



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
LICENCIATURA EM QUÍMICA

LILIAN MARIA GOMES DA CUNHA

**MONITORAMENTO GEOQUÍMICO E AMBIENTAL DE SOLOS NA ÁREA DE
PROTEÇÃO AMBIENTAL SANTA CRUZ, PERNAMBUCO – BRASIL**

Recife

2019

**MONITORAMENTO GEOQUÍMICO E AMBIENTAL DE SOLOS NA ÁREA
DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SANTA CRUZ, PERNAMBUCO – BRASIL**

Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de
Licenciatura Plena em Química da
Universidade Federal Rural de
Pernambuco como requisito
necessário à obtenção do grau de
licenciada em Química.

**Orientador: Profº Dr. Alex Souza
Moraes**

**Coorientador: Profº Dr. Jandyson
Machado Santos**

Recife

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

L728m. Cunha, Lilian Maria Gomes da
Monitoramento geoquímico e ambiental de solos na área de proteção ambiental Santa Cruz, Pernambuco -
Brasil/

Lilian Maria Gomes da Cunha. - 2019.
54 f. : il.

Orientador: Alex Souza Moraes.
Coorientador: Jandyson Machado Santos.
Inclui referências, apêndice(s) e anexo(s).

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Licenciatura em Química, Recife, 2021.

1. Monitoramento ambiental. 2. metais pesados. 3. gestão ambiental. I. Moraes, Alex Souza, orient. II.
Santos, Jandyson Machado, coorient. III. Título

CDD 540

CUNHA, Lilian Maria Gomes da.

**MONITORAMENTO GEOQUÍMICO E AMBIENTAL DE SOLOS NA ÁREA
DE PROTEÇÃO AMBIENTAL SANTA CRUZ, PERNAMBUCO – BRASIL**

Monografia apresentada à
Coordenação do Curso de
Licenciatura Plena em Química da
Universidade Federal Rural de
Pernambuco como requisito
necessário à obtenção do grau de
Licenciada em Química.

Profº Dr. Alex Souza Moraes
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Orientador

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Fernanda Wanderley Corrêa de Araújo
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Examinador Interno

Profº Dr. Otávio Pereira dos Santos Júnior
Instituto Federal de Pernambuco - IFPE
Examinador Externo

Dedico este trabalho a Jesus, a minha mãe e meu pai que, com muito amor e apoio, dedicaram toda a sua vida a mim. Não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela sua graça e bondade imensuráveis que, ao longo de minha jornada, me deram forças e suporte emocional para conciliar esse curso paralelo a tantos problemas que precisei enfrentar até aqui. Pela inteligência que me foi dada para que, através de meus próprios méritos, com muito esforço e dedicação, pudesse chegar a concluir mais essa etapa a minha vida.

A minha mãe e meu pai, Maria e Antônio, e a minha segunda mãe e amiga, Josinalva, por terem estado comigo em toda minha trajetória. Pela paciência, por todo amor dedicado e por sempre acreditarem em mim. Agradeço pelo apoio, pelas correções e por me ajudarem a sempre seguir em frente apesar das dificuldades.

A todos os amigos e colegas de curso, por todo incentivo e apoio prestado.

Ao meu orientador, professor Alex, que aceitou ao meu pedido para ser sua orientanda. Agradeço pela paciência que teve comigo, pela disponibilidade e prontidão em me ajudar.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação, em especial a dois professores que me deram a oportunidade e o privilégio de atuar em duas iniciações científicas sob a orientação deles, Prof^o Dr. Helcio José Batista e Prof^a Dra. Maria José de Filgueiras Gomes, pela orientação e ensinamentos que, com toda certeza, contribuíram muito com o meu crescimento acadêmico.

Agradeço aos alunos e funcionários, tanto do laboratório LAQTEO (Laboratório de Química Teórica) quanto dos do CENAPESQ (Centro de Apoio à Pesquisa) da UFRPE, por terem me recebido de braços abertos, acolhido me tirando dúvidas. Ajudaram-me muito enquanto aluna PIBIC.

Por fim, a todos que contribuíram de alguma forma na minha vida para eu chegar até aqui.

“Tentar e falhar é pelo menos aprender.
Não chegar a tentar é sofrer a inestimável
perda do que poderia ter sido”. (Geraldo
Eustáquio de Souza)

RESUMO

A importância da APA (Área de Proteção Ambiental) de Santa Cruz está atribuída a sua biodiversidade e produtividade primária e secundária, representando uma unidade ecológica de grande significado ambiental e socioeconômico para o estado de Pernambuco. O Complexo Estuarino do Canal de Santa Cruz é reconhecidamente um ecossistema bastante vulnerável à poluição e contaminação provocadas pelo uso e ocupação inadequados do solo. A análise de metais pesados em solos (Arsênio, Cádmio, Cromo, Cobre, Níquel, Chumbo e Zinco) foi utilizada para a confecção de gráficos de situação do passivo ambiental em que a APA de Santa Cruz se encontra. Os resultados foram comparados com os Valores Orientadores das concentrações de metais em solo ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ de peso seco) da resolução 420/2009 do CONAMA como modelo norteador para os valores de referência de qualidade de solos contaminados. Assim, observou-se que para os elementos arsênio e cádmio houve ocorrência de valores acima dos permitidos, sugerindo que existe impacto ambiental registrado na APA de Santa Cruz provavelmente resultante de atividades agrícolas e de expansão urbana local. Pode-se concluir que existe a necessidade de aumento do monitoramento ambiental tanto na quantidade de amostras de solo quanto nos parâmetros ambientais, pois a evidência de perturbações ambientais em áreas de interesse estratégico como, por exemplo, as APA's, foram resultantes de pesquisas acadêmicas que estão em sintonia com as necessidades dos órgãos de gestão pública.

Palavras-chave: Monitoramento ambiental, metais pesados, gestão ambiental.

ABSTRACT

The importance of the Santa Cruz Environmental Protection Area is attributed to its biodiversity and primary and secondary productivity, representing an ecological unit of great environmental and socioeconomic significance for the state of Pernambuco. The Santa Cruz Canal Estuarine Complex is recognized as an ecosystem quite vulnerable to pollution and contamination caused by improper land use and occupation. The analysis of heavy metals in soils (Arsenic, Cadmium, Chromium, Copper, Nickel, Lead and Zinc) was used to make situation graphs of the environmental liabilities in which the Santa Cruz APA is located. The results were compared with CONAMA resolution 420/2009 as a guiding model for the reference values of contaminated soil quality. Thus, it was observed that for the arsenic and cadmium elements there were values above the allowed values, suggesting that there is an environmental impact registered in the Santa Cruz EPA probably resulting from agricultural activities and local urban expansion. It can be concluded that there is a need for increased environmental monitoring in both soil sample quantity and environmental parameters, as evidence of environmental disturbances in areas of strategic interest such as APAs has been the result of research. that are in line with the needs of public management.

Keywords: Environmental monitoring, heavy metals, environmental management.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Elementos encontrados em atividades situadas em áreas urbanas.....	23
Tabela 2. Área ocupada por Biomas e Sistema Costeiro-Marinho segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação	26
Tabela 3. (Laboratório CPRM – LAMIN).....	32
Tabela 4. Concentrações detectadas dos metais nas amostras de solo da APA de Santa Cruz em comparação aos Valores Orientadores para solos da Resolução Conama 420 nº 429 de 2009	34
Tabela 5. Valores detectados das concentrações dos metais nas amostras de solo	34

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Hierarquias ecológicas e o lugar da ecologia de paisagem e do sistema humano total	17
Figura 2. Mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil	21
Figura 3. Gráfico da área ocupada por biomas em relação à área territorial do Brasil ..	22
Figura 4. Lista das UCS USO SUSTENTÁVEL ATUALIZADAS APAS	28
Figura 5. Canal de Santa Cruz	29
Figura 6. Remanescentes de Mata Atlântica nos municípios que compõem a APA de Santa Cruz	30
Figura 7. Áreas do Zoneamento Ambiental	32
Figura 8. Fluxograma do plano de monitoramento químico e ambiental da APA de Santa Cruz	33

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relação entre os valores das concentrações detectadas dos metais de estudo e os Valores de prevenção determinados pela Resolução Conama 420 n° 429 de 2009....	35
Gráfico 2. Relação entre os valores das concentrações detectadas dos metais de estudo e as máximas concentrações permitidas para áreas agrícolas determinadas pela Resolução Conama 420 n° 429 de 2009	35
Gráfico 4. Relação entre os valores das concentrações detectadas dos metais de estudo e as máximas concentrações permitidas para áreas residenciais determinadas pela Resolução Conama 420 n° 429 de 2009	36
Gráfico 4. Relação entre os valores das concentrações detectadas dos metais de estudo e as máximas concentrações permitidas para áreas industriais determinadas pela Resolução Conama 420 n° 429 de 2009	36

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	13
1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
1.1. Ecossistemas	17
1.2. Biomas	19
1.3. Impactos positivos e negativos dos seres vivos ao meio ambiente	25
1.4. Contaminação do solo pelos metais: As, Cd, Cu, Ni, Pb e Zn	26
1.5. Área de Proteção Ambiental (APA)	27
1.5.1. APA de Santa Cruz.....	29
1.5.2. Plano de manejo da APA	31
2. METODOLOGIA.....	32
2.1. Procedimento experimental	33
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	38
APÊNDICE	43
APÊNDICE I – Lista de Valores Orientadores para solos	44
ANEXO	45
ANEXO I – Lista das UCS SUSTENTÁVEL ATUALIZADAS APAS	45
ANEXO II - Mapas	45
ANEXO III - Textos complementar I.....	46
ANEXO IV - Textos complementar II	47
ANEXO V - Textos complementar III	49
ANEXO VI - Textos complementar IV	51
ANEXO VII - Textos complementar V.....	54

INTRODUÇÃO

A espécie humana é responsável por uma série de impactos ambientais, que podem ser negativos ou positivos ao meio ambiente em que vivemos. Os homens sempre se beneficiaram dos ecossistemas: terrestres e aquáticos, visando, a partir deles, o consumo dos recursos naturais acarretando, dessa forma, na produção excessiva de resíduos; resultando na destruição de habitats, poluição e escassez de substâncias essenciais para a vida — como a água (DINÂMICA AMBIENTAL, 2014).

Dentre os recursos naturais explorados pelo homem, o solo é um dos que possuem maior destaque. Ele é um recurso natural que funciona como alicerce da vida terrestre. Primavesi (2006) relata que o homem apenas terá saúde se os alimentos possuírem energia vital. Os alimentos somente possuem energia vital se as plantas forem saudáveis. E as plantas somente serão saudáveis se o solo for saudável. Tendo em vista a importância do solo para manutenção da vida humana, é evidente o quanto se faz necessário o seu controle e preservação.

Dentre as propriedades físicas e químicas dos solos que necessitam de atenção estão a: textura, teor de matéria orgânica, pH, em razão da sua influência na biodisponibilidade dos contaminantes e, conseqüentemente, na sua toxicidade, o que faz com que sua análise seja indispensável nos estudos ecotoxicológicos (Natal Da Luz et al., 2008; Nunes e Espíndola, 2012). Além dessas propriedades, os solos naturais geralmente apresentam misturas complexas de contaminantes, fazendo com que as previsões sobre toxicidade sejam menos precisas (Souza et al., 2008). No intuito de eliminar essas interferências, é comum o uso de solos artificiais, onde são adicionados contaminantes (ALVES e RIETZLER, 2015).

Uma vez que o solo é multifuncional, por ser importante para uma porção de atividades humanas, isso acaba tornando-o mais vulnerável aos danos e à exaustão. O fato de o solo ter capacidade: tamponante, filtrante e de absorção de contaminantes; significa que os danos, muitas vezes, não são detectáveis até que estes já estejam num estado bastante avançado (RIBEIRO, 2013).

Durante muito tempo no Brasil, não havia definição nos níveis de referência de metais pesados em nível nacional, para avaliação da contaminação do solo. Em 2001, a CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo) publicou a primeira lista de

valores orientadores para Solos e Águas Subterrâneas para o Estado de São Paulo, contemplando 37 substâncias e o Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas no Estado de São Paulo. Já em dezembro de 2005, foi publicada a revisão e ampliação dos valores orientadores para 84 substâncias, em que foram definidos três valores orientadores para solo e água subterrânea: valor de referência de Qualidade (VRQ), Valor de Prevenção (VP) e Valor de Intervenção (VI) (CETESB, 2001).

Essa lista de substâncias foi aumentando com o tempo até que, em 28 de dezembro de 2009, foi publicada a Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 420, que rege, para todo o Brasil, os 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 (BRASIL, 2009).

