas. O primeiro (Quadro 7.1) relaciona as normas aplicadas na proteção

contra vazamentos e derramamentos e o segundo (Quadro 7.2) relaciona as normas de proteção utilizadas para a adequação de postos de revenda de combustíveis aplicadas na proteção contra transbordamento, contra poluição atmosférica e redução de riscos de acidentes.

Na cidade de Natal, ganham especial relevo as normas NBR 13786/2009 e 13781/2009 que determinam que os tanques dos postos das cidades que utilizam o aquífero para abastecimento público de água devem ser obrigatoriamente ecológicos (tanques de parede dupla), também conhecidos como tanques jaquetados.

Os tanques de parede dupla possuem dois revestimentos: a parede interna, de aço-carbono e a parede externa, de material não metálico. Entre elas há um sistema de controle de vazamento denominado Monitoramento Intersticial. O controle é realizado por um sensor interligado a um computador, que avisa quando ocorrem vazamentos da parte metálica para a jaqueta de proteção.

Assim, o Ministério Público passou a exigir dos postos de combustíveis de Natal a substituição dos tanques metálicos de parede simples (tradicionais) pelos jaquetados ecológicos, bem como a instalação do Monitoramento Intersticial e controle eletrônico de estoque.

A seguir encontram-se o Quadro 7.1, que contém o resumo das normas técnicas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), utilizadas para a adequação de postos de revenda de combustíveis aplicadas nas proteções contra vazamentos e derramamentos, e o Quadro 7.2, com o resumo das normas técnicas expedidas também pela ABNT, utilizadas para a adequação de postos de revenda de combustíveis aplicadas na proteção contra transbordamento, contra poluição atmosférica e redução de riscos de acidentes.

Proteção contra Vazamentos	Equipamentos / Obra (Instalar e manter operante)	Área	Normas ABNT Equipamentos/ Instalação	Normas ABNT de Fabricação
	Válvula de Retenção (Check valve)	Abastecimento	NBR 13786/ 13783	-----
	Tubulações e conexões em PEAD	SASC	NBR 13786/ 13783	NBR 14722
	Câmaras de contenção da Unidade de Abastecimento ( <i>Sumps das Bombas</i> )	Abastecimento	NBR 13786/ 13783	NBR 15118
	Câmaras de contenção da Unidade de Filtragem ( <i>Sump do filtro de Diesel</i> )	Filtro Diesel	NBR 13786/ 13783	NBR 15118
	Tanques jaquetados ou ecológicos (paredes dupla com interstício)	Descarga	NBR 13786/ 13781	NBR 13783 NBR 13785
	Sistema de monitoramento eletrônico (Interstício, <i>Sumps de bombas, Sumps de filtro Diesel, Câmara de Calçada</i> )	Descarga/ Abastecimento	NBR 13786/ 13783	NBR 13784 e 13787
	Controle de estoque eletrônico dos tanques (medição volumétrica automática)	Administração	Exigência Local	NBR 13784 e 13787
	Tanques de óleo usado		NBR 13786/ 13781	NBR 15.072
	Serviços (acompanhados pelos peritos)	Área	Normas p/ execução	
Teste de estanqueidade	SASC		NBR 13784 e 13787	
Remoção de tanques não jaquetados	SASC		NBR 14.973	
Estanqueidade/integridade do sistema de GNV	Estação GNV		NBR 12236 e NR 13	
Mapeamento de tanques antigos soterrados	SASC		Exigência Local	

Proteção contra Derramamento	Equipamentos / Obra (Instalar e manter operante)	Área	Normas ABNT Equipamentos/ Instalação	Normas ABNT de Fabricação
	Piso de concreto impermeabilizado	Abastecimento	NBR 13783 NBR 6118 NBR 12190 NBR 7481 NBR 12042 Instruções do DER/DNIT	-----

Proteção contra Transbordamento	Equipamentos / Obra (Instalar e manter operante)	Área	Normas ABNT Equipamentos/ Instalação	Normas ABNT de Fabricação
	Bocais selados nos tubos de enchimento dos tanques (Dispositivo para descarga selada)	Descarga	NBR 13786/ 13783	NBR 15138
	Câmaras de contenção de Descarga ( <i>spill container</i> ) no bocal de descarga para os tanques de armazenamento	Descarga	NBR 13786/ 13783	NBR 15118
	Válvulas antitransbordamento nas tubulações de descarga para os tanques de armazenamento de combustíveis	Descarga	NBR 13786/ 13783	NBR 15005
	Válvula de retenção de esfera flutuante ( <i>float-balls</i> ) montadas nas bocas de visita na saída para os respiros dos tanques	Descarga	NBR 13786/ 13783	NBR 15015
	Equipamentos / Obra (Instalar e manter operante)	Área	Normas ABNT Equipamentos/ Instalação	Normas ABNT de Fabricação
	Bocais selados nos tubos de enchimento dos tanques de armazenamento (Dispositivo para descarga selada)	Descarga	NBR 13786/ 13783	NBR 15138
	Válvulas de contenção (ou recuperação) de vapores de combustíveis nos respiros dos tanques incluindo tela corta fogo	Descarga	NBR 13786/ 13783	
	Equipamentos / Obra (Instalar e manter operante)	Área	Normas ABNT Equipamentos/ Instalação	Normas ABNT de Fabricação
	Eletrodutos e tomadas à prova de explosão na área de abastecimento, GNV e áreas classificadas em geral	Classificadas	NBR 14639, NBR 5598 NBR 12236 e NR20	-----
Riscos	Unidades seladoras nas bombas e filtro Diesel	Abastecimento	NBR 14639/ 5598	-----
	Aterramento adequado dos equipamentos	Todas	NBR 14639/ 5598	-----
	Proteção contra abaloamento nos respiros dos tanques com altura e espessura adequadas	Descarga	NBR 13786/ 13781	-----
	Ponto para descarga da Energia Eletrostática proveniente dos caminhões-tanques	Descarga	NBR 14639 e NR10 do MTE	-----
	Sistema de Proteção para Descargas Atmosféricas (SPDA) com para-raios	Não específica	NBR5419/ 14639	-----
	Treinamento de Pessoal	Área	Normas p/ execução	
	Apresentar comprovante de capacitação técnica e treinamento dos funcionários do empreendimento para operação, manutenção e resposta a incidentes	Recursos humanos	NBR 14276, CONAMA 273 e NR20	

Página ao lado: Quadro 7.1.

Nesta página: Quadro 7.2.

Fonte: Ministério Público

### 7.3 Equipamentos para proteção contra vazamentos

O primeiro importante componente mecânico de proteção contra vazamento é uma válvula de retenção específica, também conhecida como *check-valve*. Esse dispositivo mecânico deve ser instalado na linha (tubo) de sucção da bomba de combustível de forma a manter continuamente uma pressão negativa interna na linha supracitada. Dessa forma, mesmo na eventualidade da ocorrência de furos na tubulação entre tanque e bomba, o combustível sempre retornará ao tanque evitando que vazamentos atinjam o solo e, em seguida, o lençol freático.

Ressalta-se que a inexistência de *check-valves* ou a presença das antigas válvulas extratoras (também conhecidas como válvulas de pé) são desconformidades que permitem os vazamentos atingirem o solo, caso ocorram furos nas tubulações de sucção de combustível. A Figura 7.2 ilustra uma bomba de combustível contendo o componente ecológico *check-valve* instalado na linha de sucção entre tanque e bomba.



Figura 7.2: O componente *Check-Valve*, que evita vazamentos para o solo.

Fonte: Ministério Público/RN

O segundo componente para proteção contra vazamentos é ilustrado na Figura 7.3 adiante. Corresponde a uma seção de linha subterrânea de combustível em PEAD (Polietileno da Alta Densidade) equipada com *liner* (material de reforço na cor verde). Esse tipo de tubulação não-metálica é considerada impermeável, apresenta boa flexibilidade, boa resistência e, diferentemente da tubulação tradicional fabricada em aço, ela não sofre o processo de corrosão que geralmente ocasiona furos e vazamentos.



Figura 7.3: Tubulação não-metálica em PEAD que impede vazamentos.

Fonte: Ministério Público/RN

Na sequência, o próximo equipamento que deve ser instalado para proteção contra vazamentos corresponde à câmara de contenção das unidades de abastecimento (também conhecido como *sump* de bomba). A Figura 7.4 ilustra uma bomba equipada com a câmara de contenção em PEAD que foi instalada na parte inferior (recipiente na cor verde) e que é responsável por reter qualquer vazamento proveniente da bomba.

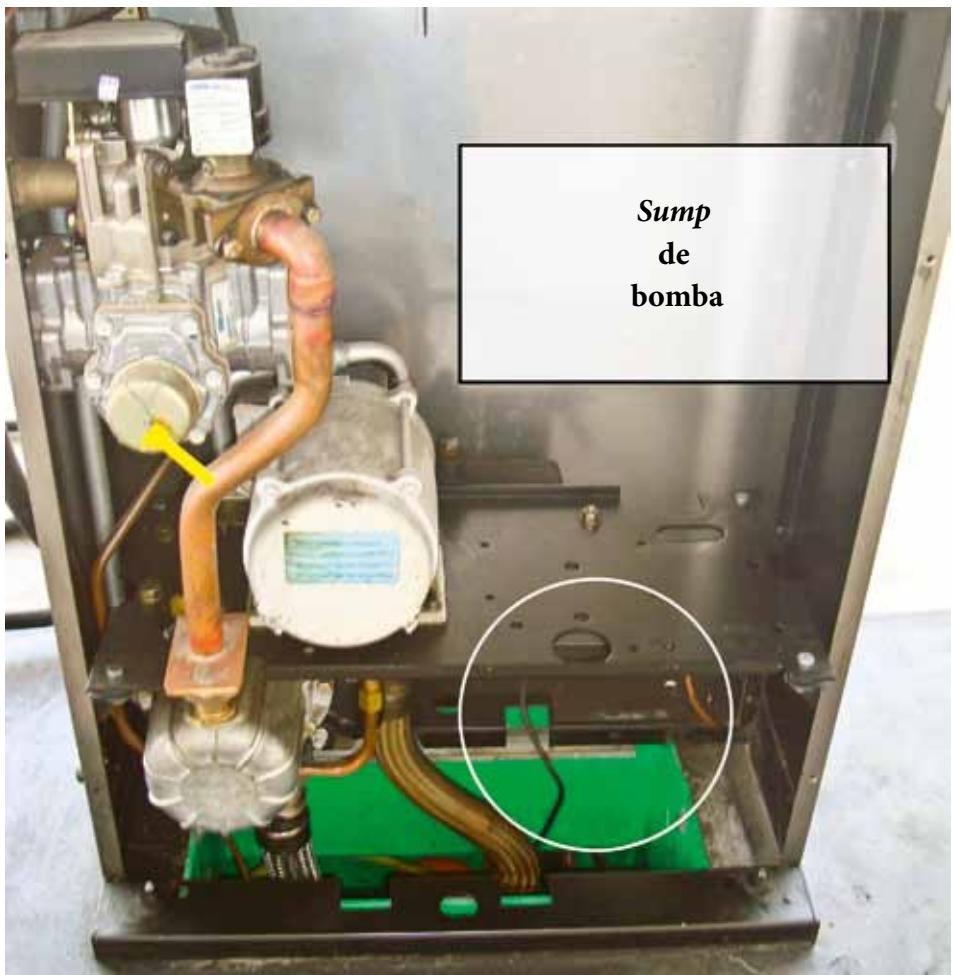


Figura 7.4: Bomba equipada com *sump* (reservatório) para contenção de vazamentos.

Fonte: Ministério Público/RN

De forma similar, faz-se necessário instalar câmara de contenção nas unidades de filtragem de Diesel. A Figura 7.5 ilustra um *sump* instalado no filtro de Diesel.



Figura 7.5: *Sump* (recipiente azul) instalado no filtro de Diesel para conter vazamentos.

Fonte: Ministério Público/RN

Um equipamento considerado de fundamental importância no SASC é o tanque de armazenamento de combustível. Para evitar vazamentos e atender a norma NBR 13786/2009 para postos da classe 3 (postos de cidades que usam água do lençol para abastecimento), o tanque precisa ser de parede dupla com interstício ou jaquetado (também conhecido como tanque ecológico), fabricado conforme norma NBR 13.785/2003.

Didaticamente, o tanque jaquetado de parede dupla pode ser entendido como sendo uma composição de 02 tanques agrupados em um único bloco: um primeiro tanque metálico de menor diâmetro feito em aço carbono ASTM A-36 é inserido em um segundo tanque de maior diâmetro não-metálico feito em resina termofixa reforçada com fibra de vidro laminada.

A Figura 7.6 ilustra então um tanque jaquetado de parede dupla (ecológico), onde é possível visualizar apenas a parte externa da composição

(fibra na cor alaranjada). A parte interna correspondente ao tanque metálico não é visível. O pequeno tanque em destaque no canto superior esquerdo é para o armazenamento de óleo lubrificante.



Figura 7.6: Tanques jaquetados de parede dupla aguardando o momento da instalação.

Fonte: Ministério Público/RN

Nessa composição ecológica, o tanque externo não-metálico de fibra (maior diâmetro) funciona como jaqueta protetora do tanque interno metálico (menor diâmetro). O combustível é armazenado apenas no tanque interno de metal e, caso haja algum vazamento, o líquido escoa e cai no tanque externo de fibra (jaqueta). Essa é a justificativa para a nomenclatura “jaquetado”. Essa jaqueta de fibra também funciona protegendo o tanque metálico interno do ataque corrosivo do solo. A Figura 7.7 ilustra dois tanques ecológicos em fase de instalação e com as jaquetas já soterradas.



Figura 7.7: Tanques ecológicos soterrados em fase de instalação.

Fonte: Ministério Público/RN

O espaço anular (vazio) entre os dois tanques dessa composição é chamado de “interstício” e precisa ser monitorado por sensores eletrônicos ligados a um equipamento que produz alarme sonoro nos casos de presença de líquido na jaqueta, indicando vazamento. Esse equipamento que monitora vazamentos nos interstícios dos tanques, *sumps* de bombas, *sumps* de filtro Diesel e câmara de calçada, também é um item exigido pelas normas para adequação ambiental. A Figura 7.8 ilustra um exemplo de equipamento específico para monitorar vazamentos.



Figura 7.8: Equipamento para o monitoramento eletrônico de vazamentos.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 7.9: Equipamento específico para o controle de estoque eletrônico.

Fonte: Ministério Público/RN

A Figura 7.10 ilustra um exemplo de equipamento contemplando duas funcionalidades: monitoramento de vazamentos e controle de estoque eletrônico.



Figura 7.10: Equipamento para o controle eletrônico de estoque e/ou vazamentos.

Fonte: Ministério Público/RN

#### 7.4 Equipamentos para proteção contra derramamentos

No processo de adequação ambiental, a norma da ABNT NBR 13786/2009 exige algumas instalações e equipamentos para funcionarem como mecanismos de proteção contra derramamentos de combustíveis. Entre os itens da lista de adequação, citam-se as obras civis de construção da pista de abastecimento e área de descarga feitas em concreto impermeável circundadas por canaletas e interligadas ao sistema de drenagem oleosa. As

Figuras 7.11 e 7.12 ilustram pisos em concreto impermeável circundados por canaletas com a finalidade de impedir que os derramamentos de combustíveis atinjam o subsolo e lençol freático.



Figura 7.11: Piso do abastecimento em concreto impermeável circundado por canaletas.  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 7.12: Piso da área dos tanques em concreto impermeável circundado por canaletas.  
Fonte: Ministério Público/RN

Ainda de acordo com a norma NBR 13786, também são exigidas canaletas de contenção circundando as áreas de troca de óleo, de lavagem, de compressão GNV, de geradores elétricos e de compressores de ar comprimido das borracharias. A Figura 7.13 ilustra um compressor da borracharia montado em área impermeável circundada por canaletas e a Figura 7.14 ilustra adequações similares de uma área de lavagem.



Figura 7.13: Compressor da borracharia em área impermeável circundado por canaletas.  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 7.14: Área de lavagem em concreto impermeável circundada por canaletas.  
Fonte: Ministério Público/RN

Os derramamentos também devem ser evitados pela instalação de câmaras de contenção impermeável na boca-de-visita dos tanques (*sumps* da câmara de calçada). Um *sump* de câmara de calçada está ilustrado na Figura 7.15 (recipiente na cor azul).



Figura 7.15: *Sump* instalado na boca-de-visita dos tanques.  
Fonte: Ministério Público/RN

As mangueiras das bombas de abastecimento podem ser inesperadamente rompidas ocasionando derramamentos de combustível na pista. O equipamento que impede os eventuais derramamentos ocasionados por rompimento das mangueiras de abastecimento é o *breakaway*. Exemplo de válvulas *breakaway* é ilustrado na Figura 7.16.



Figura 7.16: Válvulas *Breakaways* instaladas nas mangueiras das bombas de combustível.  
Fonte: Ministério Público/RN

Todo o conjunto de equipamentos utilizado para realizar proteção contra derramamento direciona os líquidos contaminantes para o sistema de drenagem de oleosos. O equipamento responsável pela purificação do fluido oleoso (água + hidrocarbonetos) é a caixa Separadora de Água e Óleo (SAO), que deve ser fabricada em PEAD e conter placas coalescentes para acelerar o processo de decantação. A Figura 7.17 ilustra uma caixa SAO e suas placas coalescentes. Após a separação, a água limpa obtida poderá ser lançada em sumidouro.

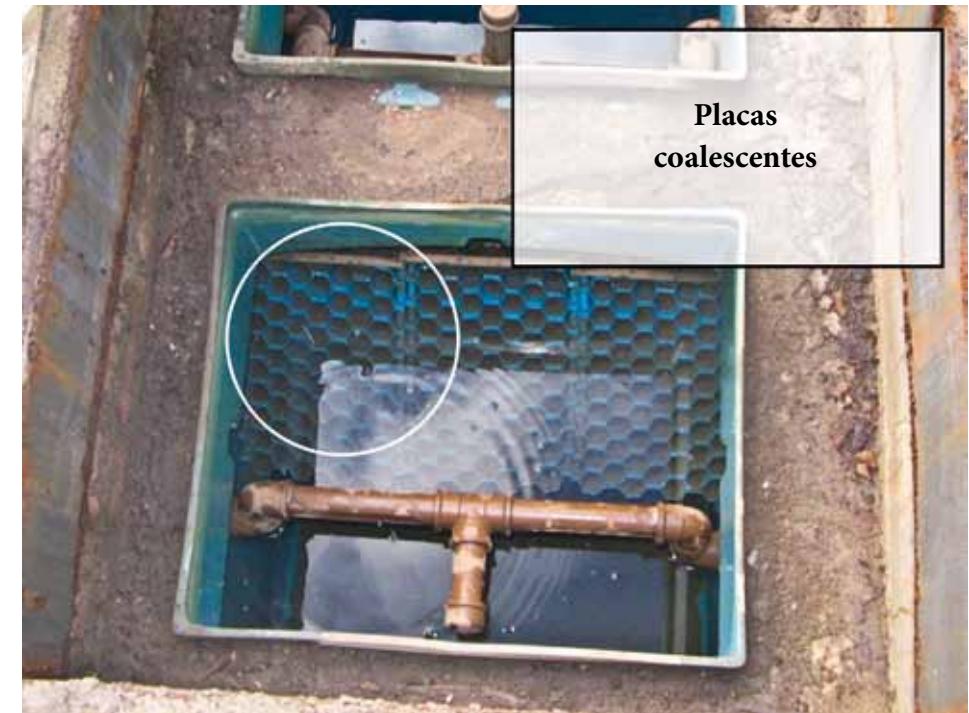


Figura 7.17: Caixa SAO equipada com placas coalescentes  
Fonte: Ministério Público/RN

O fluido oleoso separado contendo hidrocarbonetos deve ser transportado por empresa licenciada para esse fim. A Figura 7.18 ilustra uma transportadora com sinalização adequada ao transporte de resíduos da caixa SAO.



Figura 7.18: Sinalização adequada ao transporte de resíduos da caixa SAO.

Fonte: Ministério Público/RN

## 7.5 Equipamentos para Proteção contra Transbordamento

Um posto ambientalmente adequado necessita instalar quatro equipamentos básicos para proteção contra transbordamentos de combustível. Os dois primeiros componentes ecológicos que exercem essa tarefa são apresentados na Figura 7.19. O bocal selado no tubo de enchimento do tanque (i.e., obstrução metálica central no formato de um Y) impede o uso de mangueiras simples (sem engate rápido) pelo operador do caminhão-tanque as quais podem provocar transbordamentos devido a folgas entre o tubo de enchimento do tanque e a mangueira inapropriada. O segundo é a câmara de contenção de descarga ou *spill*, que funciona como recipiente

para reter pequenos transbordamentos. A Figura 7.20 ilustra um dispositivo completo de descarga selada com engate rápido.



Figura 7.19: *Spill container* (azul) e bocal selado tipo Y para evitar transbordamentos.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 7.20: Mangueira com joelho de engate rápido para descarga selada.

Fonte: Ministério Público/RN

Além da descarga selada, a norma NBR 13786 exige mais dois componentes mecânicos que operam como válvulas de retenção impedindo transbordamentos, a saber: válvula antitransbordamento no tubo de enchimento do tanque (Figura 7.21) e válvula de esfera flutuante (*float ball*), que deve ser instalada na tubulação de saída para os respiros na boca de visita dos tanques (Figura 7.22). Caso haja risco iminente de transbordamento, a haste tipo boia bloqueia o tubo de enchimento e a esfera fecha a saída para o respiro, evitando transbordamento.



Figura 7.21: Válvula antitransbordamento montada no tubo de enchimento.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 7.22: *Float Ball* montada na saída para o respiro dos tanques.

Fonte: Ministério Público/RN

## 7.6 Equipamentos de proteção contra poluição atmosférica

O dispositivo completo de descarga selada já explanado no item anterior tem dupla função. Além de servir de proteção contra transbordamentos, também serve para proteger contra a poluição atmosférica. Isso acontece devido à ausência de folgas entre o joelho de engate rápido e o tubo de enchimento, que acaba impedindo a emissão de vapores de combustível para a atmosfera durante a operação de recebimento de combustível através do caminhão tanque.

Entretanto, para garantir maior eficácia de proteção contra poluição atmosférica, a norma NBR 13786 exige a instalação de válvulas de recuperação de vapores na extremidade dos tubos dos respiros. A Figura 7.23 ilustra esses componentes instalados nos respiros de tanques. Todo o

combustível evaporado naturalmente do tanque acaba sendo condensado pelo fechamento da válvula e retorna ao mesmo evitando, assim, a poluição e perdas por evaporação. Essas válvulas só são automaticamente reabertas por diferença de pressão durante o pequeno período correspondente à operação de recebimento de combustível no posto.



Figura 7.23: Válvulas de recuperação de vapores nos terminais de respiro dos tanques.

Fonte: Ministério Público/RN

## 7.7 Equipamentos para a redução de riscos de acidentes

Faz-se necessário instalar primeiramente tubulações à prova de explosão em todos os locais definidos como sendo “áreas classificadas”, em particular, nas zonas onde há ocorrência de mistura inflamável/explosiva.

Destaca-se que essa exigência afeta regiões com um raio de 5 metros na proximidade de qualquer bomba/tanque de combustível e também na estação de GNV. Nenhuma tomada, mesmo que antiexplosiva, deve ficar em uma altura inferior a 0,5 metros do piso das ilhas das bombas. As Figuras 7.24, 7.25, 7.26 e 7.27 exemplificam alguns componentes elétricos à prova de explosão que atendem as normas brasileiras para operação em áreas classificadas nos postos de gasolina.



**Figura 7.24:** Luminária antiexplosiva instalada na área de compressão do GNV.

Fonte: Ministério Público/RN



**Figura 7.25:** Chave liga-desliga à prova de explosão e unidade correspondente.

Fonte: Ministério Público/RN



**Figura 7.26:** Tomada elétrica instalada a uma altura superior a 0,5 m.

Fonte: Ministério Público/RN



Figura 7.27: Unidades de selagem instaladas dentro do *sump* de bomba de combustível.  
Fonte: Ministério Público/RN

Pelas mesmas razões, as normas brasileiras em vigor também exigem que sejam instaladas unidades de selagem nas unidades de filtragem de Diesel (vide Figura 7.28) e que seja feito o aterramento adequado dos equipamentos e bombas de combustível, conforme exemplo ilustrado na Figura 7.29 adiante.



Figura 7.28: Unidades seladoras do filtro Diesel.  
Fonte: Ministério Público/RN



Figura 7.29: Aterramento correto da bomba de combustível.  
Fonte: Ministério Público/RN

As tubulações aéreas dos respiros dos tanques devem receber proteção especial através de mureta de alvenaria para impedir abalroamentos de veículos, conforme ilustrado na Figura 7.30.



Figura 7.30: Mureta de proteção contra abalroamentos nos respiros.

Fonte: Ministério Público/RN

Outra exigência refere-se à instalação de um ponto para descarga da energia eletrostática proveniente dos caminhões-tanques e distante pelo menos 3m da tubulação de descarga dos tanques, conforme ilustrado na Figura 7.31.

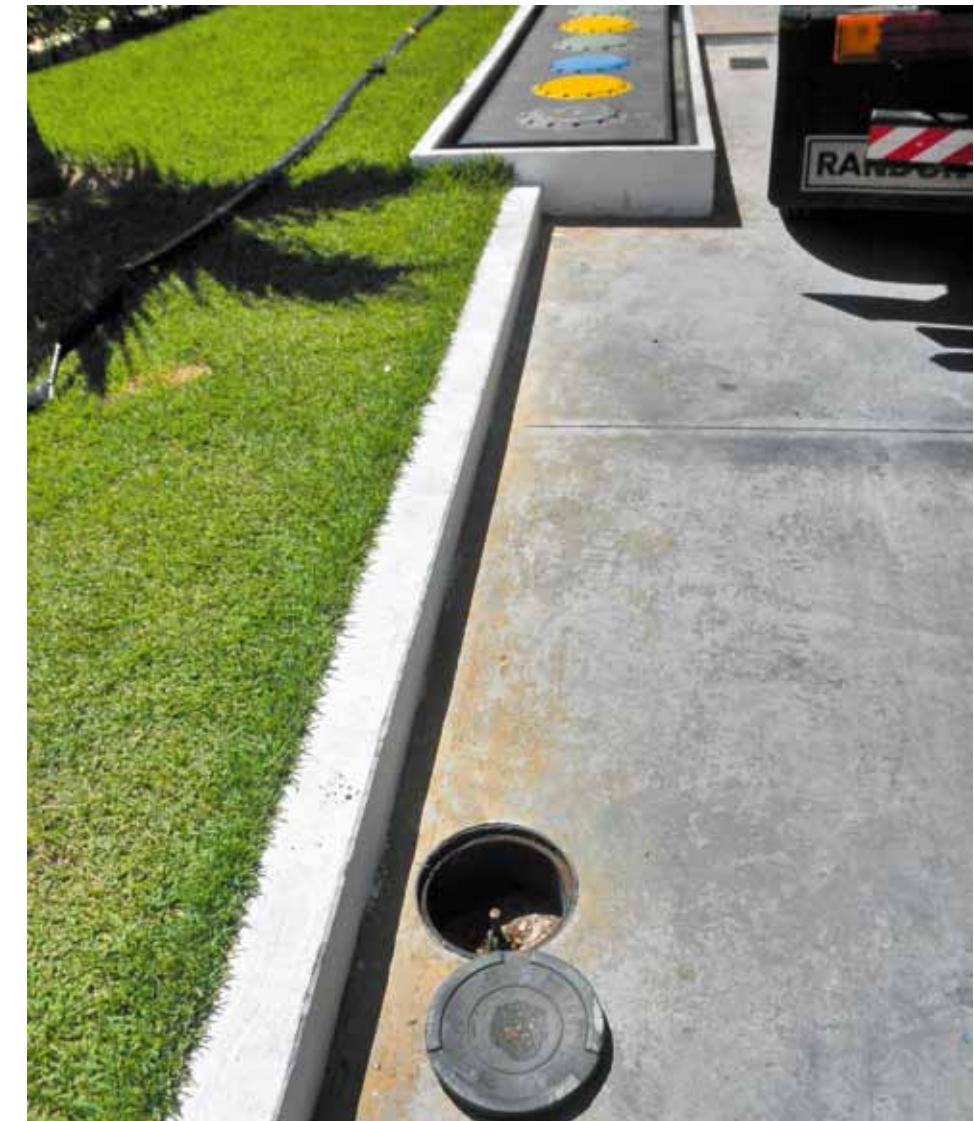


Figura 7.31: Ponto para descarga da energia eletrostática dos caminhões-tanques.

Fonte: Ministério Público/RN

Finalmente, deve-se instalar um Sistema de Proteção para Descargas Atmosféricas (SPDA) com para-raios minimizando os riscos de explosão em situações particulares de temporais nos dias chuvosos. A Figura 7.32 ilustra um para-raios instalado em um posto de combustível da cidade de Natal-RN. Obviamente, outros itens, como a validade dos extintores, são observados durante a vistoria realizada pelo corpo de bombeiros para a emissão do habite-se do empreendimento.



Figura 7.32: Para-raios instalado em um posto de combustível.

Fonte: Ministério Público/RN

## *Instalações para revenda de GNV*

Ângelo Roncalli de Oliveira Guerra<sup>1</sup>

Francisco de Assis de Oliveira Fontes<sup>2</sup>

### **8.1 Sobre o Gás Natural**

O Gás Natural é uma mistura de gases leves, constituído de aproximadamente 90% do gás metano. É encontrado em abundância na natureza, na maioria das vezes associado ao petróleo, podendo também haver poços apenas de gás natural. Antes de ser distribuído por gasodutos, o gás passa por uma unidade industrial denominada Unidade de Processamento de Gás Natural (UPGN), na qual são retirados componentes condensáveis e mais pesados. O resultado desse processamento é um combustível seco, limpo e extremamente leve, com excelentes qualidades energéticas para consumo em veículos e indústrias.

---

<sup>1</sup> Doutor pela University Of Manchester Institute Of Science And Technology em Engenharia Mecânica, na Inglaterra, em 1996. Atualmente, é professor titular da UFRN na área de projetos mecânicos.

<sup>2</sup> Professor Dr. do Dpto. de Engenharia Mecânica-CT-UFRN. Consultor em Projetos Mecânicos, Sistemas Termofluidos, Processos e Instalações Industriais.

No Brasil, a utilização do Gás Natural começou modestamente por volta de 1940, com as descobertas de óleo e gás na Bahia. Depois de alguns anos, as bacias do Recôncavo Baiano, Sergipe e Alagoas foram utilizadas quase em sua totalidade para a fabricação de insumos industriais e combustíveis, destinados para a refinaria Landulfo Alves e o Polo Petroquímico de Camaçari-BA. O grande marco do Gás Natural foi definido com a exploração da Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, na década de 1980.

Neste capítulo, são apresentados: um breve histórico sobre o GNV, a legislação sobre postos de serviço de revenda de GNV, um descriptivo das instalações e das principais “não conformidades” dos postos de serviço de GNV.

## 8.2 O Gás Natural Veicular

O Gás Natural Veicular (GNV) é um combustível gasoso cujas propriedades químicas se adaptam bem à substituição dos combustíveis tradicionais para motores do ciclo Otto, que funcionam através da ignição por centelha. Esses motores usam em geral a gasolina ou etanol como combustível. Os veículos podem ser fabricados com essa possibilidade de escolha quanto ao combustível a ser utilizado, ou podem ser adaptados em oficinas credenciadas, onde sofrem um processo de conversão e passam a poder contar com a opção de utilizar o GNV como combustível.

O uso de GNV tem importante papel na redução dos níveis de poluição atmosférica, uma vez que a sua combustão com excesso de ar tende a ser completa, liberando apenas dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O). Por ser um combustível gasoso, possui um sistema de abastecimento e alimentação do motor isolado da atmosfera, reduzindo bastante as perdas por manipulação para abastecimento e estocagem.

## 8.3 Compressão do GNV

Neste item, serão apresentadas informações e comentários relevantes sobre o Gás Natural Veicular (GNV).

### 8.3.1 Aspectos gerais

O Gás Natural é distribuído na rede urbana a pressões que em média variam de 5 a 8 Bar. Para ser utilizado como combustível veicular, deve ser comprimido a pressões de abastecimento da ordem de 200 a 220 Bar. O aumento de pressão é possível com o uso de compressores de múltiplos estágios, que elevam a pressão do gás da admissão até a pressão de saída.

O Gás Natural é admitido, filtrado e medido através da Estação de Redução de Pressão e Medição (ERPM), sendo estes dispositivos de propriedade da Companhia de Distribuição de Gás Natural. Em seguida, o gás é admitido e comprimido na Unidade Compressora e armazenado em um vazo de expansão que funciona como “pulmão”, de onde são alimentados os *dispensers* com bicos de abastecimento dos veículos.

### 8.3.2 Aspectos de segurança

O gás natural é mais seguro que os combustíveis líquidos. Por ser mais leve que o ar, se dispersa rapidamente, evitando o acúmulo de gás em casos de vazamento. O risco de combustão é menor, pois o gás só se inflama a 620°C, acima da temperatura de combustão do álcool e da gasolina, que está entre 400°C e 200°C, respectivamente. Outro motivo de segurança do GNV é que durante seu abastecimento não há contato do combustível com o ar, diminuindo a possibilidade de combustão.

A segurança do GNV depende da estrita observância às normas, inclusive na manutenção e no abastecimento dos veículos. As conversões só podem ser feitas por oficinas autorizadas e os equipamentos, nos veículos e nos postos, também estão sujeitos a normas restritas. Os cilindros, por

exemplo, devem resistir a pressões elevadas (superiores a 400 Bar), a choques, a colisões e até a armas de fogo, além de ter de passar por revisão a cada cinco anos. O abastecimento só pode ser feito por pessoal treinado (o que impede um posto de GNV *self-service*).

As normas relacionadas com a conversão são rígidas e seus controles são melhores do que aqueles relacionados com a maioria das outras partes do veículo. Os componentes do sistema de conversão são testados exaustivamente pelos fabricantes com a finalidade de assegurar uma confiabilidade elevada.

As normas de projeto e construção dos postos de serviços são tão ou mais severas do que aquelas empregadas na conversão dos veículos. Entretanto, não podem ser negligenciados os aspectos de manutenção e conservação das instalações para garantia da integridade dos sistemas.

O maior receio em relação ao GNV decorre do uso de gás em veículos estar associado aos casos de instalações irregulares e/ou clandestinas, com histórico de acidentes e explosões. Os casos de acidentes registrados com a utilização do GNV ocorreram no abastecimento do veículo, por uso de equipamentos inadequados, como conversões realizadas em oficinas não homologadas ou uso de botijão inadequado.

É importante que se destaque que o GNV apresenta riscos de provocar asfixia, incêndio e explosão, essa última em função da sua pressão elevada de armazenagem. Para utilização como GNV, normalmente é odorizado a fim de facilitar a detecção de vazamento.

#### 8.4 Legislação e portarias para GNV

A regulamentação específica do setor de gás é feita pela Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) e governos e/ou agências estaduais. A normatização do uso, com estabelecimentos padrões, voltados para segurança e qualidade, é feita por órgãos como a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e o Instituto Nacional

de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), do Ministério da Indústria, Comércio e Turismo (MICT).

A expansão de postos e oficinas convertedoras tem aumentado constantemente, mostrando que o mercado de GNV está crescendo, o que implica na necessidade de observância da legislação correlata a seguir detalhada.

Quadro Resumo das Resoluções para GNV		
Resoluções	Finalidade	Observações
<b>Resolução MME nº 727, de 28/02/1989 e nº 735, de 15/09/1989.</b>	Autoriza a utilização do Gás Natural em frotas cativas em veículos com motores do ciclo diesel ou OTTO com obrigatoriedade do certificado de homologação da conversão, expedido pelo INMETRO ou entidade por ele credenciada, para obtenção da licença junto aos Departamentos de Trânsito.	Regulamenta os veículos na utilização do GNV com apresentação dos certificados de homologação para licenciamento, o que diminui os itens de fiscalização no órgão de trânsito.
<b>Resolução DENATRAN nº 775, de 25/11/1993.</b>	Define o licenciamento de veículos convertidos para gás natural mediante apresentação do certificado de homologação da conversão, expedido pelo INMETRO ou entidade por ele credenciada.	Comentários: a resolução dispõe sobre a alteração das características de veículos e utilização de combustíveis.
<b>CONAMA Resolução 273/2000</b>	Estabelece condições para construção e desativação de postos de combustíveis. (Vide Portaria 189/2004 - INMETRO).	
<b>CONAMA Resolução 319/2002</b>	Dá nova redação aos dispositivos da Resolução CONAMA273/2000.	

**Quadro 8.1:** Resumo das Resoluções do MME, DENATRAN E CONAMA aplicadas a postos de serviço para revenda de GNV (Gás Natural Veicular).

Quadro Resumo das Portarias para GNV		
Portarias	Finalidade	Observações
<b>MME Portaria 20/1996</b>	Dispõe sobre a construção e operação de postos revendedores de GNV, os quais deverão observar as normas estabelecidas pela ANP, e de segurança e meio ambiente.	A portaria estabelece as normas que devem ser atendidas para projeto, construção e operação, solicitando o atendimento a itens de segurança dispostos no Projeto do abastecimento de gás natural que atenda integralmente os critérios da NBR 12236, da ABNT.
<b>ANP Portaria 116/2000</b>	Regulamenta a atividade de revenda varejista de combustível automotivo.	
<b>ANP Portaria 243/2000</b>	Regulamenta a atividade de comercialização a granel de gás natural comprimido (GNC) e a construção, ampliação e operação de unidades de compressão e distribuição de GNC.	
<b>ANP Portaria 32/2001</b>	Regulamenta a atividade de revenda varejista de gás natural veicular (GNV) em posto que comercialize exclusivamente GNV.	A portaria estabelece itens básicos para implantação do posto de GNV.
<b>INMETRO Portaria 32/1997</b>	Estabelece os requisitos mínimos para medições de massa, instalados nos "dispensers" de gás automotivo.	
<b>INMETRO Portaria 189/2004</b>	Regulamenta a conformidade de empresas de instalação e comissionamento de postos de GNV.	
<b>INMETRO Portaria 420/2008</b>	Estabelece requisitos metrológicos e técnicos aplicáveis aos sistemas de medição para abastecimento de	
	GNV.	

Quadro Resumo da Norma para GNV		
Norma	Finalidade	Observações
<b>ABNT NBR12236/1994</b>	Fixa condições exigíveis para projeto, construção, montagem e operação de postos de abastecimento de GNV, com pressão máxima de operação limitada a 25 MPa (250 Bar).	

Quadro 8.2 (página ao lado): Resumo das Portarias do MME, ANP e INMETRO aplicadas a postos de serviço para revenda de GNV (Gás Natural Veicular).

Quadro 8.3 (acima): Resumo da Norma da ABNT aplicada a postos de serviço para revenda de GNV (Gás Natural Veicular).

## 8.5 Posto de serviço

Uma instalação de abastecimento de GNV, conhecida como posto de serviço de GNV, apresenta diferenças e maior complexidade quando comparada com postos de serviço de combustíveis líquidos. A Figura 8.1 mostra a configuração das instalações de um posto de serviço de GNV.

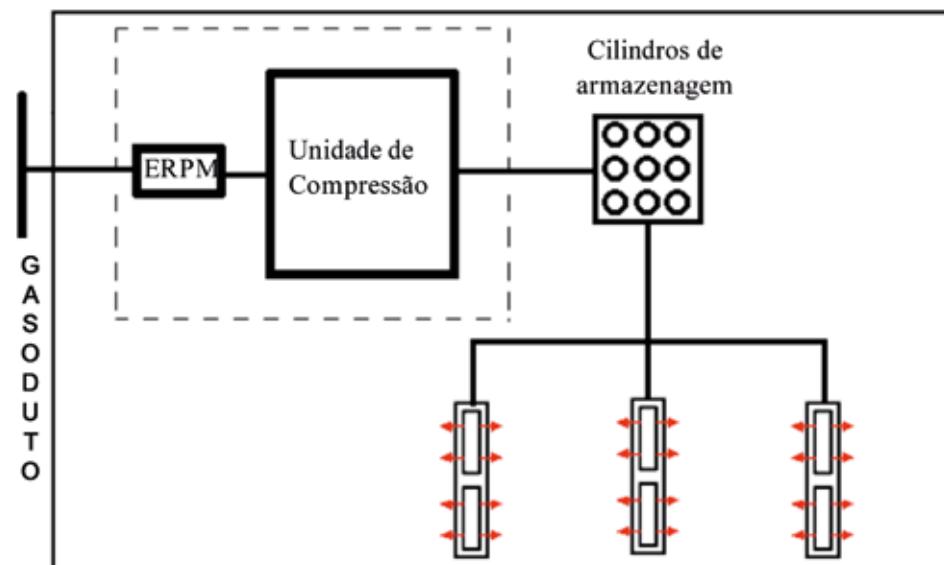


Figura 8.1: Diagrama das instalações de um posto de serviço de GNV.

A Figura 8.1 apresenta apenas o grupo de equipamentos diretamente relacionado com o abastecimento de GNV.

O gás natural é fornecido pela empresa concessionária de gás canalizado que atende à região onde o Posto de Serviço será instalado. O produto é fornecido através de um gasoduto. O gás fornecido é medido na Estação de Redução de Pressão e Medição (ERPM) e antes de alimentar a Unidade de compressão.

Depois de medido, o gás é comprimido nos compressores até uma pressão da ordem de 220 BAR e em seguida pronto para ser disponibilizado nos Pontos de Abastecimento ou encaminhado para uma estocagem fixa em cilindros de armazenagem, conhecida como “Pulmão”.

Os pontos de abastecimento, denominado de *dispensers*, possuem equipamentos capazes de disponibilizar o produto compatível com a válvula de abastecimento do veículo, totalizando o volume de GNV fornecido.

O projeto e construção de um posto de serviço para abastecimento de veículos movidos a GNV compreende um processo regulamentado na norma NBR 12.236 – Critérios de Projeto, Montagem e Operação de Postos de Gás Combustível Comprimido da ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, datada de fevereiro de 1994.

O projeto de um posto de serviço de GNV pode ser dividido em:

- configuração dos componentes;
- projeto de interligação com a concessionária de gás natural;
- projeto de interligação com a concessionária de energia elétrica;
- projeto de obras civis;
- projeto da rede de tubulação de GNV;
- projeto elétrico;
- especificação do equipamento de compressão.

### 8.5.1 Configuração dos componentes

Inicialmente, define-se a configuração dos elementos do sistema

de abastecimento de gás natural, a linha de alimentação de gás natural e a estação de redução de pressão e medição (ERPM), de acordo com a estrutura existente.

As distâncias mínimas devem ser respeitadas de acordo com a Tabela 8.1, reproduzida do Capítulo 4 da NBR 12.236/1994, conforme segue.

Locais e/ou Equipamentos	Volume total da estocagem em litros					
	Até 1.500	4.500 a 10.000	Mais de 10.000			
Compressor / estocagem	Sem Parede	Com 4TRF	Sem Parede	Com 4TRF	Sem Parede	Com 4TRF
Local público / Aberturas ou Janelas / Limite de Propriedade	3,00	1,00	4,00	1,00	10,00	1,60
Unidade de Abastecimento de Líquido ou GNV		5,00		5,00		5,00
Unidade de Abastecimento de GNV						3,00
Unidade de Abastecimento de Líquido / Limite de Propriedade / Local Público / Outra Unidade de Abastecimento de GNV						
Aberturas ou Janelas						2,00

Tabela 4.1: Distâncias Mínimas das Instalações de GNV

Sempre que possível, o compressor deverá ser alocado na menor distância possível dos pontos de abastecimento, evitando assim que a perda de carga diminua a pressão final de abastecimento, principalmente nos equipamentos onde ocorra a redução de pressão de 250 Bar para 220 Bar, logo após a estocagem fixa de gás, e não nos dispensers.

Em geral, deve-se evitar que o fluxo de veículos para os pontos de abastecimento de gás interfira nos pontos de abastecimento de combustíveis líquidos, bem como restringir ao máximo a passagem de pessoas nas áreas classificadas.

### **8.5.2 Projeto de interligação com a concessionária de gás natural**

A estação de redução de pressão e medição (ERPM) deve estar disposta o mais perto possível do compressor, evitando-se tubulações enterradas. Para controle do excesso de pressão, é recomendada a colocação de regulador de pressão na tubulação pertencente ao posto de serviço, de forma a evitar os “picos” de pressão da rede que podem provocar a parada da máquina por excesso de pressão de sucção ou mesmo por dano mecânico ou desarme pelo relê térmico do motor elétrico do compressor; é fundamental que a qualidade do gás seja atendida pela concessionária. Como base, temos a Portaria nº 41, de 15 de abril de 1998, da Agência Nacional do Petróleo (ANP)<sup>3</sup>.

### **8.5.3 Projeto de interligação com a concessionária de energia elétrica**

Os padrões de projeto para a interligação de energia elétrica já são bem definidos, de acordo com o nível de tensão que o motor elétrico do compressor irá trabalhar, 380 ou 440 V. Em termos de consumo de potência, é recomendável a colocação da subestação o mais próximo do compressor.

### **8.5.4 Projeto de obras civis**

O uso de paredes corta fogo de 4 TRF (Tempo de Resistência ao Fogo) deve estar de acordo com as distâncias citadas na Tabela do capítulo 4 da NBR 12.236/1994.

---

<sup>3</sup>AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Portaria n. 41, de 15 de abril de 1998. Aprova o Regulamento Técnico ANP nº 001/98, anexo a esta Portaria, que estabelece normas para especificação do gás natural, de origem interna ou externa, a ser comercializado no País. Diário Oficial da União, 17 abr. 1998.

### **8.5.5 Projeto da rede de tubulação de GNV**

Deve ser compatível com as condições operacionais da concessionária de distribuição de gás natural local e com o tipo de equipamento de compressão que foi escolhido. Recomenda-se a instalação de válvulas de corte rápido na entrada do gás, logo após a estação de redução de pressão e medição da concessionária, e após a estocagem fixa ou descarga do compressor. Essas válvulas devem ser comandadas remotamente por botoeiras de emergência instaladas na área de abastecimento e na área dos compressores. O projeto deve prever um sistema de filtragem de partículas do gás da concessionária para proteção do compressor.

### **8.5.6 Projeto elétrico**

Deve-se obedecer às áreas classificadas eletricamente de acordo com a NBR 12.236/1994. Verificar a folga de carga nos transformadores do posto de serviço e utilizar a chave de partida eletrônica compensada para acionamento do compressor.

### **8.5.7 Especificação do equipamento de compressão**

Utilizar o critério de seleção dos equipamentos conforme a NBR 12.236/1994, para as exigências mínimas em termos de segurança e operação.

#### **8.5.7.1 Equipamentos de abastecimento de GNV**

O GNV, armazenado a alta pressão, deve ser abastecido nos veículos por meio de um dispositivo capaz de executar essa tarefa com rapidez e segurança. Esses dispositivos são conhecidos como *dispensers*. É composto por um corpo, onde se encontram as unidades mecânicas e de medição do GNV abastecido e mangueiras flexíveis de alta resistência (na cor vermelha) que levam o GNV até a válvula de abastecimento no veículo.



Figura 8.2: a) Ilha de abastecimento, b) Ponto de GNV "dispenser"

### 8.5.7.2 Tipos de equipamentos de abastecimento de GNV

Segundo Augusto Sobrinho<sup>4</sup>, os tipos de *dispensers* para abastecimento de GNV podem ser classificados de acordo com os tipos de medidores, o tipo de abastecimento e as interfaces existentes para monitoramento do abastecimento, como segue.

a) Segundo a linha de abastecimento:

- sistema de linha simples;
- sistema de linha múltipla (utilizado quando usado abastecimento por cascata).

b) Segundo o conjunto de mangueiras:

- mangueira simples;
- mangueira dupla.

<sup>4</sup> AUGUSTO SOBRINHO, C. Uso de *Dispensers* e Carreta Feixe para Abastecimento de Veículos com Gás Natural. Rio de Janeiro: IBP Instituto Brasileiro de Petróleo, 1999.

c) Segundo a constituição operacional:

- eletrônicos;
- eletropneumáticos.

d) Segundo o tipo de medidor:

- medidor de turbina;
- medidor por efeito de *Coriolis*.

#### 8.5.7.3 Aplicação dos equipamentos de abastecimento de GNV

Observa-se na prática alguns critérios para aplicação dos diversos tipos de *dispensers*. Ainda segundo Augusto Sobrinho<sup>5</sup>, a aplicação desses equipamentos pode ser determinada como se segue:

- Os *dispensers* de sistema de linha simples e com mangueira dupla são os mais utilizados em função de sua simplicidade de aplicação e custo de manutenção.
- Os *dispensers* de sistema de linha múltipla são utilizados quando o abastecimento é feito através de cascata. Este abastecimento é pouco utilizado pois, além de acarretar um custo elevado no projeto e na instalação, gera elevado custo na manutenção.
- Os *dispensers* eletrônicos são os mais usuais em função da sua simplicidade, não requerendo outras variáveis para seu funcionamento que não seja alimentação elétrica.
- Os *dispensers* eletropneumáticos requerem uma manutenção maior que os eletrônicos, pois além da alimentação elétrica necessita de ar comprimido para sua operação, ou seja, duas variáveis a serem consideradas.

Assim, a configuração dos equipamentos de abastecimento de GNV mais recentemente encontrada em postos de serviço utiliza *dispensers* de sistema de linha simples com mangueira dupla e constituição operacional

<sup>5</sup> Augusto Sobrinho (1999).

eletrônica. Complementando a caracterização dos *dispensers* mais usuais, verifica-se o uso de medidores de massa abastecida. Esses medidores aplicam o princípio de Coriolis para cálculo da massa abastecida. Os *dispensers* que utilizam esse tipo de medidor dificilmente estão sujeitos a problemas de medição, pois a variação da temperatura, bem como as partículas em suspensão, não provocam alterações na medição.

O uso de medidores volumétricos de turbina em *dispensers* está sujeito a constantes problemas de medição, pois além da variação constante de temperatura de abastecimento, qualquer partícula em suspensão poderá ocasionar danos à turbina e à camisa provocando erros de medição. Os medidores de turbina são mais comuns para medições à baixa pressão e normalmente são usados antes do compressor.

O aspecto de pureza do GNV é um dos que mais influencia os equipamentos de medição do volume/massa abastecida. É comum que esses equipamentos trabalhem com peças em movimento, sujeitas a excesso de desgaste se houver um nível intolerável de impurezas no GNV. Por outro lado, caso as partículas de impureza estejam em elevada concentração prejudica-se a regulagem do valor da massa específica do GNV e apresenta problemas de abastecimento.

Os *dispensers* para abastecimento de GNV devem possuir um conjunto mínimo de itens de segurança, normalmente encontrados nos equipamentos de transporte e distribuição de GNV. Esses equipamentos são pelo menos os seguintes<sup>6</sup>:

- pressostato de alta pressão – que libera o GNV, caso haja excesso de pressão, evitando explosões;
- válvula excesso de fluxo – que interrompe o fluxo, caso haja uma ruptura nas mangueiras ou tubulações;
- válvula Quick Breakaway – também conhecida como válvula de corte rápido.

Existem várias interfaces para monitoramento do abastecimento,

que se aplicam ao abastecimento de GNV, das quais se destacam alguns dispositivos.

- Conexão para sistema de computação para faturamento remoto.
- Interface de comunicação.
- Impressora de *tickets*.
- Manômetro externo para leitura da pressão de abastecimento.
- Indicação sonora e luminosa do fim do abastecimento.
- Encerrante e totalizante parcial.

## 8.6 Principais não conformidades encontradas

Durante o acompanhamento dos postos de serviço de GNV do município de Natal, foram observados diversos tipos de Não Conformidades Técnicas, sendo apontadas principalmente nas Revisões de Segurança realizadas inicialmente no Projeto de Adequação Ambiental de Postos de Combustíveis em Natal-RN, como também durante o acompanhamento dos Testes de Estanqueidade e Integridade das instalações de GNV.

A seguir, é feito um breve registro das principais “Não Conformidades” encontradas, mostrando os destaques que apresentam maiores potencialidades de riscos de falhas catastróficas e acidentes que comprometem a integridade física das instalações e pessoas.

### 8.6.1 Estação de Redução de Pressão e Medição-ERPM

As principais “Não Conformidades” encontradas na ERPM foram: corrosão em tubulações, flanges e conexões; instrumentos e válvulas de segurança de pressão sem identificação adequada e calibração vencida e sujeiras nas canaletas de passagem da tubulação.

<sup>6</sup> Augusto Sobrinho (1999).



**Figura 8.3:** a), b), c) Detalhes de corrosão em flanges e tubulação; d) Válvula PSV com obturador antes da válvula, não apresentando a tarja de identificação e a placa com a data de calibração e a próxima verificação.

#### 8.6.2 Na unidade compressora



**Figura 8.4:** a)Válvula PSV danificada; b)Válvula PSV faltando placa e certificado de calibração; c) Cilindro de armazenagem vencido; d)Instrumentos sem conservação; e) Armazenagem de óleo lubrificante inadequada.

### 8.6.3 Ilha de abastecimento e dispensers:



Figura 8.5: a) Aterramento inadequado; b) Corrosão em tubulação de alta pressão; c) Corrosão avançada nas conexões e terminais das mangueiras.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. Portaria n. 41, de 15 de abril de 1998. Aprova o Regulamento Técnico ANP nº 001/98, anexo a esta Portaria, que estabelece normas para especificação do gás natural, de origem interna ou externa, a ser comercializado no País. Diário Oficial da União, 17 abr. 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 12.236: Critérios de Projeto, Montagem e Operação de Postos de Gás Combustível Comprimido. Rio de Janeiro, 1994.

AUGUSTO SOBRINHO, C. A. Uso de “*Dispensers*” e Carreta Feixe para Abastecimento de Veículos com Gás Natural. Rio de Janeiro: IBP Instituto Brasileiro de Petróleo, 1999.

GOUVÉA, C. P. de. Postos de Abastecimento de Veículos para Gás Natural – Recomendações de Projeto, IBP – Instituto Brasileiro de Petróleo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM GÁS NATURAL, 7., 1999, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 1999.

*Uma cidade sob investigação  
de passivo ambiental*

Djalma Ribeiro da Silva<sup>1</sup>

Adriana Margarida Zanbotto Ramalho<sup>2</sup>

### **9.1 A importância dos solos**

A formação dos solos decorre de processos físicos, químicos e biológicos contínuos (conhecidos por intemperismo) que transformam as

---

<sup>1</sup> Professor associado II. Doutor em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN, 2006. Chefe do Departamento de Química: 1990 a 1994. Diretor do CCET: 1999-2003 e 2011-2015. Coordenador do Núcleo de Pesquisa em Petróleo e Energias Renováveis – NUP-ER. Coordenador da Central de Análise e do Laboratório de Tecnologia de Processamento Primário de Petróleo (No NUPPRAR - Núcleo de Processamento Primário e Reúso de Água Produzida e Resíduos). Coordenador de projetos de pesquisa: 6 projetos de infraestrutura e 15 projetos de pesquisa e Desenvolvimento. Orientador atual de alunos de graduação, mestrado e doutorado. Membro do Comitê Gestor do Fundo Setorial de Petróleo e Gás Natural - CTPETRO. Perito do Ministério Público na área ambiental.

<sup>2</sup> Doutoranda e Mestre em Ciência e Engenharia de Petróleo, UFRN (2008); Especialista em Gestão Ambiental, IFRN (2009); Bacharel em Química, UFRN (2012); Tecnóloga em Meio Ambiente, CEFET-RN (2004); ex- funcionária da Secretaria de Meio Ambiente e Urbanismo de Natal, SEMURB, (2008 -2009); Pesquisadora do Núcleo de Processamento Primário e Reúso de Água Produzida e Resíduos (NUPPRAR).

rochas, minerais e a matéria orgânica que lhes dão origem<sup>4</sup>, como mostra a Figura 1. Esse processo leva muito tempo para ocorrer e cada centímetro do solo se forma num intervalo de tempo de 100 a 400 anos<sup>5</sup>. Já os solos usados na agricultura demoram entre 3000 a 12000 anos para tornarem-se produtivos<sup>6</sup>.

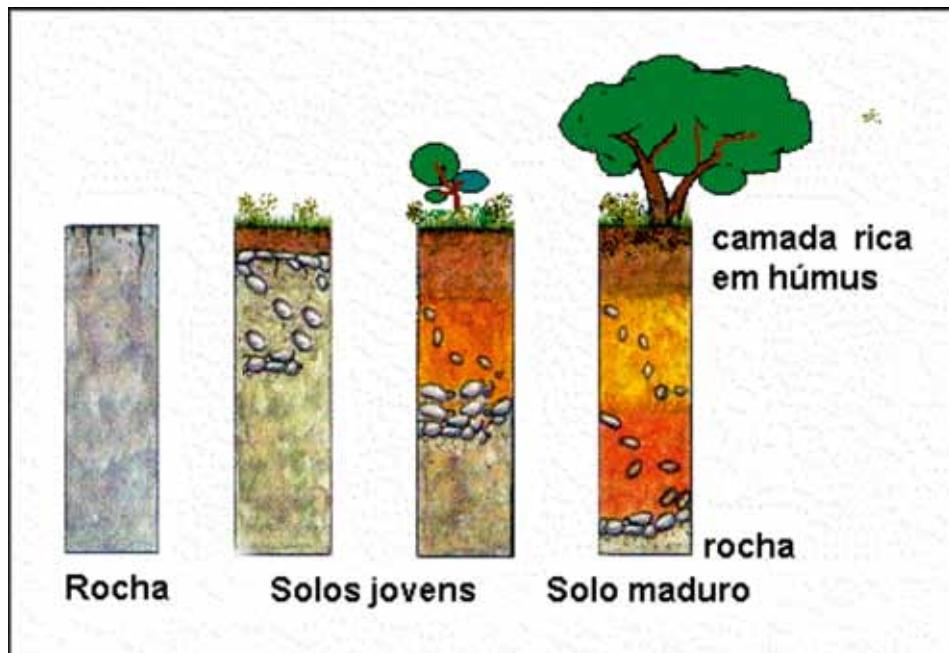


Figura 9.1: Processo de formação de solos.

Fonte: Moraes, Campagna e Santos (2011).

<sup>4</sup> EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Curso de Recuperação de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao2.html>>. Acesso em: 9 ago. 2011.

<sup>5</sup> MORAES, Alessandra R.; CAMPAGNA, Aline Fernanda; SANTOS, Silvia A. Martins. Recursos naturais: solos. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html>>. Acesso em: 9 ago. 2011.

<sup>6</sup> Moraes, Campagna e Santos (2011).

O solo, de forma geral, é um recurso único, insubstituível e essencial para todos os organismos terrestres (incluindo o homem), e apresenta-se como uma fina camada na crosta terrestre que é explorada pelas raízes das plantas em busca de ancoragem, água e nutrientes<sup>7</sup>.

Os solos são caracterizados como meios porosos e constituem sistemas físicos que apresentam três fases distintas: uma fase sólida composta de material mineral e orgânico; uma fase líquida que se refere à água do solo ou solução do solo; e uma fase gasosa que compõem o ar do solo<sup>8</sup>. Essas fases estão distribuídas em proporções distintas nas zonas não saturada e saturada do solo, podendo ser evidenciado na Figura 2. Essas zonas são descritas a seguir por LNEG<sup>9</sup>.

- Na camada superficial de solo, encontra-se a zona não saturada ou vadosa que é a zona que se situa imediatamente abaixo da superfície topográfica e acima do nível freático, onde os espaços vazios entre as partículas estão parcialmente preenchidos por gases (essencialmente ar e vapor de água) e por água. A franja capilar (região do solo onde começa a ficar úmido, devido à presença do aquífero) também faz parte da zona não saturada do solo, situada imediatamente acima do nível freático, onde a existência da água ascende por capilaridade, a partir da zona freática.
- A zona saturada (ou aquífero) é a zona que pode ser constituída por diferentes níveis ou camadas de solo ou formações rochosas, onde todos os espaços porosos ou fraturas existentes estão completamente preenchidos por água (o limite superior desta zona é designado nível freático). A água para abastecimento público de poços artesianos é extraída da zona saturada do solo.

<sup>7</sup> BREEMEN, Nico Van. The Formation of Soils. In: \_\_\_\_\_. Soil Formation. [s.l.]: Kluwer Academic Publishers, 2002. Chap. 2.

<sup>8</sup> EMBRAPA (2008).

<sup>9</sup> LABORATÓRIO NACIONAL DE ENERGIA E GEOLOGIA – LNEG. Léxico de Termos Hidrogeológicos. Verbete Zona Saturada e Insaturada. Disponível em: <[http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico\\_hidro/lexico.aspx?Termo=Zona%20Saturada](http://e-geo.ineti.pt/bds/lexico_hidro/lexico.aspx?Termo=Zona%20Saturada)>. Acesso em: 13 jan. 2012.

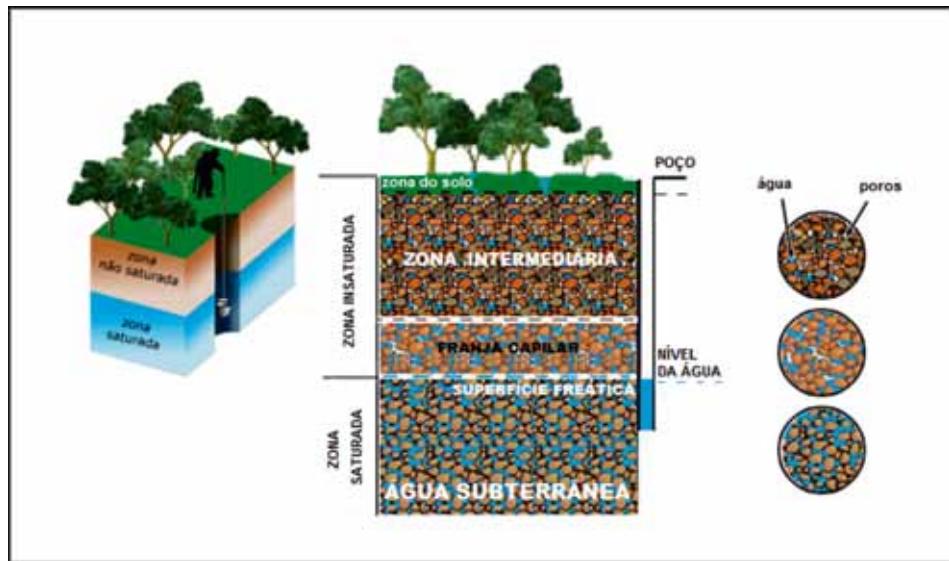


Figura 9.2: Zona saturada e zona não saturada do solo.

Fonte: Adaptado de Campos e Abreu (2012).

O uso e ocupação do solo em áreas urbanas, industriais e agrícolas têm provocado a contaminação das zonas não saturada e saturada do solo.

Para a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental de São Paulo (Cetesb)<sup>10</sup>, uma área contaminada (ou *Brownfields*) pode ser definida como uma área, local ou terreno onde há comprovadamente poluição ou contaminação, causada pela introdução de quaisquer substâncias ou resíduos que nela tenham sido depositados, acumulados, armazenados, enterrados ou infiltrados de forma planejada, acidental ou até mesmo natural. Havendo a preocupação não apenas com a presença de poluentes, mas também a ocorrência de danos ou riscos aos bens a proteger, como a qualidade das águas em geral, a qualidade dos solos e das águas subterrâneas, a saúde do indivíduo e do público em geral.

<sup>10</sup> CETESB. Manual de gerenciamento de áreas contaminadas/ CETESB, GTZ. São Paulo: CETESB, 1999.

## 9.2 O risco de contaminação por postos de combustíveis em Natal

Em Natal, grande é a preocupação com a contaminação do aquífero, uma vez que mais de 70% do suprimento hídrico da população é feito por águas subterrâneas<sup>11</sup>. Essa preocupação se dá devido à fragilidade geológica, pois o manancial de águas subterrâneas ocorre no sistema aquífero Dunas-Barreiras, onde o lençol freático é raso e induz a uma maior vulnerabilidade desse aquífero à contaminação; não só por sua menor profundidade, mas também pela natureza arenosa, bastante porosa e permeável do solo<sup>12</sup>. A facilidade da permeabilidade do contaminante tem uma relação direta com a porosidade do solo. Nos solos arenosos (como o caso de Natal), os poros são maiores, por isso sua permeabilidade é mais rápida<sup>13</sup>.

Entre as atividades econômicas potencialmente poluidoras que comprometem a qualidade do solo e das águas subterrâneas em Natal, estão os 110 Postos Revendedores de Combustíveis<sup>14</sup> investigados pelo Ministério Público com a parceria da UFRN e a SEMURB. Os serviços oferecidos pelos postos de revenda de combustível são bastante diversificados e envolvem não só o abastecimento, mas também troca de

<sup>11</sup> SERHID. Relatório: Cadastro e Nivelamento de Poços do Aquífero Barreiras do Município de Natal. CONTRATO 017/2005- SERHID/ANA. Disponível em: <<http://www.portal.rn.gov.br/content/aplicacao/igarn/arquivos/pdf/relat%C3%B3rio%20final%20do%20cadastro%20%28vol.01%29.pdf>>. Acessado em: 15 maio 2012.

<sup>12</sup> BARBOSA, Carlos Magno de Souza et al. Importância Ambiental da Região de Lagoinha frente à Legislação Municipal de Natal/RN. Disponível em: <[http://www.bvsde.paho.org/bvsadis/uruguay30/BR09529\\_BARBOSA.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsadis/uruguay30/BR09529_BARBOSA.pdf)>. Acesso em: 2 jun. 2011.

<sup>13</sup> DE SANTI, Laís Jerônimo; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia. Estudo da permeabilidade do solo no entorno de lagoas de tratamento de esgoto da região de Presidente Prudente/SP. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_08940075641.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_08940075641.pdf)> Acesso em: 15 maio 2011.

<sup>14</sup> AQUINO SOBRINHO, Hércules Lisboa de. Design Gráfico da Pluma de Contaminação por Compostos Orgânicos Voláteis utilizando Software CAD na Investigação de Passivo Ambiental em Um Posto Revendedor de Combustíveis em Natal/RN. 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

óleo e lavagem de veículo, loja de conveniência, lanchonete e restaurante<sup>15</sup>, os quais podem causar impactos negativos sobre o meio ambiente, como podemos observar nos registros fotográficos abaixo realizados concomitantemente com a investigação de passivo ambiental realizada em Natal/RN. Mas, é importante ressaltar que as instalações subterrâneas dos postos revendedores causam um prejuízo maior do que as instalações aéreas, pelos motivos que serão explicados.



Figura 9.3: Lixo na troca de óleo oriundo da loja de conveniência.



Figura 9.4: Vazamento no sistema de armazenamento subterrâneo da troca de óleo.



Figura 9.5: Vazamento na troca de óleo (na limpeza, observa-se que o funcionário está exposto à contaminação através da absorção pela pele).

Figura 9.6: Resultado de um incêndio devido à combinação de armazenamento de óleo queimado em ambiente fechado e serviço com solda no mesmo local.

<sup>15</sup> MARQUES, Cláudia Elisabeth Bezerra et al. O licenciamento ambiental dos postos de revenda varejista de combustíveis de Goiânia. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2003. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/O%20LICENCIAMENTO%20AMBIENTAL%20DE%20POSTOS%20DE%20REVENDA%20VAREJISTA.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2012.



**Figura 9.7:** A água transbordando nas canaletas, devido a caixa separadora de água/óleo ter atingido o seu limite.



**Figura 9.8:** Canaletas não conservadas causam a infiltração do óleo no solo.



**Figura 9.9:** Os lava a jato devem possuir canaletas que direcionem o efluente da lavagem para caixa separadora de água/óleo, a fim de que este não percole e infiltre o solo causando a sua contaminação.



**Figura 9.10:** Contaminação do solo nos filtros de diesel.

### **9.2.1 A contaminação através do sistema de armazenamento subterrâneo de combustíveis nos postos revendedores**

A resolução 273/2000, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), considera as instalações e os sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis como potencialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais. Isso porque, quando os dispositivos de proteção ambiental instalados nos postos revendedores de combustíveis falham, ou seja, quando se encontram não estanques (com

vazamento) – devido ao dano, a integridade dos tanques em decorrência da alta taxa de corrosão do solo ou a má instalação dos equipamentos, ou à falta de manutenção dos mesmos –, os combustíveis passam a ser introduzidos no solo, gerando uma contaminação conhecida como passivo ambiental.

Ao serem liberados para o ambiente, esses combustíveis, através dos vazamentos, migram verticalmente pela zona não saturada do solo sob a influência das forças gravitacional e capilar, podendo atingir a zona saturada do solo, ocorrendo também a expansão horizontal devido à atração das forças capilares<sup>16</sup>.

Quando a gasolina e o diesel atingem a zona saturada do solo, forma um sistema bifásico água/óleo denominado de Fase Líquida Não Aquosa Leve, ou do inglês *Light Non-Aqueous Phase Liquid* (LNAPL). Devido a esses compostos orgânicos serem de baixa miscibilidade e de menor densidade que a água encontram-se geralmente espalhados no topo da franja capilar e fluem na direção da água subterrânea<sup>17</sup>.

No solo, esses hidrocarbonetos irão formar quatro fases distintas: fase líquida residual, fase líquida livre, fase dissolvida e fase vapor (Figura 9.11) determinadas pelos fenômenos da dissolução, volatilização e adsorção, sendo descritas a seguir<sup>18</sup>.

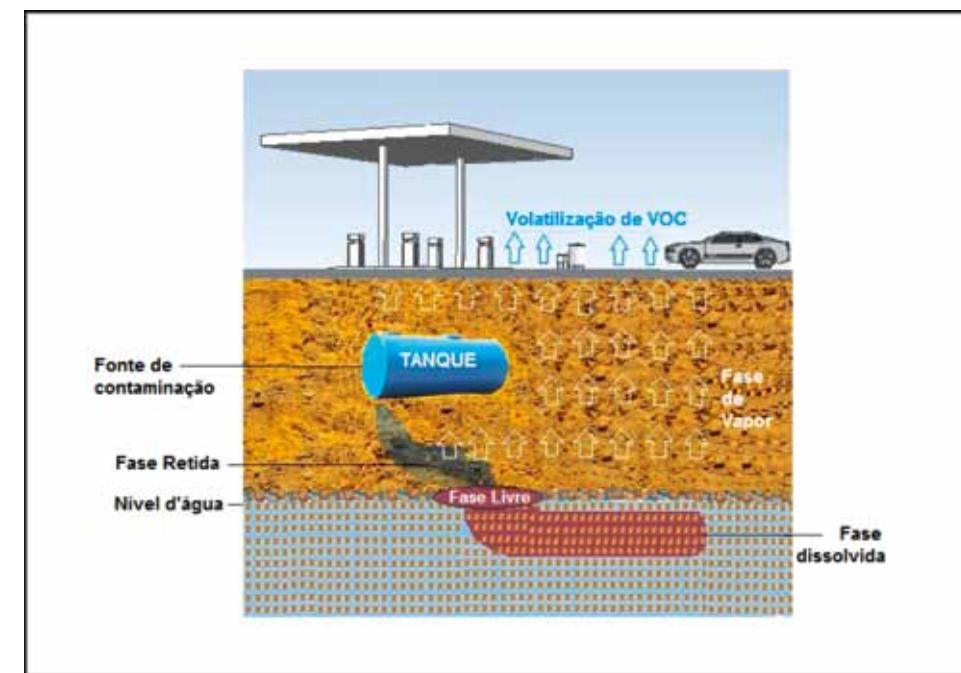


Figura 9.11: Modelo conceitual da pluma de contaminação baseado em D. Huntley, G. D. Beckett (2002).

- Fase vapor: são hidrocarbonetos de cadeia curta e leve (exemplo do Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xilenos – BTEX) que apresentam baixo ponto de ebulição, devido às baixas forças de atração moleculares, volatilizando e formando a fase de vapor (esses vapores podem condensar e adsorver-se no solo ou dissolver-se na água do solo). A descarga de vapores do solo por constituintes voláteis para receptores, como edifícios, estruturas no subsolo e trincheiras de utilidade (instalações elétrica, tubulações de gases, drenagem de água e esgotos) pode confinar os gases e causar riscos de explosões, bem como poluir a atmosfera inalada por trabalhadores e/ou moradores residenciais. Em uma investigação de passivo, esses gases servem como indicador de contaminação, sendo conhecidos como compostos orgânicos voláteis (VOC).

<sup>16</sup> MARIANO, A. P. Avaliação do potencial de biorremediação de solos e de águas subterrâneas contaminados com óleo diesel. 2006. 162f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

<sup>17</sup> Mariano (2006).

<sup>18</sup> Mariano (2006); HUNTLEY, David; BECKETT, G. D. Persistence of LNAPL sources: relationship between risk reduction and LNAPL recovery. *Journal of Contaminant Hydrology*, v. 59, p. 3-26, 2002.

KARAPANAGIOTI, Hrissi K.; GAGANIS, Petros; BURGANOS, Vasilis N. Modeling attenuation of volatile organic mixtures in the unsaturated zone: codes and usage. *Environmental Modelling & Software*, v. 18, p. 329-337, 2003.

- Fase líquida residual: resíduos líquidos adsorvidos ou retidos no solo.
- Fase líquida livre: conhecida também como Fase Livre, é o combustível sobrenadante ou flutuante na água. A descarga direta de LNAPLs pode ocorrer em corpos hídricos receptores, como rios, poços e nascentes.
- Fase dissolvida: é formada quando a fase líquida livre em contato com o nível d'água subterrâneo dissolve os componentes solúveis presentes na LNAPL (exemplo dos BTEX e HPA<sup>19</sup>), formando a chamada pluma de fase dissolvida que se distribui por difusão e advecção. Esses processos são responsáveis pelo transporte de contaminantes através de áreas bastante extensas, devendo-se monitorar a velocidade do transporte desses contaminantes para poços de água para abastecimento público, conhecido como perímetro de proteção de poços. Um software mundialmente conhecido para realizar esse tipo de estudo é o *Modflow*, desenvolvido por Pesquisadores da Universidade de Waterloo, no Canadá.

Para Oliveira<sup>20</sup>, a pluma de fase dissolvida é o resultado do transporte de contaminantes presentes na água subterrânea. A velocidade do transporte depende da própria velocidade da água subterrânea, sendo essa determinada pelo seu gradiente hidráulico e pela condutividade hidráulica (parâmetros específicos para cada tipo de solo que compõe o aquífero). O comportamento do contaminante nas águas subterrâneas depende de suas propriedades físicas e químicas, como densidade, solubilidade, viscosidade, entre outros.

<sup>19</sup> Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos.

<sup>20</sup> OLIVEIRA, Everton. Águas subterrâneas, monitorar é fundamental. 2008. Disponível em: <<http://www.agssolve.com.br/noticia.php?cod=666>>. Acesso em: 26 jan. 2012.

## 9.2.2 Características dos contaminantes presentes nos combustíveis fósseis

A gasolina e o diesel são produtos petrolíferos complexos que consistem principalmente de parafinas, olefinas, naftalenos e hidrocarbonetos aromáticos – a composição exata do combustível varia de acordo com sua origem<sup>21</sup>. Os compostos BTEX, HPA e TPH<sup>22</sup> podem ser utilizados como parâmetros desse tipo de contaminação do solo e da água subterrânea.



Figura 9.12: Diferença visual de solos contaminados por combustíveis (cor esverdeada) e solos limpos (cor avermelhada).

Porém, aditivos químicos utilizados para melhorar a octanagem (queima) do combustível, como éter metil-terc-butílico (MTBE), também têm contaminado e sido detectados em águas subterrâneas da Europa e dos USA (exemplo da Califórnia). Esse aditivo passou a ser utilizado a fim de substituir o chumbo tetraetila em 1978<sup>23</sup>. No Brasil, onde o uso de MTBE é proibido por questões socioeconômicas, essa função é exercida pelo álcool<sup>24</sup>.

<sup>21</sup> GONZALEZ-FLESCA, Norbert et al. BTX Concentrations Near a Stage II Implemented Petrol Station. ESPR - Environ Sci & Pollut Res, v. 9, n. 3, p. 169 – 174, 2002.

<sup>22</sup> Total de Hidrocarbonetos de Petróleo.

<sup>23</sup> GIRONI, F.; PIEMONTE, V. VOCs removal from dilute vapour streams by adsorption onto activated carbon. Chemical Engineering Journal, v. 172, Issues 2-3, p. 671-677, 15 aug. 2011.

<sup>24</sup> FACINA, Taís. Produção ameaçada. 2000. Disponível em: <<http://www.energiahoje.com.brasilenergia/noticiario/2000/08/01/363431/producao-ameacada.html>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

Entretanto, a contaminação de águas subterrâneas por combustíveis com elevado teor de álcool tem sido apontada como um problema ambiental emergente, principalmente em função desse aditivo facilitar, por efeito cossolvente, a mobilização dos hidrocarbonetos em solos contaminados por derramamento<sup>25</sup>. Em geral, estima-se que a adição de 10% de álcool (etílico ou metílico) favorece largamente a solubilização de benzeno e tolueno em água, com efeitos menos significativos para etilbenzeno e xilenos<sup>26</sup>. Trata-se de uma observação que permite prever um potencial poluente ainda maior para a gasolina comercializada no Brasil, a qual é aditivada com cerca de 25% de etanol<sup>27</sup>.

O uso do etanol como um aditivo oxigenado, substituindo o MTBE, também pode resultar em aumentos significativos nas emissões de acetaldeído, um subproduto cancerígeno da combustão, com um aumento correspondente nas concentrações atmosféricas e, consequentemente, um aumento com os custos de saúde pública<sup>28</sup>.

### 9.2.2.1 TPH

Total de Hidrocarbonetos de Petróleo (TPH) é um termo usado para descrever uma grande família de várias centenas de compostos químicos que originalmente vem do petróleo bruto. Existem tantos compostos químicos diferentes no petróleo, que não é prático medi-los separadamente, sendo mais útil medir a quantidade total de TPH em uma área contaminada<sup>29</sup>.

<sup>25</sup> LEE, Kenneth Y. Phase partitioning modeling of ethanol, isopropanol, and methanol with BTEX compounds in water. *Environmental Pollution*, v. 154, Issue 2, p. 320-329, jul. 2008

TIBURTIUS, E. R. L.; ZAMORA, P. P.; LEAL, E. S. Contaminação de águas por BTXs e processos utilizados na remediação de sítios contaminados. *Química Nova*, v. 27, n. 3, p. 441-446, 2004.

<sup>26</sup> (LEE, 2008; TIBURTIUS; ZAMORA; LEAL, 2004).

<sup>27</sup> Tiburtius, Zamora e Leal (2004).

<sup>28</sup> FERNANDEZ, L.; KELLER, A. A. Cost-benefit analysis of methyl tert-butyl ether and alternative gasoline formulations. *Environmental Science & Policy*, v. 3, Issue 4, p. 173-188, 1 aug. 2000.

<sup>29</sup> AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY – ATSDR. Toxicological profile for total petroleum hydrocarbons (TPH). Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1999.

Alguns produtos químicos presentes no TPH podem afetar o sistema nervoso, causando dores de cabeça e tonturas. Os produtos químicos que podem ser encontrados em TPH são combustíveis, hexano, óleos minerais, benzeno, tolueno, xileno, naftaleno, fluoreno, assim como outros produtos de petróleo e componentes da gasolina e diesel. No entanto, é provável que as amostras de TPH conterão apenas alguns, ou uma mistura desses produtos químicos<sup>30</sup>.