Ao se tratar do procedimento, tendo em vista uma área contaminada, a área será classificada como Área Contaminada sob Investigação quando for constatada a presença de contaminantes no solo ou na água subterrânea em concentrações acima dos Valores de Intervenção (VI), indicando a necessidade de ações para resguardar os receptores de risco, devendo seguir os procedimentos de gerenciamento de áreas contaminadas (BRASIL, 2013).

A criação das APAs – Áreas de Proteção Ambiental surgiram no intuito de proteger e conservar os atributos bióticos (fauna e flora), estéticos ou culturais ali existentes, importantes para a qualidade de vida da população local e para a proteção dos ecossistemas regionais (OECD, 2015). A APA estudada no presente trabalho é a de Santa Cruz, que está localizada no litoral Norte de Pernambuco, e é uma área extensa que engloba três municípios – Itamaracá, Itapissuma e parte de Goiana. Totaliza 38.692 hectares (ha), sendo 24.943ha de área continental e 13.749ha de área marítima. Dentro da APA de Santa Cruz, há ambientes muito diversos, como floresta atlântica, manguezais, praias e restingas, além de ocupação humana, com seus costumes, tradições, patrimônio histórico e cultural e atividades econômicas (CPRH, 2019).

Grandes partes dos moradores locais da APA de Santa Cruz não sabem que moram dentro de uma APA, isso ocorre porque muito antes da APA ser criada, já aconteciam

atividades lá: moradias, comércios, pesca, atividades agropecuárias, indústrias e turismo. A decisão de se criar a APA de Santa Cruz foi tomada devido aos impactos que a ação humana estava gerando sobre o ambiente; teve como objetivo compatibilizar o uso de parcela de seus recursos naturais, estimulando no local à economia, a valorização das pessoas e dos costumes, a proteção da biodiversidade e dos recursos naturais, ao que podemos dar o nome de desenvolvimento sustentável. (COUTINHO, et. al., 2018)

Assim, o monitoramento geoquímico dos solos das áreas do entorno da APA de Santa Cruz tem grande importância na sua preservação, demandando métodos padronizados e reprodutíveis para sua efetiva condução (ALVES e RIETZLER, 2015).

Uma das questões abordadas no monitoramento ambiental está na origem dos metais encontrados na região estudada, ou seja, quais práticas ou atividades humanas estejam corroborando para que esteja sendo encontrada a presença em quantidades anômalas desses elementos nesse solo. Práticas como pesca e agricultura são processos que os moradores locais executam diariamente se tornam dois pontos mais importantes a ser tratado com mais detalhamento no ramo científico e social. Tendo em vista essas questões, esta pesquisa tem como principal objetivo trazer informações sobre o grau de poluição e contaminação na APA – Área de Proteção Ambiental de Santa Cruz, quanto a presença, em especial, dos metais: As, Cd, Cu, Ni, Pb e Zn, com intuito de tornar possível a aplicação de técnicas sustentáveis para minimizar os danos ambientais e nortear a gestão pública com um plano de gestão ambiental a ser aplicado na área (CHAMBERS, 2016).

Objetivo Geral

- Analisar os resultados das análises de determinação dos teores de metais dos solos da APA de Santa Cruz em comparação com os Valores Orientadores para Solos da Resolução CONAMA 420 nº 429 de 2009.

Objetivos Específicos

- Investigar os teores e as possíveis fontes dos metais contaminantes: As, Cd, Cu, Ni, Pb e Zn, em solos do entorno da região da APA de Santa Cruz.

- Sinalizar aos órgãos de gestão pública sobre a necessidade de se por em prática um Plano de Gerenciamento ambiental na área, dada a análise dos resultados obtidos.

1. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

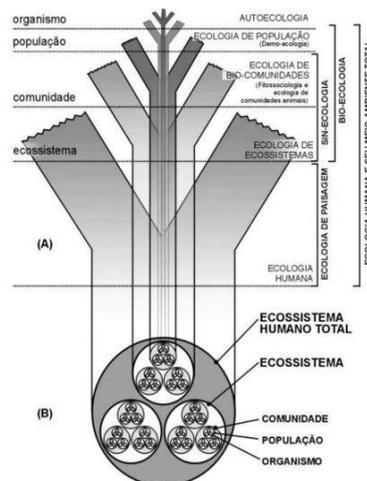
1.1. ECOSSISTEMA

Um ecossistema é uma área geográfica onde plantas, animais e outros organismos, bem como o clima e paisagem trabalham juntos para formar uma “bolha de vida”. Os ecossistemas são compostos de fatores bióticos (ou biocenose), que são todos os seres vivos, e também de fatores abióticos, ou seja, a água, o solo, o clima, etc. (RUTLEDGE et al., 2011).

Todos os ecossistemas do planeta fazem parte de um enorme ecossistema maior chamado: ecosfera. Deste gigantesco ecossistema fazem parte todos os seres vivos que, no seu conjunto, constituem a biosfera e a zona superficial da Terra que eles habitam e que representa o seu biótopo (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2015)

De acordo com Menegat e Almeida, a ecosfera é a maior esfera da paisagem global e constitui-se no sistema concreto do Ecossistema Humano Total (THE – Total Human Ecosystem). O “THE”, por sua vez, é um dos conceitos fundacionais da Ecologia de Paisagem e que a tornam uma disciplina de alto poder integrativo. Ele possibilita o mais alto nível de integração ecológica entre a ecosfera e a inserção humana no espaço-tempo da paisagem global (MENEGAT e ALMEIDA, 2004). Observar **Figura 1**:

Figura 1. Hierarquias ecológicas e o lugar da ecologia de paisagem e do sistema humano total.



Disponível em: <https://bit.ly/35tQtHz>

Os ecossistemas são caracterizados pelas espécies que ali vivem:

- Espécies de produtores ou autótrofos/ primários (plantas)
 - Produzem seu próprio alimento
- Consumidores ou heterótrofos (animais e humanos)
 - Não produzem seu próprio alimento
- Decompositores (bactérias e fungos)

Os ecossistemas são autônomos e variáveis quanto ao tamanho. Podem vir a ser desde uma grande floresta que, segundo alguns autores, seria um exemplo de macroecossistemas, a um pequeno lago, um exemplo de mesoecossistema. São caracterizados por seu ciclo fechado, ou seja, pelo intercâmbio cíclico de matéria e de energia, pela presença e perfeita interação das comunidades existentes entre si e com o ambiente físico. Nesses ambientes específicos é que ocorrem os processos de distribuição, consumo e decomposição da matéria viva. Como existem outros ecossistemas que interagem com ele, por vezes se torna difícil definir, com precisão, onde começa e onde termina um ecossistema. São bastante frágeis e facilmente perturbáveis ou destrutíveis, quando uma espécie é extinta, ou fatores abióticos são vítimas de poluição (PORTAL SÃO FRANCISCO, 2015).

Os ecossistemas podem ser classificados como: aquáticos ou terrestres. Os ecossistemas terrestres são definidos como porções de terra habitada por um conjunto de seres vivos que interagem com as características ambientais próprias da região (MAGALHÃES, 2017). Segundo Magalhães, quanto aos principais tipos de ecossistemas terrestres existem:

Florestas: as florestas são ambientes com grande quantidade de árvores, nos quais as copas se cruzam e formam um "teto" verde. As florestas tropicais são os ecossistemas terrestres mais ricos em biodiversidade do planeta. Por isso, elas representam ecossistemas altamente complexos devido às inúmeras relações ecológicas existentes. No Brasil, destacam-se a Floresta Amazônica e a Mata Atlântica.

Desertos: possuem clima seco e grandes amplitudes térmicas diurnas: vegetação pouco desenvolvida e pouco variada, compostas por gramíneas e arbustos, distribuídos de forma espaçada. Os animais desse ecossistema são capazes de suportar estas condições adversas, em sua fauna encontram-se répteis, insetos e alguns roedores.

Pradarias e savanas: são ecossistemas que existem em planícies e são cobertos por vegetação herbácea. As savanas são pradarias características de regiões tropicais, com algumas árvores espalhadas e locais de pastagem para muitos herbívoros. As plantas mais altas podem atingir até 2 metros de altura. Sua fauna é composta por aves, mamíferos, répteis e insetos. Um exemplo de pradaria no Brasil é o Pampa, que fica no Sul do país.

Um conjunto de ecossistemas, por sua vez, constitui um bioma. Os sete biomas mundiais são: Tundra, Taiga, Floresta Temperada, Floresta Tropical, Savanas, Pradaria e Deserto. No Brasil existem 6 biomas: Amazônia, Cerrado, Caatinga, Mata Atlântica, Pantanal e Pampa. O termo bioma não é aplicado para ecossistemas aquáticos (MAGALHÃES, 2017).

Para Souza, os ecossistemas aquáticos são aqueles que apresentam por biótopo algum corpo de água como, por exemplo, mares, rios, oceanos, lagos, pântanos, etc. Os tipos de ecossistemas mais conhecidos são: os ecossistemas de água doce e de água marinha (SOUZA, 2019). Souza discorre acerca dos dois principais tipos de ecossistemas aquáticos:

Ecossistemas marinhos: abrangem os oceanos e mares, principalmente. Vale salientar que a vida surgiu e evoluiu neste ecossistema. O meio marinho é muito estável, quando comparado com habitats terrestres e de água doce. A salinidade (quantidade de sal na água) fica em torno de 3,5% e as temperaturas das correntes marinhas variam pouco. A luz solar penetra até 200 metros de profundidade. Estas características favorecem o desenvolvimento e manutenção da vida neste ecossistema.

Ecossistemas de água doce: a quantidade, as variações e regularidade das águas dos rios são de suma importância para as plantas, animais e pessoas que vivem ao longo de seu curso. A fauna dos rios é composta por anfíbios, peixes e uma grande variedade de animais invertebrados aquáticos. Rios e suas planícies de inundação (margens) sustentam ecossistemas diversos e valiosos, não só pela qualidade da água doce para suporte de vida, mas também para os muitos insetos e plantas que mantêm e que formam a base da cadeia alimentar.

1.2 BIOMAS

Etimologicamente, a palavra bioma, deriva do grego bio – vida, e oma que pressupõe generalização (grupo, conjunto, volume, massa) (IBGE, 2019). Segundo o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), Bioma é o “conjunto de vida (vegetal e animal) definido pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história

compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria” (OECD, 2014).

É como uma grande área de vida formada por um complexo de ecossistemas com características homogêneas. Diferentemente do ecossistema, à classificação de bioma interessa mais o meio físico (a fisionomia da área, principalmente da vegetação) que as interações que nele ocorrem. O perfil do local e a dimensão também importam na classificação: um ecossistema qualquer só será considerado um bioma se suas dimensões forem de grande escala (OECD, 2014).

No Brasil, conforme afirma Coutinho, que é um país que possui mais de 8,5 milhões de quilômetros quadrados, estende-se desde latitudes ao norte do equador até bem além do trópico de Capricórnio, adentrando no continente sul-americano por milhares de quilômetros, em direção à Cordilheira dos Andes:

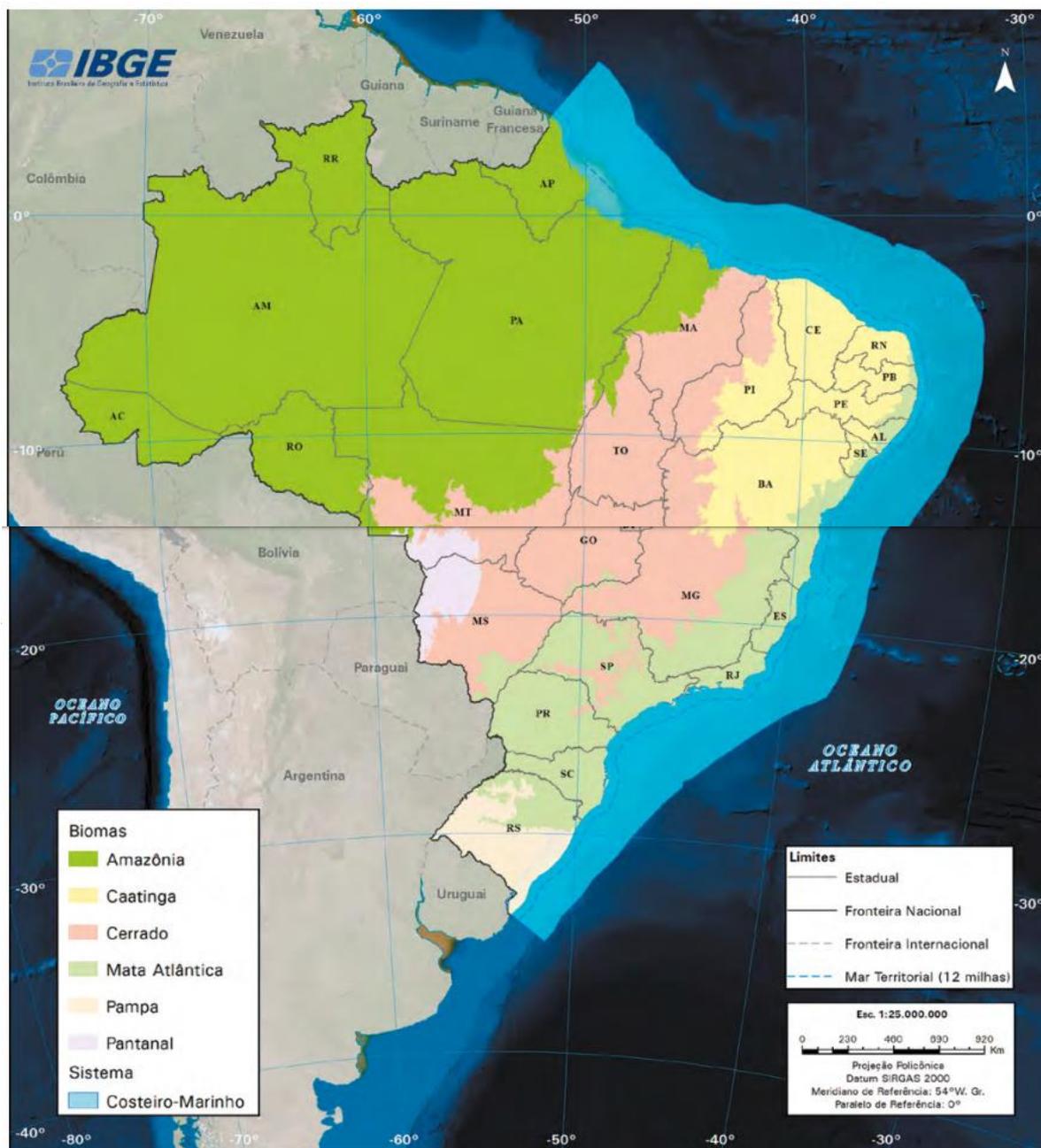
É de se esperar, portanto, que ele apresente uma grande diversidade de climas, indo desde o tropical pluvial (equatorial), quente e úmido, até o quente-temperado úmido, passando pelo tropical estacional, com seca no outono-inverno. Ao longo desse percurso, variadas condições de relevo, solo, inundações, salinidade, fogo, pré-história etc. contribuem ainda mais para a ocorrência de uma grande diversidade de ambientes naturais, com suas fitofisionomias características, como Florestas e Savanas Tropicais Pluviais, Florestas Tropicais Estacionais Sempre-Verdes, Semidecíduas e Decíduas, Savanas Tropicais Estacionais e Savanas Tropicais Estacionais Semiáridas, Florestas Quente-Temperadas Sempre-Verdes, Semidecíduas e Decíduas, Manguezais, entre outras. (COUTINHO, 2018, p.89)

Partindo dessas informações, é possível concluir que no Brasil há uma grande variedade de biomas.

De acordo com um levantamento feito pelo IBGE, a partir do qual foi gerado o mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinheiro do Brasil, foram considerados os biomas continentais do território brasileiro – Amazônia, Mata Atlântica, Caatinga, Cerrado, Pantanal e Pampa — e o Sistema Costeiro-Marinheiro, apresentados em conjunto na **Figura 2**:

Figura 2. Mapa de Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil

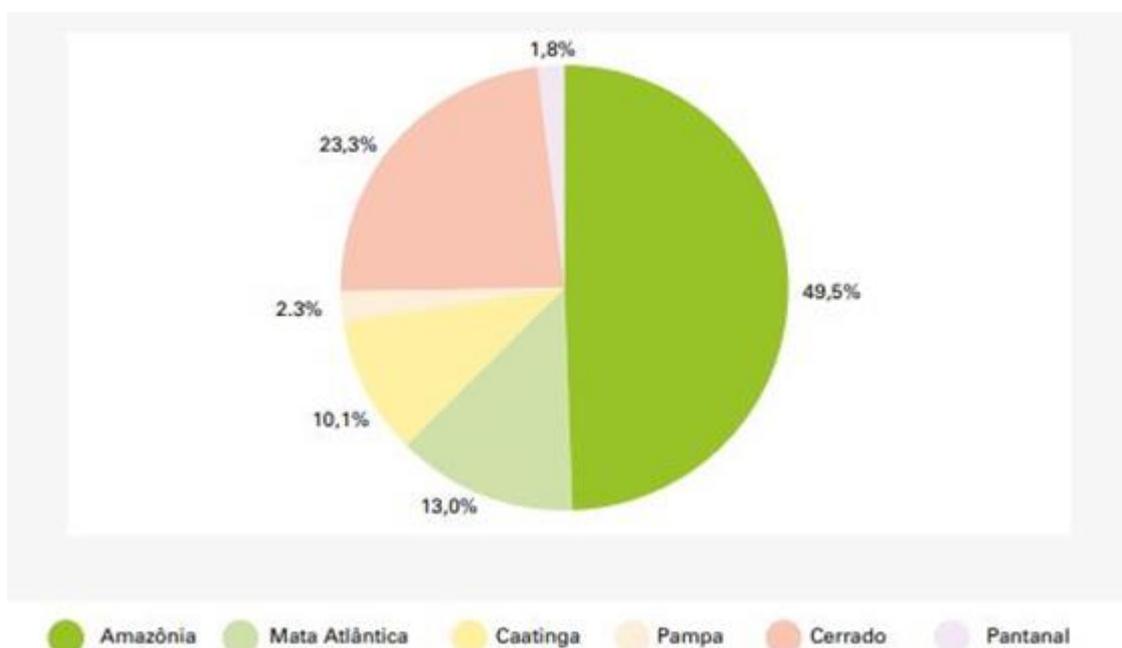
Fonte: IBGE - Série de Relatórios Metodológicos: Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil



(2019, p.112)

A **Figura 3** mostra um gráfico que representa a área, em percentual, ocupada por cada bioma brasileiro, em relação à área territorial do Brasil. A Amazônia é o bioma que possui maior participação, ocupando 49,5% do Território Nacional, seguido pelo Cerrado, Mata Atlântica, Caatinga, Pampa e Pantanal, este último abrangendo 1,8% do País. Já o Sistema Costeiro-Marinho, em sua parte continental, ocupa 1,7% do território, observando-se que, neste caso, superpõe-se aos biomas (IBGE, 2019).

Figura 3. Gráfico da área ocupada por biomas em relação à área territorial do Brasil



Fonte: IBGE - Série de Relatórios Metodológicos: Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil (2019, p.113)

A partir das Figuras 2 e 3, é possível notar que o Bioma Amazônia é o mais extenso. Ele ocupa quase toda Região Norte do País (93,2%). Engloba inteiramente os Estados do Amazonas, Roraima, Acre e Amapá, quase todos os Estados do Pará e de Rondônia, e partes dos Estados de Mato Grosso, Maranhão e Tocantins. (IBGE, 2019).

A Amazônia possui um clima quente e úmido, com temperaturas variando entre 20°C a 41°C durante o ano. As precipitações pluviométricas são superiores a 1800 mm/ano. A umidade na região apresenta índices de 80 a 100%; a Flora da região é composta de: Castanheira-do-pará, a seringueira, a sumaúma, o guaraná e uma diversidade de plantas epífitas; e a Fauna de: insetos, anfíbios, jiboias, sucuris, bichos-preguiça, peixe-boi, botos, onças-pintadas e pirarucu. (DIANA, 2019)

Na Tabela 1 a seguir, são apresentados os valores absolutos das áreas ocupadas originalmente por cada bioma e pelo Sistema Costeiro Marinho, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação.

Tabela 1. Área ocupada por Biomas e Sistema Costeiro-Marinho, segundo as Grandes Regiões e as Unidades da Federação.

Grandes Regiões e Unidades de Federação	Área territorial (km²)	Área (km²)						
		Amazônia	Cerrado	Mata Atlântica	Caatinga	Pampa	Pantanal	Sistema Costeiro Marinho
Brasil	8.510.821	4.212.742	1.983.017	1.107.419	862.818	193.836	150.988	194.837
Norte	3.851.281	3.586.999	264.282	-	-	-	-	46.565
Rondônia	237.765	235.212	2.553	-	-	-	-	-
Acre	164.124	164.124	-	-	-	-	-	-
Amazonas	1.559.168	1.559.168	-	-	-	-	-	-
Roraima	224.274	224.274	-	-	-	-	-	-
Pará	1.245.759	1.237.085	8.675	-	-	-	-	34.110
Amapá	142.471	142.471	-	-	-	-	-	12.456
Tocantins	277.720	24.666	253.055	-	-	-	-	-
Nordeste	1.551.991	114.047	451.710	156.030	830.205	-	-	42.482
Maranhão	329.642	114.047	215.595	-	-	-	-	25.743
Piauí	251.617	-	132.721	-	118.896	-	-	533
Ceará	148.895	-	-	-	148.895	-	-	3.939
Rio Grande do Norte	52.810	-	-	2.036	50.773	-	-	2.278
Paraíba	56.467	-	-	4.095	52.373	-	-	353
Pernambuco	98.068	-	-	15.522	82.546	-	-	560
Alagoas	27.843	-	-	14.661	13.182	-	-	738
Sergipe	21.927	-	-	9.788	12.139	-	-	1.774
Bahia	564.723	-	103.394	109.927	351.402	-	-	6.565
Sudeste	924.565	-	363.247	528.705	32.614	-	-	63.986
Minas Gerais	586.521	-	317.082	236.826	32.614	-	-	52.895
Espírito Santo	46.074	-	0	46.074	-	-	-	2.825
Rio de Janeiro	43.750	-	0	43.750	-	-	-	4.865
São Paulo	248.219	-	46.165	202.054	-	-	-	3.402
Sul	576.743	-	3.122	379.785	-	193.836	-	41.804
Paraná	199.305	-	3.122	19.6183	-	-	-	2.090
Santa Catarina	95.731	-	0	95.731	-	-	-	3.448
Rio Grande do Sul	281.707	-	0	87.871	-	193.836	-	36.266
Centro-Oeste	1.606.239	511.695	900.655	42.901	-	-	150.988	-
Mato Grosso do Sul	357.146	-	222.226	37.442	-	-	97.477	-
Mato Grosso	903.207	511.695	338.001	-	-	-	53.511	-
Goiás	340.126	-	334.668	5.458	-	-	-	-
Distrito Federal	5.761	-	5.761	-	-	-	-	-

Fonte: IBGE - Série de Relatórios Metodológicos: Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil (2019, p.114)

Após a exibição das Figuras 2 e 3 e da Tabela 1, IBGE (2019, p15) conclui que:

O segundo bioma em extensão, o Cerrado, está presente em todas as Grandes Regiões brasileiras, mas com maior expressão no Centro-Oeste, onde ocupa 56,1% da superfície. As maiores áreas do Cerrado provêm dos Estados de Mato Grosso, Goiás (quase todo inserido neste bioma) e Minas Gerais, sua principal ocorrência na Região Sudeste. Vale destacar que o Distrito Federal está 100% inserido no Bioma Cerrado, bem como quase a totalidade do Estado do Tocantins.

A Mata Atlântica aparece como terceiro bioma em extensão no País, e está presente em 15 estados da federação; inclui completa ou parcialmente todos os estados litorâneos do Brasil, desde o Rio Grande do Sul ao Rio Grande do Norte, e mais os Estados de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul e Goiás. Ocorre, de fato, na maior parte da Região Sudeste: engloba todos os Estados do Espírito Santo e do Rio de Janeiro, e quase todo o Estado de São Paulo. Na Região Sul, abrange integralmente o Estado do Paraná e, parcialmente, o de Santa Catarina.

O Bioma Caatinga ocupa a quarta posição em extensão no País e ocorre quase que exclusivamente na Região Nordeste, tendo uma área de ocorrência também no Estado de Minas Gerais. No Nordeste, ocupa todo o Estado do Ceará e só não está presente no Estado do Maranhão.

O Bioma Pampa ocupa o quinto lugar em extensão e encontra-se restrito a uma única Grande Região e a um único estado da federação, o Rio Grande do Sul, do qual recobre 68,8%.

O menor bioma é o Pantanal, que se encontra totalmente inserido nos Estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, com extensão significativamente maior neste último.

A parte continental do Sistema Costeiro-Marinho ocupa o sétimo lugar em extensão – observado o compartilhamento territorial com os biomas – no conjunto do Mapa ora apresentado. Está presente em todos os estados, 17 situados ao longo da costa brasileira, obviamente, mas suas ocorrências mais expressivas estão no Rio Grande do Sul, no Pará e no Maranhão.