### 9.2.2.2 VOC

Produtos de petróleo envolvem misturas de diferentes compostos orgânicos voláteis (VOC), que podem representar um risco para as águas subterrâneas após um derrame para a zona insaturada<sup>31</sup>. Os compostos orgânicos voláteis (benzeno, tolueno, xilenos, etilbenzeno, entre outros) são contaminantes típicos do óleo diesel e da gasolina encontrados na zona insaturada do solo e geralmente afetam em primeiro lugar esta zona, antes de atingir o aquífero subjacente<sup>32</sup>. Embora os compostos orgânicos voláteis possam ser atenuados na zona não saturada, eles constituem riscos para a saúde<sup>33</sup>, pois podem atingir o lençol freático através da difusão rápida da fase de vapor ou do transporte na fase aquosa por meio de processos de transporte, incluindo advecção aquosa em água de recarga, difusão das fases gasosa e aquosa, e de dispersão mecânica<sup>34</sup>.

<sup>30</sup> ATSDR (1999).

<sup>31</sup> KARAPANAGIOTI, Hrissi K. et al. Reactive transport of volatile organic compound mixtures in the unsaturated zone: modeling and tuning with lysimeter data. *Environmental Modelling & Software*, v. 19, p. 435-450, 2004.

<sup>32</sup> Karapanagioti, Gaganis e Burganos (2003).

<sup>33</sup> Karapanagioti, Gaganis e Burganos (2003).

<sup>34</sup> Karapanagioti et al (2004).

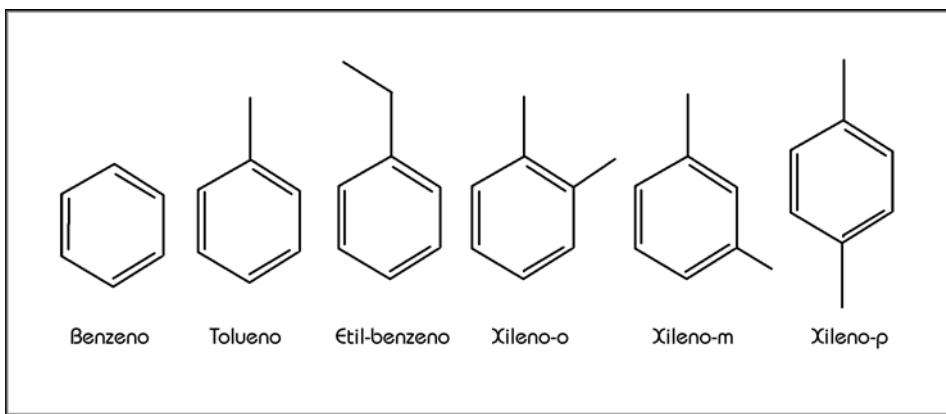


Figura 9.13: Estrutura química de alguns compostos orgânicos voláteis.



Figura 9.14: Detector acusando a presença de VOC na massa de solo escavado durante uma Investigação de Passivo Ambiental.

### 9.2.2.3 HPA

Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) é um grupo de moléculas orgânicas compostas por anéis de benzeno fundidos, sendo classificados como compostos orgânicos hidrofóbicos<sup>35</sup>. Os HPA tendem a persistir no meio ambiente e podem ser encontrados no solo, sedimentos, água e ar devido a uma distribuição generalizada por fontes de contaminação naturais e antropológicas (a exemplo dos incêndios em florestas, das operações de refino, transporte e revenda do petróleo, bem como da queima de combustíveis fósseis). Eles podem se associar rapidamente com sedimentos, em função de sua natureza hidrofóbica e da baixa solubilidade em água<sup>36</sup>.

Sua presença em matrizes ambientais é de grande preocupação por causa de sua alta toxicidade, efeitos cancerígenos e persistência no meio ambiente<sup>37</sup>. Por essa razão, foram listados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S.EPA) e pela Comunidade Europeia como poluentes ambientais prioritários e têm sido objeto de uma investigação detalhada por mais de 30 anos<sup>38</sup>.

<sup>35</sup> FERRARESE, Elisa; ANDREOTTOLA, Gianni; OPREA, Irina Aura. Remediation of PAH - contaminated sediments by chemical oxidation. *Journal of Hazardous Materials*, n. 152, p. 128-139, 2008.

<sup>36</sup> Ferrarese, Andreottola e Oprea (2008).

<sup>37</sup> Ferrarese, Andreottola e Oprea (2008).

<sup>38</sup> Ferrarese, Andreottola e Oprea (2008).

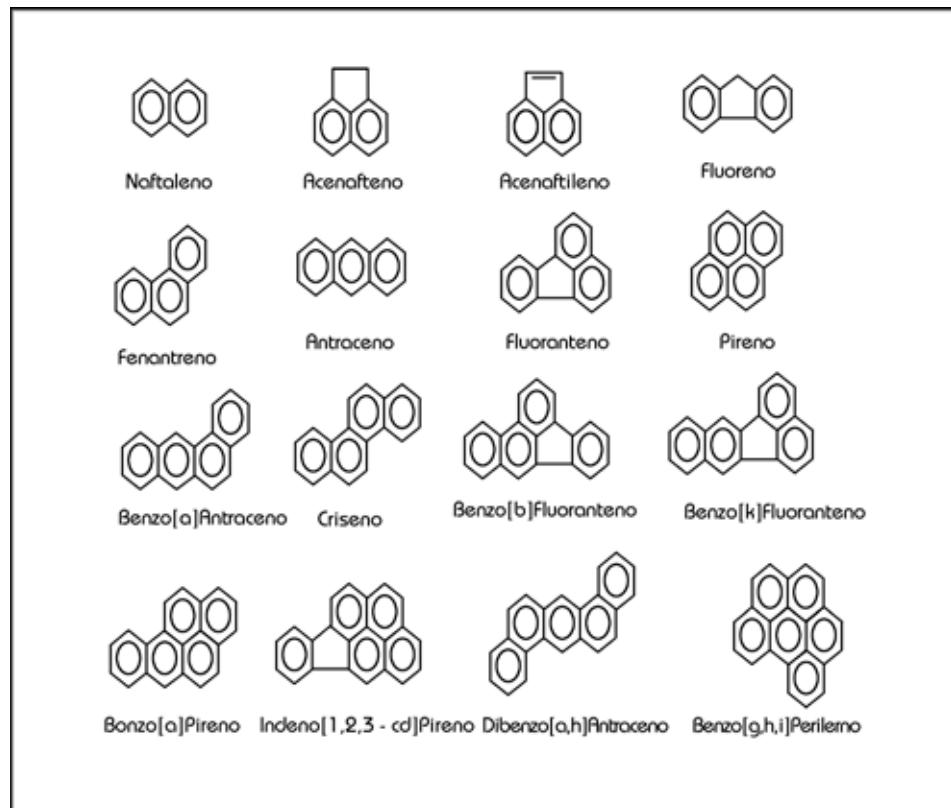


Figure 9.15: Estruturas e nomenclaturas dos 16 HPA prioritários estabelecidos pela U.S.EPA. Fonte: Moura (2009).

### 9.3 Norma aplicável para áreas contaminadas

No Brasil, a resolução CONAMA nº 420/09 dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas (feitas pelo homem). A Tabela 1 mostra a lista de valores orientadores de contaminantes típicos da gasolina e do diesel para solos em áreas urbanas e águas subterrâneas da Resolução nº 420/09.

Vale ressaltar que a Resolução CONAMA 420/09 é produto de discussões de grupos distintos de especialistas, nas esferas federal e estadual, mas que partiram de uma minuta inicial comum, elaborada pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo/Brasil (CETESB). É uma adaptação da Decisão de Diretoria nº 195-2005-E e da Lei Estadual nº 13.577/99 do Estado de São Paulo, tendo como base as práticas adotadas em países como Estados Unidos, Alemanha e Holanda<sup>39</sup>.

Substância	Solo (mg.kg <sup>-1</sup> de peso seco) Área Urbana	Água subterrânea (µg.L <sup>-1</sup> )
Hidrocarbonetos aromáticos voláteis		
Benzeno	0,08	5
Etilbenzeno	40	300
Tolueno	30	700
Xilenos	30	500
Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos		
Antraceno	-	-
Benzo(a)antraceno	20	1,75
Benzo(k)fluoranteno	-	-
Benzo(g,h,i)perileno	-	-
Benzo(a)pireno	1,5	0,7
Criseno	-	-
Dibenzo(a,h)antraceno	0,6	0,18
Fenantreno	40	140
Indeno(1,2,3-c,d)pireno	25	0,17
Naftaleno	60	140
Total de Hidrocarbonetos de Petróleo		
TPH	1000 mg.kg <sup>-1</sup> *	600 mg.L <sup>-1</sup> *

Fonte: Resolução CONAMA nº 420/09 e Decisão de Diretoria nº 010/2006/CETESB.

Tabela 9.1: Lista de valores orientadores de contaminantes típicos da gasolina e do diesel para solos em áreas urbanas e águas subterrâneas da Resolução nº 420/09 e Decisão de Diretoria nº 010/2006/CETESB.

NOTA: \*Item 3.7, do Anexo V, a que se refere o artigo 1º, inciso V, da Decisão de Diretoria nº 010/2006/CETESB.

<sup>39</sup> FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. Feam divulga primeira lista de áreas contaminadas do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <[http://www.feam.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=354&Itemid=128](http://www.feam.br/index.php?option=com_content&task=view&id=354&Itemid=128)>. Acesso em: 5 nov. 2010; CASARINI, Dorothy. Conama 420 e a Lei Estadual nº 13.577. Revista água e ambiente subterrâneo, ano 3, n. 14, fev./mar. 2010.

## 9.4 Conceitos de Passivo Ambiental

Schianetz<sup>40</sup> conceitua passivos ambientais como sendo deposições antigas e sítios contaminados que produzem riscos para o bem-estar da coletividade, segundo avaliação tecnicamente respaldada das autoridades competentes.

Ainda segundo Sánchez<sup>41</sup>, passivo ambiental é o acúmulo de danos ambientais que devem ser reparados a fim de que seja mantida a qualidade ambiental de determinado local.

Assim, conforme Lage<sup>42</sup>, passivo ambiental é alguma deficiência ou problema existente nas áreas de segurança, saúde e proteção ambiental cuja solução pode significar investimentos, ou mesmo, pode impedir a continuidade do negócio em avaliação.

Dessa forma, o passivo ambiental representa o sacrifício de benefícios econômicos que serão realizados para a preservação, recuperação e proteção do meio ambiente de forma a permitir a compatibilidade entre o desenvolvimento econômico e o meio ecológico ou em decorrência de uma conduta inadequada em relação às questões ambientais<sup>43</sup>.

### 9.4.1 Investigações de Passivo Ambiental

A Investigação de Passivo Ambiental (conhecido internacionalmente como *due diligence*) pode ser definida como “um conjunto de atividades voltado à identificação e avaliação de todos os problemas ambientais existentes em um empreendimento e que foram gerados no passado” e

envolve um conjunto de procedimentos que visa levantar o histórico das práticas adotadas pela empresa nos locais onde ela operou<sup>44</sup>.

Nos Estados Unidos da América, o objetivo principal da investigação de passivo ambiental é informar previamente a futuros proprietários de um empreendimento os problemas que poderão enfrentar em razão de alguma degradação ambiental causada pelos proprietários atuais, ou seja, definir o custo ambiental que os compradores terão que arcar com a aquisição de uma empresa, empreendimento ou terreno, caso estejam contaminados<sup>45</sup>.

Em Natal, a iniciativa da 45ª Promotoria de Justiça do Meio Ambiente do Rio Grande do Norte em investigar os Passivos Ambientais em postos de revenda de combustíveis tem como foco principal a contaminação do aquífero (mais de 70% do abastecimento público provém da água subterrânea). Durante essa investigação, o responsável pela operação do posto tem arcado com os custos das medidas preventivas, de mitigação e de remediação de danos ambientais.

### 9.4.2 Metodologia para investigação de Passivo Ambiental em Natal

No Termo de Ajustamento de Conduta (TAC), firmado pelos donos de postos de combustíveis com o Ministério Público do Rio Grande do Norte, a cláusula referente à investigação de passivo ambiental e remediação de áreas degradadas tem por base algumas diretrizes do gerenciamento de áreas contaminadas estabelecidas pela Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), a saber:

- Avaliação Preliminar (AP);
- Investigação Confirmatória Detalhada (IC);

<sup>40</sup> 1999 apud MOISA, R. Avaliação qualitativa de passivos ambientais em postos de serviço através do método de análise hierárquica de processo. 2005. 157f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Processos Químicos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Belém, 2005.

<sup>41</sup> (2001 apud MOISA, 2005).

<sup>42</sup> (2003 apud MOISA, 2005).

<sup>43</sup> Moisa (2005).

<sup>44</sup> Bitar e Ortega (1998 apud REIS, Fábio Augusto Gomes Vieira. Investigação do passivo ambiental. Disponível em: <[http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos\\_ambientais/ea24.html](http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais/ea24.html)>. Acesso em: 20 jan. 2012).

<sup>45</sup> Reis (2012).

- Relatório de Avaliação de Risco à Saúde Humana e ao Meio Ambiente, como base na metodologia descrita na norma ASTM - *Guide for Risk Based Corrective Action at Chemical Release Sites* (RBCA) para áreas com problemas de contaminação por hidrocarbonetos derivados de petróleo;
- Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD).

O Fluxograma 1 apresenta as etapas da Investigação de Passivo Ambiental (IPA), as quais deveriam seguir o Termo de Referência emitido pela SEMURB. Além disso, os serviços deveriam ser acompanhados por peritos nomeados pelo Ministério Público (pesquisadores da UFRN).



#### 9.4.2.1 Avaliação preliminar

Para a Cetesb<sup>46</sup>, a Avaliação Preliminar consiste na realização de um diagnóstico inicial das áreas potencialmente contaminadas, através de um levantamento das informações disponíveis sobre a área e do reconhecimento desta através de inspeções de campo, a fim de levantar evidências e fatos que levem a suspeitar ou confirmar a contaminação na área avaliada. Ou seja, a avaliação preliminar deve subsidiar a etapa da investigação confirmatória, pois estabelece um modelo conceitual inicial e indica a necessidade da adoção de medidas emergenciais na área.

A princípio, a SEMURB tinha criado dois Termos de Referência para Avaliação Preliminar, um para áreas sem restrições e outro para zonas de proteção ambiental (ZPA). Adiante, segue uma breve descrição dos itens previstos nestes termos de referência (TR).

- TR para áreas urbanas sem restrições: visitas ao local e entrevistas para coleta de dados básicos da área, caracterização do entorno no raio de 100 m, histórico das operações com combustíveis, eventos de vazamentos, levantamento de estudos geológicos e hidrogeológicos.
- TR para Zonas de Proteção Ambiental (ZPA), nas quais se exigia, além dos itens do primeiro, os métodos de screening qualitativo e quantitativo. Os qualitativos correspondem à avaliação de VOC no solo e ao índice de explosividade nas galerias subterrâneas – Figuras 9.16 e 9.17. Já os métodos quantitativos compreendem duas sondagens a trado – a jusante dos equipamentos – até 10 m de profundidade, nos pontos de maior leitura de VOC, para coleta de amostras de solo e/ou água subterrânea, para análises de BTEX, HPA e TPH em laboratório – Figura 9.18.

<sup>46</sup> CETESB. Manual de gerenciamento de áreas contaminadas / CETESB, GTZ. 2. ed. São Paulo: CETESB, 2001.



Figura 9.16: (A) Avaliação qualitativa dos gases do solo (VOC);  
(B) Avaliação do índice de explosividade nas galerias subterrâneas.



Figura 9.17: Avaliação do índice de explosividade nas galerias subterrâneas pela Potigás - Companhia Potiguar de Gás.



Figura 9.18: (A) Sondagem a trado; (B) Coleta de solo;  
(C) Coleta de água subterrânea com bailer.

Diante do cenário ambiental de vulnerabilidade do aquífero da cidade de Natal, já muito conhecido por sua contaminação por nitrato, o Ministério Público determinou que todos os postos revendedores de combustíveis seguissem o Termo de Referência da SEMURB mais exigente para todos esses postos. Assim, a Avaliação Preliminar em Natal teve características não só de avaliação preliminar, mas também de investigação confirmatória, tomando como referência o gerenciamento de áreas contaminadas da Cetesb.

O Termo de Referência da SEMURB orientava que a Investigação de Passivo Ambiental deveria ser conduzida em áreas próximas a fontes potenciais de contaminação, como tanques, bombas de abastecimento, área de lavagem de veículos, caixa separadora, área de abastecimento, área de carregamento, área de descarregamento, área de troca de óleo, filtro de diesel e tubulações, essas deveriam ser consideradas ainda no planejamento e na execução da investigação detalhada. Levou-se em consideração, também, o histórico de operação da área e de alterações no *layout* que tenham ocorrido no passado, onde existisse a possibilidade de terem sido desenvolvidas atividades de armazenamento e manejo de combustíveis, lubrificantes ou outras substâncias.

E a etapa de investigação confirmatória encerraria o processo de identificação da área como contaminada. Cujo objetivo principal é confirmar ou não a existência de contaminação e verificar a necessidade da realização de uma investigação detalhada nas áreas suspeitas, identificadas na etapa de avaliação preliminar<sup>47</sup>. A confirmação da contaminação em uma área dá-se basicamente pela tomada de amostras e análises de solo e/ou água subterrânea, em pontos estrategicamente posicionados (*ibid*, 2001).

#### 9.4.2.1.1 Laboratório

Assim, por determinação do Ministério Público, as amostras de solo e água subterrânea coletada nos postos revendedores de combustíveis

deveriam ser encaminhadas para a Central de Análises da UFRN, localizado no Núcleo de Processamento Primário e Reúso de Água Produzida e Resíduos (Nupprar – Figura 9.19A). A Central Analítica é um laboratório regional, financiado pela Petrobras, que possui a infraestrutura necessária para a realização das análises químicas previstas no Termo de Referência da SEMURB. As Figuras 9.19B e 9.19C apresentam os cromatógrafos disponíveis para análise de BTEX, HPA e TPH.



Figura 9.19: (A) Nupprar; (B) Cromatógrafo gasoso, Trace GC Ultra da Thermo Electron Corporation para análise de BTEX; (C) Cromatógrafo Gasoso, Focus GC da Thermo Electron Corporation para análise de HPA e TPH.

<sup>47</sup> CETESB (2001).

Antes de chegar ao Laboratório da Central de Análises, as amostras (de solo ou água) são identificadas ainda em campo, através de um Termo de Custódia, que compreende a documentação das informações relacionadas a cada amostra coletada para propósitos analíticos<sup>48</sup>. As informações incluem nome do posto e localização, número do projeto, data da coleta, especificações das amostras, tipo de análise requisitada, bem como as condições climáticas durante a coleta. Essas informações serão geradas no site do registro de entrada de amostras do NUPPRAR.

**Figura 9.20:** Modelo de custódia das amostras

#### 9.4.2.2 Investigação confirmatória detalhada

Para Cetesb<sup>49</sup>, a Investigação Detalhada ocorre após a confirmação

de que uma área está contaminada. Essa etapa é a primeira do processo de recuperação de áreas contaminadas, pois nela será necessário definir as medidas que deverão ser adotadas, para resguardar de imediato os possíveis receptores de risco (população, meio ambiente e bens a proteger, como poços de abastecimento públicos) identificados no entorno da área. Estas medidas poderão ser<sup>50</sup>:

- isolamento da área;
  - restrição de uso do solo;
  - restrição de consumo de águas superficiais ou subterrâneas;
  - remoção imediata de resíduos, solos contaminados ou gases do subsolo;
  - monitoramento ambiental;
  - monitoramento de explosividade.

A semelhança entre as etapas de Investigação Confirmatória e de Investigação Detalhada é que ambas possuem coleta de amostras de solo e de água subterrânea para análises em laboratório, porém, o objetivo da primeira é apenas confirmar a presença de contaminação na área suspeita, enquanto o da segunda é quantificar a contaminação.

Na Investigação Detalhada da área contaminada, aumenta-se o número de sondagens a trado para coletas de amostras de solo e se instalam poços de monitoramento para coleta de água, a fim de delimitar tridimensionalmente as plumas de contaminação no meio físico (fase retida do contaminante no solo, fase livre de combustíveis sobrenadante no aquífero e fase dissolvida na água subterrânea) a partir das concentrações das substâncias químicas de interesse (Resolução CONAMA nº 420), e avaliar a necessidade de adoção de medidas de intervenção (como a remoção da fase livre). A Figura 9.21 apresenta a representação gráfica das

<sup>48</sup> SAUBER SYSTEM AMBIENTAL. POP-004/SERV: amostragem de água subterrânea de poço de monitoramento. Disponível em: <<http://www.saubersystem.com.br/formulario.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2012.

<sup>49</sup> CETESB. 8000 Investigação Detalhada. Manual de gerenciamento de áreas contaminadas / CETESB-GTZ. 2004. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas\\_contaminadas/Capitulo\\_VIII.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/Capitulo_VIII.pdf)>. Acesso em: 9 mar. 2012.

<sup>50</sup> Cetesb (2004).

plumas de contaminação na área de um posto revendedor de combustível utilizando um software CAD.

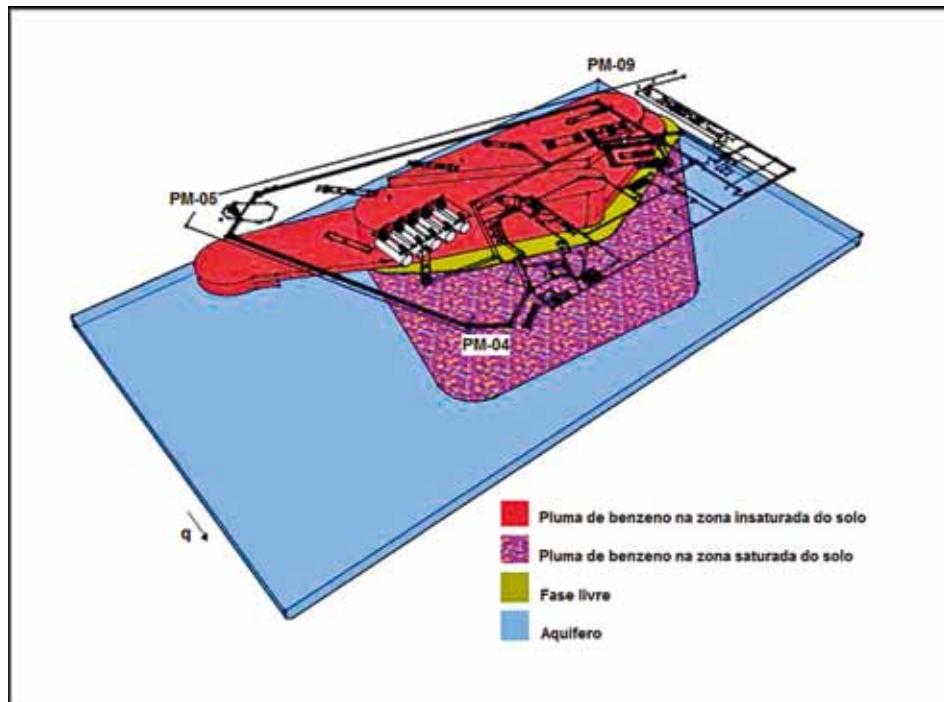


Figura 9.21: Representação gráfica das plumas de contaminação de Benzeno nas fases retida e dissolvida, bem como a fase livre, na área de um posto revendedor.

Ou seja, nesta etapa, deve-se buscar a compreensão dos seguintes aspectos: a geologia e a hidrogeologia regional e local; a natureza e a extensão da contaminação; a evolução da contaminação no tempo e no espaço (ex.: taxa de propagação dos contaminantes aos poços de abastecimento público); e as rotas de migração de contaminantes, vias de exposição e receptores de risco<sup>51</sup>. Tem como finalidade subsidiar a avaliação de risco e a remediação, através da concepção de um projeto tecnicamente adequado, legalmente cabível e viável, para cada caso de contaminação, visando prevenir danos

<sup>51</sup> Cetesb (2004).

presentes e futuros à saúde e segurança pública, ao meio ambiente e outros bens a proteger<sup>52</sup>.

Com base nos resultados obtidos da investigação confirmatória detalhada, deverá ser elaborado um modelo conceitual consolidado que considere as características das fontes primárias de contaminação, dos receptores, dos cenários de exposição (Figura 9.22) e das medidas de intervenção a serem implantadas (Termo de Referência da SEMURB, 2010); devendo ser representada no modelo conceitual a situação determinada após a realização da investigação detalhada e a situação esperada após a aplicação das medidas de intervenção a serem implantadas e definidas no plano de intervenção<sup>53</sup>.

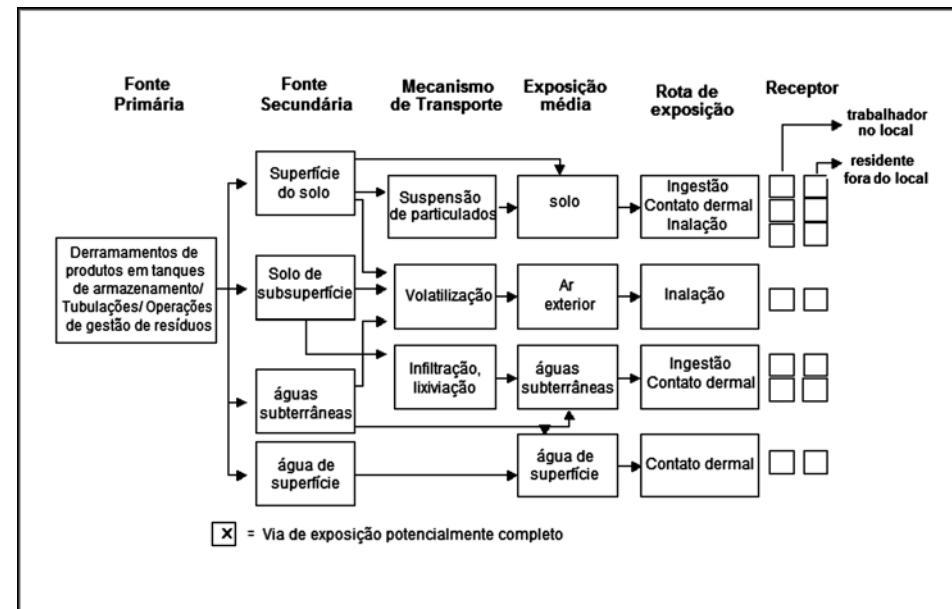


Figura 9.22: Exemplo de um modelo conceitual para sites.

Fonte: The Oklahoma Corporation Commission (2012).

<sup>52</sup> Cetesb (2004).

<sup>53</sup> SEMURB (2010).

#### 9.4.2.3 Investigação confirmatória complementar

Para complementar a investigação do passivo ambiental nas etapas de avaliação preliminar e investigação confirmatória detalhada, coletas de solo e água foram realizadas nas cavas de tanques removidos, bem como nas caixas separadoras de água e óleo, relatados a seguir.

##### 9.4.2.3.1 Coleta de solo em cavas de tanques removidos

Quando tanques de armazenamento subterrâneo de combustíveis apresentam vazamentos, devem ser desativados e removidos, após serem inertizados com nitrogênio (Figura 9.23 e 9.24) e substituídos por tanques novos (a norma ABNT NBR 14973/2003 estabelece os procedimentos para remoção de tanques). A coleta de amostras na cava de tanques removidos (Figura 9.26) é uma ótima oportunidade para confirmar a contaminação no solo através de métodos de *screening* qualitativo (*in loco* - Figura 9.27) e quantitativo (em laboratório - Figura 9.28).



Figura 9.23: Tanques sendo inertizados com N<sub>2</sub> para posterior remoção.



Figura 9.24: Remoção de Tanque.

Para o processo de remoção de tanques subterrâneos, é necessária a realização de pelo menos 9 medições de gases para cada cava de tanque removido, de acordo com os seguintes critérios<sup>54</sup>:

- 1 ponto de medição de gases a meia altura e meia largura da cava em cada extremidade do tanque (calota);
- 4 pontos de medição de gases, sendo dois em cada parede lateral, a meia altura, alinhados com os pontos de carga (enchimento) e sucção (saída de produto);
- 3 pontos de medição no fundo da cava, sendo um na projeção do ponto de carga e o outro na projeção do ponto de sucção e 1 no meio.

A Figura 9.25 indica a localização dos pontos de medição.

<sup>54</sup> \_\_\_\_\_. Termo de referência para Desativação, Remoção de Tanques e Desmobilização de Sistema de Armazenamento e Abastecimento de Combustíveis. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos a serem adotados na remoção de tanques e na desmobilização de Sistema de Armazenamento e Abastecimento de Combustível em postos ou sistemas retalhistas de combustíveis. Natal: SEMURB, 2010c.

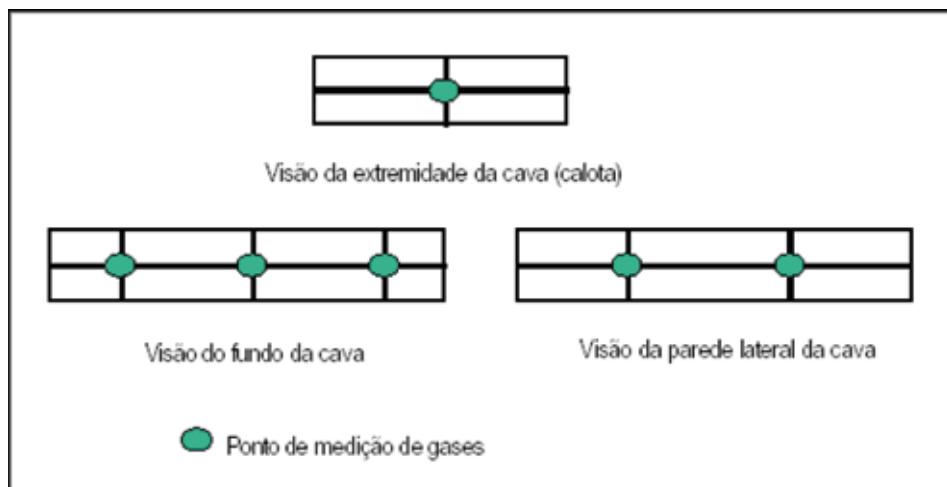


Figura 9.25: Indicação dos pontos de medição de gases na cava do tanque.

Caso seja constatada a presença de produto (combustível ou óleo lubrificante) no solo ou sobrenadante na água eventualmente presente no interior da cava, é suficiente para que a área seja declarada contaminada. Nessa situação, deve ser efetuada a recuperação do produto e, concomitantemente, realizada a investigação detalhada da área<sup>55</sup>



Figura 9.26: Coleta de solo na cava de tanques.

<sup>55</sup> SEMURB (2010c).



Figura 9.27: Análise de VOC em amostras de solo da cava de tanques removidos.



Figura 9.28: Amostras que serão envasadas e encaminhadas para laboratório.

#### 9.4.2.2.1.2 Coleta de água na caixa separadora de água e óleo (SAO)

Quando o combustível é derramado na pista de abastecimento, ou na área de descarga de combustíveis, ou na existência de efluentes de lavagem de veículos contaminados com óleo lubrificante, estes são direcionados para a caixa SAO, cuja finalidade é separar a água e o óleo, antes do descarte desses efluentes, evitando a contaminação do solo. O efluente de saída da caixa SAO deve estar dentro dos limites da Resolução CONAMA 357 (óleos minerais =  $20 \text{ mg.L}^{-1}$ ) e devem passar por manutenções periódicas a fim de assegurar o desempenho do funcionamento do sistema. A limpeza e a manutenção dessas caixas devem ser realizadas por empresa especializada – que realiza a sucção dos efluentes líquidos através de um caminhão autovácuo – e devidamente licenciada para a atividade, a qual dará destinação final adequada aos resíduos contaminados com óleo<sup>56</sup>.

Assim, um dos procedimentos complementares adotados na investigação de passivo em Natal foi a coleta do efluente de saída da caixa SAO, com vistas a verificar o seu desempenho.



Figura 9.29: Efluente na caixa SAO (caixa separadora de água/óleo).



Figura 9.30: Coleta de água na saída da Caixa SAO.

<sup>56</sup> RGE: Gestão Ambiental. Prevenção à poluição: manutenção das caixas separadoras de água e óleo. Disponível em: <[http://www.rge-rs.com.br/gestao\\_ambiental/noticias/noticia67.asp](http://www.rge-rs.com.br/gestao_ambiental/noticias/noticia67.asp)>. Acesso em: 13 mar. 2012.

#### 9.4.2.3 Análise de risco à saúde humana

Áreas contaminadas muitas vezes apresentam riscos toxicológicos e cancerígenos às pessoas situadas no seu entorno, os quais devem ser quantificados. Com o adensamento e proximidade de núcleos urbanos e industriais, torna-se necessária uma fiscalização mais efetiva por parte dos órgãos ambientais em relação às áreas contaminadas e ao potencial risco à saúde das pessoas que estão em suas proximidades<sup>57</sup>.

A estatística mundial mostra que 1/4 da população venha desenvolver câncer naturalmente, ou seja, 0,25. O risco adicional conservador considera a probabilidade de ocorrência de câncer de  $10^{-6}$  (ou seja, 1 caso adicional de câncer para 1 milhão de habitantes exposta a uma determinada área contaminada), ou seja, 0,250001<sup>58</sup>. Para Santos<sup>59</sup>, o risco potencial à saúde, devido a um efeito carcinogênico, existirá quando este for maior que  $10^{-6}$ .

Para que uma população esteja exposta ao risco, devem existir três condições: contaminação, via de exposição e receptores – eliminando uma dessas condições, o risco deixará de existir.

CONTAMINAÇÃO ↔ VIA DE EXPOSIÇÃO ↔ RECEPTORES



Figura 9.31: Condições para existência do risco.

Fonte: Maximiano (2011).

Assim, o processo de Avaliação de Risco Toxicológico qualitativo e/ou quantitativo determina as chances de ocorrência de efeitos adversos à saúde, decorrentes da exposição humana a áreas contaminadas por substâncias perigosas<sup>60</sup>. Sendo este um procedimento tecnicamente defensável e conceitualmente sustentável voltado para o desenvolvimento de metas de remediação para áreas contaminadas que protejam a saúde humana e que seja aplicável técnica e financeiramente<sup>61</sup>. Defensável e sustentável porque envolve várias áreas de conhecimentos, evidenciados na Figura 9.32, para respaldar a Avaliação de Risco.

<sup>57</sup> INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Análise de risco à saúde humana em áreas contaminadas. Disponível em: <[http://www.ipt.br/solucoes/97-analise\\_de\\_risco\\_a\\_saude\\_humana\\_em\\_areas\\_contaminadas.htm](http://www.ipt.br/solucoes/97-analise_de_risco_a_saude_humana_em_areas_contaminadas.htm)>. Acesso em: 12 abr. 2012.

<sup>58</sup> MAXIMIANO, Alexandre Magno de Sousa. Avaliação de Risco a Saúde Humana. In: [WORKSHOP]. A problemática de Passivo Ambiental em Postos de Revenda de Combustíveis: como abordar. Natal, 2011.

<sup>59</sup> SANTOS, Míriam dos Anjos. Avaliação de risco à saúde humana por exposição ambiental a hidrocarbonetos aromáticos monocíclicos: estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2009.

<sup>60</sup> U.S.EPA (1989 apud MAXIMIANO, 2011).

<sup>61</sup> Maximiano (2011).

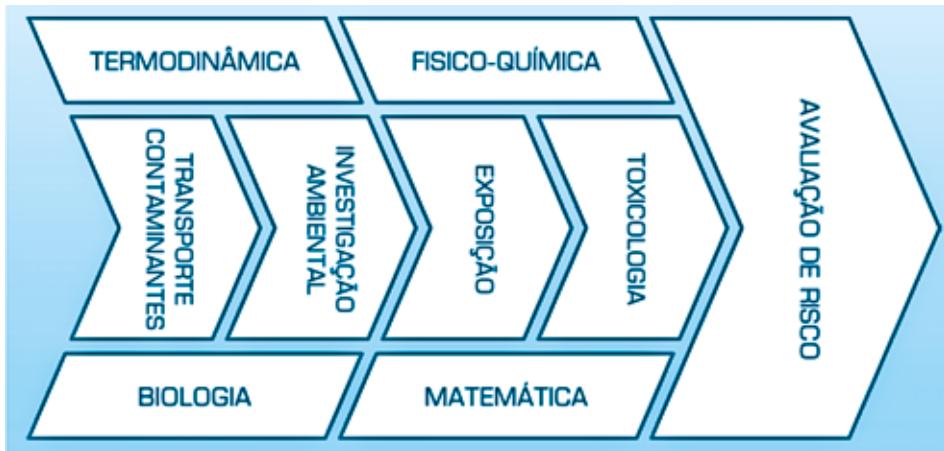


Figura 9.32: Abordagem científica que sustentam a avaliação de risco.

Fonte: Maximiano (2011).

A determinação e caracterização do risco são feitas pela análise das informações relativas à área contaminada, pela avaliação da exposição (estimativa da magnitude, frequência e duração da exposição, rotas e vias de exposição), pela avaliação da toxicidade (existência de efeitos adversos à saúde como câncer, não câncer e efeitos sobre o desenvolvimento) e pela caracterização do risco (tolerável ou não)<sup>62</sup>.

O método para avaliação de risco, mundialmente empregado em cenários com vazamento de hidrocarbonetos de petróleo, é o RBCA (do inglês *Risk Based Corrective Action*, ou Ação Corretiva Baseada no Risco-ACBR), desenvolvido pela agência americana ASTM (American Society for Testing and Materials) e descrito nas normas ASTM E1739/95 (Standard Guide for Risk-Based Corrective Action/RBCA Applied at Petroleum Release Sites) e ASTM E1912/98 (Standard Guide for Accelerated Site Characterization for confirmed or Suspected Petroleum Releases)<sup>63</sup>.

Assim, a Ação Corretiva Baseada no Risco à saúde humana são

estratégias de ação corretiva que categorize áreas contaminadas de acordo com o risco e estabelece metas de remediação com níveis adequados de ação e fiscalização<sup>64</sup>. Em síntese, essa ferramenta ajuda a:

- identificar as vias de exposição e receptores em um site (área contaminada);
- categorizar os sites segundo o risco;
- determinar o nível e a urgência da resposta necessária em um local;
- determinar o nível de supervisão adequada de um site;
- incorporar a análise de risco em todas as fases do processo de ação corretiva;
- selecionar medidas corretivas apropriadas e de baixo custo de adoção.

Um alerta que o Governo do Michigan/EUA faz é que o RBCA não é um substituto de medidas corretivas, mas uma ferramenta para determinar a quantidade e a urgência de medidas necessárias; e também não deve ser manipulado para justificar a falta de ação em uma área contaminada ou para economizar dinheiro<sup>65</sup>.

No Brasil, a CETESB estabeleceu um procedimento padrão para Ação Corretiva Baseada no Risco em áreas contaminadas por derivados de petróleo na região de São Paulo, baseado nas normas ASTM. Isso foi feito a fim de que os dados não fossem manipulados para favorecer o poluidor. Assim, o procedimento adotado pela CETESB considera dados regionais e meta de risco de  $10^{-5}$ , ou seja, aceita-se o risco de que 1 em cada 100.000 habitantes sofra algum efeito adverso à saúde devido à exposição à contaminação. Já em Natal / RN, utilizando o software RBCA, foram considerados dados locais para cada posto de combustível analisado e a

<sup>62</sup> Santos (2009).  
<sup>63</sup> Santos (2009).

<sup>64</sup> GOVERNMENT OF MICHIGAN. Introduction to Risk-Based Corrective Action - RBCA. Disponível em: <[http://www.michigan.gov/deq/0,1607,7-135-3311\\_4109\\_4215-17592--,00.html](http://www.michigan.gov/deq/0,1607,7-135-3311_4109_4215-17592--,00.html)>. Acesso em: 26 jan. 2012.

<sup>65</sup> Government of Michigan (2012).

meta de risco foi mais restrita, de  $10^{-6}$ , cujos relatórios de análise de risco foram avaliados por peritos do Ministério Público.

Nesse procedimento, a quantificação do risco à saúde humana, bem como no estabelecimento de metas de remediação, são realizadas por meio da integração das características dos contaminantes (mobilidade, solubilidade, volatilização etc.), do meio impactado (porosidade, gradiente hidráulico, condutividade hidráulica etc.), dos meios de transporte (água subterrânea, solo superficial, solo subsuperficial e ar), das vias de ingresso (ingestão, inalação e cutânea) e das populações potencialmente receptoras (massa corpórea média, expectativa de vida etc.)<sup>66</sup>.