1.3 IMPACTOS POSITIVOS E NEGATIVOS DOS SERES VIVOS AO MEIO AMBIENTE

De acordo com a resolução Conama N°001 de janeiro de 1986, o impacto ambiental é definido como *“qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e a qualidade dos recursos ambientais”* (BRASIL, 1986).

A partir dessa resolução é possível concluir que, qualquer atividade que os seres humanos exerçam no meio ambiente acarretará num impacto ambiental. Esse impacto, por sua vez, pode ser positivo ou não. Infelizmente, em sua grande maioria, são impactos negativos, que provocam degradação e poluição do meio ambiente.

Ao longo dos anos, a espécie humana tem se beneficiado cada vez mais dos serviços proporcionados pelos ecossistemas naturais. De acordo com Rares e Brandimarte, a preocupação com esta temática se acirrou a partir de meados do século passado, devido às eminentes perdas destes serviços como resultado das pressões antropogênicas sobre os ecossistemas. (RARES; BRANDIMARTE, 2014).

As razões mais frequentes pelas quais esses impactos ocorrem estão diretamente ligados ao aumento crescente das áreas urbanas, o aumento de veículos automotivos, o uso irresponsável dos recursos, o consumismo e a produção desenfreada do lixo. A partir desses itens, é possível perceber, que não apenas as grandes empresas afetam o meio, os seres humanos, com pequenos atos, provocam impactos ambientais todos os dias (SANTOS, 1999).

Segundo Santos (1999), dentre impactos ambientais negativos de maior destaque causados pelo homem estão: a extinção de espécies, poluição em todos os níveis, inundações, diminuição dos mananciais, erosões, redução das terras cultiváveis, mudanças climáticas, chuva ácida, destruição da camada de ozônio, acarretando em agravamento do efeito estufa e destruição de habitats. Todos os fatores citados afetam diretamente na sobrevivência e a qualidade de vida das pessoas e animais.

1.4 CONTAMINAÇÃO DO SOLO PELOS METAIS: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb e Zn

Quando se trata de contaminação do solo, se faz necessária a compreensão da estrutura do mesmo. O solo é um recurso natural presente na natureza, localizado na superfície da terra; possui matéria orgânica e vida bacteriana em sua composição, o que possibilita o desenvolvimento das plantas. É um recurso que tem a sua relevância mais enfatizada em relação aos outros, devido às suas múltiplas funções no ciclo de nutrientes, no ciclo das águas e também muito importante na sustentabilidade (capacidade de se manter sustentável) (PORTAL EDUCAÇÃO, 2017).

Ao considerar que o recurso solo é limitado e que alguns de seus componentes requerem períodos de tempo prolongados para serem restaurados, a previsão do grau das perturbações ambientais provocadas pelo manejo inadequado das atividades agropecuárias se torna essencial. Técnicas que visem avaliar a qualidade de um solo de forma simples e confiável ainda são objeto de investigações, e resultados sistemáticos deste monitoramento representam papel central em estudos sobre qualidade do solo (QS) (STEFANOSKI et. al., 2013).

Tabela 2. Elementos encontrados em atividades situadas em áreas urbanas.

Elemento	FONTES
As	Madeira tratada com pressão; pesticidas.
Cd	Baterias recarregáveis; pigmentos e revestimentos; tapume; energia fotovoltaica.
Cr	Chapeamento de metal soldado; tinta de estrada amarela (como cromato de chumbo); conservante de madeira; pesticidas.
Cu	Pastilhas de freio; tapume ou cobertura de edifícios; Fiação elétrica; Tubo curado no local (PVC); madeira tratada com pressão; pesticidas.
Pb	Pintura; gasolina com chumbo; canos e solda; baterias automotivas; incineração de resíduos urbanos; produção de cimento.
Zn	Aço galvanizado (por exemplo, tubos / bueiros, coberturas); tijolo; pneus; Tubo curado no local (PVC); Incineração de resíduos; escape de automóvel.
Ni	Chapeamento de metal soldado.

Fonte: Adaptado de CHAMBERS et al., 2016.

Outro fator que pode gerar contaminação do solo é a expansão das áreas de cana de açúcar devido à utilização irregular de agrotóxicos nas plantações que são carreados pelos rios para os estuários.

1.5 ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA)

De acordo com a Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH), Área de Proteção Ambiental é uma área com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais que são especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem estar das populações humanas. (CPRH) A criação dessa área tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica e os recursos hídricos, disciplinar o processo de ocupação do solo, preservar paisagens notáveis e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (CPRH, 2019).

Leite afirma em seu artigo – A Recepção Do Modelo de Áreas de Proteção ambiental (APA) No Direito Brasileiro (The Reception of The Concept of Environmental Protection Areas (APA) in Brazilian Law), que a categoria das áreas de proteção ambiental (APA) surgiu no ordenamento jurídico brasileiro no começo da década de 1980, e inovou por ser a primeira categoria de área protegida do direito nacional a permitir a afetação de terras privadas – e a consequente permanência de populações residentes, e a buscar conciliação das atividades e interesses econômicos dessas populações com a conservação dos elementos naturais. (LEITE, 2015)

Conforme o ambientalista Paulo Nogueira Neto, que foi o proponente do modelo brasileiro de APA, mostrou em – A Evolução Histórica das ARIEs e APAs, sua inspiração para “trazer” esse modelo para o Brasil foram os Parques Naturais portugueses, que ele havia visitado alguns anos antes. (NOGUEIRA-NETO, 2001)

Leite propõe que, de acordo com o que foi dito por Nogueira-Neto, mostrou que o mesmo, em Portugal, teve contato com a equipe governamental responsável por assuntos ambientais, com quem visitou o Parque Natural da Arrábida, situado no distrito de Setúbal. E, inspirado nesse exemplo, ele teve a ideia de “fazer algo semelhante neste lado do Atlântico” e, em companhia do Senador Aloísio Chaves, debateram, adaptaram à realidade brasileira e encaminharam ao Executivo o projeto que se tornou a Lei nº 6.902 de 27 de abril de 1981, contida no Anexo VI desse trabalho, que dispõe sobre a criação de Estações Ecológicas, Áreas de Proteção Ambiental e dá outras providências”. (LEITE, 2015).

Na **Figura 4** é possível ver uma lista com os as APAs presentes no estado de Pernambuco encontrada no site da Companhia Pernambucana do Meio Ambiente (CPRH).

Figura 4. Lista das UCS USO SUSTENTÁVEL ATUALIZADAS APAS

Nº UCS	Nº UCS por Categoria	Categoria de manejo (por extenso)	Nome da UC	Município(s)	Ecosistema(s)	Diplomas Legais	Área da UC (ha)	Conselho Gestor	Plano de Manejo
Uso Sustentável									
1		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA de Guadalupe	Tamandaré/ Rio Formoso/ Sirinhaém/ Barreiros	Mata Atlântica, Mangue, Restinga e Ambientes Marinhos	Decreto Nº 19.635/97	44,255.00	Decreto Nº 21135/98	Decreto Nº 21135/98
2		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA de Santa Cruz	Goiana/ Itamaracá/ Itapissuma	Mata Atlântica Mangue e Restinga	Decreto Nº 32.488/08	38,692.32	Portaria CPRH Nº61/2012 (DOE 26.06.12)	Portaria CPRH Nº 066/2012 (DOE 14.07.12)
3		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA de Sirinhaém	Sirinhaém/Rio Formoso/Ipojuca	Mata Atlântica, Mangue e Restinga	Decreto Nº 21.229/98	6,589.00	-	-
4		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Arquipélago de Fernando de Noronha	Distrito de Fernando de Noronha	Mata Atlântica Insular, Mangue Oceânico e Ambientes Marinhos	Decreto Nº 13.553/89	-	-	-
5		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Aldeia-Beberibe	Camaragibe/ Recife/ Paulista Abreu e Lima/ Igarassu/ Araçoiaba/ São Lourenço/ Paudalho	Mata Atlântica	Decreto Nº 34.692/10	31,634.00	Portaria CPRH Nº43/2012 (DOE 26.06.12)	Portaria CPRH Nº 166/2013 (DOE 15.11.13)
6		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Engenho Jardim	Moreno	Mata Atlântica	Lei nº9860/86 (cria), Lei nº 15.484/15 (redefine os limites)	423,429	-	-
7		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA MAR Recifes	Serrambi	Marinho	Decreto Nº 46.052/18	84,036.79	-	-
8		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Canal de Santa Cruz	Itamaracá/ Itapissuma/ Igarassu/ Goiana	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	5,292.00	-	-
9		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Goiana e Megaó	Goiana	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	4,776.00	-	-
10		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Itapessoca	Goiana	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	3,998.00	-	-
11		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Jaguaribe	Itamaracá	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	212	-	-
12		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Timbó	Abreu e Lima/ Igarassu/ Paulista	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	1,397.00	-	-
13		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Paratibe	Paulista/ Olinda	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	-	-	-
14		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Beberibe	Olinda/ Recife	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	-	-	-
15		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Capibaribe	Recife	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	-	-	-
16		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina dos Rios Jaboatão e Pirapama	Cabo/ Jaboatão	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	1,284.50	-	-
17		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina dos Rios Sirinhaém e Maracaípe	Ipojuca/ Sirinhaém	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	3,335.00	-	-
18		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Formoso	Sirinhaém/Rio Formoso	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	2,724.00	-	-
19		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Carro Quebrado	Barreiros	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	402	-	-
20		Área de Proteção Ambiental (APA)	APA Estuarina do Rio Una	Barreiros/ São José da Coroa Grande	Mangue	Lei Nº 9.931 /86	553	-	-

Disponível em: <https://bit.ly/38oF0vf>. Acesso dia 10 de dezembro de 2019.

1.5.1 APA DE SANTA CRUZ

A Área de Proteção Ambiental Santa Cruz foi criada pelo Decreto nº 32.488 de 17 de outubro de 2008, que "Declara como Área de Proteção Ambiental – APA A região que compreende os Municípios de Itamaracá, Itapissuma e parte do Município de Goiana, e dá outras providências”.

Um dos maiores pontos turísticos e também uma rica fonte econômica da região na APA de Santa Cruz é o Canal de Santa Cruz; que é um dos ecossistemas mais importantes do litoral do Estado de Pernambuco, por sua grande biodiversidade e produtividade ambiental e socioeconômica (COUTINHO et al., 2018). O mesmo possui 22 quilômetros de extensão, o complexo estuarino do Canal de Santa Cruz recebe sedimentos fluviais dos estuários dos rios Igarassu, Botafogo, Arataca, Carrapicho, Catuama e Maniquara. É uma região que possui uma enorme variedade de espécies e vegetação de mangue. Ver **Figura 5**:

Figura 5. Canal de Santa Cruz



Fonte: COUTINHO, et al. (2018, p.10)

A APA de Santa Cruz está enquadrada no bioma Mata Atlântica e, de acordo com a publicação intitulada: “ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DE SANTA CRUZ: (re) conhecendo o valor ecológico, histórico-cultural e econômico”, produzida pelo CPRH juntamente aos atores sociais locais de Itamaracá, Itapissuma e Goiana que compõem a Área de Proteção Ambiental – APA de Santa Cruz, Pernambuco; dentro da APA existem seis Refúgios de Vida Silvestre (RVS’s): Mata de Amparo, Mata do Engenho São João, Mata Engenho Macaxeira, Mata de Jaguaribe, Mata Lanço dos Cações e Mata de Santa Cruz (Lei Estadual nº 13.539, 12/09/2008). Há também três áreas

estuarinas: Estuário do rio Itapessoca, Estuário Jaguaribe e Complexo Estuarino Canal de Santa Cruz, definidas como áreas de proteção (Lei Estadual nº 9.931, 11/12/ 1986).

Após investigações pelos órgãos governamentais competentes, foi possível comprovar a existência de remanescentes da Mata Atlântica na região da APA. De acordo com um relatório técnico da “Fundação SOS Mata Atlântica & Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE”, dados de 2016/2017, mostraram que ainda resta 15,2% de Mata Atlântica no Brasil e 12,5%, em Pernambuco, somados todos os fragmentos de floresta nativa acima de 3 hectares, a maior parte em áreas privadas (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA, INPE, 2018). Todavia felizmente tem-se registrado a diminuição do desmatamento nos últimos anos e é preciso apoiar esse processo para proteger os remanescentes de Mata Atlântica

Na **Figura 6** é possível ver uma representação com os percentuais remanescentes do bioma Mata Atlântica que ainda restam nessa APA:

Figura 6: Remanescentes de Mata Atlântica nos municípios que compõem a APA de Santa Cruz.



Fonte: Atlas Mata Atlântica – SOS Mata Atlântica e INPE, 2018

Conforme Pinto, uma pequena área da Mata Atlântica pode ter uma diversidade incrível de espécies (PINTO et al, 2012):

- Mais de 15 mil espécies de plantas;
- 298 espécies conhecidas de mamíferos;
- 992 espécies de aves;
- 200 espécies de répteis;
- 370 espécies de anfíbios;
- 350 espécies de peixes.