Os cenários de exposição considerados no procedimento ACBR/CETESB e que também são considerados no RBCA/ASTM, são:

- Inalação, em Ambientes Abertos, de Vapores Provenientes do Solo Subsuperficial (Figura 9.33);
- Inalação, em Ambientes Fechados, de Vapores provenientes do Solo Subsuperficial (Figura 9.34);
- Inalação, em Ambientes Abertos, de Vapores provenientes da Água Subterrânea (Figura 9.35);
- Inalação, em Ambientes Fechados, de Vapores provenientes da Água Subterrânea (Figura 9.36);
- Ingestão, Contato Dérmico e Inalação de Vapores e Partículas, a partir do Solo Superficial Contaminado (Figura 9.37);
- Ingestão de Água Subterrânea Contaminada a partir da Lixiviação do Solo Subsuperficial (Figura 9.38);
- Ingestão de Água Subterrânea Contaminada (Figura 9.39);
- Contato Dérmico com Água Subterrânea Contaminada a partir da Lixiviação do Solo Subsuperficial (Figura 9.40).



Figura 9.33: Inalação, em Ambientes Abertos, de Vapores Provenientes do Solo Subsuperficial. Fonte: CETESB (2012).

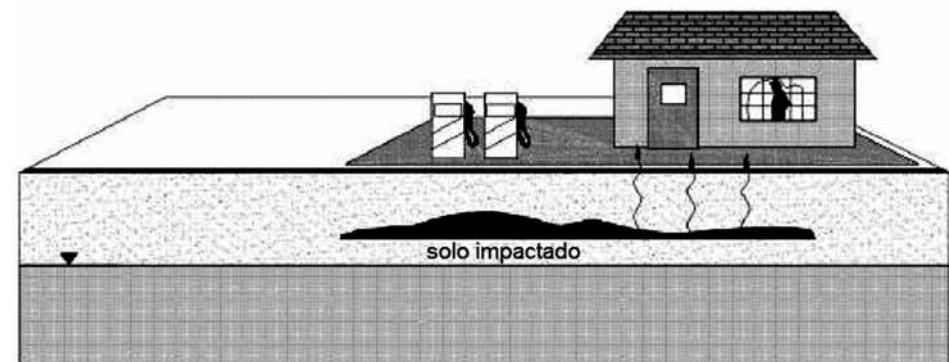


Figura 9.34: Inalação, em Ambientes Fechados, de Vapores provenientes do Solo Subsuperficial. Fonte: CETESB (2012).

<sup>66</sup> CETESB. Ações corretivas baseadas em risco (ACBR) aplicadas a áreas contaminadas com hidrocarbonetos derivados de petróleo e outros combustíveis líquidos: procedimentos. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas\\_contaminadas/acbr.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/acbr.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2012.

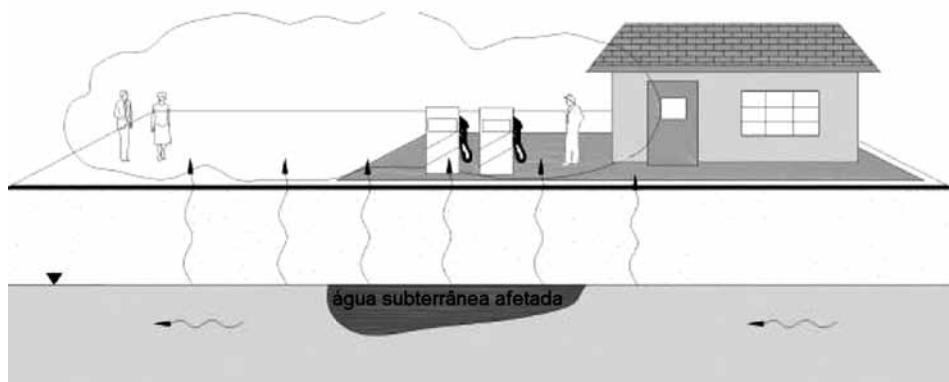


Figura 9.35: Inalação, em Ambientes Abertos, de Vapores provenientes da Água Subterrânea. Fonte: CETESB (2012).

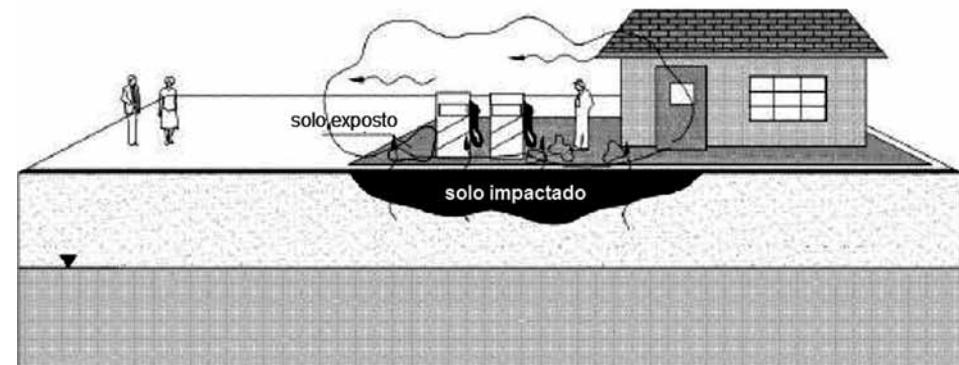


Figura 9.37: Ingestão, Contato Dérmico e Inalação de Vapores e Partículas, a partir do Solo Superficial Contaminado. Fonte: CETESB (2012).

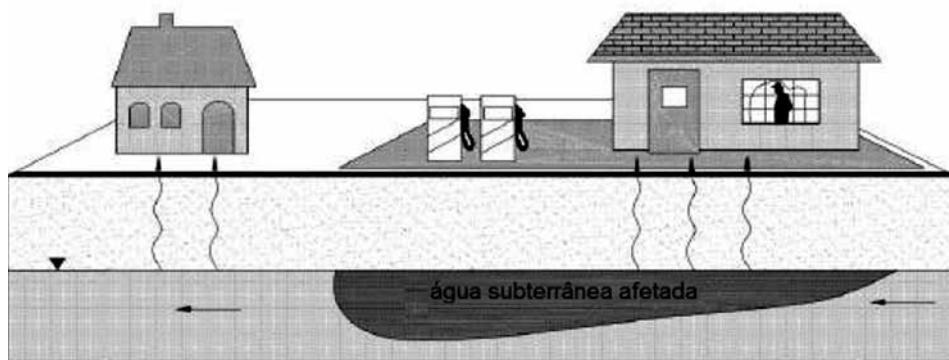


Figura 9.36: Inalação, em Ambientes Fechados, de Vapores provenientes da Água Subterrânea. Fonte: CETESB (2012).



Figura 9.38: Ingestão de Água Subterrânea Contaminada a partir da Lixiviação do Solo Subsuperficial. Fonte: CETESB (2012).

#### 9.4.2.4 Remediação de áreas contaminadas

Segundo a CETESB<sup>67</sup>, o objetivo da etapa de investigação para remediação é selecionar, dentre as várias opções de técnicas existentes, aquelas, ou a combinação destas, que são possíveis, apropriadas e legalmente permissíveis para o caso considerado. Para a realização dessa etapa, devem ser desenvolvidos os seguintes trabalhos:

- levantamento das técnicas de remediação;
- elaboração do plano de investigação;
- execução de ensaios piloto em campo e em laboratório;
- realização de monitoramento e modelagem matemática;
- interpretação dos resultados;
- definição das técnicas de remediação.

A partir dos objetivos da remediação definidos pela Avaliação Baseada no Risco à Saúde Humana, devem ser selecionadas as técnicas de remediação mais adequadas, entre as várias existentes<sup>68</sup>.

Em seguida, deve ser estabelecido um plano de investigação, necessário para a implantação e execução de ensaios piloto em campo e em laboratório que podem ser realizados para testar a adequabilidade de cada uma das técnicas para conter ou tratar (reduzir ou eliminar) a contaminação, avaliar a eficiência e a confiabilidade das técnicas, além de considerar aspectos legais e ambientais, custos e tempo de implantação e operação<sup>69</sup>.

<sup>67</sup> (2010 apud SILVA, Márcio Henrique Cabral. Estudo da eficiência do tratamento eletroquímico em água subterrânea contaminada por vazamentos de derivados de petróleo de um posto revendedor de combustíveis em Natal/RN. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011).

<sup>68</sup> Cetesb (2010 apud SILVA, 2011).

<sup>69</sup> CETESB (2010).



Figura 9.39: Ingestão de Água Subterrânea Contaminada.

Fonte: CETESB (2012).



Figura 9.40: Contato Dérmico com Água Subterrânea Contaminada a partir da Lixiviação do Solo Subsuperficial. Fonte: CETESB (2012).

#### 9.4.2.4.1 Técnicas de remediação de solo e águas subterrâneas

Segundo a U.S.EPA<sup>70</sup>, existem alguns princípios fundamentais quando se trata de seleção de tecnologias de ação corretiva:

- 1º) os objetivos primários em qualquer local onde ocorreu vazamento de petróleo são: interromper imediatamente a continuidade do vazamento, tomar medidas para garantir que ele não irá recorrer, e recuperar emergencialmente a fase livre na subsuperfície do solo;
- 2º) não existe um remédio “presumível”. A seleção de uma tecnologia de medidas corretivas adequadas é uma decisão específica do local e pode haver mais de uma tecnologia que poderia ser apropriada para um determinado local;
- 3º) uma tecnologia apropriada é aquela voltada totalmente à proteção à saúde humana e ao meio ambiente e cumpre os objetivos de remediação do local dentro de um prazo razoável;
- 4º) os dados essenciais de uma área contaminada específica só pode ser derivada de uma avaliação abrangente desta.

Assim, algumas tecnologias alternativas de limpeza surgiram como opção ao bombeamento e tratamento (processo físico de extração de águas subterrâneas contaminadas de zona saturada e tratamento *ex situ*, ou seja, fora do local) e escavação e eliminação do solo, e têm se mostrado eficazes<sup>71</sup>.

Tais técnicas estão descritas no Quadro 9.1.

TECNOLOGIA	DESCRIÇÃO	APLICAÇÃO
Extração de Vapor do solo (Figura 9.41)	É uma tecnologia de correção <i>in situ</i> (no local) que reduz as concentrações dos constituintes voláteis do petróleo adsorvido na zona vadosa do solo.	Aplicada para os produtos mais leves de petróleo (de característica volátil), tais como a gasolina.
Bioaeração (Figura 9.42)	É uma tecnologia de remediação <i>in situ</i> que utiliza microrganismos indígenas para biodegradar constituintes orgânicos adsorvidos em solos na zona insaturada.	Usado em locais com derrame de produtos petrolíferos mais pesados (ou seja, óleo diesel e combustível de aviação).
Biopilhas (Figura 9.43)	Esta tecnologia envolve empilhamento de solos contaminados e estimula a atividade microbiana aeróbia dentro dos solos através da aeração e/ou minerais, nutrientes e umidade. A atividade microbiana reforçada resulta na degradação do petróleo adsorvido através de respiração microbiana.	Eficaz na redução das concentrações de quase todos os componentes de produtos petrolíferos tipicamente encontrados em sítios com tanque de armazenamento subterrâneo.
Landfarming (Figura 9.44)	É uma técnica de remediação na superfície do solo que reduz as concentrações de constituintes de petróleo através de biodegradação. Esta tecnologia geralmente envolve a escação e depois o espalhamento de solos contaminados em uma fina camada e estimula a atividade microbiana aeróbia dentro dos solos através de arejamento e/ou a adição de minerais, nutrientes e umidade.	Eficaz na redução das concentrações de quase todos os componentes de produtos petrolíferos tipicamente encontrados em sítios com tanque de armazenamento subterrâneo.
Dessorção térmica a baixa temperatura (Figura 9.45)	É uma tecnologia corretiva <i>ex situ</i> (fora do local) que utiliza calor para separar fisicamente os hidrocarbonetos de petróleo dos solos escavados. Bombas de calor são utilizadas para aquecer solos a temperaturas suficientes para causar volatilização e dessorção dos constituintes (fisicamente separado) a partir do solo.	Eficaz na redução das concentrações de produtos petrolíferos, incluindo a gasolina, os combustíveis para aviação, querosene, óleo diesel, óleos de aquecimento e óleos lubrificantes. Esta técnica é aplicável a constituintes que são voláteis a temperaturas tão grande como 650°C.

<sup>70</sup> U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - U.S.EPA. Remediation/Cleanup Technologies. Disponível em: <<http://www.epa.gov/oust/cat/REMEDIAL.HTM>>. Acesso em: 10 fev. 2012a.

<sup>71</sup> Adaptado de U.S.EPA (2012a).

<u>Air Sparging</u> (Figura 9.46)	É uma tecnologia de remediação <i>in situ</i> , que reduz as concentrações dos constituintes voláteis dos produtos de petróleo adsorvido no solo e dissolvido em águas subterrâneas. Esta tecnologia envolve a injecção de ar para dentro da subsuperfície da zona saturada, permitindo a transferência de hidrocarbonetos no estado dissolvido para uma fase de vapor.	Eficaz na redução das concentrações de compostos orgânicos voláteis (VOC). É aplicável aos constituintes da gasolina (BTEX), porque eles são fáceis de transferir a fase dissolvida para a fase gasosa.	nutrientes (nitrogênio, fósforo) e fonte de energia (carbono).
<u>Biosparging</u> (Figura 9.47)	É uma tecnologia de remediação <i>in situ</i> que utiliza microrganismos indígenas para biodegradar constituintes orgânicos na zona saturada. Em <i>biosparging</i> , o ar (ou oxigênio) e nutrientes (se necessário) são injetados na zona saturada para aumentar a atividade biológica dos microrganismos indígenas. Esta técnica pode ser utilizada para reduzir as concentrações de constituintes de petróleo que são dissolvidos em águas subterrâneas, adsorvidos no solo abaixo do nível da água e dentro da franja capilar.	Frequentemente, usado em locais onde houve derrame de óleo diesel, querosene de aviação e gasolina.	É uma tecnologia <i>in situ</i> que utiliza bombas para remover várias combinações de águas subterrâneas contaminadas, produtos de petróleo de fase separada e vapor de hidrocarbonetos para subsuperfície. Os líquidos extraídos e os vapores são recolhidos e tratados para eliminação ou re-injeção para a subsuperfície (onde é permitível). O sistema de extração multifásica pode ser eficaz na remoção de produto de fase livre para a subsuperfície, reduzindo assim concentrações de hidrocarbonetos de petróleo, tanto das zonas saturadas e não saturadas do subsolo.
<u>Atenuação Natural Monitorada</u> (Figura 9.48)	Refere-se à dependência dos processos naturais de atenuação (dentro do contexto de limpeza do site cuidadosamente controlada e monitorada) para alcançar os objetivos específicos de remediação do local dentro de um prazo que seja razoável quando comparado ao oferecido por outros métodos mais ativos. O longo prazo de monitoramento de desempenho é um componente fundamental neste tipo de remediação, daí a ênfase no "monitoramento" no termo "atenuação natural monitorada".	É utilizado para a pluma de contaminante diluída.	As tecnologias de biorremediação aeróbia aprimorada são utilizadas para acelerar naturalmente a biorremediação <i>in situ</i> de hidrocarbonetos de petróleo e alguns combustíveis oxigenados, tais como MTBE, por microrganismos indígenas no subsolo. Estas tecnologias incluem: <i>biosparging</i> ; <i>bioventing</i> ; uso de compostos que liberam oxigênio; injeção de oxigênio puro; infiltração de peróxido de hidrogênio; e injeção ozônio. Estas tecnologias trabalham fornecendo uma fonte suplementar de oxigênio para a subsuperfície, que torna-se disponível para degradação dos hidrocarbonetos por bactérias aeróbias.
<u>Biorremediação</u> (Figura 9.49)	É uma tecnologia que estimula o crescimento e a reprodução de microrganismos indígenas para melhorar a biodegradação dos constituintes orgânicos na zona saturada. A biorremediação geralmente requer um mecanismo para estimular e manter a atividade desses microrganismos, como: receptores de elétron (nitrato, oxigênio);	Eficaz para toda a gama de hidrocarbonetos de petróleo.	Tecnologias químicas de oxidação são empregadas para tratar pequenas áreas fonte, onde a massa do petróleo é mais concentrada.

Tabela 9.2: Descrição das técnicas de remediação de áreas contaminadas e suas aplicações.

Fonte: U.S.EPA (2012b; 2012c; 2012d; 2012e; 2012f; 2012g; 2012h; 2012i; 2012 j; 2012l; 2012n; 2012m).

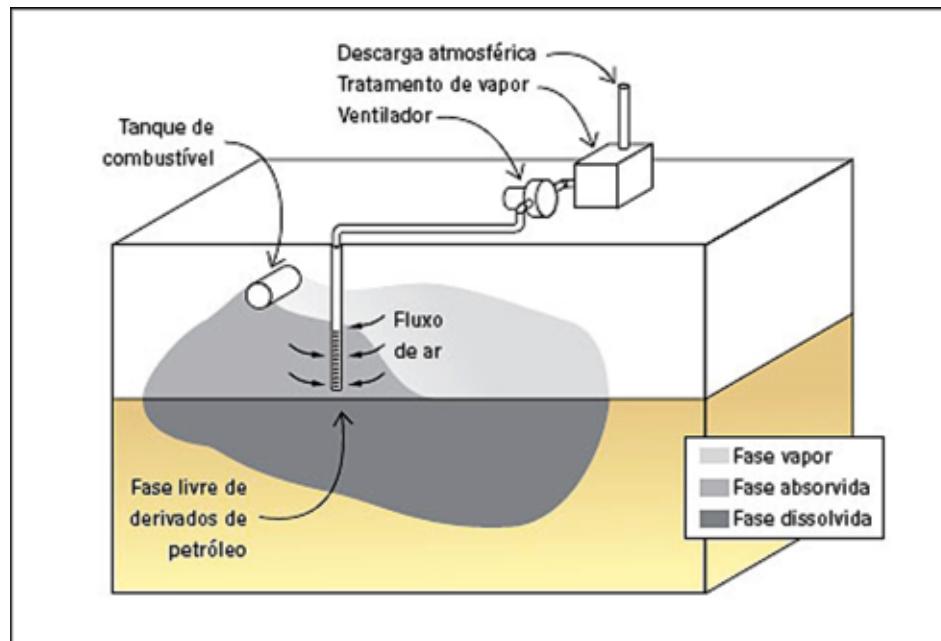


Figura 9.41: Extração de vapor do solo – SVE    Fonte: Silva (2011).

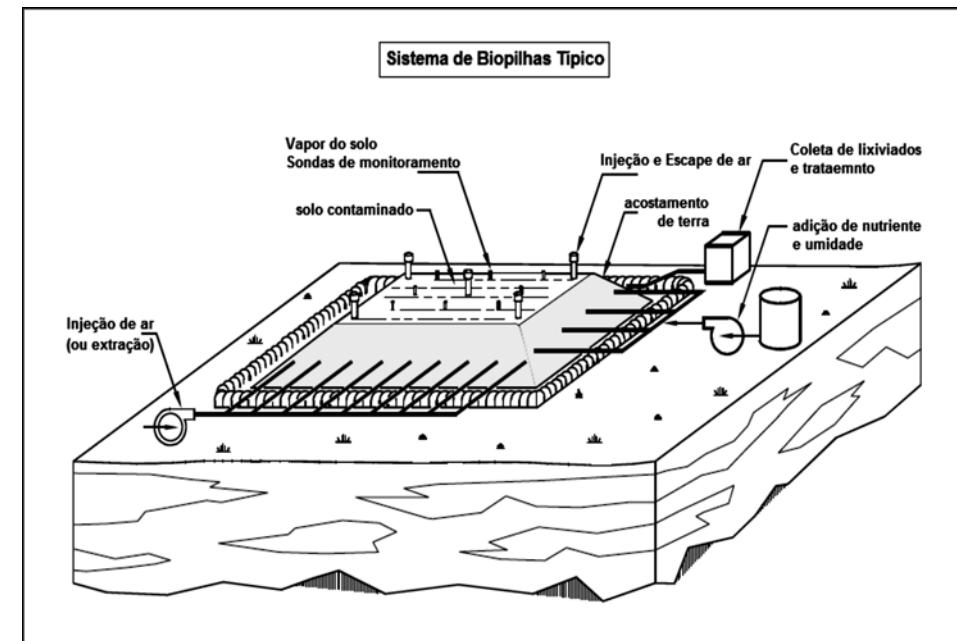


Figura 9.43: Biopilhas    Fonte: U.S.EPA (2012d).

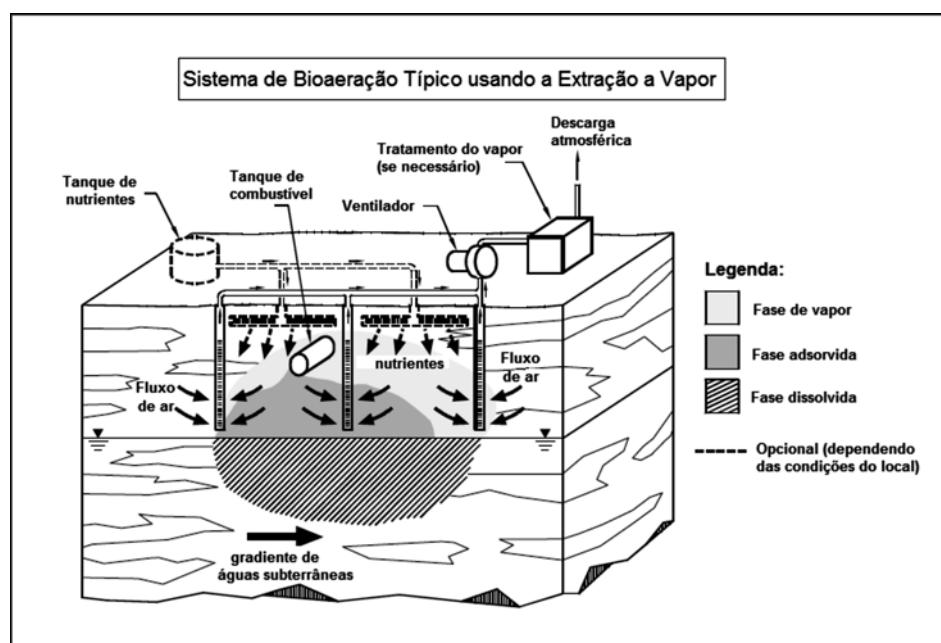


Figura 9.42: Bioaeração    Fonte: U.S.EPA (2012c).

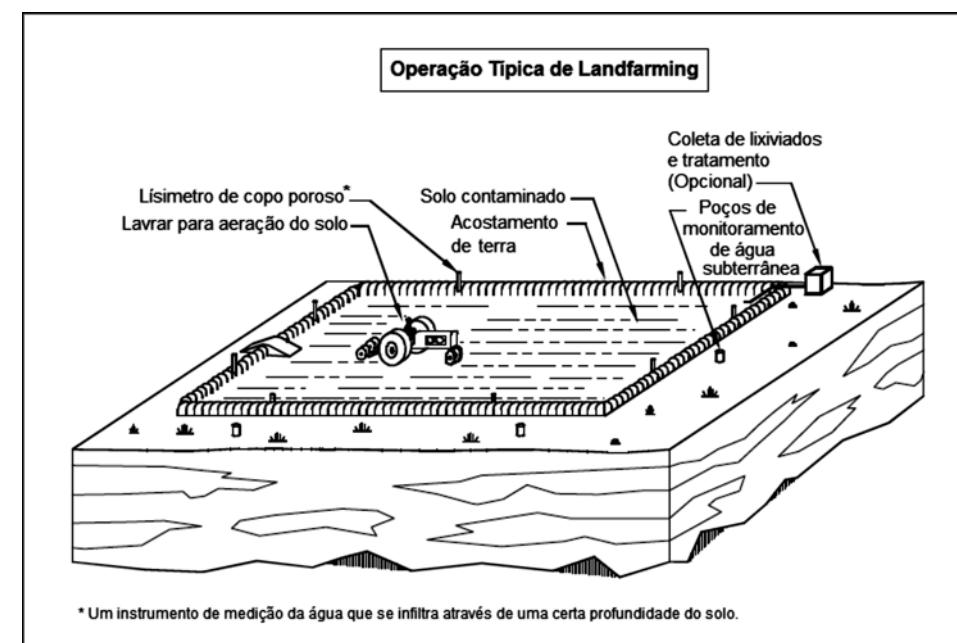


Figura 9.44: Landfarming    Fonte: U.S.EPA (2012e).

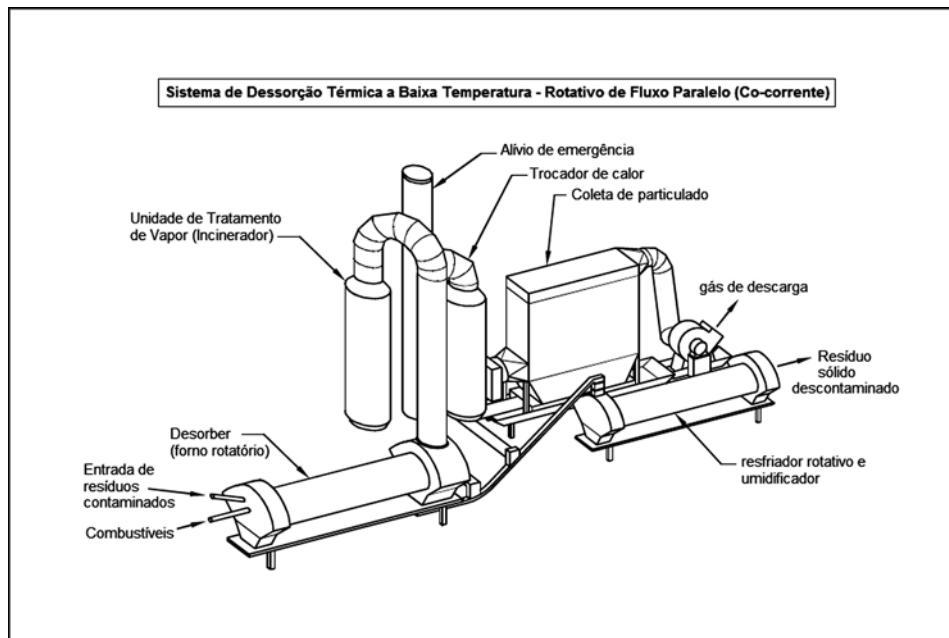


Figura 9.45: Dessorção térmica a baixa temperatura      Fonte: U.S.EPA (2012f).

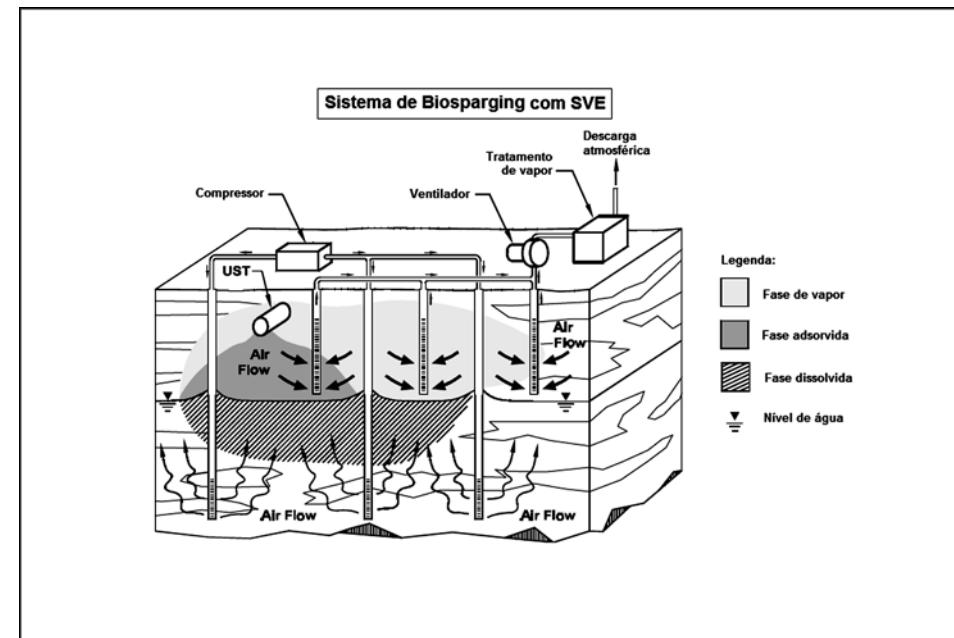


Figura 9.47: Sistema Biosparging com SVE      Fonte: U.S.EPA (2012h).

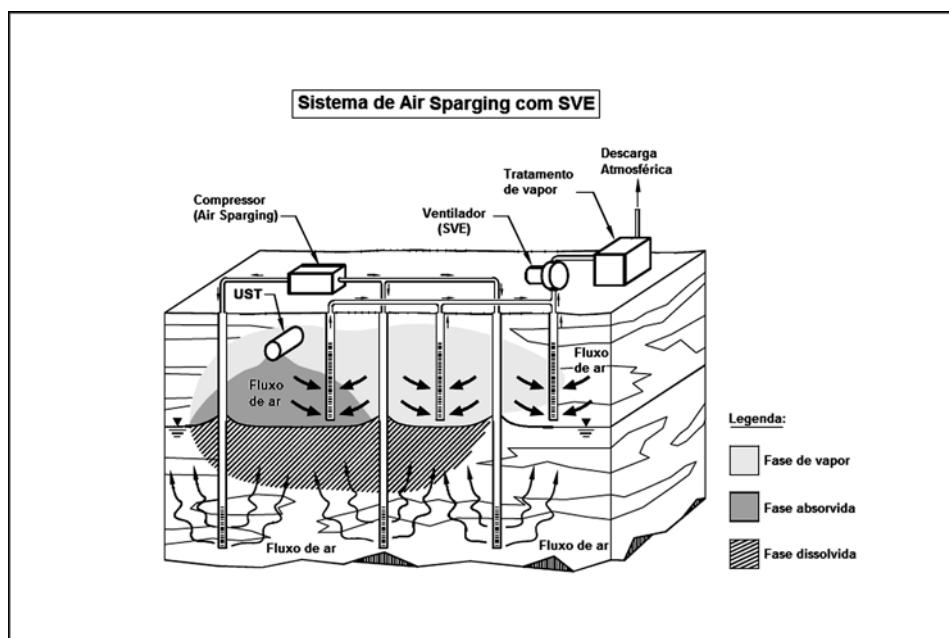


Figura 9.46: Sistema Air Sparging com SVE      Fonte: U.S.EPA (2012g).

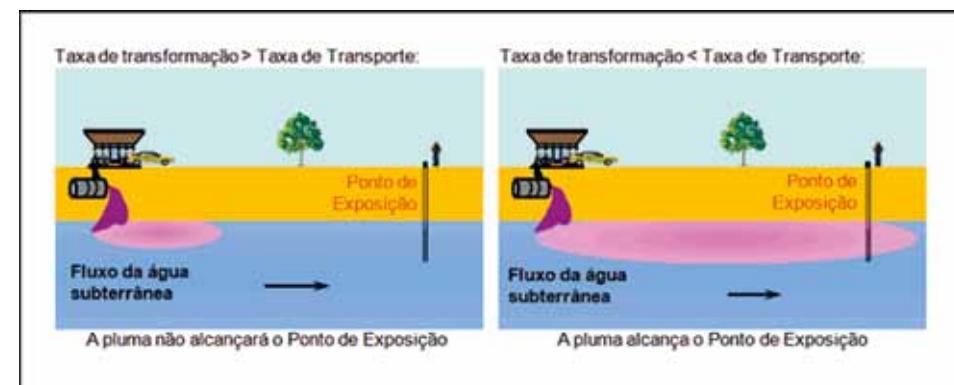


Figura 9.48: Atenuação Natural Monitorada – ANM      Fonte: REMAS (2011).

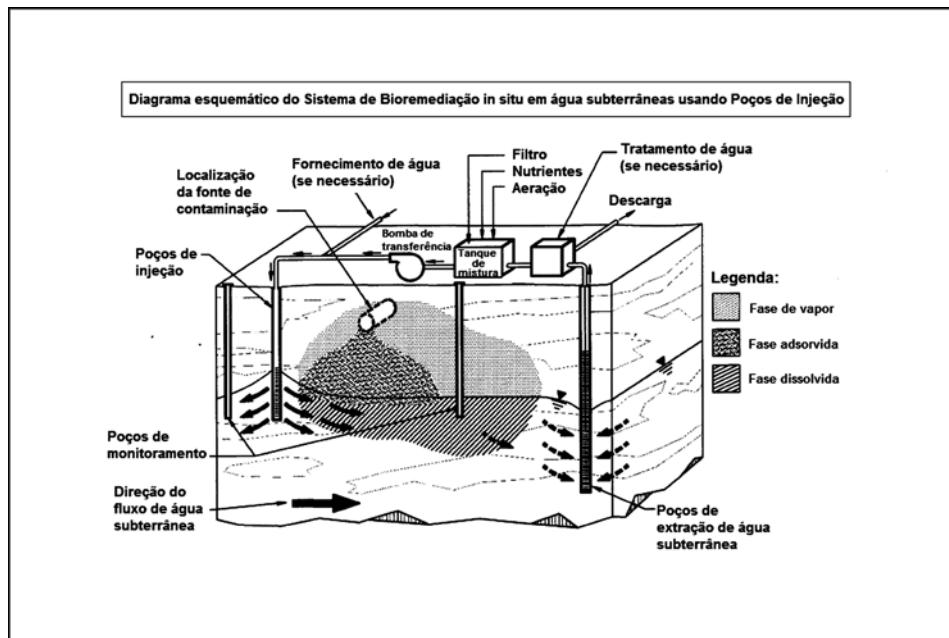


Figura 9.49: Sistema de Biorremediação *in situ* em águas subterrâneas. Fonte: U.S.EPA (2012j).

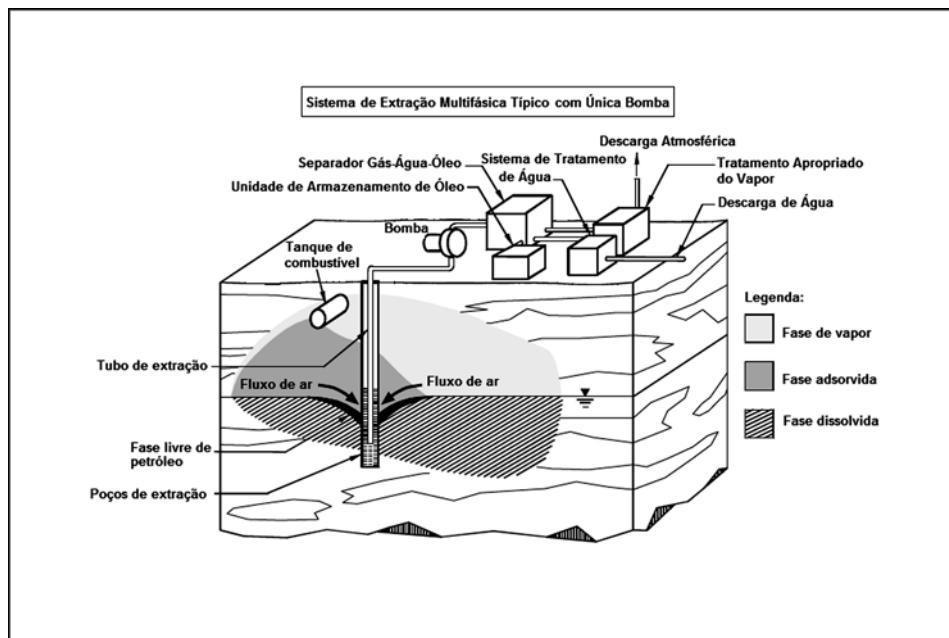


Figura 9.50: Sistema de Extração Multifásica com Única Bomba. Fonte: U.S.EPA (2012l).

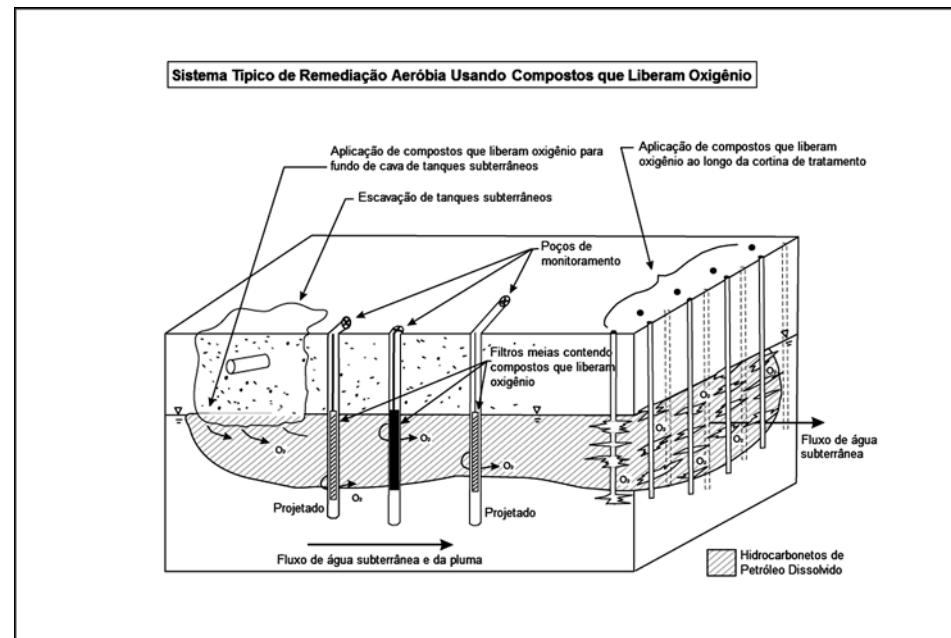


Figura 9.51: Sistema típico de biorremediação aerobia aprimorada usando compostos que liberam oxigênio. Fonte: U.S.EPA (2012m).

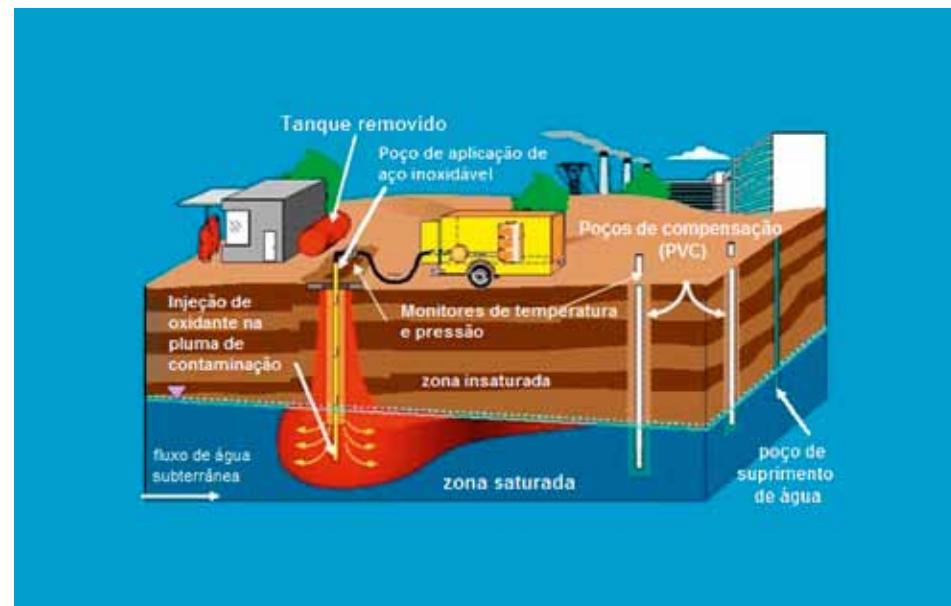


Figura 9.52: Oxidação química *in situ*. Fonte: Regenesis (2012).

## 9.5 Conclusões

Até o primeiro semestre de 2012, foi possível realizar um levantamento parcial da atual situação dos 110 postos revendedores de combustíveis investigados em Natal quanto ao passivo ambiental.

Através da Investigação Preliminar de Passivo Ambiental e da análise de Fundo de Cava, 37% (41 postos) apresentaram indícios de contaminação, levando-os a uma segunda etapa, isto é, a necessidade de uma Investigação Confirmatória Detalhada. Assim, 41 postos foram para a fase 2, dos quais 5 apresentaram fase livre (Figura 9.53A e 9.53B). A remoção de fase livre é de caráter emergencial e pretere a análise de risco, pois enquanto estiver presente será a garantia da contínua contaminação do aquífero. Dessa forma, 3 postos já iniciaram a remoção da fase livre em Natal (Figura 9.54).



Figura 9.53: Presença de fase livre em poços de monitoramento de um posto revendedor de combustíveis.



Figura 9.54: Sistema de extração multifásica para bombeamento de fase livre e remediação de águas subterrâneas e solos contaminados.

No que diz respeito à Investigação Confirmatória Detalhada, dos 41 postos revendedores de combustíveis, 20 postos foram para a terceira

fase (Análise de Risco à Saúde Humana) e 14 terão que remediar a área contaminada. Vale lembrar que esse número pode aumentar de acordo com o andamento da investigação.

O trabalho desenvolvido pelo Ministério Público em parceria com a UFRN possibilitou, além do cadastro de áreas contaminadas no município, a educação ambiental e mudanças de atitudes dos empresários, bem como ampliou a produção acadêmica da UFRN, sem expor os proprietários e seus respectivos empreendimentos. Assim, sob a orientação do professor Dr. Djalma Ribeiro da Silva, do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Petróleo, algumas pesquisas foram ou estão sendo desenvolvidas em nível de mestrado e doutorado tendo a Investigação de Passivo Ambiental, Análise de Risco e Remediação como temas. A seguir, citamos algumas dessas pesquisas.

- O pesquisador Eduardo Philipp Medeiros Coelho avaliou a correlação entre análise granulométrica e elementos tóxicos (metais pesados) em solo, oriundos da contaminação de um posto de serviço e revenda de combustíveis em Natal/RN.
- O pesquisador Hércules Lisboa de Aquino Sobrinho propôs o uso do software CAD como ferramenta para interpretação de cenários ambientais de contaminação. Para isso, executou o design gráfico de um posto revendedor de combustíveis em Natal e a representação da sua pluma de contaminação.
- O pesquisador Márcio Henrique Cabral da Silva estudou a eficiência do tratamento eletroquímico em água subterrânea contaminada por vazamentos de derivados de petróleo de um posto revendedor de combustíveis em Natal/RN.
- A pesquisadora Verushka Symonne de Medeiros Lopes fez uma avaliação preliminar da contaminação da água subterrânea em poços tubulares, por combustíveis fósseis, no município de Natal/RN.

- O pesquisador Raoni Batista dos Anjos está desenvolvendo, em sua dissertação de mestrado, uma avaliação dos sistemas separadores de água e óleo em postos revendedores de combustíveis.

- A pesquisadora Adriana Margarida Zanbotto Ramalho está com a tese de doutorado em andamento, na qual descreve as etapas de investigação de passivo ambiental em um dos postos revendedores de combustíveis mais contaminados da cidade de Natal, em que há presenças de fases livres de diesel e gasolina.

- A pesquisadora Rayana Hozana Bezerril está aprimorando, em sua tese de doutorado, a técnica de remediação com tensoativos em solos contaminados por hidrocarbonetos de petróleo, com a colaboração da professora Dr. Tereza Neuma de Castro Dantas (Presidente do Conselho Regional de Química do Rio Grande do Norte).

- E a pesquisadora de doutorado Cláudia Aparecida Cavalheiro Francisco (Professora de Engenharia de Produção da UFRN) está desenvolvendo um algoritmo para apontar as causas que levaram os postos de combustíveis para a segunda fase da investigação de passivo ambiental.

Por fim, este trabalho representou para nós uma forma de dialogar mais abertamente com a sociedade, dando-nos a oportunidade de retribuí-la, pesquisando cientificamente a situação da contaminação do subsolo e do aquífero pelos postos revendedores de combustíveis de Natal / RN e sugerir alternativas de remediar tal situação.

## REFERÊNCIAS

AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY – ATSDR. **Toxicological profile for total petroleum hydrocarbons (TPH).** Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, 1999.

ANTUNES, C. C. Sociedades Sustentáveis: a responsabilidade da contabilidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CONTABILIDADE – CFC, 10., 2000, Goiânia. *Anais...* Goiânia, 2000.

AQUINO SOBRINHO, Hércules Lisboa de. **Design Gráfico da Pluma de Contaminação por Compostos Orgânicos Voláteis utilizando Software CAD na Investigação de Passivo Ambiental em Um Posto Revendedor de Combustíveis em Natal/RN.** 79f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 14973/2003: Posto de serviço - Remoção e destinação de tanques subterrâneos usados.** Rio de Janeiro, 2003.

ASTM E1739-95. **Standard Guide for Risk-Based Corrective Action Applied at Petroleum Release Sites.** Disponível em: <[http://enterprise.astm.org/filtrexx40.cgi?+REDLINE\\_PAGES/E1739.htm](http://enterprise.astm.org/filtrexx40.cgi?+REDLINE_PAGES/E1739.htm)>. Acesso em: 5 maio 2012.

ASTM E1912-98. **Standard Guide for Accelerated Site Characterization for Confirmed or Suspected Petroleum Releases.** Disponível em: <[http://enterprise.astm.org/filtrexx40.cgi?+REDLINE\\_PAGES/E1912.htm](http://enterprise.astm.org/filtrexx40.cgi?+REDLINE_PAGES/E1912.htm)>. Acesso em: 5 maio 2012.

BARBOSA, Carlos Magno de Souza et al. **Importância Ambiental da Região de Lagoinha frente à Legislação Municipal de Natal/RN.** Disponível em: <[http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR09529\\_BARBOSA.pdf](http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/uruguay30/BR09529_BARBOSA.pdf)>. Acesso em: 2 jun. 2011.

BITAR, O. Y; ORTEGA, R. D. Gestão Ambiental. In: OLIVEIRA, A. M. S.; BRITO, S. N. A. (Ed.). **Geologia de Engenharia.** São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia (ABGE), 1998. cap. 32. p. 499-508.

BRASIL. Ministério de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 273 de 19 de**

**dezembro de 1997.** Dispõe: sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Disponível em: <[www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res97/res23797.html)>. Acesso em: 4 nov. 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe: sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 13 mar. 2012.

\_\_\_\_\_. Ministério de Meio Ambiente. **Resolução CONAMA nº 420 de 28 de dezembro de 2009.** Dispõe: sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>>. Acesso: 1 dez. 2010.

BREEMEN, Nico Van. **The Formation of Soils.** In: \_\_\_\_\_. **Soil Formation.** [s.l.]: Kluwer Academic Publishers, 2002. Chap. 2.

CAMPOS, Maria Lucia A. Moura; ABREU, Daniela Gonçalves de. **Hidrosfera.** Disponível em: <[http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL\\_hidrosfera.pdf](http://web.ccead.puc-rio.br/condigital/mvsl/Sala%20de%20Leitura/conteudos/SL_hidrosfera.pdf)>. Acesso em: 15 fev. 2012.

CASARINI, Dorothy. **Conama 420 e a Lei Estadual nº 13.577. Revista água e ambiente subterrâneo,** ano 3, n. 14, fev./mar. 2010.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DE SÃO PAULO – CETESB. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas/ CETESB, GTZ.** São Paulo: CETESB, 1999.

CETESB. **Manual de gerenciamento de áreas contaminadas / CETESB, GTZ.** 2. ed. São Paulo: CETESB, 2001.

CETESB. **1100: O gerenciamento de áreas contaminadas.** Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas\\_contaminadas/anexos/download/1100.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/anexos/download/1100.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2010.

CETESB. Ações corretivas baseadas em risco (ACBR) aplicadas a áreas contaminadas com hidrocarbonetos derivados de petróleo e outros combustíveis líquidos: procedimentos. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas\\_contaminadas/acbr.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/acbr.pdf)>. Acesso em: 20 mar. 2012.

CETESB. 8000 Investigação Detalhada. Manual de gerenciamento de áreas contaminadas / CETESB-GTZ. 2004. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas\\_contaminadas/Capitulo\\_VIII.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/areas_contaminadas/Capitulo_VIII.pdf)>. Acesso em: 9 mar. 2012.

CETESB. Decisão de Diretoria Nº 195-2005- E, de 23 de novembro de 2005. Dispõe sobre a aprovação dos Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo – 2005, em substituição aos Valores Orientadores de 2001, e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela\\_valores\\_2005.pdf](http://www.cetesb.sp.gov.br/solo/relatorios/tabela_valores_2005.pdf)>. Acesso em: 9 mar. 2012.

COELHO, Eduardo Philipp Medeiros. A avaliação da contaminação do solo proveniente de um posto de revenda de combustíveis. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

DE SANTI, Laís Jerônimo; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia. Estudo da permeabilidade do solo no entorno de lagoas de tratamento de esgoto da região de Presidente Prudente/SP. Disponível em: <[http://prope.unesp.br/xxi\\_cic/27\\_08940075641.pdf](http://prope.unesp.br/xxi_cic/27_08940075641.pdf)>. Acesso em: 15 maio 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Curso de Recuperação de Áreas Degradadas. Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao2.html>>. Acesso em: 9 ago. 2011.

FACINA, Taís. Produção ameaçada. 2000. Disponível em: <<http://www.energiahoje.com/brasilenergia/noticiario/2000/08/01/363431/producao-ameacada.html>>. Acesso em: 13 jan. 2012.

FERRARESE, Elisa; ANDREOTTOLA, Gianni; OPREA, Irina Aura. Remediation of PAH - contaminated sediments by chemical oxidation. *Journal of Hazardous Materials*, n. 152, p. 128-139, 2008.

FERNANDEZ, L.; KELLER, A. A. Cost-benefit analysis of methyl tert-butyl ether and alternative gasoline formulations. *Environmental Science & Policy*, v. 3, Issue 4, p. 173-188, 1 aug. 2000.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – FEAM. Feam divulga primeira lista de áreas contaminadas do Estado de Minas Gerais. Disponível em: <[http://www.feam.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=354&Itemid=128](http://www.feam.br/index.php?option=com_content&task=view&id=354&Itemid=128)>. Acesso em: 5 nov. 2010.

GIRONI, F; PIEMONTE, V. VOCs removal from dilute vapour streams by adsorption onto activated carbon. *Chemical Engineering Journal*, v. 172, Issues 2-3, p. 671-677, 15 aug. 2011.

GOVERNMENT OF MICHIGAN. Introduction to Risk-Based Corrective Action - RBCA. Disponível em: <[http://www.michigan.gov/deq/0,1607,7-135-3311\\_4109\\_4215-17592--,00.html](http://www.michigan.gov/deq/0,1607,7-135-3311_4109_4215-17592--,00.html)>. Acesso em: 26 jan. 2012.

GONZALEZ-FLESCA, Norbert et al. BTX Concentrations Near a Stage II Implemented Petrol Station. *ESPR - Environ Sci & Pollut Res*, v. 9, n. 3, p. 169 – 174, 2002.

HUNTLEY, David; BECKETT, G. D. Persistence of LNAPL sources: relationship between risk reduction and LNAPL recovery. *Journal of Contaminant Hydrology*, v. 59, p. 3-26, 2002.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS – IPT. Análise de risco à saúde humana em áreas contaminadas. Disponível em: <[http://www.ipp.br/solucoes/97-analise\\_de\\_risco\\_a\\_saude\\_humana\\_em\\_areas\\_contaminadas.htm](http://www.ipp.br/solucoes/97-analise_de_risco_a_saude_humana_em_areas_contaminadas.htm)>. Acesso em: 12 abr. 2012.

KARAPANAGIOTI, Hrissi K.; GAGANIS, Petros; BURGANOS, Vasilis N. Modeling attenuation of volatile organic mixtures in the unsaturated zone: codes and usage. *Environmental Modelling & Software*, v. 18, p. 329-337, 2003.

KARAPANAGIOTI, Hrissi K. et al. Reactive transport of volatile organic compound mixtures in the unsaturated zone: modeling and tuning with lysimeter data. *Environmental Modelling & Software*, v. 19, p. 435-450, 2004.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENERGIA E GEOLOGIA – LNEG. Léxico de Termos Hidrogeológicos. Verbete Zona Saturada e Insaturada. Disponível em: <[http://e-geo.inet.br/bds/lexico\\_hidro/lexico.aspx?Termo=Zona%20Saturada](http://e-geo.inet.br/bds/lexico_hidro/lexico.aspx?Termo=Zona%20Saturada)>. Acesso em: 13 jan. 2012.

LAGE, H. Passivo ambiental. *Revista Meio Ambiente Industrial*, v. 40, p. 32-34, 2003.

LEE, Kenneth Y. Phase partitioning modeling of ethanol, isopropanol, and methanol with BTEX compounds in water. *Environmental Pollution*, v. 154, Issue 2, p. 320-329, jul. 2008.

LOPES, Verushka Symonne de Medeiros. *Avaliação preliminar da contaminação da água subterrânea em poços tubulares, por combustíveis fósseis, no município de Natal/RN*. 2011. 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MARIANO, A. P. *Avaliação do potencial de biorremediação de solos e de águas subterrâneas contaminados com óleo diesel*. 2006. 162f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2006.

MARQUES, Cláudia Elisabeth Bezerra et al. *O licenciamento ambiental dos postos de revenda varejista de combustíveis de Goiânia*. Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2003. Disponível em: <<http://www.ucg.br/ucg/prope/cpgss/ArquivosUpload/36/file/O%20LICENCIAMENTO%20AMBIENTAL%20DE%20POSTOS%20DE%20REVENDA%20VAREJISTA.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2012.

MAXIMIANO, Alexandre Magno de Sousa. Avaliação de Risco a Saúde Humana. In: [WORKSHOP]. *A problemática de Passivo Ambiental em Postos de Revenda de Combustíveis: como abordar*. Natal, 2011.

MOISA, R. *Avaliação qualitativa de passivos ambientais em postos de serviço através do método de análise hierárquica de processo*. 2005. 157f. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia de Processos Químicos) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Belém, 2005.

MORAES, Alessandra R.; CAMPAGNA, Aline Fernanda; SANTOS, Silvia A. Martins. *Recursos naturais: solos*. Disponível em: <<http://educar.sc.usp.br/ciencias/recursos/solo.html>>. Acesso em: 9 ago. 2011.

MOURA, D. C. *Comparação entre Metodologias de Extração de HPAs em Água utilizando um Planejamento Fatorial com Quantificação no CG/EM*. 2009. 92f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

OLIVEIRA, Everton. *Águas subterrâneas, monitorar é fundamental*. 2008. Disponível em: <<http://www.agssolve.com.br/noticia.php?cod=666>>. Acesso em: 26 jan. 2012.

REGENESIS. *In-Situ Chemical Oxidation (ISCO)*. Disponível em: <<http://www.regenesis.com/contaminated-site-remediation-products/chemical-oxidation/>>. Acesso em: 28 fev. 2012.

REIS, Fábio Augusto Gomes Vieira. *Investigação do passivo ambiental*. Disponível em: <[http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos\\_ambientais/ea24.html](http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/ead/estudos_ambientais/ea24.html)>. Acesso em: 20 jan. 2012.

RGE: Gestão Ambiental. *Prevenção à poluição: manutenção das caixas separadoras de água e óleo*. Disponível em: <[http://www.rge-rs.com.br/gestao\\_ambiental/noticias/noticia67.asp](http://www.rge-rs.com.br/gestao_ambiental/noticias/noticia67.asp)>. Acesso em: 13 mar. 2012.

REMAS. *Atenuação Natural Monitorada*. Disponível em: <[www.remas.ufsc.br/conteudo.php?id=57](http://www.remas.ufsc.br/conteudo.php?id=57)>. Acesso em: 15 jan. 2011

RIO GRANDE DO NORTE (Estado). Ministério Público do Rio Grande do Norte. 45ª Promotoria de Defesa de Justiça do Meio Ambiente de Natal. *Termo de Ajustamento de Conduta*. Disponível em: <[http://www.mp.rn.gov.br/controle/file/TAC\\_posto%20combust%C3%ADveis.pdf](http://www.mp.rn.gov.br/controle/file/TAC_posto%20combust%C3%ADveis.pdf)>. Acesso em: 9 nov. 2010.

SÁNCHEZ, L. E. *Desengenharia: O passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2001.

SANTOS, Míriam dos Anjos. *Avaliação de risco à saúde humana por exposição ambiental a hidrocarbonetos aromáticos monocíclicos: estudo de caso*. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2009.

SÃO PAULO (Estado). *Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo*. Lei Nº 13.577, de 8 de julho de 2009. Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas. Disponível em: <[http://www.crq4.org.br/sms/files/file/2009\\_lei\\_13577.pdf](http://www.crq4.org.br/sms/files/file/2009_lei_13577.pdf)>. Acessado em: 9 mar. 2012.

SAUBER SYSTEM AMBIENTAL. *POP-004/SERV: amostragem de água subterrânea de poço de monitoramento*. Disponível em: <<http://www.saubersystem.com.br/formulario.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2012.

SCHIANETZ, B. **Passivos ambientais: Levantamento histórico, avaliação de periculosidade e ações de recuperação.** Curitiba: SENAI, 1999.

SECRETÁRIA DE MEIO AMBIENTE E URBANISMO – SEMURB. **Termo de referência para investigação de passivo ambiental - Fase 1/ Natal, 2010.** Dispõe sobre o procedimento a ser adotado na identificação de passivos ambientais decorrentes de vazamentos ou derrames de combustíveis e lubrificantes em postos ou sistemas retalhistas que utilizam predominantemente SASC. Natal: SEMURB, 2010a.

\_\_\_\_\_. **Termo de Referência para Investigação e Avaliação Detalhada de Passivo Ambiental - Fase 2/ Natal, 2010.** Dispõe de roteiro e orientações necessárias para que o Responsável Técnico execute de forma adequada a etapa de Investigação Detalhada em áreas contaminadas sob investigação (AIs) decorrentes de vazamentos ou derrames de combustíveis e lubrificantes em postos ou sistemas retalhistas de combustíveis. Natal: SEMURB, 2010b.

\_\_\_\_\_. **Termo de referência para Desativação, Remoção de Tanques e Desmobilização de Sistema de Armazenamento e Abastecimento de Combustíveis.** Dispõe sobre diretrizes e procedimentos a serem adotados na remoção de tanques e na desmobilização de Sistema de Armazenamento e Abastecimento de Combustível em postos ou sistemas retalhistas de combustíveis. Natal: SEMURB, 2010c.

SECRETARIA DE RECURSOS HÍDRICOS - SERHID. **Relatório: Cadastro e Nivelamento de Poços do Aqüífero Barreiras do Município de Natal.** CONTRATO 017/2005- SERHID/ANA. Disponível em: <<http://www.portal.rn.gov.br/content/aplicacao/igarn/arquivos/pdf/relat%C3%B3rio%20final%20do%20cadastro%20%28vol.01%29.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2012.

SILVA, Márcio Henrique Cabral. **Estudo da eficiência do tratamento eletroquímico em água subterrânea contaminada por vazamentos de derivados de petróleo de um posto revendedor de combustíveis em Natal/RN.** 60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Petróleo) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

THE OKLAHOMA CORPORATION COMMISSION. **Pollution Abatement Department, Oil and Gas Conservation Division, Guardian Guidance For the Assessment and Cleanup of Complex Crude Oil, Condensate, and Other Hydrocarbon Release Sites, Including Historically Impacted Sites.** Disponível em: <<http://www.occeweb.com/og/Guardian%20Final%206-08.doc>>. Acesso em: 9 mar. 2012.

TIBURTIUS, E. R. L.; ZAMORA, P. P.; LEAL, E. S. Contaminação de águas por BTXs e processos utilizados na remediação de sítios contaminados. **Química Nova**, v. 27, n. 3, p. 441-446, 2004.

U.S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - U.S.EPA. **Remediation/Cleanup Technologies.** Disponível em: <<http://www.epa.gov/oust/cat/REMEDIAL.HTM>>. Acesso em: 10 fev. 2012a.

\_\_\_\_\_. **Soil Vapor Extraction.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch2.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch2.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012b.

\_\_\_\_\_. **Bioventing.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch3.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch3.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012c.

\_\_\_\_\_. **Biopiles.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch4.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch4.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012d.

\_\_\_\_\_. **Landfarming.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch5.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch5.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012e.

\_\_\_\_\_. **Low-Temperature Thermal Desorption.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch6.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch6.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012f.

\_\_\_\_\_. **Air Sparging.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch7.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch7.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012g.

\_\_\_\_\_. **Biosparging.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch8.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch8.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012h.

\_\_\_\_\_. **Monitored Natural Attenuation.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch9.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch9.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012i.

\_\_\_\_\_. **In-Situ Groundwater Bioremediation.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch10.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch10.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012j.

\_\_\_\_\_. **Dual-Phase Extraction.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch11.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch11.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012l.

\_\_\_\_\_. **Enhanced Aerobic Bioremediation.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch12.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch12.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012m.

\_\_\_\_\_. **Chemical Oxidation.** Disponível em: <[http://www.epa.gov/oust/pubs/tum\\_ch13.pdf](http://www.epa.gov/oust/pubs/tum_ch13.pdf)>. Acesso em: 10 fev. 2012n.

# 10

## *Noções sobre metrologia*

Walter Link<sup>1</sup>

Luiz Pedro de Araújo<sup>2</sup>

### 10.1 O que é metrologia



**Figura 10.1:** Um desafio para a metrologia

Fonte: <historiadomundo.com.br>. Acesso em: 5 abr. 2012.

---

<sup>1</sup> Engenheiro Mecânico, Professor Visitante da UFRN, atua há 35 anos como pesquisador do Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT do Estado de São Paulo na área de metrologia mecânica.

<sup>2</sup> Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Mecânica da UFRN, chefe do Laboratório de Metrologia desde 1981.

Conforme o Vocabulário Internacional de Metrologia<sup>3</sup>:

“METROLOGIA É A CIÊNCIA DA MEDIÇÃO”

Abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia.



Figura 10.2: Rumo ao futuro. Fonte: [iplay.com.br](http://iplay.com.br). Acesso em: 5 abr. 2012.

Isso seria possível sem a Metrologia?

Quando você pode medir aquilo de que fala e expressar em números, você sabe alguma coisa sobre isso. Mas, quando você não pode medir, quando você não pode expressar em números, o seu conhecimento é limitado e insatisfatório – Sir William Thomson, Lord Kelvin – 1883.

<sup>3</sup> VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados. 1<sup>a</sup> Edição Brasileira. Rio de Janeiro, 2009.

## 10.2 Um pouco de história

Há 4.000 anos, como fazia o homem para medir comprimentos? Como construíram a pirâmide de Quéops?

As unidades de medidas primitivas estavam baseadas em partes do corpo humano, que eram referências universais, pois ficava fácil chegar a uma medida que podia ser verificada por qualquer pessoa. Foi assim que surgiram medidas padrão, como a polegada, o palmo, o pé, a jarda, a braça e o passo.

Em geral, essas unidades eram baseadas nas medidas do corpo do rei, sendo que tais padrões deveriam ser respeitados por todas as pessoas que, naquele reino, fizessem as medições. Há cerca de 4.800 anos, os egípcios usavam como padrão de medida de comprimento o cíbito: distância do cotovelo à ponta do dedo médio.

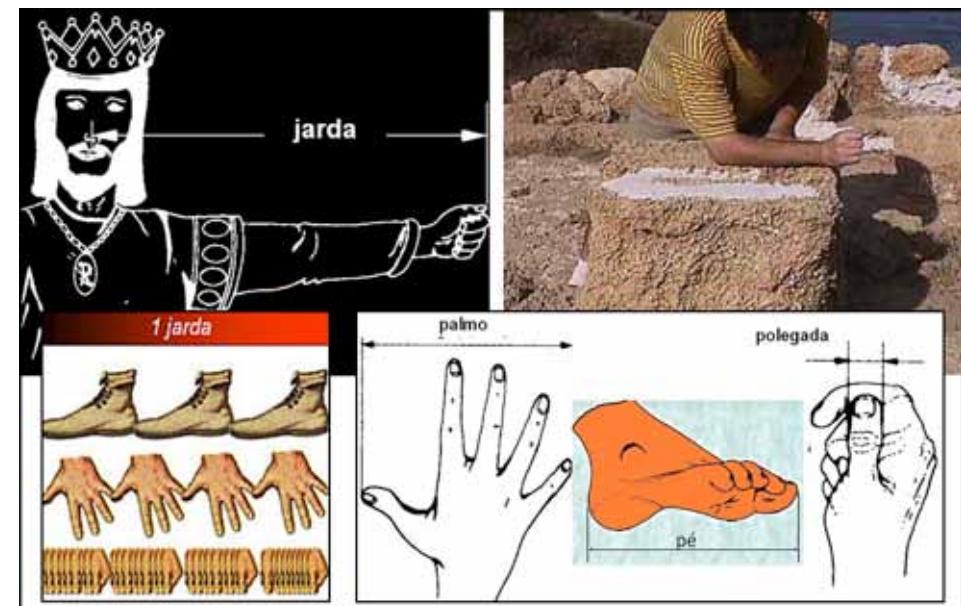


Figura 10.3: Padrões ancestrais.

Fonte: [emcastelobranco.vilabol.uol.com.br](http://emcastelobranco.vilabol.uol.com.br); [cebah.com.br](http://cebah.com.br); [fisicamoderna.blog.uol.com.br](http://fisicamoderna.blog.uol.com.br); [edsolique.com.br](http://edsolique.com.br). Acesso em: 5 abr. 2012.

O “cúbito” ou “côvado” é uma das unidades de medida mais antigas das quais se tem notícia, utilizada no velho Egito há cerca de 50 séculos e definida pelo comprimento do braço medido do cotovelo à extremidade do dedo médio distendido. Tendo por padrão o “cúbito real”, o “cúbito” (equivalente a pouco mais de 0,5 metros) é dividido em 28 dedos, cinco dedos constituíam a mão e doze dedos formam um vão. O primeiro dos dedos era subdividido em 2 partes iguais, o segundo em 3, o terceiro em 4 e assim por diante até o décimo quinto dedo que continha 16 subdivisões, cada uma entendida como a menor subunidade de comprimento. Assim, um “cúbito” continha  $28 \times 16 = 448$  dessas subdivisões e permitia a medida de, no mínimo,  $1/448$  do “cúbito” (pouco mais de 1 milímetro).

Como as pessoas têm tamanhos diferentes, o cúbito variava de uma pessoa para outra, ocasionando grandes confusões nos resultados das medidas. Para serem úteis, era necessário que os padrões fossem iguais para todos. Diante desse problema, os egípcios resolveram criar um padrão único: em lugar do próprio corpo, eles passaram a usar em suas medições barras de pedra com o mesmo comprimento. Foi assim que surgiu o cúbito-padrão.

Com o tempo, as barras passaram a ser construídas de madeira para facilitar o transporte. Como a madeira logo se gastava, foram gravados comprimentos equivalentes a um cúbito-padrão nas paredes dos principais templos. Desse modo, cada um podia conferir periodicamente sua barra ou mesmo fazer outras, quando necessário. Nos séculos XV e XVI, os padrões mais usados na Inglaterra para medir comprimentos eram a polegada, o pé, a jarda e a milha.

Na França, no século XVII, ocorreu um avanço importante na questão de medidas. A toise, que era então utilizada como unidade de medida linear, foi padronizada em uma barra de ferro com dois pinos nas extremidades, chumbada na parede externa do Grand Châtelet, nas proximidades de Paris.

Dessa forma, assim como o cúbito-padrão e o côvado, cada interessado poderia conferir seus próprios instrumentos. Uma toise era equivalente a seis pés, aproximadamente, 1949 mm.

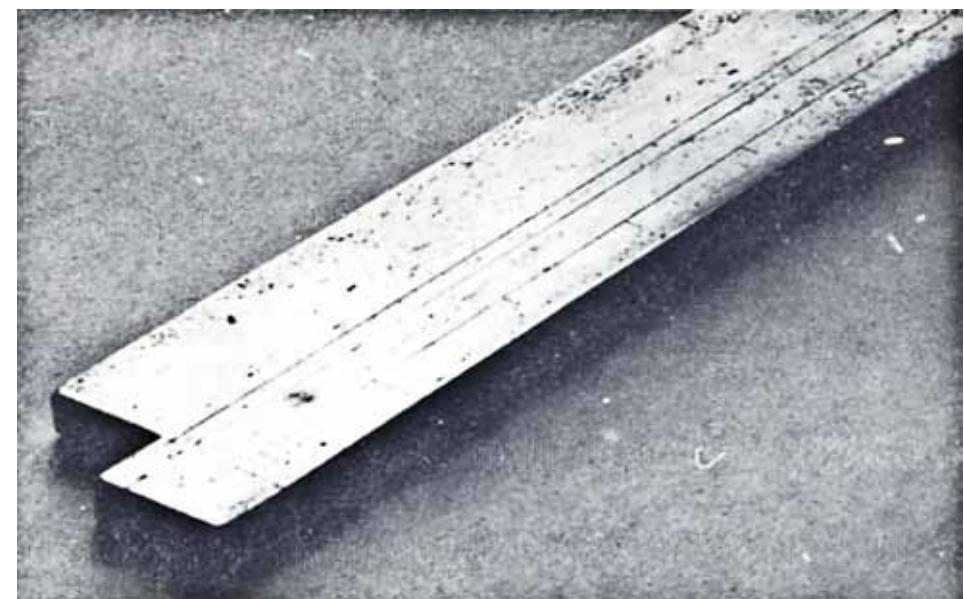


Figura 10.4: A toise

Fonte: <[m.fr.geneawiki.com](http://m.fr.geneawiki.com)>. Acesso em: 5 abr. 2012.

Entretanto esse padrão também foi se desgastando com o tempo e teve que ser recuperado.

A única medida internacional exata era o grau de ângulo. Em 1670, um padre francês propôs à Academia Francesa de Ciências, fundada quatro anos antes, a adoção de uma unidade de comprimento chamada “virga”, equivalente a um minuto de ângulo de um meridiano terrestre. Em 1671, o abade Jean Picard propôs como padrão o comprimento de um pêndulo simples com período de um segundo.

Em 1774, o Ministro da Economia, chamado Turgot, encomendou à Academia um sistema coerente e um plano para sua implantação.

Em 1790, com a Revolução Francesa, os Estados Gerais decidiram pela criação de um sistema único de pesos e medidas. A ideia era estabelecer uma unidade natural, isto é, que pudesse ser encontrado na natureza e, assim, ser facilmente copiada, constituindo um padrão de medida.

Havia também outra exigência para essa unidade: ela deveria ter seus

submúltiplos estabelecidos segundo o sistema decimal. Note-se que o sistema decimal já havia sido inventado na Índia, quatro séculos antes de Cristo.

No dia 27 de outubro de 1790, a comissão de cientistas decidiu que o novo sistema de medidas e o sistema monetário seriam decimais. Em fevereiro de 1791, uma nova comissão decidiu criar uma medida baseada na extensão da metade do meridiano terrestre. O projeto foi sancionado em março, ordenando que fosse medida a distância entre Dunkerque (França) e Barcelona (Espanha) equivalente a 9,5° do meridiano, a décima milionésima parte dessa distância seria o padrão de comprimento, os astrônomos franceses Delambre e Mechain foram incumbidos de medir o meridiano.

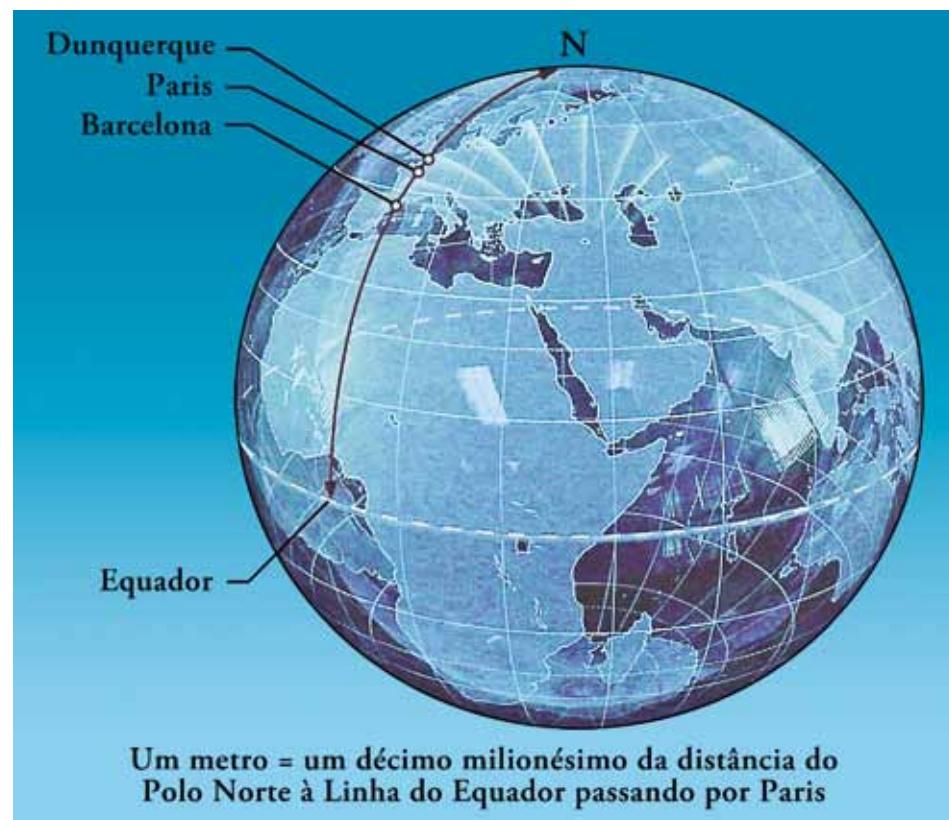


Figura 10.5: Referência para determinar o METRO.

Fonte: Nobuo Suga. Metrologia Dimensional: A ciência da medição: Mitutoyo.

Em dezembro de 1792, a Academia criou um padrão provisório usando as medidas do meridiano disponíveis, e, finalmente, a 29 de maio de 1793, o padrão de distância foi apresentado com o nome de metro, nome derivado do latim *metru*, que significa “uma medida” e do termo grego *metron*, que significa “medir”.

Em 1795, foi promulgada uma lei proibindo a fabricação de produtos usando as medidas antigas e impondo o metro como unidade de comprimento, o are como medida de superfície, o estéreo e o litro como medidas de volume, o grama como medida de massa e o franco como moeda.

Em 1798, as medidas do meridiano de Dunkerque a Montjuich foram concluídas e, ao final, feitos os cálculos, chegou-se a uma distância que foi materializada em uma barra de platina de secção retangular 4,05x25 mm. O comprimento dessa barra era equivalente ao comprimento da unidade padrão metro, que assim foi definido (o metro dos arquivos):

Metro é a décima milionésima parte de um quarto do meridiano terrestre.

Com o desenvolvimento da ciência, verificou-se que uma medição mais precisa do meridiano fatalmente daria um metro um pouco diferente. Assim, a primeira definição foi substituída por uma segunda:

Metro é a distância entre os dois extremos da barra de platina depositada nos Arquivos da França e apoiada nos pontos de mínima flexão na temperatura de zero grau Celcius.

O material, relativamente mole, poderia se desgastar, além da barra não ser também suficientemente rígida.

Para aperfeiçoar o sistema, fez-se outro padrão, que recebeu:

- uma seção transversal em X, para ter maior rigidez;
- uma adição de 10% de irídio, para tornar seu material estável;
- dois traços em seu plano neutro, de forma a melhorar a leitura.

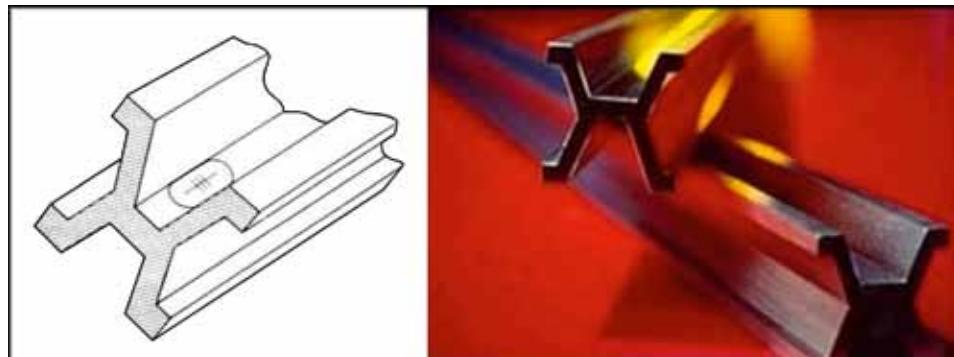


Figura 10.6: Metro dos arquivos.

Fonte: <[obaricentrodamente.blogspot.com](http://obaricentrodamente.blogspot.com)>. Acesso em: 10 maio 2012.

Assim, em 1889, surgiu a terceira definição:

Metro é a distância entre os eixos de dois traços principais marcados na superfície neutra do padrão internacional depositado no B.I.P.M. (Bureau International des Poids et Mesures), na temperatura de zero grau Celcius, sob uma pressão atmosférica de 760 mmHg e apoiado sobre seus pontos de mínima flexão.

Mais recentemente, a 11<sup>a</sup> Conferência Geral de Pesos e Medidas (1960) ratificou o metro como sendo o comprimento igual a 1.650.763,73 comprimentos de onda, no vácuo, da radiação correspondente à transição entre os níveis 2p10 e 5d5 do átomo de criptônio 86.

A partir de 1983, de acordo com a decisão da 17<sup>a</sup> Conferência Geral dos Pesos e Medidas, o metro foi definido como sendo a distância que a luz percorre no vácuo durante um intervalo de 1/299.792.458 de segundo. Essa nova definição não altera em termos de comprimento o padrão atual, apenas o define com maior exatidão.

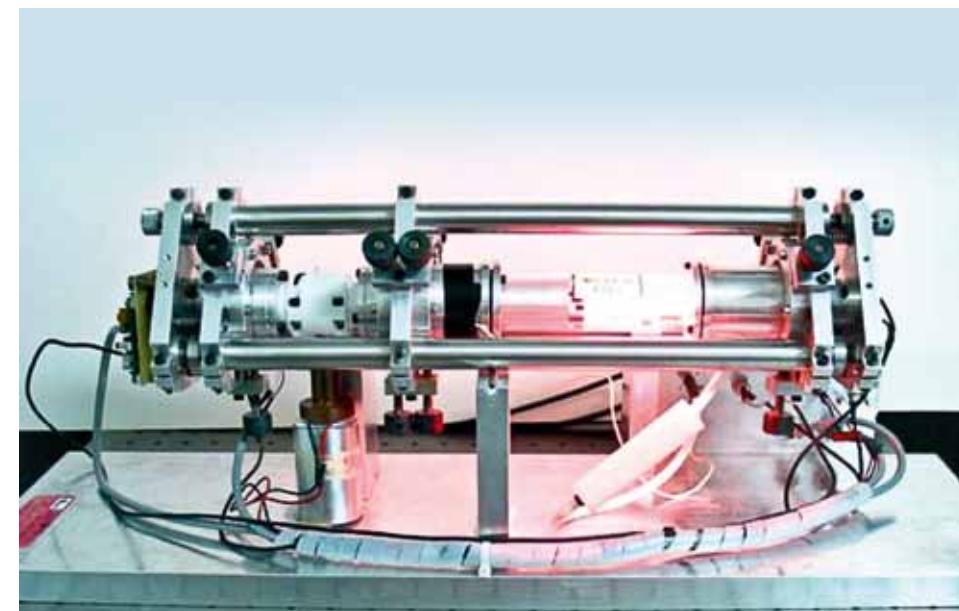


Figura 10.7: Reprodução do padrão de comprimento.

O Brasil adotou o metro oficialmente a partir de 26 de junho de 1862, por meio da Lei Imperial número 1.157, e estabeleceu-se, então, um prazo de dez anos para que padrões antigos fossem inteiramente substituídos.

### 10.3 Abrangência e competência



Figura 10.8: Abrangência da Metrologia.