1.5.2. PLANO DE MANEJO DA APA

O Plano de Manejo é um documento elaborado a partir de diversos estudos, diagnósticos do meio físico, biológico e social; levando em consideração o zoneamento ambiental da APA de Santa Cruz. Foi criado pelo CPRH com o objetivo de preservar a importância ecológica, história e cultural que a APA de Santa Cruz possui. Ele estabelece as normas (e restrições) para todas as atividades desenvolvidas na área especialmente sobre o uso e manejo dos recursos naturais na APA (COUTINHO et al., 2018).

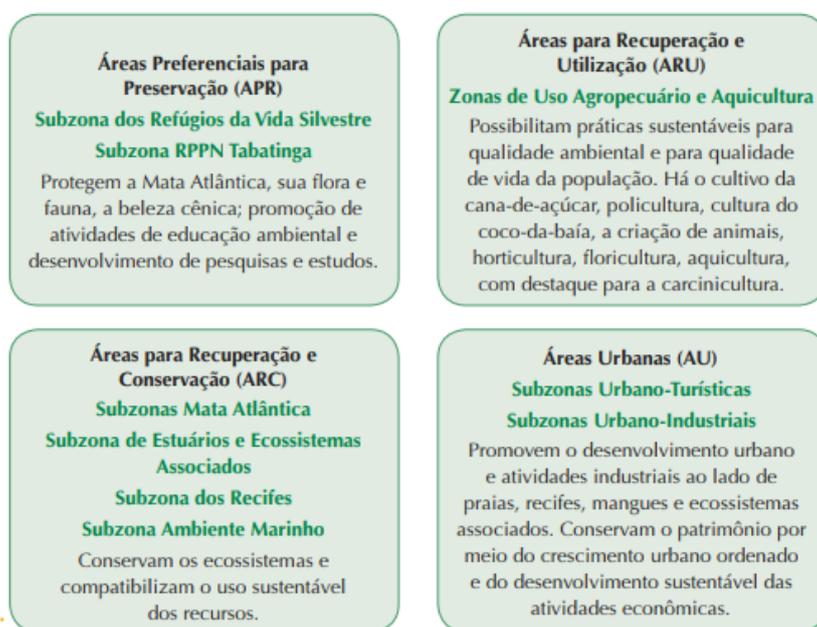
O Plano apresenta 5 programas de Gestão da APA de Santa Cruz: Operacionalização, Administração e Manutenção; Proteção e Controle ao Meio Ambiente; Educação Ambiental e Uso Público; Alternativas de Desenvolvimento Sustentável; e Pesquisa (FADURPE/CPRH, 2010b).

O Zoneamento Ambiental da APA de Santa Cruz organizou a área da APA em zonas com diferentes graus de proteção e regras de uso (FADURPE/CPRH, 2010c). Dessa forma, é possível saber, em cada zona, as atividades a serem estimuladas, toleradas e proibidas. Pelo Zoneamento da APA de Santa Cruz (Zonas e Subzonas) há 9 Unidades Ambientais Homogêneas com diferentes critérios para nortear a definição das zonas. Elas estão agrupadas em:

- Áreas Preferenciais para Preservação (APR),
- Áreas para Recuperação e Conservação (ARC),
- Áreas para Recuperação e Utilização (ARU) e
- Áreas Urbanas e Áreas Urbano-Industriais (AU).

Cada uma das áreas possuem características e objetivos diferentes. Na **Figura 7** com os quadros abaixo, é possível ver a descrição dos objetivos de cada área.

Figura 7. Áreas do Zoneamento Ambiental



Fonte: COUTINHO et al. (2018, p.14)

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa segue os padrões e diretrizes estabelecidas pelo CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente), tendo como objetivo comparar os valores de teor detectados com os Valores Orientadores para solo presentes na Resolução Conama 420 nº 429 de 2009.

Foram considerados os valores de referência dos limites ERL (Effect Range Low) e ERM (Effect Range Medium). Contudo foram realizadas análises de dados e levantamento bibliográfico sobre o tema e área abordada.

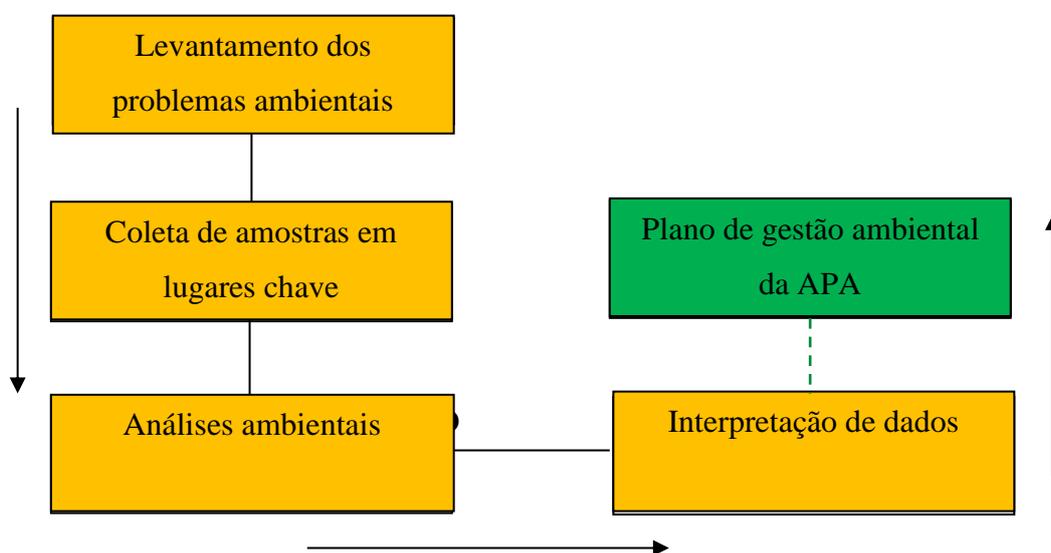
Tabela 3. (Laboratório CPRM – LAMIN)

Elemento (limite de detecção em ppm)	Análise
As(0,5), Cd(0,1), Cr(0,1), Cu(1), Ni(0,2), Pb(1), Zn(1), Hg	Espectrometria de Plasma – ICP – Abertura com Água régia

A APA de Santa Cruz possui uma área total de 38.692 ha (hectares), sendo 24.943ha correspondentes à área continental e 13.749 ha correspondentes à área marítima. (CPRM, 2018)

Representa um lugar de contemplação, lazer, biodiversidade, históricas tradições, meio de vida e fonte de renda para muitas famílias há muitas gerações. Foi assim criada com os objetivos básicos de proteger a diversidade biológica e os recursos hídricos, de disciplinar o processo de ocupação do solo, de preservar paisagens notáveis e de assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais (Art. 15, Lei Federal nº 9.985/2000 e Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza – SEUC – Lei nº 13.787/2009). Na **Figura 8** é possível ver o fluxograma do plano de monitoramento químico e ambiental da APA de Santa Cruz.

Figura 8. Fluxograma do plano de monitoramento químico e ambiental da APA de Santa Cruz



2.1 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Coleta de amostras de solo

As amostras coletadas foram levadas ao Laboratório de Materiais de Construção no Departamento de Tecnologia Rural da DTR/UFRPE, em seguida foram colocadas em estufa a 60°C para secagem por 24 horas. Posteriormente as amostras já secas passaram pelo processo de desagregação e homogeneização em almofariz de porcelana.

Por fim, separou-se aproximadamente 10 g de cada amostra para serem enviadas ao Laboratório Geosol-Lakefield para serem analisados pela técnica de espectrometria de plasma de emissão atômica (IPC/AES) os respectivos elementos em cada amostra: As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 4. Valores detectados das concentrações dos metais nas amostras de solo

Amostra	Origem da área de coleta	As	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Zn
		mg.Kg ⁻¹ 1	mg.Kg ⁻¹ 1	mg.Kg ⁻¹	mg.Kg ⁻¹ 1	mg.Kg ⁻¹ 1	mg.Kg ⁻¹ 1	mg.Kg ⁻¹ 1
FS103	Residencial	3,8940	1,8600	Abaixo do limite de detecção (LD)	8,9080	6,4000	15,626	73,1600
FS104	Residencial	4,6600	0,6360		3,8860	2,9140	6,090	21,1600
FS109	Industrial	0,7220	0,3300		1,3840	1,1160	4,462	6,8440
FS110	Agrícola	17,8040	14,7300		7,6180	1,5660	18,308	60,6200
FS114	Agrícola	1,7020	< 0,1		2,6420	2,9900	25,720	6,4400
FS115	Residencial	0,7220	0,4080		28,6400	1,6900	6,976	11,1340
FS116	Agrícola	6,0620	1,8220		10,4720	5,6360	8,644	25,920
FS117	Residencial	2,4780	2,7520		6,5120	5,5480	20,400	21,480

Fonte: CPRM, 2003

Tabela 5. Valores detectados das concentrações dos metais nas amostras de solo da APA Santa Cruz em comparação aos Valores Orientadores para solos da Resolução Conama 420 n° 429 de 2009.

Metal	Maior concentração detectada (em mg.Kg ⁻¹)	Valor de prevenção (VP)	Em comparação aos Valores Orientadores (VO), caso a amostra seja de área:					
			Valores em mg.kg ⁻¹					
			Agrícola		Residencial		Industrial	
			VO	Conformidade	VO	Conformidade	VO	Conformidade
Arsênio	17,8040	15	35	Acima do valor de prevenção	55	Conforme	150	Conforme
Cádmio	14,7300	1,3	3	Não conforme	8	Não conforme	20	Conforme
Cromo	< LD	75	150	Conforme	300	Conforme	400	Conforme
Cobre	28,6400	60	200	Conforme	400	Conforme	600	Conforme
Níquel	6,4000	30	70	Conforme	100	Conforme	130	Conforme
Chumbo	25,720	72	180	Conforme	300	Conforme	900	Conforme
Zinco	73,1600	300	450	Conforme	1000	Conforme	2000	Conforme

Fonte: CETESB

O teor de Arsênio (As) em uma das amostras excedeu o valor de prevenção determinado pela Resolução Conama 420, onde sua concentração foi de 17,8040 ppm em massa. Os outros pontos enquadraram dentro do valor permitido pela legislação.

Gráfico 1. Comparação entre os maiores valores das concentrações detectados dos metais de estudo nas amostras em geral e os Valores de prevenção determinados pela Resolução Conama 420 n° 429 de 2009

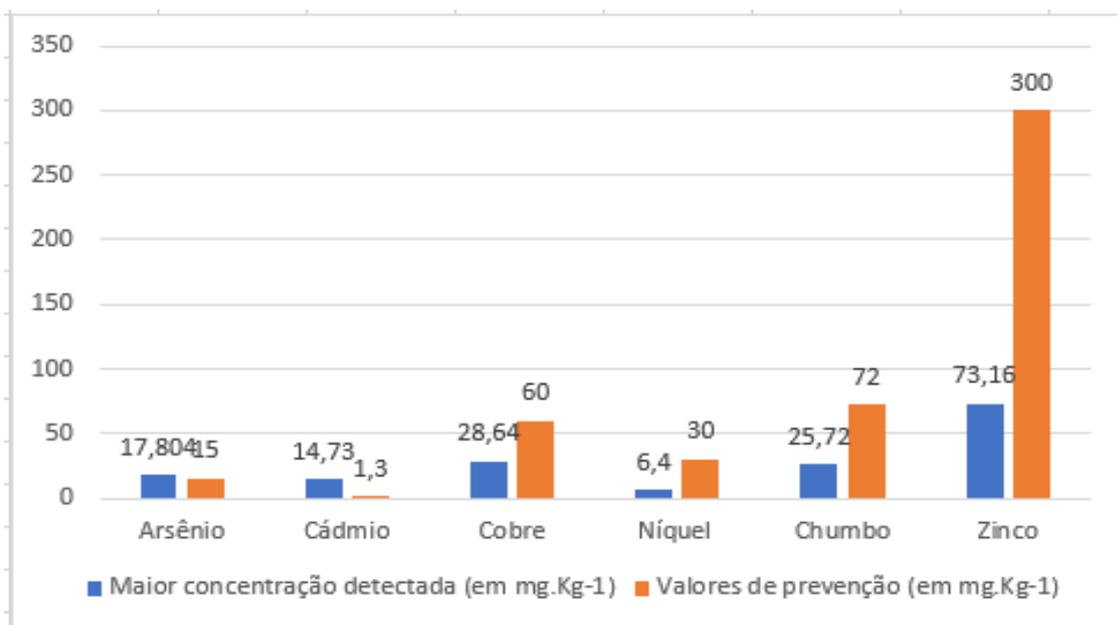


Gráfico 2. Comparação entre os maiores valores das concentrações detectados dos metais de estudo nas amostras oriundas das áreas agrícolas e as máximas concentrações permitidas para áreas agrícolas determinadas pela Resolução Conama 420 n° 429 de 2009

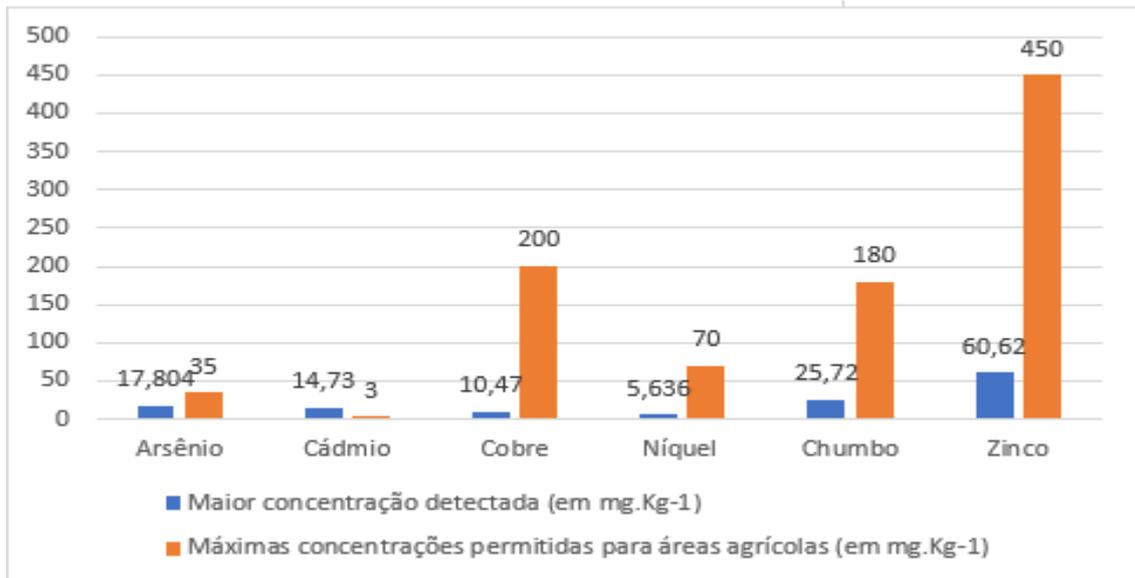


Gráfico 3. Comparação entre os maiores valores das concentrações detectadas dos metais de estudo nas amostras oriundas de áreas residenciais e as máximas concentrações permitidas para áreas residenciais determinadas pela Resolução Conama 420 nº 429 de 2009

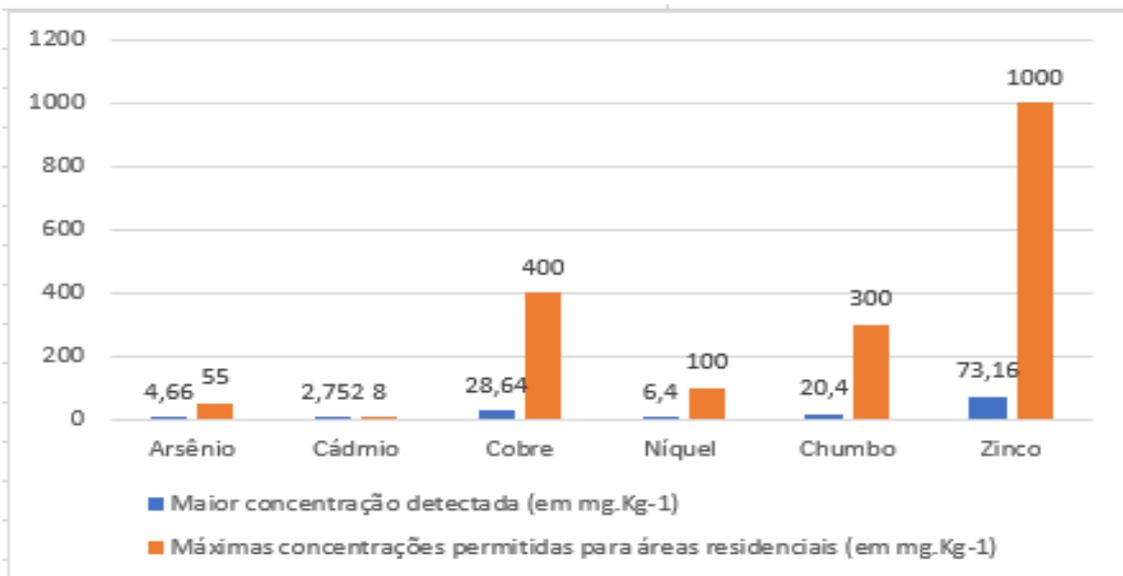
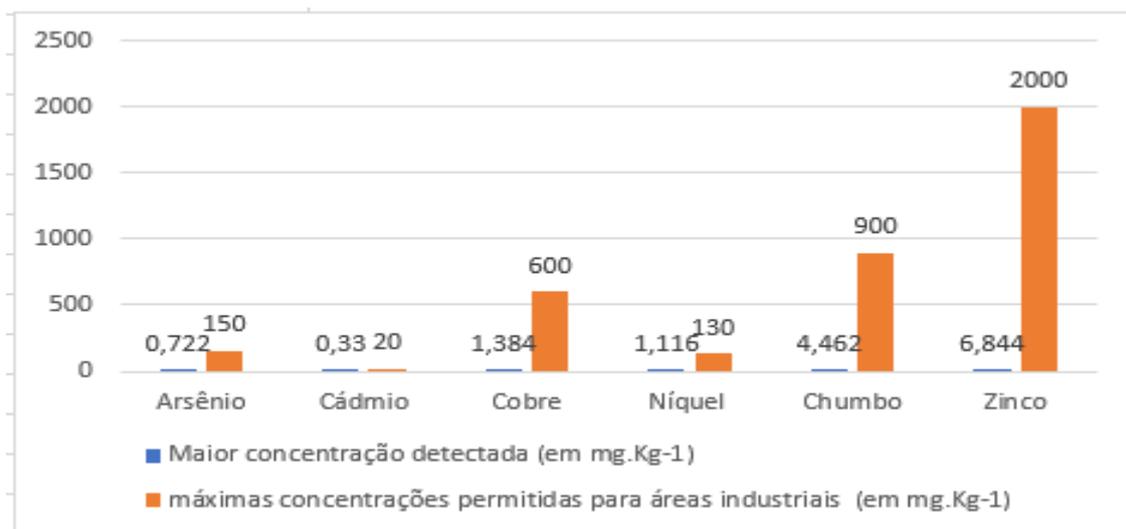


Gráfico 4. Comparação entre os valores das concentrações detectados dos metais de estudo na amostra de oriunda de área industrial e as máximas concentrações permitidas para áreas industriais determinadas pela Resolução Conama 420 nº 429 de 2009



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi proposta a elaboração de um estudo da qualidade de solos através da comparação dos teores de metais pesados detectados nos solos da APA (Área de Proteção Ambiental) de Santa Cruz e os Valores Orientadores para Solos presentes na Resolução CONAMA 420. O intuito do trabalho foi alertar aos órgãos responsáveis locais sobre a necessidade de intervenção da área, para que, em seguida, haja-se a execução do plano de gestão ambiental adequado de acordo com a necessidade da região.

Através do estudo foi possível constatar um excesso d

A utilização de resultados analíticos de relatórios sobre o passivo ambiental da área em estudo promoveu um melhor entendimento da situação em que a APA se encontra, uma vez que este estudo contempla uma das fases do monitoramento ambiental da região.

Com o presente trabalho elaborado pretende-se propor aos órgãos de gestão ambiental local e nacional, alternativas e suporte científico que promovam melhores tomadas de decisão quanto ao monitoramento e melhoria da sanidade ambiental da APA de Santa Cruz.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE – CPRH. **Área de Proteção Ambiental.** Recife, 2019. Disponível em: <
http://www.cprh.pe.gov.br/unidades_conservacao/Apa/40044%3B50519%3B2242%3B0%3B0.asp > Acesso em 05 de janeiro de 2020.

ALVES, Rodrigo Henrique; RIETZLER, Arnola Cecilia. **Efeitos Tóxicos de Arsênio em Eisenia Andrei em Exposição a Solos do Entorno de Minerações de Ouro.** Rev. Bras. Ciênc. Solo, Viçosa, v.39, n.3, p. 682-691, 2015.

BELTRÃO, B. A.; MASCARENHAS, J. C.; MIRANDA, J. L. F.; SOUZA JUNIOR, L. C.; GALVÃO, M. J. T. G.; PEREIRA, S. N. **Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea estado de Pernambuco:** Diagnóstico do município de Itamaracá. Pernambuco: Recife, 2005. 19p.

Biomias brasileiros: retratos de um país plural. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2012.

BRASIL. Decreto nº 59.263, de 5 de junho de 2013 - CETESB. **Dispõe sobre diretrizes e procedimentos para proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas**

contaminadas, e dá providências correlatas. Disponível em: < [https:// bit.ly/2T1pU4](https://bit.ly/2T1pU4) >
Acesso em 18 de Novembro de 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **CONAMA Nº 1**, Resolução nº 1, de 17 de fevereiro de 1986.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **CONAMA Nº 420**. Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009

CHAMBERS, Lisa G. et al. Developing the scientific framework for urban geochemistry. **Applied Geochemistry**, v. 67, p. 1-20, 2016.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA AMBIENTAL DE ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB - **Valores orientadores para solo e água subterrânea.** 2001. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/solo/valores-orientadores-para-solo-e-agua-subterranea/>>
Acesso em: 13 de novembro, 2019.

COUTINHO, Sonia M^a Viggiani, et. al.. **ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) DE SANTA CRUZ: (re)conhecendo o valor ecológico, histórico-cultural e econômico.** Recife : CPRH, 2018. 48p.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2003. SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE. 119p.

DIANA, Juliana. **Ecosistemas brasileiros.** Toda Matéria, 2019. Disponível em: < <https://www.todamateria.com.br/ecossistemas-brasileiros/>>. Acesso em 09 de dezembro de 2019

DINÂMICA AMBIENTAL. **Conheça os principais impactos ambientais causados pelo homem.** 2014. Disponível em: <<https://www.dinamicambiental.com.br/blog/meio-ambiente/conheca-principais-impactos-ambientais-causados-homem/>>. Acesso em 16 de dezembro de 2019

FADIGAS, Francisco de Souza et al . **Concentrações naturais de metais pesados em algumas classes de solos brasileiros**. Bragantia, Campinas , v. 61, n. 2, p. 151-159, 2002

Ficha técnica: **APA de Santa Cruz**. Disponível em [http://www.cprh.pe.gov.br/unidades_conservacao/Apa de Santa Cruz/41157%3B53681%3B2243%3B0%3B0.asp](http://www.cprh.pe.gov.br/unidades_conservacao/Apa_de_Santa_Cruz/41157%3B53681%3B2243%3B0%3B0.asp)> Acesso em: 13 de novembro, 2019.

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL - FADURPE/AGÊNCIA AMBIENTAL DE MEIO AMBIENTE - CPRH. **Programas de Gestão da Área de Proteção Ambiental - APA Santa Cruz – Itapissuma, Itamaracá e Goiana**, PE 2010b.

FUNDAÇÃO APOLÔNIO SALLES DE DESENVOLVIMENTO EDUCACIONAL - FADURPE/AGÊNCIA AMBIENTAL DE MEIO AMBIENTE - CPRH. **Zoneamento Ambiental da Área de Proteção Ambiental – APA Santa Cruz – Itapissuma, Itamaracá e Goiana**, PE, 2010c.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA & INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS-INPE. **Atlas dos remanescentes florestais da mata atlântica período 2016-2017** relatório técnico, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Série de Relatórios Metodológicos: Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil**. Rio de Janeiro, v.45, 161p, 2019.

LEITE, A. O., et. al. **A Recepção do Modelo De Áreas De Proteção Ambiental (APA) No Direito Brasileiro (The Reception of The Concept of Environmental Protection Areas (APA) in Brazilian Law)**. Os 15 anos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000: Anais do II Congresso de Direito Ambiental das Áreas Protegidas. São Paulo: Ixtlan, 2015. 32 p

MAGALHÃES, Lana. **Ecosistema aquático**. Toda Matéria, 2017. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/ecossistema-aquatico/>>. Acesso em 22 de novembro de 2019

MAGALHÃES, Lana. **Ecosistema terrestre**. Toda Matéria, 2017. Disponível em: <<https://www.todamateria.com.br/ecossistema-terrestre/>>. Acesso em 22 de novembro de 2019

MENEGAT, Rualdo; ALMEIDA, Gerson. **Ecologia de paisagem: um novo enfoque na gestão dos sistemas da terra e do homem**. Desenvolvimento sustentável e estratégias para a gestão ambiental. 2004, Porto Alegre, Edufrgs, pp. 361-376.

Natal-Da-Luz T, Ribeiro R, Souza JP. **Avoidance tests with Collembola and earthworms as early screening tools for site specific assessment of polluted soils**. Environ Toxicol Chem. 2004; 23:2188-93

NOGUEIRA-NETO, P. **Evolução Histórica das ARIEs e APAs**. In: BENJAMIN, A. H. V. (coord). *Direito Ambiental das áreas protegidas*. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2001. p. 363-371.

Nunes MET, Espíndola ELG. **Sensitivity of Eisenia andrei (Annelida, Oligochaeta) to a commercial formulation of abamectin in avoidance tests with artificial substrate and natural soil under tropical conditions**. Ecotoxicology. 2012;2:1063-71.

SOUZA A., et al. **Validation of avoidance assays for the screening assessment of soils under different anthropogenic disturbances**. Ecotox Environ Safe. 2008;71:661-70.

OECD - **O que é uma Área de Proteção Ambiental**. Dicionário Ambiental. Rio de Janeiro, jul. 2015. Disponível em: < <https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/29203-o-que-e-uma-area-de-protecao-ambiental/> >. Acesso em 09 de dezembro de 2019

OECD. **O que é um Ecossistema e um Bioma.** Dicionário Ambiental. Rio de Janeiro, jul. 2014. Disponível em: <<https://www.oeco.org.br/dicionario-ambiental/28516-o-que-e-um-ecossistema-e-um-bioma/>>. Acesso em: 28 de Novembro de 2019.

PAYE, Henrique S. et al. **Valores de referência de qualidade para metais pesados em solos no estado do Espírito Santo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, vol. 34, n.6, pp.2041-2051, 2010.

PINTO, L.P.; BEDÊ, L.C.; FONSECA, M.T.; LAMAS, I.R.; MESQUITA, C.A.B.; PAGLIA, A.P., PINHEIRO, T.C. & SÁ, M.B. Mata Atlântica. In: Scarano, F.R.; Santos, I.L.; Martins, A.C.I.; Silva, J.M.C.; Guimarães, A.L. & Mittermeier, R.A. (Eds.).

PORTAL EDUCAÇÃO. **Solo.** São Paulo, 2017. Disponível em: <<https://siteantigo.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/biologia/solo/25633> > Acesso em 5 de janeiro de 2020.

PORTAL SÃO FRANCISCO. **Ecossistemas.** Dezembro de 2015. Disponível em: <<https://www.portalsaofrancisco.com.br/meio-ambiente/ecossistemas> > Acesso em 09 de dezembro de 2019.

PRIMAVESI, Ana. **Cartilha do solo.** São Paulo, Brasil: Fundação Mokiti Okada, 2006. ISBN 85-88173-07-7

RARES, C. S.; BRANDIMARTE, A. L. **O desafio da conservação de ambientes aquáticos e manutenção de serviços ambientais em áreas verdes urbanas: o caso do Parque Estadual da Cantareira.** Ambiente & Sociedade. São Paulo, v. XVII, n. 2, p. 111-128, abril/junho 2014

RIBEIRO, M. A. C. **Contaminação do solo por metais pesados.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Engenharia, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias. Lisboa, 2013.

RUTLEDGE, Kim. et al. **Ecosystem.** National Geographic, agosto de 2011. Disponível em: <education.nationalgeographic.com>. Acesso em: 20 de novembro de 2019

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Impactos Ambientais**. Mundo Educação. 1999. Disponível em: < <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/biologia/impactos-ambientais.htm> > Acesso em 5 de Janeiro de 2020

SOUZA, E. B.. **Ecosistemas Aquáticos: O que é ecossistema aquático, tipos principais, ecossistema marinho, características principais**. Toda Biologia.com, 2019. Disponível em : < <https://bit.ly/35yWpzk> >. Acesso em: 25 de novembro de 2019.

STEFANOSKI, Diane C. et al. **Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental. 2013, vol.17, n.12, pp.1301-1309, 2013.

VARELLA, C. A. A. **Análise Multivariada Aplicada as Ciências Agrárias: Análise de Componentes Principais**. Rio de Janeiro: Seropédica, 12p, 2008.

APÊNDICES

APÊNDICE I

Lista de Valores Orientadores para solos

Substâncias	CAS nº	Solo (mg.kg ⁻¹ de peso seco) (1)			
		Valor de Prevenção (VP)	Valor de intervenção (VI)		
			Agrícola AP Max	Residencial	Industrial
Arsênio	7440-38-2	15	35	55	150
Cádmio	7440-48-4	1,3	3	8	20

Cromo	7440-47-3	75	150	300	400
Cobre	7440-50-8	60	200	400	600
Níquel	7440-02-0	30	70	100	130
Chumbo	7440-43-9	72	180	300	900
Zinco	7440-66-6	300	450	1000	2000

Fonte: Adaptado da Resolução Conama 420 nº 429 de 2009

ANEXOS

ANEXO 1

Disponível em: <https://bit.ly/38oF0vf>. Acesso dia 10 de dezembro de 2019.

ANEXO II

Mapas

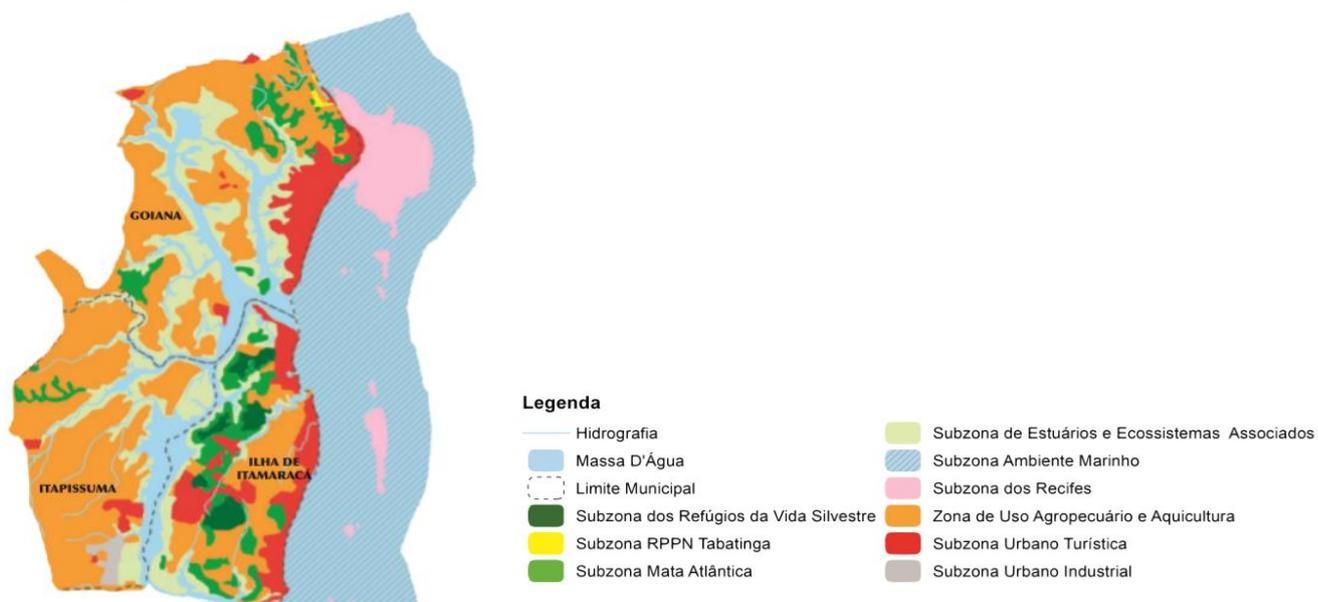
Mapa da localização da APA de Santa Cruz em Pernambuco/Brasil.



Disponível em: http://www.institutosiades.org.br/pdf/APA_STA_CRUZ_ON-LINE.pdf.

Acesso dia 09 de dezembro de 2019

Mapa da APA de Santa Cruz



Disponível em: Adaptado do Zoneamento Ambiental da APA de Santa Cruz

(FADURPE/CPRH, 2010a, p. 68) Acesso dia 09 de dezembro de 2019

ANEXO III

TEXTO COMPLEMENTAR I

RESOLUÇÃO CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986 Publicada no DOU, de 17 de fevereiro de 1986, Seção 1, página 2548

Art. 1o Para efeito desta Resolução, considera-se impacto ambiental 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.

ANEXO IV

TEXTO COMPLEMENTAR II

RESOLUÇÃO CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009 Publicada no DOU nº 249, de 30 de dezembro de 2009, págs. 10-11

PROCEDIMENTO PARA O ESTABELECIMENTO DE VALORES DE REFERÊNCIA DE QUALIDADE DE SOLOS

Os valores de referência de qualidade (VRQs) para as substâncias inorgânicas de ocorrência natural no solo são estabelecidos a partir de interpretação estatística dos resultados analíticos obtidos em amostras coletadas nos principais tipos de solo do Estado, conforme as etapas descritas abaixo.

1 - Seleção dos tipos de solo

Identificar os tipos de solo em cada estado, com base em critérios tais como o material de origem do solo (litologia), relevo e clima, de modo a se obter um conjunto de

tipos de solo que representem os compartimentos geomorfológicos, pedológicos, geológicos mais representativos do estado.

2- Seleção de parâmetros para caracterização do solo

Os parâmetros a serem determinados para caracterização do solo são: carbono orgânico, pH em água, capacidade de troca catiônica (CTC) e teores de argila, silte, areia e de óxidos de alumínio, ferro e manganês. Considerando as peculiaridades regionais, outros parâmetros poderão ser incluídos.

Em cada compartimento selecionado conforme o item 1 deverão ser definidas estações de amostragem, em trechos sem interferência antropogênica ou com interferência antropogênica desprezível, que devem ser distribuídas de modo a representar estatisticamente a área geográfica de ocorrência de cada tipo de solo.

A amostra de cada estação será do tipo composta, formada por subamostras de 10 (dez) pontos amostrais, obtidas na profundidade de 0-20 cm. Amostragens simples ou para outras profundidades poderão ser adotadas em função de especificidades regionais. As coordenadas geográficas e a altitude dos pontos amostrais devem ser anotadas, especificando o sistema geodésico de referência.

Deverão ser adotados procedimentos de coleta, manuseio, preservação, acondicionamento e transporte de amostras, descritos em normas nacionais e internacionais, respeitando-se os prazos de validade.

3 – Metodologias analíticas

Para análise das substâncias inorgânicas listadas no Anexo II, utilizar a fração de solo menor que 2mm. A metodologia analítica para a extração das substâncias inorgânicas (exceto mercúrio) das amostras será a USEPA 3050 ou USEPA 3051 ou em suas atualizações. As determinações do pH em água, CTC e dos teores de carbono orgânico, argila, silte, areia, óxidos de ferro, alumínio, manganês e silício devem seguir as metodologias analíticas definidas pela EMBRAPA.

No caso de ocorrência natural, reconhecida pelo órgão ambiental competente, de substâncias não contempladas nas metodologias citadas anteriormente, deverão ser adotadas metodologias que atendam às especificações descritas em normas reconhecidas internacionalmente, que incluam a edição mais recente dos métodos publicados pela USEPA (United States Environmental Protection Agency), série SW-846 – Test Methods for Evaluating Solid Waste; pela ISO (International Standardization Organization) e pela DIN (Deutsches Institut für Normung).

As análises químicas deverão contemplar rastreabilidade analítica, validação, cartas controle elaboradas com faixas de concentração significativamente próximas

daquelas esperadas nas matrizes sólidas) e ensaios com materiais de referência certificados, a fim de comprovar a exatidão dos resultados por meio de ensaios paralelos.

4 – Interpretação dos dados e obtenção dos VRQs

Cada estado poderá estabelecer, por substância, um único VRQ ou um VRQ para cada tipo de solo.

O VRQ de cada substância poderá ser estabelecido com base no percentil 75 ou percentil 90 do universo amostral, retiradas previamente as anomalias. O referido VRQ será determinado utilizando tratamento estatístico aplicável e em conformidade com a concepção do plano de amostragem e com o conjunto amostral obtido.

As anomalias deverão ser avaliadas em estudos específicos e interpretadas estatisticamente.

Para as determinações das substâncias químicas em que todos os resultados analíticos forem menores do que o limite de quantificação praticável (LQP) do respectivo método analítico, eleger “< LQP” como sendo o VRQ da substância e excluí-las dos demais procedimentos de interpretação estatística.

Para interpretação estatística das substâncias químicas em que parte dos resultados analíticos forem menores que o limite de quantificação praticável (LQP), considerar como resultado na matriz de dados o valor $LQP/2$.

Para as substâncias que apresentarem mais do que 60% de resultados superiores ao limite de quantificação, a definição de agrupamento de tipos de solo deverá ser realizada com base em teste estatístico que comprove semelhança entre os grupos amostrais.

Para estabelecimento do VRQ de cada substância, avaliar a necessidade de se excluir da matriz de dados os resultados discrepantes (outliers), identificados por métodos estatísticos.

As substâncias cujo percentil selecionado for igual ao $LQP/2$, adotar “< LQP” como sendo o VRQ da substância.

5 – Base de dados

Os dados obtidos pelos estados na amostragem, determinações analíticas e os VRQs, deverão compor a base de dados sobre qualidade de solos.

ANEXO V

TEXTO COMPLEMENTAR III

RESOLUÇÃO CONAMA n° 420, de 28 de dezembro de 2009 Publicada no DOU n° 249, de 30 de dezembro de 2009, pags. 4-5

CAPÍTULO III

DA PREVENÇÃO E CONTROLE DA QUALIDADE DO SOLO

Art. 14. Com vista à prevenção e controle da qualidade do solo, os empreendimentos que desenvolvem atividades com potencial de contaminação dos solos e águas subterrâneas deverão, a critério do órgão ambiental competente:

I - implantar programa de monitoramento de qualidade do solo e das águas subterrâneas na área do empreendimento e, quando necessário, na sua área de influência direta e nas águas superficiais; e

II - apresentar relatório técnico conclusivo sobre a qualidade do solo e das águas subterrâneas, a cada solicitação de renovação de licença e previamente ao encerramento das atividades.

§ 1o Os órgãos ambientais competentes publicarão a relação das atividades com potencial de contaminação dos solos e das águas subterrâneas, com fins de orientação das ações de prevenção e controle da qualidade do solo, com base nas atividades previstas na Lei no 10.165, de 27 de dezembro de 2000.

§ 2o O programa de monitoramento para as águas subterrâneas, bem como o relatório técnico, mencionados nos incisos I e II, deverão ser estabelecidos observadas as ações implementadas no âmbito do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos-SINGREH.

Art. 15. As concentrações de substâncias químicas no solo resultantes da aplicação ou disposição de resíduos e efluentes, observada a legislação em vigor, não poderão ultrapassar os respectivos VPs.

Art. 16. São procedimentos para avaliação das concentrações de substâncias químicas e controle da qualidade do solo, dentre outros:

I - realização de amostragens e ensaios de campo ou laboratoriais, de acordo com os artigos 16, 17 e 18;

II - classificação da qualidade do solo conforme artigo 12; e

III - adoção das ações requeridas conforme estabelecido no artigo 19.

Art. 17. Para atendimento desta Resolução nas amostragens, análises e controle de qualidade para caracterização e monitoramento do solo e das águas subterrâneas deverão ser observadas, no mínimo, as seguintes diretrizes:

I - adotar procedimentos de coleta, manuseio, preservação, acondicionamento e transporte de amostras de acordo com normas nacionais e internacionais, respeitando-se os prazos de validade;

II - realizar as análises físicas, químicas, físico-químicas e biológicas, utilizando-se metodologias que atendam às especificações descritas em normas reconhecidas internacionalmente;

III - no caso do limite de quantificação da amostra - LQA ser maior do que o LQP, o LQA será aceito para atendimento desta resolução, desde que tecnicamente justificado;

IV - caso a substância seja identificada na amostra em concentração entre o limite de detecção do método - LDM e o LQA, o fato deverá ser reportado no laudo analítico com a nota de que a concentração não pode ser determinada com confiabilidade;

V - no caso de áreas submetidas à aplicação de produtos agrotóxicos, o momento da coleta deve ter correspondência com o período de carência dos mesmos; e

VI - no caso de aplicação de fertilizantes, o momento da coleta da amostra deverá estar correlacionado à colheita do produto, quando houver.

Art. 18. Os resultados das análises devem ser reportados em laudos analíticos contendo, no mínimo:

I - identificação do local da amostragem, data e horário de coleta e entrada da amostra no laboratório, anexando a cadeia de custódia;

II - indicação do método de análise utilizado para cada parâmetro analisado; III - os LQAs, para cada parâmetro analisado;

IV - os resultados dos brancos do método e rastreadores ("surrogates");

V - as incertezas de medição para cada parâmetro; e

VI - ensaios de adição e recuperação dos analitos na matriz ("spike").

Parágrafo único. Outros documentos, tais como cartas-controle, cromatogramas, resultados obtidos em ensaios de proficiência e em amostras certificadas, podem ser solicitados a qualquer tempo pelo órgão ambiental competente.

Art. 19. As análises para caracterização e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea deverão ser realizadas em laboratórios acreditados pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial-INMETRO para os parâmetros de interesse.

Parágrafo único. Por um prazo de cinco anos serão admitidas análises realizadas por instituição aceita pelos órgãos ambientais ou de recursos hídricos, para os respectivos parâmetros de interesse.

Art. 20. Após a classificação do solo deverão ser observados os seguintes procedimentos de prevenção e controle da qualidade do solo:

I - Classe 1: não requer ações;

II - Classe 2: poderá requerer uma avaliação do órgão ambiental, incluindo a verificação da possibilidade de ocorrência natural da substância ou da existência de fontes de poluição, com indicativos de ações preventivas de controle, quando couber, não envolvendo necessariamente investigação;

III - Classe 3: requer identificação da fonte potencial de contaminação, avaliação da ocorrência natural da substância, controle das fontes de contaminação e monitoramento da qualidade do solo e da água subterrânea; e

IV - Classe 4: requer as ações estabelecidas no Capítulo IV.

ANEXO VI

TEXTO COMPLEMENTAR IV

LEI Nº 6.902, DE 27 DE ABRIL DE 1981

O PRESIDENTE DA REPÚBLICA, Faço saber que o CONGRESSO NACIONAL decreta e eu sanciono a seguinte Lei:

Art . 1º - Estações Ecológicas são áreas representativas de ecossistemas brasileiros, destinadas à realização de pesquisas básicas e aplicadas de Ecologia, à proteção do ambiente natural e ao desenvolvimento da educação conservacionista.

§ 1º - 90% (noventa por cento) ou mais da área de cada Estação Ecológica será destinada, em caráter permanente, e definida em ato do Poder Executivo, à preservação integral da biota.

§ 2º - Na área restante, desde que haja um plano de zoneamento aprovado, segundo se dispuser em regulamento, poderá ser autorizada a realização de pesquisas ecológicas que venham a acarretar modificações no ambiente natural.

§ 3º - As pesquisas científicas e outras atividades realizadas nas Estações Ecológicas levarão sempre em conta a necessidade de não colocar em perigo a sobrevivência das populações das espécies ali existentes.

Art . 2º - As Estações Ecológicas serão criadas pela União, Estados e Municípios, em terras de seus domínios, definidos, no ato de criação, seus limites geográficos e o órgão responsável pela sua administração.

Art . 3º - Nas áreas vizinhas às Estações Ecológicas serão observados, para a proteção da biota local, os cuidados a serem estabelecidos em regulamento, e na forma prevista nas Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 5.197, de 3 de janeiro de 1967.

Art . 4º - As Estações Ecológicas serão implantadas e estruturadas de modo a permitir estudos comparativos com as áreas da mesma região ocupadas e modificadas pelo homem, a fim de obter informações úteis ao planejamento regional e ao uso racional de recursos naturais.

Art . 5º - Os órgãos federais financiadores de pesquisas e projetos no campo da ecologia darão atenção especial aos trabalhos científicos a serem realizados nas Estações Ecológicas.

Art . 6º - Caberá ao Ministério do Interior, através do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis - IBAMA, zelar pelo cumprimento da destinação das Estações Ecológicas, manter organizado o cadastro das que forem criadas e promover a realização de reuniões científicas, visando à elaboração de planos e trabalhos a serem nelas desenvolvidos. (Vide Lei nº 7.804, de 1989)

Art . 7º - As Estações Ecológicas não poderão ser reduzidas nem utilizadas para fins diversos daqueles para os quais foram criadas.

§ 1º - Na área reservada às Estações Ecológicas será proibido:

- a) presença de rebanho de animais domésticos de propriedade particular;
- b) exploração de recursos naturais, exceto para fins experimentais, que não importem em prejuízo para a manutenção da biota nativa, ressalvado o disposto no § 2º do art. 1º;
- c) porte e uso de armas de qualquer tipo;
- d) porte e uso de instrumentos de corte de árvores;
- e) porte e uso de redes de apanha de animais e outros artefatos de captura.

§ 2º - Quando destinados aos trabalhos científicos e à manutenção da Estação, a autoridade responsável pela sua administração poderá autorizar o uso e o porte dos objetos mencionados nas alíneas c , d e e do parágrafo anterior.

§ 3º - A infração às proibições estabelecidas nesta Lei sujeitará o infrator à apreensão do material proibido, pelo prazo de 1 (um) a 2 (dois) anos, e ao pagamento de indenização pelos danos causados.

§ 4º - As penalidades previstas no parágrafo anterior serão aplicadas pela Administração da Estação Ecológica.

Art . 8º - O Poder Executivo, quando houver relevante interesse público, poderá declarar determinadas áreas do Território Nacional como de interesse para a proteção ambiental, a fim de assegurar o bem-estar das populações humanas e conservar ou melhorar as condições ecológicas locais.

Art . 9º - Em cada Área de Proteção Ambiental, dentro dos princípios constitucionais que regem o exercício do direito de propriedade, o Poder Executivo estabelecerá normas, limitando ou proibindo:

a) a implantação e o funcionamento de indústrias potencialmente poluidoras, capazes de afetar mananciais de água;

b) a realização de obras de terraplenagem e a abertura de canais, quando essas iniciativas importarem em sensível alteração das condições ecológicas locais;

c) o exercício de atividades capazes de provocar uma acelerada erosão das terras e/ou um acentuado assoreamento das coleções hídricas;

d) o exercício de atividades que ameacem extinguir na área protegida as espécies raras da biota regional.

§ 1º - O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis, ou órgão equivalente no âmbito estadual, em conjunto ou isoladamente, ou mediante convênio com outras entidades, fiscalizará e supervisionará as Áreas de Proteção Ambiental. (Vide Lei nº 7.804, de 1989)

§ 2º - Nas Áreas de Proteção Ambiental, o não cumprimento das normas disciplinadoras previstas neste artigo sujeitará os infratores ao embargo das iniciativas irregulares, à medida cautelar de apreensão do material e das máquinas usadas nessas atividades, à obrigação de reposição e reconstituição, tanto quanto possível, da situação anterior e a imposição de multas graduadas de Cr\$200,00 (duzentos cruzeiros) a Cr\$2.000,00 (dois mil cruzeiros), aplicáveis, diariamente, em caso de infração continuada, e reajustáveis de acordo com os índices das ORTNs - Obrigações Reajustáveis do Tesouro Nacional.

§ 3º - As penalidades previstas no parágrafo anterior serão aplicadas por iniciativa do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis ou do órgão estadual correspondente e constituirão, respectivamente, receita da União ou do Estado, quando se tratar de multas. (Vide Lei nº 7.804, de 1989)

§ 4º - Aplicam-se às multas previstas nesta Lei as normas da legislação tributária e do processo administrativo fiscal que disciplinam a imposição e a cobrança das penalidades fiscais.

Art . 10 - Esta Lei entrará em vigor na data de sua publicação.

Art . 11 - Revogam-se as disposições em contrário.

Brasília, em 27 de abril de 1981; 160º da Independência e 93º da República.

JOÃO FIGUEIREDO
Mário David Andreazza

ANEXO VII

TEXTO COMPLEMENTAR V

LEI Nº 6.902 de 27 DE ABRIL DE 1981

Art. 15. A Área de Proteção Ambiental é uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.(Regulamento)

§ 1o A Área de Proteção Ambiental é constituída por terras públicas ou privadas.

§ 2o Respeitados os limites constitucionais, podem ser estabelecidas normas e restrições para a utilização de uma propriedade privada localizada em uma Área de Proteção Ambiental.

§ 3o As condições para a realização de pesquisa científica e visitação pública nas áreas sob domínio público serão estabelecidas pelo órgão gestor da unidade.

§ 4o Nas áreas sob propriedade privada, cabe ao proprietário estabelecer as condições para pesquisa e visitação pelo público, observadas as exigências e restrições legais.

§ 5o A Área de Proteção Ambiental disporá de um Conselho presidido pelo órgão responsável por sua administração e constituído por representantes dos órgãos públicos, de organizações da sociedade civil e da população residente, conforme se dispuser no regulamento desta Lei.