Fonte: Apostila Metrologia Dimensional – Walter Link.

O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro) é uma autarquia federal, vinculada ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, que atua como Secretaria Executiva do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro), colegiado interministerial, que é o órgão normativo do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

Objetivando integrar uma estrutura sistêmica articulada, o Sinmetro, o Conmetro e o Inmetro foram criados pela Lei 5.966, de 11 de dezembro de 1973, cabendo a este último substituir o então Instituto Nacional de Pesos e Medidas (INPM) e ampliar significativamente o seu raio de atuação a serviço da sociedade brasileira.

No âmbito de sua ampla missão institucional, o Inmetro objetiva

fortalecer as empresas nacionais, aumentando sua produtividade por meio da adoção de mecanismos destinados à melhoria da qualidade de produtos e serviços.

*Sua missão é prover confiança à sociedade brasileira nas medições e nos produtos, através da metrologia e da avaliação da conformidade, promovendo a harmonização das relações de consumo, a inovação e a competitividade do País.*

Entre as competências e atribuições do Inmetro, destacam-se:

- executar as políticas nacionais de metrologia e da qualidade;
- verificar a observância das normas técnicas e legais, no que se refere às unidades de medida, métodos de medição, medidas materializadas, instrumentos de medição e produtos pré-medidos;
- manter e conservar os padrões das unidades de medida, assim como implantar e manter a cadeia de rastreabilidade dos padrões das unidades de medida no País, de forma a torná-las harmônicas internamente e compatíveis no plano internacional, visando, em nível primário, à sua aceitação universal e, em nível secundário, à sua utilização como suporte ao setor produtivo, com vistas à qualidade de bens e serviços;
- fortalecer a participação do País nas atividades internacionais relacionadas com metrologia e qualidade, além de promover o intercâmbio com entidades e organismos estrangeiros e internacionais;
- Prestar suporte técnico e administrativo ao Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - Conmetro, bem assim aos seus comitês de assessoramento, atuando como sua Secretaria-Executiva;
- fomentar a utilização da técnica de gestão da qualidade nas empresas brasileiras;

- planejar e executar as atividades de acreditação de laboratórios de calibração e de ensaios, de provedores de ensaios de proficiência, de organismos de certificação, de inspeção, de treinamento e de outros, necessários ao desenvolvimento da infraestrutura de serviços tecnológicos no País; e
- desenvolver, no âmbito do Sinmetro, programas de avaliação da conformidade, nas áreas de produtos, processos, serviços e pessoal, compulsórios ou voluntários, que envolvem a aprovação de regulamentos.



Figura 10.9: Campus do INMETRO – Xerém.

Fonte: INMETRO



A Metrologia como ciência e tecnologia pode ser dividida em três grandes áreas:

**Metrologia Científica**

**Metrologia Industrial**

**Metrologia Legal**

A Metrologia Científica trata, fundamentalmente, dos padrões de medição internacionais e nacionais, dos instrumentos laboratoriais e das pesquisas e metodologias científicas relacionadas ao mais alto nível da qualidade metrológica.

Segundo o site do INMETRO, o Laboratório de Termometria do INMETRO é responsável pela realização e disseminação da Escala Internacional de Temperatura de 1990 (EIT-90) no Brasil para termômetros de contato, na faixa de temperatura de -190 °C a 1084 °C. O Laboratório realiza calibrações primárias na faixa de -190 °C a 962 °C de termômetros padrões de resistência de platina (TPRP) e de células de ponto fixo.



Figura 10.10: Calibrações de TPRP e termopares por pontos fixos.

Fonte: INMETRO.



Figura 10.11: Calibração de blocos padrão pelo método interferométrico.

Fonte: INMETRO.

A Metrologia Industrial abrange os sistemas de medição responsáveis pelo controle dos processos produtivos e pela garantia da qualidade e segurança dos produtos finais.

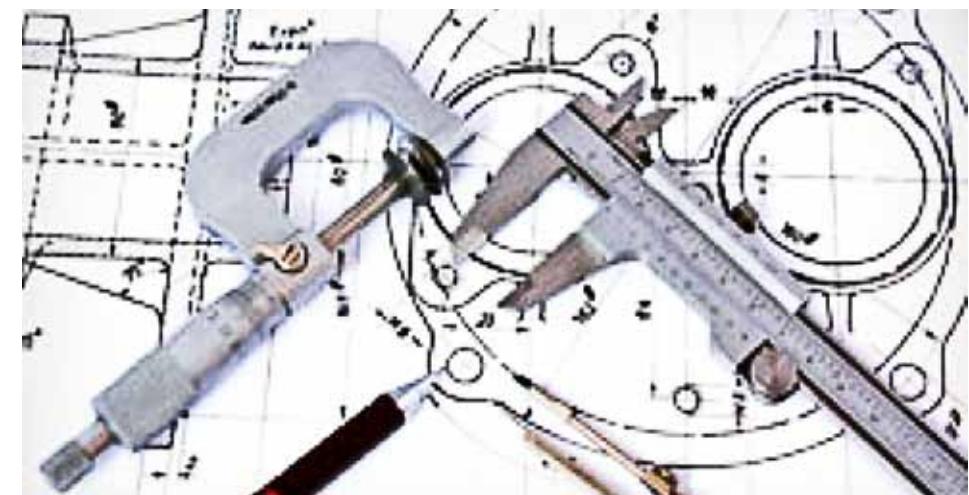


Figura 10.12: Metrologia x Projeto.

Fonte: <dwgcursos.com.br>. Acesso em: 10 maio 2012.



Figura 10.13: Calibração de sistema de montagem.

Fonte: Catálogo da Zeiss Oberkochen



(A)



(B)

Figura 10.14: (A) Calibração de pesos (B) calibração de anel padrão.

Fonte: (a) <[ipem.wordpress.com.br](http://ipem.wordpress.com.br)>; (b) <[panambrazwick.com.br](http://panambrazwick.com.br)>. Acesso em: 10 maio 2012.

A Metrologia Legal é responsável pelos sistemas de medição utilizados nas transações comerciais e pelos sistemas relacionados às áreas de saúde, segurança e meio ambiente.



Figura 10.15: Verificação de bombas de combustível.

Fonte: <[ipemba.com.br](http://ipemba.com.br)>. Acesso em: 10 maio 2012.



(A)

(B)

Figura 10.16: (a) Verificação de taxímetros (b) Aprovação de seringas.

Fonte: (a) <[blogdajoice.com](http://blogdajoice.com)>; (b) <[bd.com](http://bd.com)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

#### 10.4 Sistema Internacional de Unidades – SI

O Sistema Internacional de Unidade é conhecido e difundido? De que se trata? Para que serve? Um fator importante para a realização de uma medição é a existência da unidade, estabelecido por um padrão, segundo uma convenção própria, regional, nacional ou internacional. No transcorrer do tempo, diversos foram os sistemas de unidades estabelecidos nas diferentes regiões do mundo.

Em função do intercâmbio internacional de produtos e informações, bem como da própria incoerência entre unidades anteriormente adotadas, estabeleceu-se, em 1960, através do “Bureau International de Pesos e Medidas – BIPM”, um conjunto coerente de unidades, o SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES (SI), que consta das unidades de: base, derivadas e suplementares.



Figura 10.17: BIPM

Fonte: <em.wikipedia.org>. Acesso em: 10 mar. 2012.

O BIPM tem por missão assegurar a unificação mundial das medidas físicas. A adoção das unidades do SI é, no Brasil, uma obrigatoriedade legal e traz uma série de pontos positivos.

- a) Facilidade de entendimento das informações a nível internacional (vantagem comercial e científica).
- b) Confirmação da atualização técnico-científica através do abandono de sistemas superados.
- c) Simplificação das equações que descrevem os fenômenos físicos, pelo fato de existir consistência entre as unidades das grandezas envolvidas.

No SI, apenas sete grandezas físicas independentes são definidas, as chamadas unidades de base. Todas as demais unidades são derivadas dessas sete.

Embora o valor de cada grandeza seja sempre fixo, não é raro que a forma de definir uma grandeza sofra alteração. Quando ocorrem, essas alterações são motivadas por algum avanço tecnológico que cria

melhores condições de reprodução do valor unitário dessa grandeza, isto é, praticidade e menores incertezas.

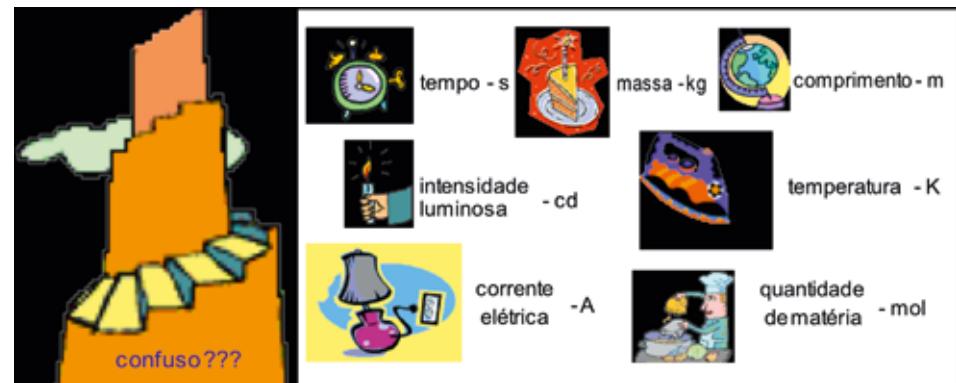


Figura 10.18: Unidades de base.

Grandeza Fundamental	Unidade - Definição	Unidade-símbolo
Comprimento	O metro é o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo durante o intervalo de tempo de $1/299.792.456$ do segundo	m
Massa	O quilograma é a unidade de massa: ele é igual à massa do protótipo internacional do quilograma	kg
Tempo	O segundo é a duração de $9.192.631.770$ períodos de radiação correspondente à transição entre dois níveis hiperfino do estado fundamental do césio 133	s
Intensidade de corrente elétrica	O ampère é a intensidade de uma corrente elétrica constante que, mantida entre dois condutores paralelos, retílineos, de comprimento infinito, de seção circular desprezível e situados à distância de 1 metro entre si, no vácuo, produz entre estes condutores uma força igual a $2 \times 10^{-7}$ newton por metro de comprimento.	A
Temperatura termodinâmica	O kelvin é a unidade de temperatura termodinâmica é a fração de $1/273,16$ da temperatura termodinâmica do ponto triplo da água	K
Intensidade luminosa	A candela é a intensidade luminosa, em um dada direção de uma fonte que emite uma radiação monocromática de frequência $540 \times 10^{12}$ hertz e cuja intensidade energética, nessa direção é de $1/683$ watt por esteradianos.	cd
Quantidade de matéria	O mol é a quantidade de matéria de um sistema contendo tantas entidades elementares quanto átomos existem em 0,012 quilogramas de carbono 12	mol

Quadro 10.1: Definição das unidades de base.

Unidades derivadas são as unidades formadas pela combinação das unidades de base, segundo relações algébricas que correlacionam as correspondentes grandezas. Constituem a grande maioria das grandezas em uso. Por serem muito empregadas, algumas grandezas recebem denominação específica, como, por exemplo, newton, pascal, watt, hertz etc.

## 10.5 Importância

A experiência de países industrializados, como os EUA, a Alemanha e a Inglaterra, têm mostrado a necessidade de uma Metrologia científica e industrial forte e integrada com o objetivo de promoção da competitividade da indústria e serviços, bem como na defesa da saúde, do meio ambiente e do cidadão.

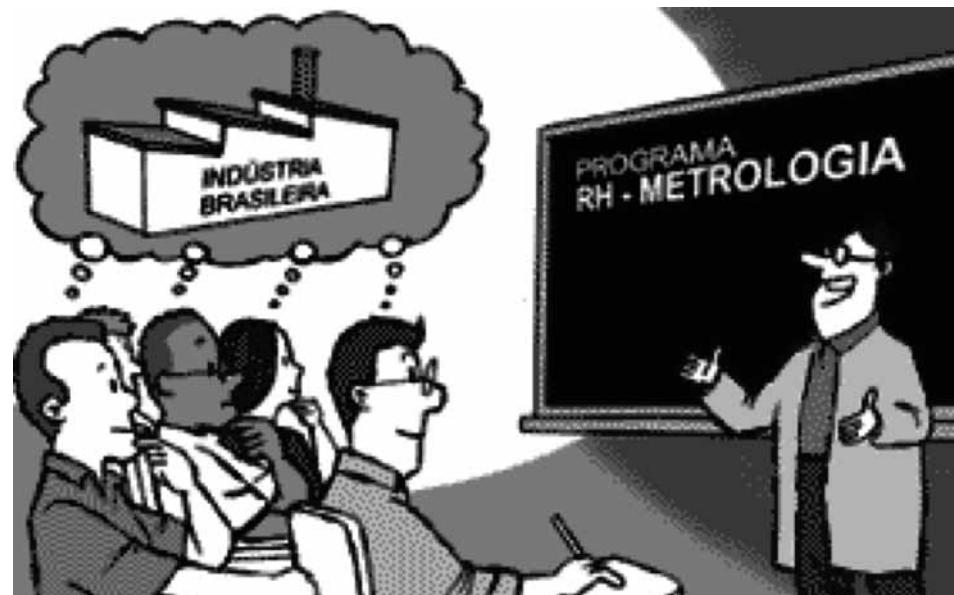


Figura 10.19: Uma esperança...

Fonte: Metrologia – Publicação CNI

Os seguintes pontos devem ser ponderados para que cada vez mais esta ciência, pouco difundida, possa receber mais atenção por parte dos institutos, escolas técnicas e universidade na formação de pessoal.

1. METROLOGIA É A BASE FÍSICA DA QUALIDADE.
2. NO MUNDO INDUSTRIALIZADO, AS OPERAÇÕES METROLÓGICAS REPRESENTAM CERCA DE 5% DO PIB.
3. O CRESCIMENTO CONSISTENTE DAS EMPRESAS BRASILEIRAS DEMANDA MAIOR VOLUME E MAIOR QUALIDADE DOS SERVIÇOS METROLÓGICOS.
4. A INSERÇÃO DO BRASIL NO MERCADO GLOBALIZADO REQUER UMA FORTE BASE METROLÓGICA PARA APOIAR AS EXPORTAÇÕES E BARRAR IMPORTAÇÕES DE PRODUTOS SEM QUALIDADE.
5. ESTÁ NA RAIZ DE PRATICAMENTE TODOS OS PROCESSOS PRODUTIVOS, EXIGINDO ATENÇÃO E ABORDAGEM CIENTÍFICA.

O Lorde Kelvin está em todas:

### 10.5.1 Metrologia e Qualidade

“Se você não pode medir algo, não pode melhorá-lo.”



Figura 10.20: Evolução da tecnologia.

O que está associado a MEDIR ou o que é necessário saber para realizar.

## I - Formas

- Monitorar  
Observar passivamente grandezas.
- Controlar  
Observar, comparar e agir para manter dentro das especificações.
- Investigar  
Inovar, explicar, reformular.

## II - Informações

Os fatores metrológicos que interferem diretamente no resultado de uma medição podem ser agrupados nas seguintes categorias: método, amostra, condições ambientais, técnicos e equipamentos.

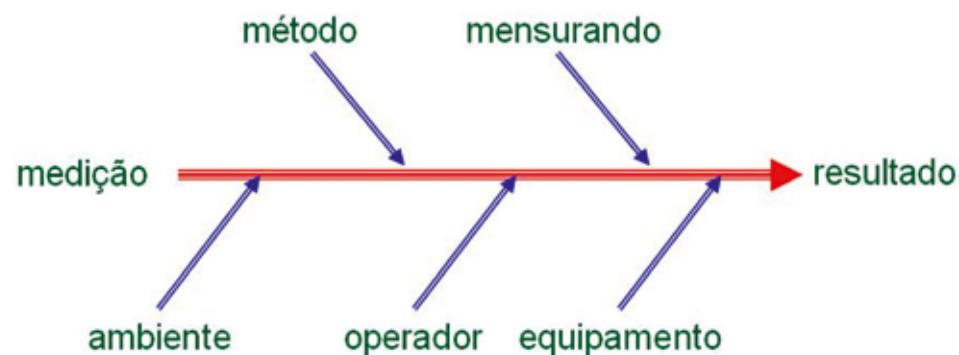


Figura 10.21: Diagrama de Causa e Efeito ou Espinha de Peixe ou Ishikawa.

O Método de medição é uma sequência lógica de operações, descritas genericamente, utilizadas na execução das medições para se obter uma medida adequada, isto é, de qualidade.

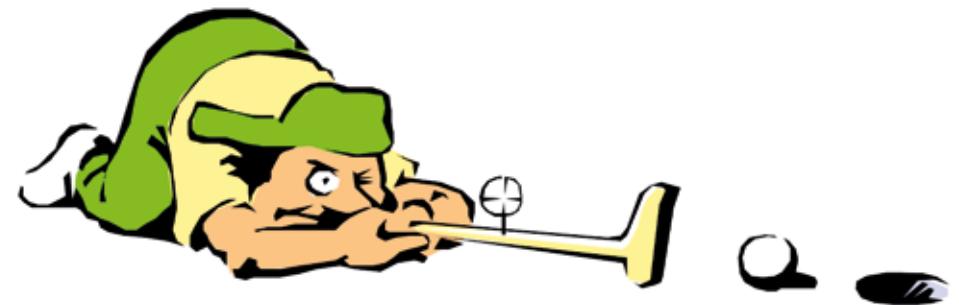


Figura 10.22: Um método de medição !?!?!

O Operador deve ser devidamente treinado e capacitado para a utilização correta do equipamento de medição. Deve conhecer o método de medição, saber avaliar as condições ambientais, decidir sobre a realização ou não das medições, selecionar a amostra a ser avaliada adequadamente, registrar e interpretar o resultado das medições.

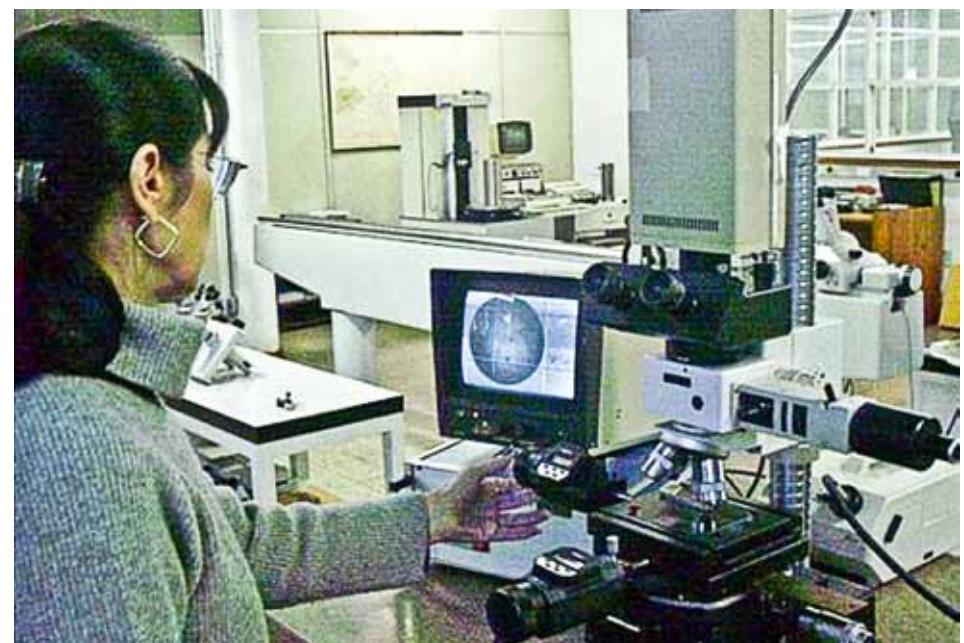


Figura 10.23: A metrologista.

Fonte: Laboratório Metrologia – dimensional – IPT

Instrumento é qualquer equipamento usado isoladamente ou em conjunto para a realização de uma medição, é também chamado de instrumento de medição.

O Conjunto de instrumentos de medição e de outros equipamentos acoplados para execução de uma medida é denominado sistema de medição.

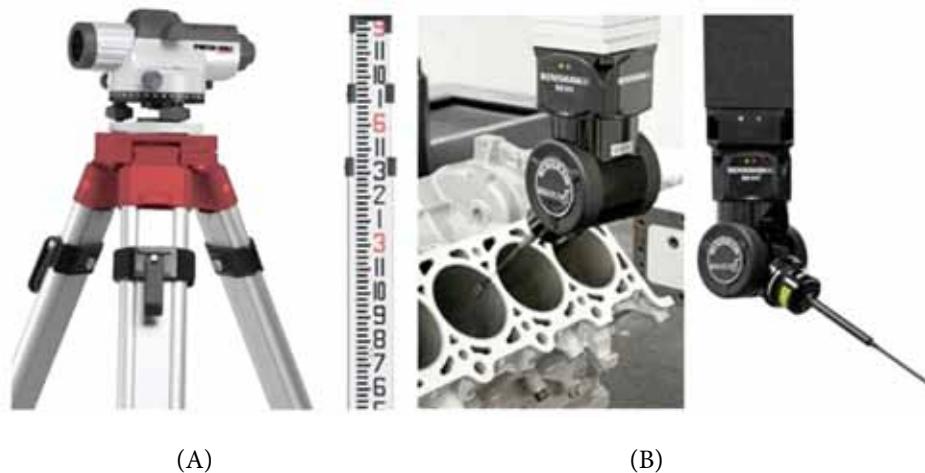


Figura 10.24: (a) Nível óptico – instrumento (b) MMC – sistema de medição.

Fonte: (a) <[hand-tools.hardwarestore.com](http://hand-tools.hardwarestore.com)>. (b) <[nei.com.br](http://nei.com.br)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

Outro ponto tratado no diagrama de causa e efeito é a calibração, assim, cabe a pergunta: POR QUE CALIBRAR?

As empresas têm que entender que a calibração dos equipamentos de medição é um componente importante na função qualidade do processo produtivo, por isso, devem incorporar a calibração como atividade normal da produção. A calibração é uma oportunidade de aprimoramento constante e proporciona vantagens, tais como:

- redução na variação das especificações técnicas dos produtos;
- produtos mais uniformes representam uma vantagem competitiva em relação aos concorrentes.



Figura 10.25: Fabricação de próteses.

Fonte: <[noticias.r7.com](http://noticias.r7.com)>. Acesso em: 10 mar. 2012.

- previne defeitos e assim reduz as perdas pela pronta detecção de desvios no processo produtivo, evitando desperdício e produção de rejeitos.



Figura 10.26: Medição de peça com instrumento calibrado.

Fonte: <[cqmecc.com.br](http://cqmecc.com.br)>. Acesso em: 20 mar. 2012.

A calibração permite avaliar as incertezas do processo de medição, além de permitir identificar os desvios entre as indicações de um instrumento e os valores verdadeiros. A execução de uma calibração, por meio de comparação com padrão, possui as seguintes características:

- escolha adequada do sistema de medição padrão a ser utilizado terá efeito na qualidade e no resultado das medições. Portanto, quanto melhor o padrão (menor incerteza, melhor repetitividade), melhores serão as condições para a execução da calibração.

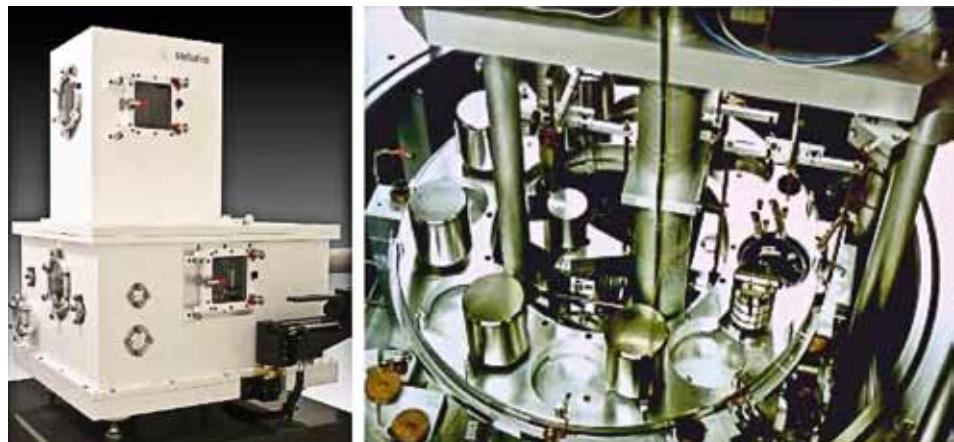


Figura 10.27: Comparadora de massa

Fonte: Catálogo da Sartórius; Catálogo da Mettler-Toledo

Na implantação de um sistema de avaliação dos instrumentos de medição, a primeira questão que se põe é: quais são os instrumentos passíveis de calibração?



Figura 10.28: Blocos padrão de referência.

Fonte: Catálogo da Starrett-Weber.

A resposta está na seguinte sequência de ponderações.

1. Identificar, com o pessoal envolvido com a produção, manutenção e engenharia, quais variáveis do processo afetam a qualidade do produto em questão.
2. Identificar os instrumentos usados na medição dessas variáveis.
3. Estabelecer os limites especificados para as variáveis envolvidas, em todas as etapas do processo produtivo e em todos os níveis da produção.

Dessa forma, as medições transformam os fatores metrológicos de um processo qualquer em uma medida. Pode-se entender a medida como o resultado do processo de medição, e, nesse sentido, sua qualidade depende de como tal processo é gerenciado.



Figura 10.29: Resultado de um processo de medição.

Fonte: Catálogo da Mitutoyo

## 10.6 O que falta ainda?

- Resultados de medições sempre apresentam dúvidas.
- Decisões sobre a qualidade de produtos ou processos devem ser tomadas com base em medições.
- Como tomar decisões seguras quando há dúvidas presentes?

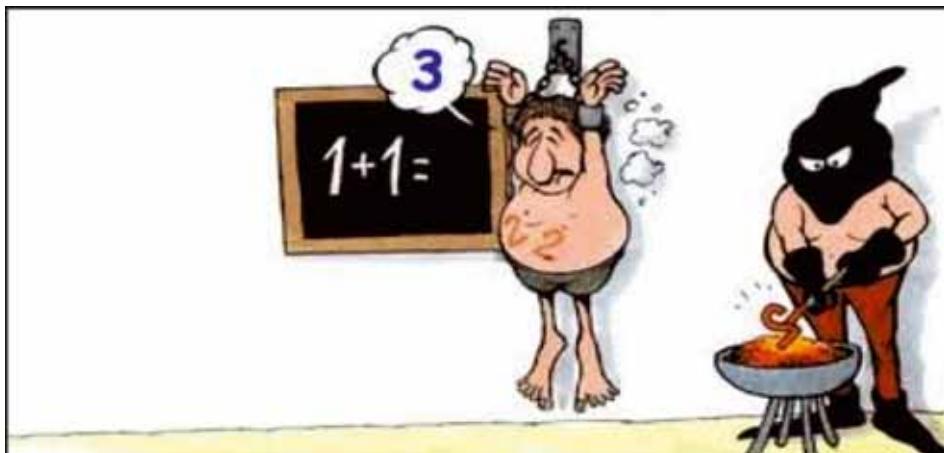


Figura 10.30: Por que sofrer?

Pela avaliação da incerteza nos resultados!!!

Deve-se seguir a sequência abaixo para obter as informações necessárias ao cálculo da incerteza do resultado de uma medição, calibração ou ensaio.

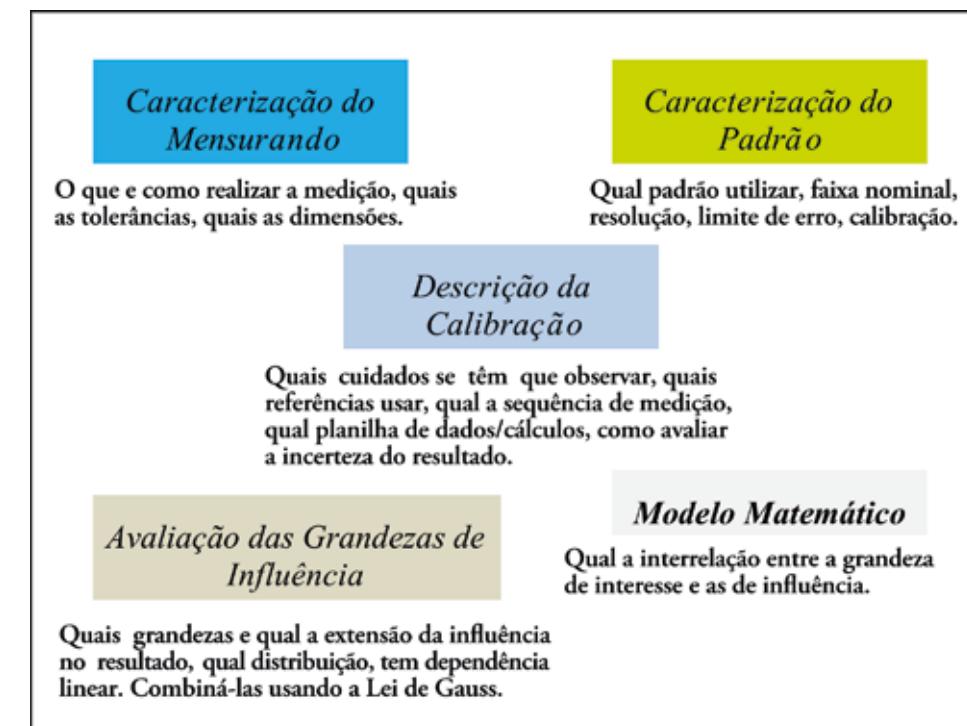


Figura 10.31: Diagrama de blocos expandido.

Fonte: Apostila Cálculo de Incerteza.ppt – Walter Link

Onde buscar as informações...

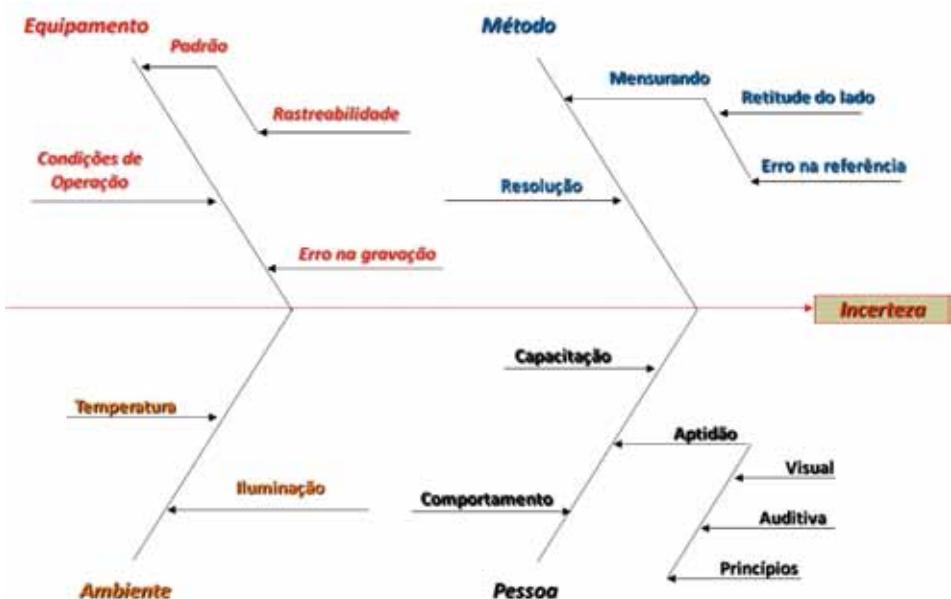
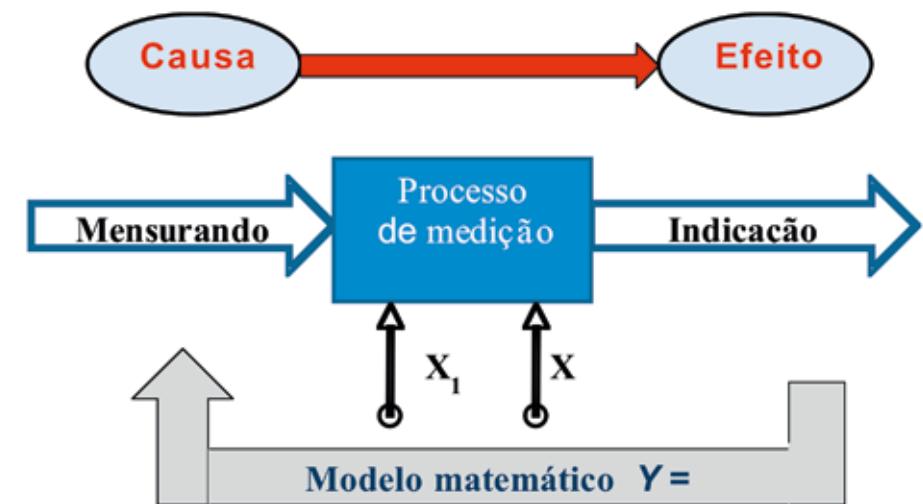


Figura 10.32: Ishikawa para a estimativa da incerteza.

Também pode-se sintetizar a estimativa da determinação da incerteza de um resultado através do diagrama de blocos, que nada mais é que representar a Figura 10.31 de forma sintética.



Relação *Causa e Efeito* e modelo para avaliação da incerteza

Figura 10.33: Diagrama de blocos. Fonte: Apostila Cálculo de Incerteza.ppt – Walter Link

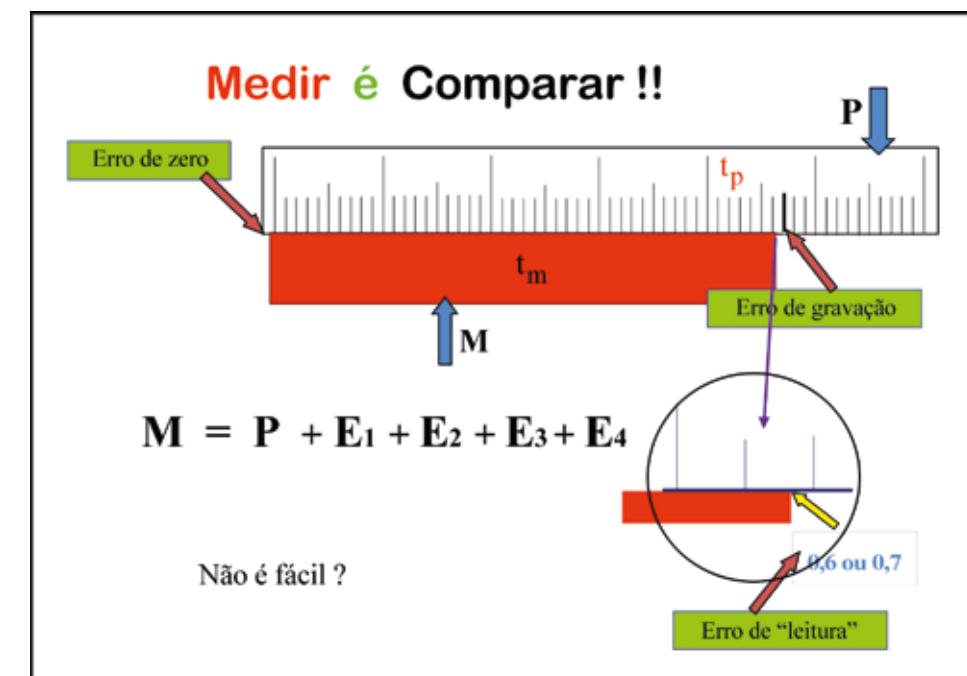


Figura 10.34: Modelagem matemática. Fonte: Apostila Cálculo de Incerteza.ppt – Walter Link

As grandezas de entrada são expressas por uma função de densidade de probabilidade apropriada, enquanto o processo de medição é representado por um modelo matemático. A determinação da incerteza de uma medição ou dos resultados de uma calibração segue uma metodologia específica que está estabelecida em norma internacional.

### Exemplo

O processo de modelagem é ilustrado com o exemplo simplificado da calibração de uma balança.



Figura 10.35: Mensurando

Fonte: Catálogo da Mettler-Toledo

- 1º passo: descrição da medição/calibração

Uma balança eletrônica deve ser calibrada com auxílio de pesos padrão. Isso é feito em condições prescritas por medição direta e comparação da indicação com o valor da massa do padrão especificada em um certificado.

- 2º passo: análise do processo de medição

O padrão pode ser considerado como fonte paramétrica. Sua adaptação imperfeita com a balança, por exemplo, causada pelo empuxo do ar, susceptibilidade magnética etc. pode ser descrita por um elemento de transformação.

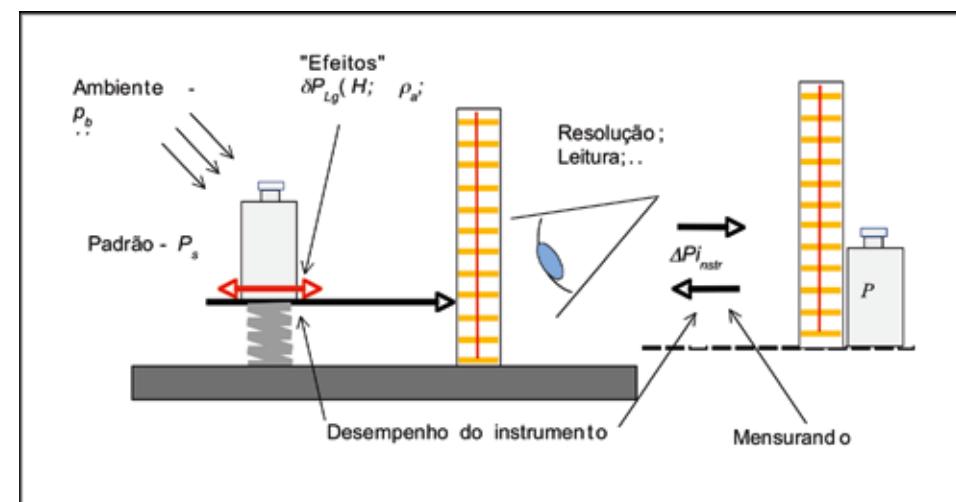


Figura 10.36: Modelo simplificado para a calibração de uma balança

Fonte: Apostila Cálculo de Incerteza.ppt – Walter Link

- 3º Passo: representação gráfica da relação causa-efeito de uma medição real.

Por meio de desvios e fatores de correção, as seguintes influências e imperfeições devem ser introduzidas no gráfico causa/ efeito da calibração descrita.

O erro do valor nominal do peso utilizado é:

$$\Delta P_p = P_p - P_{p0}$$

onde:

$P_p$  - valor indicado

$P_{p0}$  - valor nominal

O fator devido ao empuxo do ar é:

$$k_B = (1 - \rho_a / \rho_p) / (1 - \rho_{1,2} / \rho_{8000})$$

$\rho_a$  - é a densidade do ar;

$\rho_p$  - é a densidade do peso;

O desvio devido a influências térmicas (convecção com o ar; efeito de campo magnético) é designado por:  $\delta P_{C&H}$

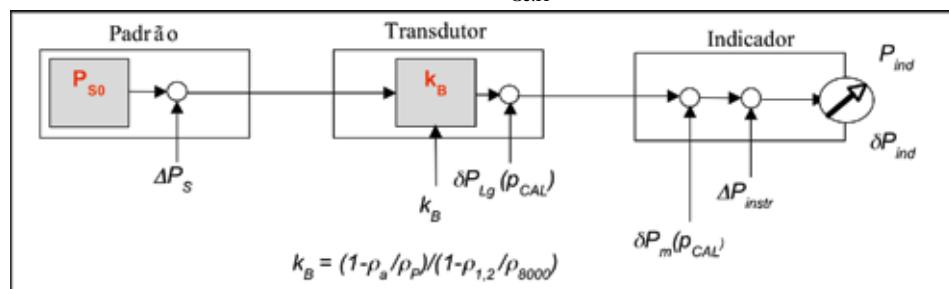


Figura 10.37: Relação causa e efeito modelado para a balança

Fonte: Apostila Cálculo de Incerteza.ppt – Walter Link

$P_s$  - valor correspondente à massa do padrão de referência

$P_{s0}$  - valor nominal da massa do padrão de referência

$\Delta P_s$  - erro do padrão de referência

$\Delta P_{instr}$  - erro da balança

$\rho_a; \rho_p$  - densidade do ar e do peso padrão de referência

$\delta P_{lg}$  - erro de pesagem com o padrão de referência

$\delta P_m$  - erro de pesagem devido às condições durante o ensaio [ $\rho_{CAL}$ ])

$P_{ind}$  - valor do peso indicado

$\delta P_{ind}$  - erro devido à resolução

• 4º Passo – Modelagem matemática

$$E = P_{bal.} - P_{S_0} + \Delta P_S + \Delta P_{bal.} + \delta P_m + \delta P_{ind.} + \delta P_S$$

• 5º Passo – Realizar a calibração ...

Valor Nominal	Cálculo da Incerteza da Medição					Incerteza padrão combinada (~95%)	k	Incerteza expandida			
	Componentes da Incerteza da Medição										
	Correção	Repetitividade	Resolução	Incerteza do Padrão	Deriva do padrão						
(g)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	(mg)	-	(mg)			
1	-0,20	0,246	0,289	0,050	0,029	0,384	2,1	8,1E-01			
5	-1,60	0,201	0,289	0,075	0,043	0,362	2,1	7,5E-01			
10	-1,60	0,376	0,289	0,100	0,058	0,488	2,3	1,1E+00			
20	-0,80	0,246	0,289	0,125	0,072	0,406	2,1	8,5E-01			
30	-1,40	0,246	0,289	0,225	0,130	0,46	2,1	9,4E-01			
50	-1,90	0,376	0,289	0,149	0,087	0,504	2,2	1,1E+00			
80	-1,90	0,246	0,289	0,373	0,217	0,575	2,0	1,2E+00			
100	1,30	0,201	0,289	0,249	0,144	0,454	2,0	9,2E-01			
150	1,40	0,447	0,289	0,397	0,231	0,703	2,1	1,5E+00			
200	1,30	0,376	0,289	0,500	0,289	0,747	2,0	1,5E+00			

## 10.7 A Metrologia na UFRN

Nas atividades acadêmicas desenvolvidas nas áreas das engenharias e das Ciências Exatas e Biológicas, é de fundamental importância o uso da Metrologia. Aliás, a ciência das medições é indispensável para qualquer área do conhecimento, inclusive para decisão de demandas judiciais. O Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, desde a sua criação, percebeu a necessidade da Metrologia para os cursos oferecidos nesta Unidade Acadêmica, inicialmente em nível de graduação e posteriormente em nível de pós-graduação.

Nesse sentido, em meados da década de setenta, foi criado o laboratório de Metrologia para apoiar as aulas práticas de quatro cursos de engenharia oferecidos e em processo de criação pelo Centro de

Tecnologia. Esse laboratório logo em seguida passou a fazer parte do conjunto de laboratórios criados e estruturados para o Departamento de Engenharia Mecânica. Durante toda a sua existência, tem ampliado sua área física, tendo adquirindo um conjunto de equipamentos e padrões – alguns únicos no estado e na região –, investido na capacitação da equipe e ampliado de forma contínua suas atividades acadêmicas no ensino, na pesquisa e na extensão. É, portanto, de fundamental importância para os cursos de graduação e pós-graduação de quatro Centros Acadêmicos da Universidade, como também na interação com instituições e empresas locais, regionais e nacionais na área de Metrologia.

O laboratório de Metrologia da UFRN atualmente desenvolve atividades de medições e calibrações nas grandezas comprimento, pressão, massa, força, torque, temperatura, volumetria e grandezas geométricas. Nas atividades de ensino, alguns cursos de graduação realizam aulas práticas de diversas disciplinas, atendendo a centenas de alunos desses cursos que, através dessas atividades práticas, consolidam conhecimentos específicos da área de Metrologia; nas atividades de pesquisa, dez programas de pós-graduação de quatro Centros Acadêmicos utilizam essa infraestrutura de padrões para assegurar rastreabilidade e confiabilidade de resultados das pesquisas realizadas através das dissertações de mestrados e teses de doutorados defendidas nos programas de pós-graduação; nas atividades de extensão que estão sendo realizadas, o laboratório tem sido demandado para interagir com diversos laboratórios e setores da instituição, com outros projetos e com diversas áreas da indústria, com destaque para a indústria do petróleo, gás e energia, da construção civil, alimentícia e empresas de serviços.

Essa interação do projeto de extensão desenvolvido no laboratório de Metrologia com outros projetos realizados pelo Departamento de Engenharia Mecânica, como, por exemplo, o projeto de extensão em parceria com o Ministério Público, que possibilita a obtenção do Selo Verde pelos postos revendedores de combustíveis, tem reflexos extremamente positivos para obtenção dos objetivos desses projetos. A infraestrutura

disponível tem sido utilizada para atender as demandas de calibração dos instrumentos utilizados para realização dos testes nos postos revendedores de combustíveis e também para calibrar instrumentos e dispositivos utilizados pelos próprios postos.

É oportuno registrar que o sistema de medição utilizado para realizar teste de estanqueidade, que determina possíveis vazamentos dos tanques dos postos, composto por uma sonda e por um indicador, foi calibrado pela primeira vez na região Norte-Nordeste no laboratório de Metrologia da UFRN, conforme mostrado na figura do capítulo que trata das não conformidades. Nessa calibração, que é uma análise comparativa entre os resultados obtidos pelo sistema de medição que está sendo calibrado (sonda com indicador) e os resultados registrados no padrão, é possível realizar simulações de pequenos, médios e grandes vazamentos, com temperaturas diferentes, e analisar a capacidade do sistema de medição de detectar esses vazamentos com erros e incertezas estabelecidos; consequentemente, avalia a compatibilidade ou não daquele sistema de medição para realização dos referidos testes.

Outros instrumentos nas grandezas pressão, temperatura e volumetria utilizados nos postos revendedores, assim como dispositivos de segurança, como válvulas de alívio dos compressores e válvulas de segurança utilizadas nas redes de gás natural, têm sido calibrados periodicamente ou quando apresentam defeito, quer seja por desgaste ou por sujeiras/resíduos acumulados na tubulação da rede de gás. Essas calibrações são realizadas obedecendo-se a um cronograma estabelecido entre as partes envolvidas e com um tempo muito inferior comparado ao tempo que seria necessário se esses dispositivos e instrumentos fossem encaminhados para laboratórios da região Sudeste do país, além dos custos com a logística de transporte e também os riscos de danos após os ensaios com o transporte na volta desses dispositivos e instrumentos. Na calibração dessas válvulas, foram detectados diversos problemas sendo alguns deles de grande importância, como válvulas com etiquetas de calibração que não funcionavam quando foram testadas, válvulas com oxidação excessiva internamente e totalmente travada que não atuavam quando foram testadas, válvulas com sujeiras

excessivas internamente que impediam o seu funcionamento adequado e válvulas com folgas excessivas no seu mecanismo, impedindo o seu bom funcionamento, podendo causar acidentes de grandes proporções, conforme mostrado na figura do capítulo que trata das não conformidades.

Outra atividade desenvolvida merecedora de destaque foi a avaliação de diversos certificados de ensaios de válvulas emitidos por alguns laboratórios e empresas fornecedoras desses dispositivos, os quais continham erros grosseiros como unidades de medidas declaradas erradas, resultados de ensaios declarados incompatíveis com as características metrológicas dos padrões utilizados para realizar os referidos ensaios, citação de normas utilizadas para realização dos ensaios que já não estão em validade etc.

Visando ampliar ainda mais seus serviços, a construção de um novo laboratório de Metrologia foi iniciada no final de 2011, com uma área física de seiscentos metros quadrados e com financiamento específico para aquisição de um conjunto de equipamentos e padrões que irão complementar os já existentes. Sua conclusão está prevista para o final de 2012.

## REFERÊNCIAS

ALBERTAZZI JR., Armando G.; SOUZA, André R. de. **Fundamentos de Metrologia Científica e Industrial**. Barueri, SP: Editora Manole, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13784: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis: Seleção de métodos para detecção de vazamentos e ensaios de estanqueidade em sistemas de abastecimento subterrâneo de combustíveis (SASC)**. Rio de Janeiro, 2006.

FARAGO, Francis T.; CURTIS, Mark A. **Handbook of Dimensional Measurements**. New York, Industrial Press MC, 1994.

FROTA, M.N.; OHAYON, P.; MAGUELOME, Chambon. (BNM/França) **Padrões e Unidades de Medida: referências metrológicas da França e do Brasil**. Rio de Janeiro: Quality Mark Editora, 1998.

ISO GUM. **Segunda Edição Brasileira do Guia para Expressão da Incerteza de Medição**. Rio de Janeiro: INMETRO/ABNT, 2003.

LINK, Walter. **Metrologia Mecânica: expressão da incerteza da medição**. São Paulo: Mitutoyo; EMIC; IPT, 1997.

\_\_\_\_\_. **Tópicos Avançados da Metrologia Mecânica: confiabilidade metrológica e suas aplicações**. São Paulo: Mitutoyo, 2000.

ROSÁRIO, P. P. N.; MENDES, A. **Metrologia e Incerteza de medição**. Rio de Janeiro: Editora EPSE; SBM, 2005.

VIM – **Vocabulário Internacional de Metrologia: conceitos fundamentais e gerais e termos associados**. 1. ed. bras. Rio de Janeiro, 2009.

# 11

## CATÁLOGOS DE FABRICANTES CONSULTADOS

- Mitutoyo PG605
- Starrett B30 - 2002
- brown&sharp – Tesa impresso na Suiça (10012.001.0005)
- Renishaw – CD 2008 (internet) CD
- Taylor Hobson – Publicações técnicas grupo AMETEK - internet
- D&H Budenberg Website - 2007
- Mettler-Toledo – Global Homepage
- Sartorius- Sartius AG Microsites Products, 2011
- Brand GK800 – 2009, Alemanha
- Festo [www.festo.com/catalogue](http://www.festo.com/catalogue), 2011

### *Direitos do consumidor*

### *Informação, segurança e meio ambiente*

José Augusto Peres Filho<sup>1</sup>

#### **11.1 Informação**

Desde o ano de 1962, quando o presidente norteamericano John Fitzgerald Kennedy estabeleceu os pilares da defesa do consumidor na atualidade, o direito à informação encontra-se elencado entre os direitos básicos dos consumidores.

Desse modo, ele é tratado pela Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990, mais conhecida como Código de Defesa do Consumidor (CDC), tendo o legislador dito expressamente no inciso III, do art. 6º do referido Código, que a informação ao consumidor, como direito básico deve ser “adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como sobre os riscos que apresentem”.

---

<sup>1</sup>Promotor de Justiça de Defesa do Consumidor.  
Mestre em Direito Constitucional pela UFRN.

Assim, a informação correta e completa (adequada), de fácil percepção e compreensão pelo consumidor (clara), tem fundamental importância para a pessoa que está adquirindo um produto ou serviço.

O Código de Defesa do Consumidor, ainda sobre o dever de informar por parte dos fornecedores, diz no seu art. 31 que “a oferta e apresentação de produtos ou serviços devem assegurar informações corretas, claras, precisas, ostensivas e em língua portuguesa sobre suas características, qualidades, quantidade, composição, preço, garantia, prazos de validade e origem, entre outros dados, bem como sobre os riscos que apresentam à saúde e segurança dos consumidores”.

Essa norma fundamenta-se na necessidade que tem o consumidor, antes de adquirir um produto ou contratar um serviço, de conhecer adequadamente o que está comprando.

Não se admite que se oferte algo para ser adquirido pelo consumidor se não se informar a ele o preço verdadeiro, a quantidade do que está sendo exposto à venda, a qualidade real ou os riscos aos quais poderá ele se expor caso adquira aquele produto ou contrate tal serviço.

Em se tratando da comercialização de combustíveis, a legislação específica determina que a revenda disponibilize uma série de informações para os consumidores. Examinaremos, a seguir, algumas dessas exigências, ligadas ao direito básico à informação para o consumidor.

A Portaria ANP nº 116, de 5 de julho de 2000, lista no inciso IV de seu art. 10, dentre as obrigações do revendedor varejista de combustíveis,

identificar em cada bomba abastecedora de combustível automotivo, no(s) painel(is) de preços, e nas demais manifestações visuais, de forma destacada, visível e de fácil identificação para o consumidor, o combustível comercializado: i) informando se o produto é ‘aditivado’, ficando facultada a identificação de ‘comum’ para os demais combustíveis; II) adicionalmente, identificar quais bombas abastecedoras de óleo diesel estão destinadas ao óleo diesel de baixo teor de enxofre, exibindo: a partir de 1º de janeiro de 2012 ‘óleo diesel S-50 ou diesel S50’, e a partir de 1º de janeiro de 2013 ‘óleo diesel S-10’ ou ‘diesel S10’.

Considerando que o combustível “aditivado” e o “comum” possuem características e propriedades peculiares, comportando-se de modo diverso nos motores dos veículos, além de, frequentemente possuirem preços diferentes, é importante para o consumidor saber com qual tipo de combustível irá ele abastecer o seu veículo.

Além disso, deverá também o revendedor “informar ao consumidor, de maneira adequada e ostensiva, a respeito da nocividade, periculosidade e uso do combustível automotivo” (mesmo artigo, inciso V). Nesse caso, foca-se a preocupação com a segurança do consumidor, que será objeto de destaque mais adiante.

Do mesmo modo, deverá o revendedor “prestar informações solicitadas pelos consumidores sobre o combustível automotivo comercializado” (inciso VI do mesmo artigo). Isso para o caso do consumidor ter alguma dúvida quanto à origem do produto ou alguma característica peculiar, por exemplo.

Uma outra obrigação imposta ao revendedor de combustível pela ANP na referida Portaria é a de “exibir os preços dos combustíveis automotivos comercializados em painel com dimensões adequadas, na entrada do posto revendedor, de modo destacado e de fácil visualização à distância, tanto ao dia quanto à noite” (inciso VII, do art. 10).

Como o preço do combustível é fator importante na opção de compra do consumidor, preocupou-se a ANP em possibilitar que o consumidor tenha acesso às informações sobre os preços dos combustíveis comercializados por determinado revendedor, sem que ele precise adentrar ao posto e parar próximo às bombas para obter tais informações, sendo suficiente a consulta ao painel de grandes dimensões (especificadas pela ANP), localizado na entrada dos postos revendedores.

Também deverá o varejista exibir um quadro de aviso, em local visível, de modo destacado, com caracteres legíveis e de fácil visualização, em que constem o nome e a razão social do revendedor varejista; o nome do órgão regulador e fiscalizador das atividades de distribuição e revenda de combustíveis: Agência Nacional do Petróleo (ANP), bem como o sítio

da ANP na internet <[www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)>; o telefone do Centro de Relações com o Consumidor (CRC) da ANP, informando que a ligação é gratuita e indicando que para o CRC deverão ser dirigidas reclamações que não forem atendidas pelo revendedor varejista ou pelo(s) distribuidor(es) e o horário de funcionamento do posto revendedor.

Uma outra informação relevante que deverá ser prestada pelo revendedor ao consumidor é “a origem do combustível automotivo comercializado”, “de forma clara e ostensiva” (art. 11, da Portaria ANP 116).

Isso porque o revendedor de combustíveis poderá ostentar a marca de um distribuidor específico, ou poderá optar por ser um posto de “bandeira branca”, ou seja, revender produtos de diversos distribuidores.

Quanto a esse aspecto, se o revendedor optou por exibir a marca comercial de um distribuidor de combustíveis líquidos, ele deverá “exibir a marca comercial do distribuidor, no mínimo, na testeira do posto revendedor de forma destacada, visível à distância, de dia e de noite, e de fácil identificação ao consumidor”; e “adquirir e vender somente combustível fornecido pelo distribuidor do qual exiba a marca comercial” (art. 11, § 2º).

No entanto, se o revendedor não optou por exibir a marca comercial de um distribuidor de combustíveis líquidos específico, ele “não poderá exibir marca comercial de distribuidor em suas instalações”; e “deverá identificar, de forma destacada e de fácil visualização, em cada bomba abastecedora, a razão social ou o nome fantasia do distribuidor fornecedor do respectivo combustível e o CNPJ” (art. 11, § 3º).

As informações tratadas acima estão ligadas, sobretudo, à qualidade, ao preço e à origem dos combustíveis, questões fundamentais para que o consumidor possa fazer a melhor opção, de acordo com os recursos que quer e pode empregar na hora de abastecer o seu veículo.

## 11.2 Segurança

Um outro aspecto que deve ser levado em consideração ao se ofertar produtos ou serviços no mercado de consumo é a segurança que os mesmos devem ter, já que esta é um outro direito básico do consumidor (art. 6º, inc. I do CDC).

Quando falamos em segurança nas relações de consumo, nesse conceito estão inseridos não apenas os consumidores, mas também todos aqueles que, mesmo alheios à relação de consumo, podem sofrer as eventuais consequências de um produto ou serviço inseguro.

É importante destacar que existem produtos que, por sua natureza, representam riscos à vida, à saúde e à segurança do consumidor. Exemplificativamente, podemos inserir nessa categoria produtos como os medicamentos, as bebidas alcoólicas, os veículos automotores. E ainda serviços como revendas de gás liquefeito de petróleo e de combustíveis líquidos.

Fiquemos neste último caso.

Por concentrar, em regra, uma grande quantidade de produtos inflamáveis, os postos de combustíveis possuem, naturalmente, um potencial lesivo aos consumidores. Mas, não apenas para estes.

O Código de Defesa do Consumidor, além de estabelecer a necessidade de se resguardar a saúde, a vida e a segurança dos consumidores, colocou também sob proteção todas as pessoas que venham a ser vítimas de algum acidente de consumo (art. 27 do CDC). Ou seja, mesmo que alguém não se enquadre na definição que a lei dá para consumidor (“toda pessoa física ou jurídica, que adquire ou utiliza um produto ou serviço como destinatário final” - art. 2º do CDC), se ela for vítima de um “acidente de consumo”, ela terá direito a ser indenizada como se fosse consumidora (art. 17 do CDC).

No caso, por exemplo, de um incêndio ou explosão em um posto de combustíveis, deverão ser indenizados, como manda o Código de Defesa do Consumidor, não apenas os consumidores que estavam abastecendo os seus veículos no momento em que se deu o acidente, mas também

todas as pessoas que forem atingidas. Por exemplo, os proprietários dos imóveis vizinhos, dos automóveis ou os pedestres que estejam passando nas proximidades, independentemente de estarem ou não consumindo algo no local naquele momento.

### 11.3 Meio Ambiente

Por outro lado, o Código de Defesa do Consumidor também se preocupou com a proteção ao meio ambiente. Essa preocupação tem por base a Constituição Federal de 1988, que lista a defesa do meio ambiente e a defesa do consumidor como alguns dos princípios norteadores da ordem econômica (art. 170).

O que a Constituição pretende dizer com isso é que o Brasil não pode ter uma economia forte, crescente e ordenada, sem que haja respeito ao meio ambiente e aos consumidores.

Vamos encontrar no art. 39 do CDC, o inciso VIII, que considera prática abusiva “colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela Associação Brasileira de Normas Técnicas ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Conmetro)”.

Com base nesse dispositivo, portanto, se um posto revendedor de combustíveis fornece seus produtos sem obedecer ao que dispõe a legislação sobre proteção ambiental, estará ele, em princípio, cometendo uma prática abusiva contra os consumidores, passível de punição.

Dentre as punições aplicáveis à atividade de revenda de combustíveis estão a multa; apreensão ou inutilização do produto; suspensão do fornecimento do produto ou do serviço; suspensão temporária da atividade; cassação de licença do estabelecimento ou de atividade; interdição, total ou parcial, de estabelecimento, de obra ou de atividade.

Tais sanções administrativas, listadas no art. 56 do CDC, poderão ser aplicadas sem prejuízo das sanções de natureza civil, penal e das definidas em normas específicas (por exemplo, resoluções da ANP ou do CONAMA).

Considerando que o presente livro detalha todo o trabalho que permeou a criação do Selo Verde, e a sua conquista pelos postos revendedores de combustíveis, a aposição do referido selo em um determinado estabelecimento será de enorme valia para os consumidores, pois, através dele, informa-se a estes e a toda a sociedade que ali, ao que tudo indica, foram e estão sendo cumpridas todas as exigências legais referentes à segurança e à proteção ambiental, representando, em suma, toda uma série de informações relevantes apenas com um símbolo.

A conquista do Selo Verde pela empresa revendedora de combustíveis, além de significar respeito ao meio ambiente, significa respeito ao consumidor e vale como diferencial de mercado, não apenas entre concorrentes; indica, pois, que naquele estabelecimento existe uma equipe que se importa com o local em que desenvolve suas atividades e com aqueles que adquirem seus produtos ou serviços.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. Portaria nº 116, de 5 de julho de 2000. Regulamenta o exercício da atividade de revenda varejista de combustível automotivo. *Diário Oficial da União*, 6 jul. 2000.

BRASIL. Lei nº 8.078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, 12 set. 1990.

## ANEXOS

### FORMULÁRIO DE ACOMPANHAMENTO DO TESTE DE ESTANQUEIDADE/INTEGRIDADE DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO SUBTERRÂNEO DE COMBUSTÍVEL (SASC) PELOS PERITOS

ACOMPANHAMENTO DE ESTANQUEIDADE N° IMP \_\_\_\_

ANO:

#### 1. INFORMAÇÕES PRELIMINARES:

IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO		Nº de Compartimentos:
Razão Social:		
Nome Fantasia:		
CNPJ:		
Endereço Completo:		
Telefone:		
Bandeira do Posto:		
Nº de Compartimentos:	Testados: AP ( <input type="checkbox"/> ) / REP ( <input type="checkbox"/> )	Inativos: ( <input type="checkbox"/> )
Responsável:		

IDENTIFICAÇÃO DO EXECUTANTE DO ENSAIO	
Razão Social:	
Nome Fantasia:	
CNPJ:	
Endereço Completo:	
Telefone:	
Registro do CREA	
Engº. Responsável:	

IDENTIFICAÇÃO DO PERITO RESPONSÁVEL PELO ATESTADO	
Nome:	
CPF:	

#### 2. IDENTIFICAÇÃO DOS COMPARTIMENTOS DOS TANQUES ENSAIADOS NO SASC: Estanque (SIM) Não Estanque (NÃO)

Nº TAG do Executante	Capac. (m <sup>3</sup> )	Produto	Tipo de Tanque (PD;PS/C;P)	SASC Integrado Parte Seca	Tanque:	
					Parte (Seca)	Parte (Produto)

Nota: PD: Parede Dupla; PS: Parede Simples; C: Compartimentado; P: Pleno.

#### 3. INFORMAÇÕES RELEVANTES

Natal, / /

**REVISÃO DE SEGURANÇA  
POSTOS REVENDEDORES DE COMBUSTÍVEIS**

NÚMERO IDENTIFICADOR DO POSTO NO MINISTÉRIO PÚBLICO DO RN

IMP

**I. INFORMAÇÕES PRELIMINARES:**

**IDENTIFICAÇÃO DO PERITO RESPONSÁVEL PELA REVISÃO DE SEGURANÇA**

<b>Nome:</b>	
<b>Data:</b>	
<b>Hora:</b>	

**IDENTIFICAÇÃO DO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

<b>Número do Processo:</b>	
<b>Tipo de Licença:</b>	LP ( ) LI ( ) LO ( ) Outra ( )
<b>Validade da Licença:</b>	

**IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO**

<b>Razão Social:</b>			
<b>Nome Fantasia:</b>			
<b>CNPJ:</b>			
<b>Endereço Completo:</b>			
<b>Telefone:</b>			
<b>Bandeira do Posto:</b>			
<b>Data de Início da Operação:</b>			
<b>Coordenadas Geográficas:</b>	Lat:	<b>SUL</b>	Long: <b>OESTE</b>
<b>Localização:</b>	( ) Zona urbana comercial		( ) Zona urbana rural
	( ) Zona fluvial/lacustre		( ) Zona marítima
	( ) Outra. Especificar:		
<b>Documentos Apresentados</b>			

**II. INFORMAÇÕES TÉCNICAS DO EMPREENDIMENTO:**

**1) Compartimento de Tanque de Combustível**

Nº	Tipo Combustível /óleo Usado	Vol. Litros x 1000)	Tipo do Tanque	Teste de Estanqueidade (Data) NBR 13.784/2006	Idade (Ano)		Nota Fiscal (número)
					Real	Estimada	
01							
02							
03							
04							
05							

OBS.: (\*) Tanque Desativado

Documentos Apresentados	
-------------------------	--

**2) Unidade das Bombas/Bicos - Combustíveis (L)**

UNIDADE Nº.	Bombas	Bicos	Combustível	Nº. INMETRO	Status de Aprovação
Nº. 01	Bomba 01	Bico 01			
		Bico 02			
	Bomba 02	Bico 01			
		Bico 02			
	Bomba 03	Bico 01			
		Bico 02			
Nº. 02	Bomba 01	Bico 01			
		Bico 02			
	Bomba 02	Bico 01			
		Bico 02			
	Bomba 03	Bico 01			
		Bico 02			

**3) Certificado de Posto Revendedor de Combustível da ANP:**

Nº Autorização ANP (AHC/G/D/GNV): \_\_\_\_\_

Nº Autorização ANP (GLP): \_\_\_\_\_

Tipos Autorizados: ( ) AHC/G/D ( ) AHC/G/D/GNV ( ) GLP ( ) Não possui  
Revendendo: ( ) AHC/G/D ( ) AHC/G/D/GNV ( ) GLP

**4) Lavagem de Veículos:** ( ) Sim ( ) Não

**5) Posto opera com Troca de Óleo:** ( ) Sim ( ) Não

**6) Destino Final dos Resíduos:** (Resolução CONAMA Nº 362/2005)

⇒ **Oleoso líquido:** Óleo Usado ou Queimado ( ) / Água oleosa ( )

( ) Coleta pública ( ) Coletor licenciado ANP: \_\_\_\_\_

Coleta Número: \_\_\_\_\_

Nome do Coletor: \_\_\_\_\_

CNPJ do Coletor: \_\_\_\_\_

OBS: \_\_\_\_\_

⇒ **Resíduos Industriais da Troca de Óleo**

(Latas/Frascos de óleo lubrificante, estopas, areia, etc.) Classe I (NBR 10.004/2004)

( ) Coleta pública ( ) Coletor licenciado IDEMA: \_\_\_\_\_

Coleta Número: \_\_\_\_\_

Nome do Coletor: \_\_\_\_\_

CNPJ do Coletor: \_\_\_\_\_

OBS: \_\_\_\_\_

⇒ **Resíduos Industriais Produzidos na Borracharia (Resolução Conama Nº 258/1999)**

( ) Coleta pública

( ) Coletor licenciado IDEMA ou IBAMA: \_\_\_\_\_

Coleta Número: \_\_\_\_\_

Nome do Coletor: \_\_\_\_\_

CNPJ do Coletor: \_\_\_\_\_

OBS: \_\_\_\_\_

⇒ **Resíduos Domésticos (Escritório/Conveniência):**

( ) Coleta pública ( ) Outro: \_\_\_\_\_

OBS: \_\_\_\_\_

**7) Resíduos Domésticos com Coleta seletiva?**

( ) Sim. ( ) Não

**Quanto ao Acondicionamento:**

( ) Dispostos de forma adequada

( ) Dispostos de forma inadequada. Descrever:

\_\_\_\_\_

**8) Tanque de Armazenamento de Óleo Usado/Contaminado (NBR15072/2004)**

( ) Sim. ( ) Não

Tipo	Quantidade	Volume (L)
Aéreo		
Subterrâneo		
Tambor Metálico		
Tambor de Plástico		
Outro		

**9) Outros Serviços:**

- |                            |   |                                  |
|----------------------------|---|----------------------------------|
| ⇒ Borracharia:             | ( <input type="checkbox"/> ) Sim            | ( <input type="checkbox"/> ) Não |
| ⇒ Lanchonete:              | ( <input type="checkbox"/> ) Sim            | ( <input type="checkbox"/> ) Não |
| ⇒ Restaurante:             | ( <input type="checkbox"/> ) Sim            | ( <input type="checkbox"/> ) Não |
| ⇒ Loja de Conveniência:    | ( <input type="checkbox"/> ) Sim            | ( <input type="checkbox"/> ) Não |
| ⇒ Estacionamento:          | ( <input type="checkbox"/> ) Sim            | ( <input type="checkbox"/> ) Não |
| ⇒ Pousada:                 | ( <input type="checkbox"/> ) Sim            | ( <input type="checkbox"/> ) Não |
| ⇒ Oficina Mecânica:        | ( <input type="checkbox"/> ) Sim            | ( <input type="checkbox"/> ) Não |
| ⇒ Escritório/Administração | ( <input checked="" type="checkbox"/> ) Sim | ( <input type="checkbox"/> ) Não |

**10) Fonte de Água Utilizada para o Abastecimento:**

- |   |       |
|---|-------|
| ( <input type="checkbox"/> ) Rede Pública                             | _____ |
| ( <input type="checkbox"/> ) Poço tubular próprio, outorga SEMARH nº. | _____ |
| ( <input type="checkbox"/> ) Nascente                                 | _____ |
| ( <input type="checkbox"/> ) Lagoa(s). Nome(s):                       | _____ |
| ( <input type="checkbox"/> ) Arroio(s). Nome(s):                      | _____ |
| ( <input type="checkbox"/> ) Rio(s). Nome(s):                         | _____ |

**11) Lançamento de Efluentes Domésticos (Banheiros):**

Sistema de tratamento:

( ) Fossa/Sumidouro ( ) Esgoto Público ( ) Outro. Especificar: \_\_\_\_\_

**12) Pisos:**

Área	Tipo de Pavimentação Existente		
	Paralelepípedo	Concreto Armado Impermeabilizado	Outro Tipo (especificar)
Abastecimento			
Troca de Óleo			
Descarga Direta ( <input type="checkbox"/> )			
Descarga à Distância ( <input type="checkbox"/> )			
Lavagem			
Estacionamento			
Outra			

**13) Cobertura:**

Área	Tipo de cobertura			Obs.
Abastecimento	<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Laje	<input type="checkbox"/> Toldo	<input type="checkbox"/> Outro
Troca de Óleo	<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Laje	<input type="checkbox"/> Toldo	<input type="checkbox"/> Outro
Descarga	<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Laje	<input type="checkbox"/> Toldo	<input type="checkbox"/> Outro
Lavagem	<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Laje	<input type="checkbox"/> Toldo	<input type="checkbox"/> Outro
Administração	<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Laje	<input type="checkbox"/> Toldo	<input type="checkbox"/> Outro
Estacionamento	<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Laje	<input type="checkbox"/> Toldo	<input type="checkbox"/> Outro
Outra	<input type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Laje	<input type="checkbox"/> Toldo	<input type="checkbox"/> Outro

**14) Canaletas de escoamento de efluentes oleosos na área de:**

Local	Sim	Não	Obs.
Abastecimento			
Descarga Direta			
Descarga à Distância			
Tanques Subterrâneos (SASC):			
Troca de Óleo			
Tanque de Óleo Usado/Contaminado			
Lavagem de Veículos			
Compressor de Ar			
Gerador Elétrico			
Outros			

**15) Destino Final dos Efluentes das Canaletas do SASC em Geral (NBR14605):**

Local	Sim	Não	Obs.
Direto para via pública:			
Caixa separadora óleo/água			
Fossa/sumidouro:			
Outro Especificar:			

**16) Habite-se, emitido pelo Corpo de Bombeiros, atualizado:**

Não       Sim. N° \_\_\_\_\_ Validação: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

**17) Alvará de Funcionamento, emitido pela Prefeitura Municipal, atualizado:**

Não       Sim ( ) N° \_\_\_\_\_ Validação: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_.

**18) Certificado de treinamento teórico e prático para os funcionários do posto em operação, manutenção e reposta a incidentes:**

Sim. Data do treinamento: \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ Não ( )

**19) Pára-Raios:**  Sim  Não (SPDA -NBR-5419)**20) Monitoramento do SASC:**

Manual (c/ Régua)  Automático

Controle Estatístico de Inventário:

Nome do Profissional Responsável: \_\_\_\_\_

CREA do Profissional Responsável: \_\_\_\_\_

Número da última ART: \_\_\_\_\_

**21) Equipamentos Elétricos ligados nas Áreas de Abastecimento  
(NBR 14.639/2001 e 12.236/1994):**

Não  Sim. Quais?

\_\_\_\_\_  
 Distância  $\geq$  6 m (Altura  $<$  0,5) das bombas: Sim ( ) Não ( )

Distância  $\geq$  3 m dos Dispensers: Sim ( ) Não ( ) ( ) Não se aplica

Altura  $\geq$  0,5 m do solo (pontos elétricos): Sim ( ) Não ( )

**22) Área de Armazenamento de GLP (NBR 15.514/2007):**

- Sim ( ) Não ( )

- Classe: I ( ) II ( )

Classe	Capacidade (kg)	Capacidade (botijão 13kg)	Distância p/bombas e pontos elétricos (m)	Extintor Incêndio Validade
I	Até 520	Até 40		Sim ( ) Não( )
II	Até 1560	Até 120		Sim ( ) Não( )

Referência: mínimo entre 5 a 15 m e no máximo de capacidade de armazenamento de 120 botijões de 13 kg de GLP – Código de Segurança e Prevenção Contra Incêndio e Pânico do Estado do Rio Grande do Norte – Cap. V, Seção VII, íquig e h).

**23) Respiros: (NBR 13783/2004)**

- Distância para qualquer edificação (Referência Raio  $\geq 1,5$  m): Sim ( ) Não ( )

Obs.: \_\_\_\_\_

**24) Equipamentos Existentes:**

DESCARGA	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Descarga direta Selada? ( ) Sim ( ) Não			
Descarga a distância Selada? ( ) Sim ( ) Não			
Câmara de contenção de descarga (spill container)			
Câmara de calçada			
Piso em concreto impermeabilizado			
Canaleta direcionando os efluentes oleosos para SAO			
Fio terra apropriado para descarga da Energia Estática dos caminhões transportadores (NR10 do MT) instalado no mínimo a 3m dos tanques			

LINHAS - SASC	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Tubulações em PEAD			
Tubulações em aço carbono galvanizado - Respiro			
Câmara de contenção para emenda de tubulação subterrânea (na transição entre tubulação metálica e tubulação não metálica)			

BOMBAS	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Câmara de contenção sob a unidade abastecedora (sump de bombas)			
Câmara de contenção sob a unidade de filtragem (sump de filtro de óleo diesel)			
Sensor de detecção de líquidos na câmara de contenção sob a unidade abastecedora			
Sensor de detecção de líquidos na câmara sob a unidade de filtragem de óleo diesel			
Flexíveis metálicos			
Válvula de retenção na linha de sucção – check-valves			
Breakaway			
Unidades seladoras			
Kit Eliminador de ar			
Filtro de linha			
Piso em concreto impermeabilizado			
Canaleta direcionando os efluentes oleosos para SAO			

RESPIROS	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Estruturas de concreto (proteção contra abalroamento)			
Tubulação em aço carbono galvanizado (parte aérea)			
Terminal de respiro			
Válvula de pressão e vácuo			

TROCA DE ÓLEO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Tanque de armazenamento de parede dupla - subterrâneo			
Tanque de armazenamento de parede simples – Aéreo ( ) Subterrâneo ( )			
Tambor de armazenamento em: Polietileno ( ) Metálico ( )			
Área coberta (box de troca)			
Valeta impermeável			
Elevador hidráulico ( ) pneumático ( ) Eletromecânico ( ) rampa ( )			
Caixa coletora de óleo usado ou contaminado ligado diretamente ao tanque			
Canaleta direcionando os efluentes oleosos para SAO			

LAVA-JATO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Proteção contra aspersão			
Piso em concreto impermeabilizado			
Canaleta direcionando os efluentes oleosos para SAO			
Sistema de separação água-óleo (SAO) (concreto/ alvenaria/aço-carbono) Com placas coalescentes? ( ) sim   ( ) não			
Sistema de separação água-óleo (SAO) próprio com placas coalescentes (PEAD)			
Caixa de areia			
Caixa de saída dos efluentes oleosos			
Destino final dos efluentes oleosos: sumidouro			
Destino final dos efluentes oleosos: Sistema público de esgoto ( ) Drenagem Pluvial ( )			
Última Análise físico-química dos efluentes oleosos (Teor de Óleos e Graxas - TOG)			

CONTROLE DE VAZAMENTO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Poço de monitoramento ambiental			
Monitoramento do sump de bomba			
Monitoramento do sump de tanque			
Monitoramento do sump de filtro			
Monitoramento do sump da tubulação (interligação) de respiro			
Monitoramento intersticial do tanque de parede dupla			
Medição volumétrica automática dos tanques			
Medição volumétrica manual dos tanques			

CONTROLE DE VAZAMENTO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Investigação preliminar de passivo ambiental (VOC ou COV – Carbono Orgânico Volátil)			
Investigação preliminar de solo e água do lençol freático			
Análise de risco e/ou gerenciamento e remediação de áreas contaminadas			
Ocorrência de Acidente Ambiental (data)			
Ocorrência de Remoção de Tanque – NBR – 14.973/2004			

ELÉTRICOS/AUTOMAÇÃO/ATERRAMENTO	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Tomadas localizadas na pista de abastecimento (áreas classificadas) a prova de explosão			
Bujões, caixas de passagem, unidades seladoras e condutores em alumínio fundido à prova de explosão.			
Eletrodutos em aço galvanizado à prova de explosão – Série pesada NBR 5598			
Unidades seladoras			
Aterramento de tanques			
Aterramento de bombas			
Aterramento de cobertura metálica			
Computador da pista de abastecimento			
Equipamentos elétricos na pista de abastecimento (freezer, refrigerador, etc.).			
Extintores de Incêndio – Validade sim ( ) não ( )			
Automação das bombas			

GNV	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Parede corta fogo			
Detector de gás			
Instalações elétricas a prova de explosão			
Pressão no dispensador inferior a 220 kgf/cm <sup>2</sup>			
Canaleta direcionando os efluentes oleosos para SAO			
Armazenamento de óleo hidráulico do compressor de GNV adequado			
Extintores de Incêndio - sim ( ) não ( )			

BORRACHARIA E OFICINA	SIM	NÃO	OBSERVAÇÕES
Armazenamento adequado dos pneus			
Destino final dos pneus: lixão ( ) aterro sanitário ( ) recolhido pelo fabricante ( ) outro ( )			
Armazenamento de óleo usado ou contaminado em área coberta em tambor com bacia de contenção			

**25) Responsável pelas Informações (por parte do Empreendimento):**

Nome: \_\_\_\_\_  
 Função: \_\_\_\_\_ CPF: \_\_\_\_\_  
 Celular: \_\_\_\_\_ E-mail: \_\_\_\_\_  
 Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_.

Natal, \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / 20.

Nome do Perito:  
 CPF:  
 RG:

**Posto Identificado no MP pelo inquérito número \_\_\_\_\_**

Todas as pendências apontadas durante a perícia para realizar a “Revisão de Segurança” significam não conformidades técnicas que precisam ser sanadas para o correto funcionamento e operação legal do empreendimento. Todos os equipamentos e sistemas de um posto de combustível devem atender as determinações das várias normas de engenharia da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e normas ambientais vigentes. Ressalta-se que o empreendimento periciado é um empreendimento do tipo **classe 3 conforme a NBR 13.786**. Adiante se apresenta uma análise sintética das não conformidades técnicas (ilustrada com 14 fotos em anexo) em que aspectos relevantes de segurança e impactos são agrupados e destacados para maior clareza: **Vazamentos, derramamento e transbordamento de combustíveis**: O posto \_\_\_\_\_ **não** está preparado para situações de derramamento, vazamento e transbordamento de combustíveis. Os pisos nas áreas de abastecimento e descarga (recebimento de combustível do caminhão tanque) foram construídos usando-se paralelepípedos (vide fotos 01 e 02), permitindo que vazamentos ocorridos nessa área do posto atinjam o solo e, consequentemente, o lençol freático. Portanto, fere várias normas de engenharia da ABNT dentre as quais se podem citar: NBR 13783, 13786 e 13781. O empreendimento periciado também **não** dispõe de canaletas circundando a pista de abastecimento, área de descarga e não possui Caixa SAO (Separadora de Água e Óleo) conforme exigem NBR 14605 e 13786 (vide novamente fotos 01 e 02). Isso significa que os inevitáveis efluentes poluidores (**inerentes à operação de abastecimento**) produzidos pela atividade de revenda de combustíveis vão diretamente para a via pública fora dos padrões da exigidos pelas Resoluções do CONAMA. Não há válvulas anti-transbordamento (NBR 15005) e nenhuma descarga é selada (NBR 15138) (vide fotos 03 e 04 respectivamente). Dessa forma, os derramamentos comuns ocorridos durante operação de descarga dos caminhões tanques nesse posto também estão atingindo o solo pela ausência de bocais selados. A ausência de *Spill-Containers* (Recipientes de contenção de derramamentos) (NBR 15118) na tubulação de enchimento dos tanques (descarga) contribui para a poluição do solo a cada eventual derramamento na operação de recebimento de combustível (derramamentos são comuns nessa operação) (vide foto 04 novamente). **Mesmo pequenos volumes de derramamento podem, quando acumulados ano após ano, ser transformados num passivo ambiental considerável**. Também não há câmara de contenção na unidade de Filtro Diesel que se apresenta não conforme pelo fato de ficar diretamente sobre o solo e britas (vide foto 05) permitindo que eventuais vazamentos atinjam o solo. Na Revisão de Segurança **foi visualmente detectado vazamento na unidade de filtragem** (vide foto 05 novamente) inclusive verificou-se a presença brita poluída disposta em local inadequado (vide foto 06). Nenhuma bomba de abastecimento possui câmara de contenção de combustível (denominados SUMPs - vide fotos 07 e 08) exigida conforme NBR 15118. Essa não-conformidade, facilita que ocasionais vazamentos (**muito comuns em bombas de Diesel, por exemplo**) atinjam facilmente o solo/lençol freático. Os ocasionais vazamentos nas bombas devem ser retidos em recipientes adequados (SUMPS) e monitorados por aparelhos eletrônicos com sensores e alarmes adequados para prevenir acidente ambiental e contaminação do subsolo. As bombas também **não** são equipadas com válvulas denominadas “*Check-Valves*”- Válvulas de retenção) (NBR 15139) que são projetadas para impedir vazamentos na tubulação de

**EXEMPLO DE SÍNTESE DAS  
NÃO CONFORMIDADES DETECTADAS PELOS  
PERITOS NA REVISÃO DE SEGURANÇA**

alimentação entre bombas e tanques. Todas as tubulações existentes no posto são metálicas (vide foto 09) não atendendo às normas (NBR 14722, NBR 13786) que exigem tubulações impermeáveis em PEAD (Politileno de Alta Densidade). Tubulações metálicas são **fortemente susceptíveis à corrosão** e quando ocorre vazamento, este pode atingir magnitudes consideráveis. No ato da Revisão de Segurança não foi apresentado nenhum teste de estanqueidade realizado no empreendimento. Finalmente, nenhum bico de bomba possui *Breakaway* (exigido pelo órgão ambiental local – SEMURB) que é um dispositivo (válvula) que atua preventivamente cortando combustível e impedindo vazamento para a pista de abastecimento quando do rompimento ocasional de uma mangueira de abastecimento. **Tanques de combustíveis, suas tubulações e acessórios (SASC):** O empreendimento **não possui tanques de parede dupla jaquetados** com espaço para monitoramento intersticial de vazamentos conforme exigências das normas NBR 13785/2003 e NBR 13786. Os tanques existentes são metálicos simples de aço (vide foto 02 novamente) susceptíveis à corrosão apresentando elevado risco de vazamentos e não são adequados para atender a classe de trabalho (classe 3) da norma NBR 13786 para uso na cidade de Natal-RN; Todas as tubulações existentes no posto são metálicas e também não atendem às normas NBR 14722/NBR 13786 devendo todo o Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis (SASC) ser submetido a testes de estanqueidade o mais breve possível. **Disposição dos efluentes líquidos e Oleosos líquidos: Inadequadamente** nenhum efluente líquido gerado no empreendimento está sendo direcionado para caixas Separadoras de Água e Óleo (SAO) (NBR14605). A ausência da caixa Separadora de Água e Óleo nesse posto significa potenciais impactos ambientais relacionados à contaminação do solo, dos corpos d'água superficiais e subterrâneos pelo descarte de efluentes líquidos industriais em desacordo com a legislação ambiental vigente (CONAMA 357/2005) bem como por derramamentos, vazamentos, transbordamentos de combustível no piso das áreas de abastecimento e descarga. **Emissão de gases na atmosfera: Inadequadamente** todas as descargas não são seladas (NBR 15138, NBR 13783, 13781 e 13786) e, portanto, estão permitindo a emissão de gases poluentes na atmosfera durante a atividade de abastecimento dos tanques. A descarga selada também tem a função de impedir que os gases gerados no momento da descarga de combustível do caminhão para o tanque de armazenamento escapem para a atmosfera. Cada vez que um tanque é abastecido, a poluição é ratificada e intensificada. Essa poluição é ainda maior nos postos que **não possui** instalados os terminais de respiro/válvulas de recuperação de vapores nas tubulações que tem a função de reter poluição para atmosfera continuamente (inclusive por evaporação natural). As tubulações de respiro no caso desse posto terminam em simples joelhos e sem os terminais/válvulas adequadas (vide Figura 10). **Riscos devido às instalações elétricas inadequadas e ausência de equipamentos:** Nesse empreendimento verificou-se a presença de equipamentos elétricos na área de abastecimento (*freezers*, etc) **incorrectamente ligados à tomada que não é a prova de explosão** e distanciada a menos de 6 metros das bombas e a uma altura menor que 0,5 m do solo (vide fotos 11 e 12). O conjunto de componentes elétricos na pista de abastecimento precisa ser a  **prova de explosão** e deve observar as normas NBR 14.639/2001,NBR 60079, NBR 5410/2008 e NR 10 de Segurança em Instalações e serviços de eletricidade. O posto **não possui** para-raios instalados conforme exigido e regulamentado na norma NBR 5419/2005. Em algumas bombas e no filtro Diesel **não foram detectadas** unidades seladoras (ou estavam instaladas de forma incorreta) e, no lugar, observou-se conduites comuns (vide figura 13) não conformes, que significam elevado risco de centelha incêndio e explosão. A presença de

equipamentos elétricos em áreas classificadas é considerada uma das principais fontes de ignição causadoras de incêndios em consequência do centelhamento normal, da abertura e do fechamento de contatos e também da temperatura elevada atingida durante alguma operação rotineira ou em caso de falhas. **Outras questões de segurança com riscos de incêndios e explosão:** No posto **não há** pontos para descarga eletrostática (aterramento) dos caminhões a uma distância maior que 03 metros. Essa operação é feita na boca do tanque apresentando elevado **risco de explosão**. Finalmente, o posto não apresentou prontuário com testes hidrostáticos do compressor (vide figura 14) e, portanto, apresentando riscos de segurança para operação com chance de **explosão e acidentes de trabalho**. **Treinamento dos funcionários:** A empresa não tem funcionários capacitados para reagir em situações especiais. Os riscos de acidentes decorrentes de falha humana/operacional (incêndio, explosões e derramamentos), deverão ser controlados através da capacitação técnica e treinamento dos funcionários. A Resolução do CONAMA 273/00 no seu artigo 5º. – II faz exigências básicas que **não foram atendidas** pelo empreendimento ou apresentadas ao perito: a) Apresentar plano de manutenção de equipamentos e sistemas e procedimentos operacionais; b) Apresentar plano de resposta a incidentes; c) **Programa de Treinamento de Pessoal** em operação, manutenção e resposta a incidentes. Cursos importantes nessa linha são: “Prevenção e Combate a Sinstro – Formação de Brigada de Incêndio” e “Treinamento Básico em Segurança do Trabalho e Meio Ambiente”, além da “Operação e Manutenção de postos de combustíveis”.

Natal, 14/07/2009 Perito: Ângelo Roncalli Oliveira Guerra



MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
45ª PROMOTORIA DE JUSTIÇA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE

Nome do Posto:	Ciência da Recomendação
	Data: ____ / ____ / ____ Horário:
Responsável pelo posto:	Nome do Responsável pelo recebimento da presente Recomendação:
Número de Identificação do posto no MP:	Nome e assinatura do perito que acompanhou o teste de estanqueidade:

RECOMENDAÇÃO Nº \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**RECOMENDAÇÃO DO MINISTÉRIO PÚBLICO PARA  
INTERDIÇÃO IMEDIATA DE COMPARTIMENTO(S)  
E/OU ACESSÓRIO(S) NÃO ESTANQUE(S)  
DETECTADO(S) NO MOMENTO DO ACOMPANHAMENTO  
DO TESTE DE ESTANQUEIDADE/INTEGRIDADE DO  
SISTEMA DE ABASTECIMENTO SUBTERRÂNEO  
DE COMBUSTÍVEL (SASC) DO POSTO.**

**O MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE  
DO NORTE, pela 45ª Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente, vem  
perante Vossa Senhoria EXPOR e RECOMENDAR o que segue:**

CONSIDERANDO que durante o acompanhamento da realização dos Testes de Estanqueidade por Perito do Ministério Público, foi detectada a existência de vazamento no Sistema de Abastecimento Subterrâneo de Combustíveis (SASC) desse empreendimento, revelando que existe(m) compartimento(s) ou acessórios não estanques;

CONSIDERANDO que apesar do resultado apresentado, o laudo final do ensaio de estanqueidade não costuma ficar pronto no mesmo dia de sua realização;

CONSIDERANDO que os vazamentos e derivados de petróleo e outros combustíveis podem causar contaminação de corpos d'água subterrâneos e superficiais, do solo e do ar;

CONSIDERANDO que a Resolução CONAMA 273/2000 determina que a ocorrência de quaisquer acidentes ou vazamentos deverá ser comunicada imediatamente ao órgão ambiental competente e que os responsáveis pelo estabelecimento e pelos equipamentos e sistemas, independentemente da comunicação da ocorrência de



**MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE  
45ª PROMOTORIA DE JUSTIÇA DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE**

---

acidentes ou vazamentos, deverão adotar as medidas emergenciais requeridas pelo evento, no sentido de minimizar os riscos e os impactos às pessoas e ao meio ambiente.

CONSIDERANDO que a Constituição Federal, em seu art. 225 § 3º dita que “as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas e jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados”;

CONSIDERANDO que a Lei 6.938/81, em seu art. 14, determina que o não-cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção dos inconvenientes e danos causados pela degradação da qualidade ambiental sujeitará os transgressores a diversos tipos de penalidades;

Com fundamento no artigo 27, inciso IV da Lei Federal 8.625/93 e no artigo 69, inciso IV da Lei Complementar Estadual 141/96, o **MINISTÉRIO PÚBLICO** **RECOMENDA** A IMEDIATA INTERDIÇÃO DOS COMPARTIMENTOS E ACESSÓRIOS NÃO ESTANQUES DESSE EMPREENDIMENTO.

Adverte que a continuidade da utilização de linhas, tanques ou conexões não estanques fragiliza sobremaneira a demonstração de que esse estabelecimento pretende adequar a sua atividade aos preceitos ambientais traçados na Constituição Federal e na legislação ambiental que versa sobre a responsabilidade ambiental nas esferas administrativa, civil e penal.

**RECOMENDAÇÃO DO MINISTÉRIO PÚBLICO  
PARA PARALISAÇÃO DA REVENDA DE GÁS GNV EM  
RAZÃO DO TESTE DE ESTANQUEIDADE / INTEGRIDADE**

**GILKA DA MATA DIAS**

**45ª Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente**

A Sua Senhoria

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## **URGENTE**

### **RECOMENDAÇÃO** \_\_\_\_\_

Senhor Responsável

**O MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE**, pela 45ª Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente, no uso de suas atribuições institucionais, vem expor e recomendar o que segue:

CONSIDERANDO que o estabelecimento acima nominado foi considerado reprovado pelos peritos do Ministério Público no tocante à **ESTANQUEIDADE / INTEGRIDADE** de uma estação GNV, por não estar com as instalações em conformidade com o que prescreve a NBR 12236, que define critérios de projeto, montagem e operação de postos de gás combustível comprimido;

CONSIDERANDO que a Resolução CONAMA 273/2000, que estabelece diretrizes para o licenciamento ambiental de postos de combustíveis, determina em seu art. 1º, § 1º que todos os projetos de construção, modificação e ampliação dos empreendimentos da espécie deverão, obrigatoriamente, ser realizados,

segundo normas técnicas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e por diretrizes estabelecidas na referida Resolução ou pelo órgão ambiental competente;

CONSIDERANDO que os postos de combustíveis que revendem gás natural precisam seguir rigorosamente a mencionada **NBR 12236**, que define critérios de projeto, montagem e operação de postos de gás combustível comprimido e que a segurança do GNV depende da estrita observância das normas técnicas, inclusive durante o abastecimento;

CONSIDERANDO que a **Lei Federal 6.938/81**, que dispõe sobre a *Política Nacional do Meio Ambiente*, define **poluição** como sendo “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: prejudiquem a saúde, a **segurança** e o bem-estar da população” (art. 3º III);

CONSIDERANDO o reconhecimento na própria Resolução CONAMA 273/2000 de que toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configuram-se como empreendimentos potencialmente ou parcialmente poluidores e geradores de **acidentes ambientais**; com riscos de incêndio e explosões e que a ocorrência de vazamentos vem aumentando significativamente nos últimos anos em função da manutenção inadequada ou insuficiente, da obsolescência do sistema e equipamentos e da falta de treinamento de pessoal;

CONSIDERANDO ainda a constatação pela Resolução CONAMA 273/2000 da insuficiência e ineficácia de capacidade de resposta frente aos acidentes decorrentes de incêndios e explosões em postos de combustíveis;

CONSIDERANDO as considerações técnicas dos peritos de que a reprovação na estanqueidade/integridade de uma estação GNV pode ensejar, entre outros, os seguintes cenários acidentais: 1) **VAZAMENTO**, caracterizado pela liberação de gás natural para a atmosfera, evento inicial; 2) **JATO DE FOGO**, caracterizado como a formação de jato de gás, devido ao vazamento em linha pressurizada, com posterior ignição; 3) **INCÊNDIO EM NUVEM**, definido como a

combustão de uma massa de gás dispersa na atmosfera em determinadas condições ambientais, não gerando elevadas pressões, mas forte radiação térmica; 4) **EXPLOSÃO EM NUVEM**, que é a combustão rápida de uma massa de gás dispersa na atmosfera, podendo gerar elevadas pressões e forte radiação térmica;

CONSIDERANDO que, de acordo com as normas da ABNT, os cilindros deverão ser requalificados a cada cinco anos, segundo os critérios estipulados ou quando ocorrer danos que possam comprometer sua integridade;

CONSIDERANDO que a ausência de ESTANQUEIDADE / INTEGRIDADE pode gerar pressão elevada e o bico do *dispenser* pode arrebentar na hora do abastecimento e danificar a válvula e/ou redutor;

CONSIDERANDO que os riscos de não integridade devido a manipulação indevida de componentes, a exemplo de obstrução ou descalibração da válvula de alívio de pressão pode ocasionar acidentes;

CONSIDERANDO que a ausência de Estanqueidade/Integridade pode gerar o rompimento de tubulações/conexões devido ao surgimento de pressões acima desse limite de projeto e podem causar vazamentos no sistema, diminuindo a vida útil do equipamento e podendo correr o risco de provocar acidentes

CONSIDERANDO, por fim, que manter a ESTANQUEIDADE / INTEGRIDADE da Estação GNV de um posto significa garantir o zelo com: **a vida das pessoas; segurança e o bem estar público, dos colaboradores e das instalações; o meio ambiente; as leis e normas técnicas vigentes; a continuidade das operações; a proteção e a reputação do próprio posto;**

Com fundamento no artigo 27, inciso IV da Lei Federal 8.625/93 e no artigo 69, inciso IV da Lei Complementar Estadual 141/96, o MINISTÉRIO PÚBLICO RECOMENDA:

- 1) Que seja interrompida IMEDIATAMENTE a revenda de gás GNV e a utilização das tubulações correspondentes até que o posto apresente o resultado de novo TESTE DE ESTANQUEIDADE / INTEGRIDADE, realizado com acompanhamento dos peritos do Ministério Público
- 2) O não atendimento da presente recomendação implicará na adoção, por parte do Ministério Público das ações judiciais cabíveis, sem prejuízo de cobrança da multa diária firmada pelo descumprimento do Termo de Ajustamento de Conduta firmado com o Ministério Público.

Na expectativa da consideração da importância que a matéria requer, informa, desde já, que o Ministério solicitará fiscalização para averiguar o cumprimento da presente RECOMENDAÇÃO.

Natal, \_\_\_\_.

**GILKA DA MATA DIAS**

45ª Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente da cidade de Natal

**TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA**

TERMO DE COMPROMISSO DE AJUSTAMENTO QUE  
ENTRE SI CELEBRAM O MINISTÉRIO PÚBLICO DO  
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE E A EMPRESA

---

**TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA (TAC)  
PARA ADEQUAÇÃO AMBIENTAL DO POSTO**

Por este instrumento e na melhor forma de direito, de um lado o Ministério Pùblico do Estado do Rio Grande do Norte, representado pela 45<sup>a</sup> Promotora de Justiça de Defesa do Meio Ambiente da Comarca de Natal, Gilka da Mata Dias e de outro a empresa \_\_\_\_\_, CNPJ \_\_\_\_\_, localizada na \_\_\_\_\_, RN por seu representante \_\_\_\_\_, doravante designada, simplesmente, EMPRESA ou EMPREENDIMENTO ou POSTO, que após tomar conhecimento das investigações levadas a efeito nos autos do **Inquérito Civil** \_\_\_\_\_, que apura a regularidade ambiental de empreendimentos que utilizam sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis e que apura responsabilidade pela poluição de corpos d'água, do solo e do ar, decorrente de vazamentos dessas substâncias, resolvem firmar o presente TERMO DE AJUSTAMENTO DE CONDUTA de que trata a Lei Federal 7.347, de 24 de julho de 1985, com eficácia de título executivo extrajudicial, nos moldes do que dispõe o § 6º, do art. 5º da referida Lei e inciso II do art. 585 do Código de Processo Civil, nos seguintes termos:

**INTERVENIENTE:**

A Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB), na qualidade de órgão ambiental licenciador da atividade, entra como interveniente no presente termo para assumir obrigações relativas ao: controle dos compromissos assumidos pela empresa; cumprimento de prazos para priorizar e impor celeridade no licenciamento ambiental do

empreendimento e para estabelecimento de comunicação permanente com o Ministério Público, nos termos das obrigações constantes neste documento, adiante firmadas.

#### **FUNDAMENTOS LEGAIS:**

CONSIDERANDO que a Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, em seu art. 10, determina que a construção, instalação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento de órgão ambiental competente;

CONSIDERANDO que toda instalação e sistemas de armazenamento de derivados de petróleo e outros combustíveis, configuram-se como empreendimentos potencial ou parcialmente poluidores e geradores de acidentes ambientais e precisam ser licenciados de acordo com a Resolução 273/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e segundo normas técnicas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);

CONSIDERANDO que as normas NBR 13783, NBR 13785, NBR 13786, que estabelecem os princípios gerais para seleção dos equipamentos para o sistema subterrâneo de armazenamento de combustíveis líquidos destinados a postos de serviços, determinam que os postos localizados em cidades em que a água do subsolo é utilizada para abastecimento público da cidade, devem ser classificados como CLASSE 3 e os tanques de armazenamento de combustível devem ser jaquetados, conhecidos como TANQUES ECOLÓGICOS;

CONSIDERANDO que o POSTO não possui licença de operação válida;

A empresa assume as seguintes obrigações:

#### **I - OBRIGAÇÕES ASSUMIDAS PELA EMPRESA:**

#### **1. OBRIGAÇÕES BÁSICAS RELATIVAS AO LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

- 1.1.** Abster-se de realizar qualquer construção, modificação e ampliação do empreendimento sem a licença ambiental correspondente, sem o atendimento das normas técnicas expedidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), das diretrizes da Resolução 273/2000 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), com suas alterações e/ou atualizações, e das determinações do órgão ambiental licenciador, que é a Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Urbanismo (SEMURB);
- 1.2.** Abster-se de utilizar ou instalar equipamentos e sistemas que estejam em desconformidade com as normas exigidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT);
- 1.3.** Atender todas as condicionantes da licença ambiental e todas as orientações técnicas do órgão ambiental licenciador, SEMURB, no prazo concedido pelo mesmo;

#### **2. OBRIGAÇÕES RELATIVAS AOS COMPARTIMENTOS E ACESSÓRIOS NÃO ESTANQUES OU DESATIVADOS DO EMPREENDIMENTO**

- 2.1.** Abster-se de utilizar qualquer compartimento, acessório ou Estação GNV não estanque e/ou tanque / estação GNV com teste de estanqueidade/integridade vencido ou sem ter sido submetido a teste de estanqueidade e/ou tanque desativado relativo ao Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustíveis (SASC) do empreendimento. A periodicidade do teste de estanqueidade / integridade do SASC e da estação GNV deve ser anual.
- 2.2.** Apresentar o resultado de Teste de Detecção de Tanques antigos subterrâneos desativados, através do método eletromagnético ou método GEORADAR,

realizado através de Profissionais vinculados à UFRN/FUNPEC. Prazo: 90 dias.

- 2.3. Proceder a remoção e destinação de tanques subterrâneos inativos ou não jaquetados de acordo com a NBR 14.973 (Posto de serviço – Remoção e Destinação de Tanques Subterrâneos inativos ou desativados), na presença de profissional da UFRN/FUNPEC que esteja vinculado ao Projeto de Extensão do Departamento de Engenharia Mecânica – **“Adequação Ambiental de Postos Revendedores de Combustíveis”**, com comunicação a servidor do Grupo de Trabalho de Postos de Combustíveis da SEMURB . Prazo: 90 dias.
- 2.4. Abster-se de deixar no solo e/ou em áreas urbanas o tanque retirado da cava, providenciando a colocação do tanque desativado no caminhão, imediatamente após ter sido retirado da cava nos termos da NBR 14.973.

### **3. OBRIGAÇÕES RELATIVAS À REFORMA DO SISTEMA DE ARMAZENAMENTO SUBTERRÂNEO DE COMBUSTÍVEIS (SASC) E SUBSTITUIÇÃO DE TANQUES:**

- 3.1. Apresentar à SEMURB requerimento de Licença de Instalação (LI), contendo os documentos exigidos pelo referido órgão ambiental, conforme Termo de Referência expedido pela SEMURB, bem como **Relatório de Controle Ambiental (RCA)**. Prazo: 60 dias.
- 3.2. Apresentar à SEMURB **Plano de Manutenção de Equipamentos e Procedimentos Operacionais** em caso de vazamentos e derramamentos de combustíveis, **Plano de Emergência e Plano de Gerenciamento de Resíduos**. Todos relativos ao novo projeto. Prazo: 90 dias
- 3.3. Além da sistemática operacional definida no RCA, o empreendedor deverá realizar medidas mitigadoras e promover a implantação dos sistemas de proteção e controle, conforme NBR 13786, **através de empresa devidamente certificada, conforme Portaria 109 do IMETRO de 13.06.2005** em especial as descritas a seguir:

#### **3.3.1. Relativas à proteção contra vazamento:**

- 3.3.1.1. Instalar e manter operante as válvulas de retenção (check valve) na linha de sucção das bombas. Prazo: 150 dias;
- 3.3.1.2. Instalar tubulação e conexões em PEAD (Polietileno de Alta Densidade) para linhas enterradas. Prazo: 150 dias;
- 3.3.1.3. Instalar câmara de contenção (*sump*) sob as unidades abastecedoras, filtros de óleo diesel, nas bocas de descargas e câmaras de calçada (boca de visita) dos tanques (direta e a distância). Prazo: 150 dias.
- 3.3.1.4. Realizar a substituição do Sistema de Armazenamento Subterrâneo de Combustível (SASC), que deverá ser equipado com tanques **jaquetados ou ecológicos** (parede dupla com interstício) (cf. NBR 13785). Prazo: 150 dias.
- 3.3.1.5. Instalar e manter operante sistema de controle de estoque eletrônico dos tanques (medição volumétrica automática), bem como instalar e manter operante sistema de monitoramento eletrônico intersticial dos tanques, monitoramento das caixas de contenção (*sump*) das bombas, filtro de óleo diesel e câmaras de calçada (bocas de visita), por se tratar de empreendimento classe 3, de acordo com a classificação da NBR 13.786. Prazo: 150 dias.
- 3.3.1.6. Em caso de existência de troca de óleo lubrificante no novo projeto, instalar tanques de óleo usado ou contaminado (queimado) ecológicos, conforme norma NBR 15.072 da ABNT. Prazo: 150 dias.
- 3.3.1.7. Realizar os testes de estanqueidade de qualquer novo SASC e no sistema de GNV (NBR 12236) instalado, e apresentar o Laudo e o Relatório correspondentes à SEMURB com a respectiva Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) por empresa previamente cadastrada na SEMURB. O teste de estanqueidade deve ser acompanhado por profissional

vinculado ao Projeto de Extensão da UFRN/FUNPEC – Projeto de Extensão do Departamento de Engenharia Mecânica. Prazo: até 30 dias após a substituição e antes de iniciar a operação das novas instalações.

### **3.3.2. Obrigações relativas à proteção contra derramamento**

3.3.2.1. Instalar piso de concreto impermeabilizado conforme NBR 6118/2003; NBR 12190/92, NBR 7481 e NBR 12042, instruções do DER e DNIT e demais atualizações e normas pertinentes em todas as áreas: abastecimento, descarga (direta e a distância), troca de óleo e lavagem de veículos. Prazo: 180 dias.

3.3.2.2. Instalar e manter operante sistema de canaletas no entorno da pista de abastecimento, área de descarga (direta e a distância) e área da troca de óleo ligada à caixa SAO (Separadora de Água – Óleo), como também na área de lavagem de veículos com caixa SAO independente, contendo caixa de areia. Prazo 150 dias.

3.3.2.3. Instalar e manter operante sistema de canaletas ou bacias de contenção no entorno da área de compressão de GNV, de compressores de ar e geradores. Prazo 150 dias.

3.3.2.4. Instalar e manter operante válvulas de proteção *Breakaway* em todas as mangueiras dos bicos das bombas. Prazo: 150 dias.

3.3.2.5. Instalar e manter operante caixa (s) Separadora de Água e Óleo (SAO) em PEAD equipadas com placas coalescentes conforme apresentação de projeto (disponibilizando-o para fins de fiscalização). Prazo: 150 dias.

### **3.3.3. Obrigações relativas à proteção contra transbordamento:**

3.3.3.1. Instalar e manter operante descarga tipo selada em todos os bocais dos tanques. Prazo: 150 dias.

3.3.3.2. Instalar câmara de contenção (*spill container*) nos bocais de descarga dos tanques. Prazo: 150 dias.

3.3.3.3. Instalar válvulas anti-transbordamento nas tubulações de descarga dos tanques. Prazo: 150 dias.

### **3.3.4. Obrigações relativas à emissão de vapores na atmosfera**

3.3.4.1. Instalar e manter operante sistema de descarga selada nos bocais de abastecimento dos tanques, objetivando minimizar que os vapores gerados no momento da descarga escapem para a atmosfera. Prazo: 150 dias.

3.3.4.2. Instalar e manter operante válvulas de contenção de vapores nos respiros dos tanques de combustíveis. Prazo: 150 dias.

### **3.3.5. Obrigações relativas à redução de riscos de acidentes:**

3.3.5.1. Adequar os equipamentos elétricos instalados/ligados na área de abastecimento e demais áreas classificadas, conforme as normas (NBR 14.639, 12.236 e 5598). Prazo: 150 dias.

3.3.5.2. Instalar estruturas de concreto (proteção contra abaloamento) nos respiros com altura e espessura adequadas, conforme norma pertinente. Prazo: 90 dias.

3.3.5.3. Apresentar comprovante de capacitação técnica e treinamento dos funcionários do empreendimento para operação, manutenção e resposta a incidentes, de acordo com a norma NBR 14276. Sempre possuir pelo menos 01 funcionário capacitado por turno. Prazo: 90 dias.

3.3.5.4. Instalar eletrodutos à prova de explosão em todas as áreas classificadas, de acordo com a NBR 5598. Prazo: 150 dias

3.3.5.5. Instalar e manter operante as unidades seladoras nas bombas e promover o aterramento adequado das mesmas. Prazo: 150 dias.

3.3.5.6. Instalar sistema de aterramento apropriado (incluindo haste) para descarga da Energia Eletrostática dos caminhões transportadores (NR10 do MTE), fixado no mínimo a 3m de distância dos bocais de descarga dos tanques. Prazo: 150 dias.

3.3.5.7. Instalar Sistema de Proteção para Descargas Atmosféricas (SPDA) com pára-raios, conforme norma NBR-5419 da ABNT. Prazo: 90 dias

3.3.5.8. Apresentar “Habite-se do Corpo de Bombeiros” atualizado. Prazo: 150 dias.

3.3.5.9. Apresentar Estudo de Análise de Risco específico para as instalações de GNV, conforme Termo de Referência da SEMURB. Prazo: 90 dias.

### **3.3.6. Obrigações relativas ao controle de lançamento de efluentes líquidos e à eficiência da caixa Separadora de Água e Óleo (SAO)**

3.3.6.1. Implantar e executar projeto do sistema do SAO compatível com o volume de efluente gerado. Prazo: 150 dias

3.3.6.2. Executar o Plano de Manutenção do SAO. Prazo: 150 dias.

3.3.6.3. Realizar o lançamento de efluentes líquidos em corpos receptores de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005 e realizar análises físico-químicas trimestrais (conforme termo de referência da SEMURB), disponibilizando-as para fins de fiscalização. Prazo: 150 dias.

3.3.6.4. Coletar e acondicionar o efluente correspondente à fração oleosa gerada nas caixas separadoras de água e óleo em tambores de 200 litros, em área coberta com bacia de contenção, armazenados em local próprio para serem recolhidos por empresas licenciadas ambientalmente. Prazo: 150 dias.

### **3.3.7. Obrigações relativas à disposição dos resíduos sólidos**

3.3.7.1. Acondicionar os resíduos de natureza industrial, ou seja, os “Resíduos Classe-1” ou “Resíduos Perigosos” (NBR 10.004) — embalagens de produtos químicos vazias, estopas contaminadas e resíduo das caixas separadoras de água e óleo em vasilhames (Tambores) específicos e armazenados em local próprio para serem recolhidos por empresa que possua licença ambiental. Prazo: 90 dias.

3.3.7.2. Manter os comprovantes da destinação dos resíduos classe 1, cumprindo o disposto nas normas ambientais e técnicas vigentes, para efeitos de fiscalização. Prazo: 90 dias para início da obrigação

3.3.7.3. Implementar Plano de Gerenciamento de Resíduos, conforme Termo de Referência emitido pela SEMURB. Prazo: 90 dias

3.4. Manter no local e conservar a placa (selo TAG) identificador do tanque, fixada pelos peritos do Ministério Público por ocasião da realização anual do Teste de Estanqueidade;

3.5. Abster-se de utilizar tanques inativos ou recuperados e sem a placa (selo TAG) de identificação e controle do Ministério Público e/ou da SEMURB;

3.6. Apresentar à SEMURB Plano de Remoção/Desativação de tanques, conforme Termo de Referência da SEMURB. Prazo: 60 dias;

3.7. Proceder a remoção dos tanques desativados na presença de servidor da SEMURB ou de profissional vinculado ao Projeto de Extensão da UFRN/FUNPEC – Projeto de Extensão do Departamento de Engenharia Mecânica. Prazo: 90 dias

#### 4. OBRIGAÇÕES RELATIVAS À INVESTIGAÇÃO DE PASSIVO AMBIENTAL

- 4.1. Apresentar relatório conclusivo correspondente à **investigação Preliminar de Passivo Ambiental** na área do empreendimento de acordo com Termo de Referência emitido pela SEMURB, realizado por empresa cadastrada na SEMURB, com o acompanhamento de profissional da UFRN/FUNPEC que esteja vinculado ao Projeto de Extensão do Departamento de Engenharia Mecânica – “**Adequação Ambiental de Postos Revendedores de Combustíveis**” e com comunicação aos servidores da SEMURB vinculados ao GT/Postos de Combustíveis. Prazo: 90 dias. As coletas deverão ser realizadas com o acompanhamento de profissionais vinculados ao referido Projeto e as análises deverão ser realizadas pelo Laboratório da UFRN, também vinculado ao referido Projeto de Extensão. A investigação deve ser realizada também na cava dos tanques removidos. Nesse caso, o prazo para a apresentação do relatório é de 30 dias da remoção do tanque.
- 4.2. No caso da existência de passivo ambiental, apontada no relatório de Investigação Preliminar de Passivo Ambiental ou no resultado do Teste de GPR ou georadar apresentar Relatório relativo à **Investigação Confirmatória de Passivo com base em laudos de laboratórios certificados ou acreditados por organismos oficiais competentes** para definir os limites da pluma de contaminação, determinar as concentrações dos contaminantes e caracterizar o meio físico da área sob investigação, conforme Termo de Referência emitido pela SEMURB. Prazo: 150 dias.
- 4.3. No caso da Investigação Confirmatória de Passivo Ambiental, apresentar Relatório de **Avaliação de Risco**, com vistas a identificar, quantificar e determinar os riscos à saúde humana, ao meio ambiente e a outros bens a proteger, observando se o nível de risco está acima do aceitável, tomando como base a metodologia descrita na norma ASTM 204-01 Guide for Risk Based Corrective Action at Chemical Release Sites (RBRA), desenvolvida pela

American Society for Testing and Materials (ASTM) para áreas com problemas de contaminação por hidrocarbonetos derivados de petróleo (HDP), conforme Termo de Referência emitido pela SEMURB. Prazo: 180 dias.

#### 5. OBRIGAÇÕES RELATIVAS AO PLANO DE REMEDIAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA

- 5.1. No caso do resultado da Avaliação de risco indicar existência de risco para a saúde humana e para o meio ambiente, apresentar à SEMURB um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD), conforme Termo de Referência emitido pela SEMURB. Prazo: 60 dias, com a adoção das medidas urgentes determinadas pela SEMURB, nos prazos designados pela SEMURB.
- 5.2. Implementar um **Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD)** de acordo com o Termo de Referência elaborado e aprovado pela SEMURB. Prazo: 30 (trinta) dias para iniciar, a contar do resultado da Avaliação de Risco.

***Observação:** apesar de constar esta cláusula em vários TACs celebrados com o Ministério Público, a prática demonstrou que se torna necessária a realização de um TAC aditivo, mais específico e detalhado, para estabelecimento dos prazos e das outras diligências relativas à implementação do PRAD. Dessa forma, o Ministério Público tem solicitado um parecer do Perito da FUNPEC/UFRN sobre o PRAD apresentado pelo empreendedor (que aprova ou recomenda adequações e aprimoramentos) e, após, chama o empreendedor para firmar outro TAC específico contendo obrigações específicas para recuperação da área degradada.*

#### 6. OBRIGAÇÕES RELATIVAS À REVENDA DE GÁS NATURAL (GNV)

- 6.1. Realizar e apresentar anualmente resultado do Teste de Estanqueidade / integridade relativo às instalações de gás natural de acordo com a NBR 12236/2004. Prazo: até 30 (trinta) dias após a instalação e antes de iniciar a operação.

- 6.2. Operar de acordo com a NBR 12236, que fixa condições exigíveis para projeto, construção, montagem e operação de postos de abastecimento de GNV.

## 7- OBRIGAÇÕES RELATIVAS AO MONITORAMENTO, À EDUCAÇÃO E PROPAGAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE DA ATIVIDADE ECONÔMICA DESENVOLVIDA

*Esta obrigação é variável e está atrelada à divulgação da campanha para divulgação do SELO VERDE e para a educação do consumidor*

## 8- OBRIGAÇÕES RELATIVAS À VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE DAS NOVAS INSTALAÇÕES

- 8.1. Apresentar laudo de conformidade das novas instalações às normas técnicas e exigências legais expedido por profissional vinculado ao Projeto de Extensão da UFRN/FUNPEC – Projeto de Extensão do Departamento de Engenharia Mecânica – Adequação Ambiental de Postos Revendedores de Combustíveis. Prazo: 150 dias
- 8.2. Realizar todas as adequações que estiverem fora das normas técnicas e ambientais, conforme detectado no Relatório Técnico que acompanha o Atestado de não conformidade. Prazo: 180 dias.

## II- OBRIGAÇÕES ASSUMIDAS PELA SEMURB:

1. Designar grupo de trabalho específico para a análise dos documentos relativos ao licenciamento ambiental do EMPREENDIMENTO, de modo a dar celeridade a todo o procedimento correspondente, bem como a controlar e fiscalizar as obrigações assumidas pela empresa. Prazo: 30 dias
2. Apreciar o pedido de licença ambiental requerido pelo EMPREENDIMENTO no prazo de 30 dias.

3. No caso de existência de documentos ou providências pendentes pelo EMPREENDEDOR, conceder o prazo adicional de 30 dias para a apresentação das pendências e apreciar os documentos novos, no prazo de 10 dias.

4. Adotar o procedimento legal para aplicação das sanções administrativas correspondentes, em caso de descumprimento por parte da empresa das cláusulas do presente Termo de Ajustamento de Conduta que em tese possam configurar infrações administrativas;
5. Disponibilizar os Termos de Referência (TR) solicitados pelo empreendedor até 15 dias após o requerimento.
6. Destinar servidor para acompanhamento das obrigações assumidas pelo empreendedor relativas à investigação de passivo ambiental;
7. Apor placa de identificação (selo TAG) em cada novo tanque instalado no empreendimento e nos tanques submetidos a novos testes de estanqueidade.

## CONTROLE DAS OBRIGAÇÕES ASSUMIDAS

1. A empresa deverá encaminhar à 45ª Promotoria de Justiça de Defesa do Meio Ambiente da Comarca de Natal e a SEMURB relatório semestral sucinto prestando contas do cumprimento de cada compromisso assumido no presente acordo;
2. A EMPRESA deverá informar imediatamente à 45ª Promotoria de Defesa do Meio Ambiente e à SEMURB sobre todo e qualquer novo evento que venha a ocorrer em decorrência de suas atividades ajustadas no presente termo que possa causar situações de perigo, poluição ou degradação ambiental;
3. No caso de descumprimento dos compromissos e prazos pactuados neste termo de ajustamento, pelos subscritores deste, fica desde já fixada a multa diária combinatória de R\$ 5.000,00 (cinco mil reais), independentemente das obrigações de fazer ou não fazer o que foi pactuado;
4. O não-pagamento da multa implica em sua cobrança pelo Ministério Público ou pela Fazenda Pública, com correção monetária e juros legais sobre o montante devido;

5. O montante arrecadado será depositado nos termos do parágrafo único, art. 13 da Lei 7.347/85
6. A empresa compromete-se a cumprir toda a legislação ambiental e todos os procedimentos normativos relativos aos serviços que tratam o presente termo de ajustamento;
7. A empresa obriga-se a suportar os custos dos trabalhos técnicos que, porventura, tiverem que ser realizados pelo Ministério Público, e pela SEMURB no que diz respeito ao objeto do presente ajuste, para conferir dados sonegados ao órgão ambiental ou ao público em geral, bem como para atender diligência requisitada à EMPRESA pelo órgão ambiental, para realizar diligência decorrente de obrigação não cumprida ou não realizada no tempo concedido;
8. Sendo necessário, as cláusulas deste ajuste poderão ser aditadas para adequação às situações não previstas neste acordo.
9. Este compromisso produzirá efeitos legais a partir de sua celebração e terá eficácia de título executivo extrajudicial, na forma dos arts. 5º, § 6.º, da Lei 7.347/85 e 585, VII, do Código de Processo Civil.
10. E, por estarem de acordo, firmam o presente termo.

Natal, \_\_\_\_\_.

---

*Responsável pelo posto*

---

**Secretário da SEMURB**

**GILKA DA MATA DIAS**  
Ministério Público  
45º PJDMA

Testemunhas:

