



Ministério da Educação  
**Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
Campus Francisco Beltrão  
**Curso de Engenharia Ambiental**



---

DENILCE DA SILVA OLIVEIRA

**ANÁLISE DA EXPANSÃO DA ATIVIDADE DA MINERAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ  
UTILIZANDO SIG**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

FRANCISCO BELTRÃO  
2018

DENILCE DA SILVA OLIVEIRA

**ANÁLISE DA EXPANSÃO DA ATIVIDADE DE MINERAÇÃO NO ESTADO DO PARÁ  
UTILIZANDO SIG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

**Orientadora:** Dr<sup>a</sup> Michelle Milanez França  
**Coorientador:** Dr<sup>o</sup> Julio Caetano Tomazoni

FRANCISCO BELTRÃO  
2018



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

### Trabalho de Conclusão de Curso – TCC2

**Análise da expansão da atividade de mineração no estado do Pará utilizando SIG**

por

**Denilce da Silva Oliveira**

Trabalho de Conclusão de Curso 2 apresentado às 13 horas, do dia 28 de novembro de 2018, como requisito para aprovação da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso 2, do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Francisco Beltrão. O candidato foi arguido pela Banca Avaliadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Avaliadora considerou o trabalho aprovado.

Banca Avaliadora:

---

**Michelle Milanez França**  
(Presidente da Banca)

---

**Julio Caetano Tomazoni**  
(Membro da Banca)

---

**Fernando Cesar Manosso**  
(Membro da Banca)

---

**Denise Andréia Szymczak**

(Professora responsável pelo TCC e Coordenadora do Curso de Engenharia Ambiental)

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso de Engenharia Ambiental”

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço, primeiramente, à Deus, por ter me dado saúde, força e disposição para superar as dificuldades durante o curso.

Agradeço a Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Michelle Milanez França, orientadora desse projeto, pela confiança, apoio e instruções.

Agradeço ao coorientador Prof. Dr. Julio Caetano Tomazoni, pelo suporte, pelas suas correções e incentivos.

Agradeço ao Prof. Dr. Fernando Manosso, por fazer parte da banca e pelas suas contribuições.

Agradeço aos meus pais Oneide e Jair, pelo amor, dedicação, apoio e incentivo nos momentos difíceis.

Agradeço ao meu ex marido Wesley Lira, o qual me apoiou para que tudo isso acontecesse, ao longo de minha vida, e não somente nestes anos como universitária, mas em todos os momentos que passamos por dificuldades longe de nossas famílias.

Agradeço a minha amiga Marcela Barradas, que mesmo longe me fortaleceu nas horas difíceis.

Agradeço aos amigos, companheiros de trabalhos que fizeram parte da minha formação e que vão continuar presentes em minha vida.

Agradeço a todos os professores por me proporcionar o conhecimento não apenas racional, mas a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional, por tanto que se dedicaram a mim, não somente por terem me ensinado, mas por terem me feito aprender. A palavra mestre, nunca fará justiça aos professores dedicados aos quais sem nominar terão os meus eternos agradecimentos.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu muito obrigado.

## RESUMO

OLIVEIRA, Denilce da Silva. **Análise da expansão da atividade de mineração no estado do Pará utilizando SIG**. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2018.

A exploração mineral no estado paraense, iniciou-se em 1967, na mesorregião sudeste, quando houve a descoberta do maior estoque de minério de ferro do mundo, a serra dos Carajás. Porém, os grandes empreendimentos minero-metalúrgicos começaram a se instalar na região, somente entre os anos de 1970 e 1980, provocando uma dinâmica local, tanto, econômica, social e ambiental nos municípios sedes desses projetos. A importância de conhecer a distribuição geográfica dos processos minérios, em um período de tempo, contribui para análises espaciais e preservação do ecossistema, podendo alertar os órgãos fiscalizadores a diminuir as explorações em áreas preservadas, que sejam inviáveis, ambientalmente. Desta forma foi estudado a expansão da atividade de mineração no estado do Pará com uma sequência histórica de processos minerários desde 1935 até 2018, segundo o banco de dados da ANM (Agência Nacional de Mineração), através do SIGMINE (Sistema de Informações Geográficas da Mineração). Ao analisar os cadastros de processos de mineração no SIG (Sistema de Informação Geográfica) Spring, os dados somam-se 22.386 registros, sendo que 8.419 são os com fase de requerimento e autorização de pesquisa, concentrados no sudoeste e sudeste do estado, regiões de Carajás e Tapajós, locais com maiores expectativas de projetos de mineração para o Pará, entorno de 80% e 21 %, respectivamente. Tais quais, estão incidindo em grande parte das áreas de UCs e terras indígenas, limites com mais de 60% do território do Pará, sendo que 10,29 % deste são protegidos com uso mais restrito, ou seja, o uso indireto dos recursos naturais, o qual são áreas que pertence ao grupo de proteção integral das UCs. E 49,76 % do espaço do Pará, é de domínio de uso sustentável e de proteção de terras indígenas, os quais as ações exploratórias dos recursos naturais, para o sustento das populações, são devidamente enquadradas no plano de manejo. Deste modo, esse fato aponta interesses econômicos nos recursos naturais, podendo apresentar ameaças e pressões em UCs e suas áreas de entorno, prejudicando a fauna e flora destes ambientes, já que as expectativas da indústria extrativa se concentram em tapajós e Carajás. Assim como, foi observado presenças de processos de minerações em áreas indígenas, o que gera diversos conflitos sociais nestas regiões. Em contrapartida, foram evidenciados mais de 2 milhões de reais investidos em compensação ambiental, em ações nas UCs do estado, por empresas mineradoras, afim de compensar os danos ambientais, causados pelo processo de extração mineral. Sendo assim, se não houver ações emergenciais, nos próximos 100 anos, haverá perdas permanentes do bioma amazônico e da significativa biodiversidade presente no estado.

**Palavras-chave:** Impacto ambiental. Geoprocessamento. Compensação ambiental. Unidades de conservação. Pesquisa Mineral.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Denilce da Silva. **Analysis of the expansion of mining activity in the state of Pará using GIS**. 49 f. Course Completion Work (Bachelor of Environmental Engineering) - Federal Technological University of Paraná. Francisco Beltrão, 2018.

Mineral exploration in the state of Pará, began in 1967, in the southeast mesoregion, when the world's largest iron ore stock, the Carajás mountain range, was discovered. However, large mining-metallurgical ventures began to settle in the region only between 1970 and 1980, provoking local, economic, social and environmental dynamics in the municipalities of these projects. The importance of knowing the geographic distribution of the mineral processes, over a period of time, contributes to spatial analysis and preservation of the ecosystem, being able to alert the inspection agencies to reduce explorations in preserved areas that are not feasible, environmentally. In this way, the expansion of the mining activity in the state of Pará was studied with a historical sequence of mining processes from 1935 to 2018, according to the ANM (National Mining Agency) database, through SIGMINE (Geographic Information System of Mining). When analyzing the records of mining processes in the GIS (Spring Geographic Information System), the data add up to 22,386 records, of which 8,419 are those with the application phase and the authorization of research, concentrated in the southwest and southeast of the state, regions of Carajás and Tapajós, places with higher expectations of mining projects for Pará, surroundings of 80% and 21%, respectively. These are, in most of the areas of PAs and indigenous lands, limits with more than 60% of the territory of Pará, 10.29% of which are protected with more restricted use, that is, the indirect use of natural resources, which are areas that belong to the group of integral protection of the CUs. And 49.76% of the area of Pará is a domain of sustainable use and protection of indigenous lands, and the exploratory actions of natural resources for the sustenance of the populations are properly framed in the management plan. Thus, this fact points to economic interests in natural resources, and may present threats and pressures in PAs and their surrounding areas, damaging the fauna and flora of these environments, since the expectations of the extractive industry are concentrated in Tapajós and Carajás. As well, it was observed presences of mining processes in indigenous areas, which generates diverse conflicts in these regions. On the other hand, more than 2 million reais were invested in environmental compensation, in actions in the State CUs, by mining companies, in order to compensate for the environmental damages caused by the mineral extraction process. Therefore, if there are no emergency actions, in the next 100 years, there will be permanent losses of the Amazon biome and the significant biodiversity present in the state.

**Keywords:** Environmental impact. Geoprocessing. Environmental compensation. Conservation units. Mineral search

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ANM – Agência Nacional de Mineração

APA – Área de Proteção Ambiental

ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico

CAA – Câmaras de Compensação Ambiental

CGEO/CGTIG – Coordenação de Geoprocessamento

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

ESEC – Estação Ecológica

FCA – Fundo de Compensação Ambiental do Estado do Pará

FLONA – Floresta Nacional

FUNAI – Fundação Nacional do Índio

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

ICMBio – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade

IDEFLOR-Bio – Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Pará

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

MONA – Monumento Natural

PARNA – Parque Nacional

RDS – Reserva de Desenvolvimento Sustentável

REBIO – Reserva Biológica

REFAU – Reserva de Fauna

RESEX – Reserva Extrativista

REVIS – Refúgio de Vida Silvestre

RPPN – Reserva Particular do Patrimônio Natural

SEMAS/PA – Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará

SIG – Sistema de Informação Geográfica

SIGMINE – Sistema de Informações Geográficas da Mineração

SIMINERAL – Sindicato das Indústrias Minerais do Pará

SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação

UCs – Unidades de Conservação

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Mapa de localização do estado do Pará.....	<b>21</b>
<b>Figura 2:</b> Fluxograma dos procedimentos metodológicos.....	<b>24</b>
<b>Figura 3:</b> Mapa com as fases dos processos minerários entre os anos de 1944 a 2018 no estado do Pará.....	<b>27</b>
<b>Figura 4:</b> Mapa das UCs pertencentes ao estado do Pará, classificadas em esferas federais, estaduais e municipais.....	<b>32</b>
<b>Figura 5:</b> Mapa dos processos minerários e UCs federais, estaduais e municipais no estado do Pará.....	<b>35</b>
<b>Figura 6:</b> Mapa dos processos minerários e terras indígenas no estado Pará. .....	<b>36</b>
<b>Figura 7:</b> Mapa das UCs que acessam o recurso de ressarcimento pelos danos causados à biodiversidade.....	<b>39</b>
<b>Figura 8:</b> Mapa panorama geral com dados dos processos minerários, Ucs, terras indígenas e compensação ambiental no estado do Pará.....	<b>41</b>

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1:** Reservas Minerais do estado do Pará em 2016, discriminadas por classes, substâncias e pelos valores quantitativos volumétricos em tipos de reservas.....**17**

**Tabela 2:** Principais empresas produtoras no Pará, até o ano de 2016.....**18**

**Tabela 3:** Quantidade de Unidades de conservação federais, estaduais e municipais, detalhada por seus respectivos grupos e categorias.....**29**

**Tabela 4:** Dados das UCs que acessam o recurso de ressarcimento pelos danos causados à biodiversidade.....**38**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1 Objetivo geral .....</b>	<b>12</b>
<b>2.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>12</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>12</b>
<b>3. 1 Geoprocessamento.....</b>	<b>12</b>
<b>3. 2 Legislação aplicada a exploração mineral.....</b>	<b>13</b>
<b>3. 3 Compensação Ambiental e UCs .....</b>	<b>16</b>
<b>3. 4 Reservas minerais do estado do Pará .....</b>	<b>18</b>
<b>3. 5 Extração mineral no estado do Pará .....</b>	<b>21</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>4. 1 Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>22</b>
<b>4. 2 Análise dos dados .....</b>	<b>24</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>5.1 Informações disponibilizadas pela ANM.....</b>	<b>28</b>
<b>5.2 Presença de UCs próximo a áreas de mineração .....</b>	<b>28</b>
<b>5.3 Uso da compensação ambiental no processo de mineração .....</b>	<b>41</b>
<b>5.4 Análise espacial recente sobre a expansão da mineração .....</b>	<b>44</b>
<b>6. CONCLUSÕES .....</b>	<b>46</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>48</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A exploração mineral no estado paraense, iniciou-se em 1967, na mesorregião sudoeste, quando houve a descoberta do maior estoque de minério de ferro do mundo, dito como distrito mineral da Serra dos Carajás, produção iniciada em 1985, o qual produzirá, a partir de 2019 a 2020, a cada quatro anos, 1 bilhão de toneladas de minério de ferro. Porém, os grandes empreendimentos minero-metalúrgicos começaram a se instalar na região, somente entre os anos de 1970 e 1980, provocando uma dinâmica local, tanto, econômica, social e ambiental nos municípios sedes desses projetos (MINERAL, 2018).

Diversos são os efeitos da expansão da mineração, que diferem nas formas de desenvolvimento regional em cada um dos municípios que sediam grandes projetos de mineração, que combinam com o desenvolvimento sustentável, quando são utilizados como benefício para o progresso regional com a sociedade na qual está inserida.

Dentre as várias alternativas de desenvolvimento sustentável, fala-se em compensação ambiental, ou seja, trata-se uma medida para compensar os danos ambientais, que vierem a ser causados e que não poderão ser mitigados de maneira acessível. Tal medida, é aplicada quando, por exemplo, ocorre perda de uma parte da vegetação nativa, o que é frequente em atividades de mineração (SANCHEZ, 2013).

Deste modo, ressalta-se que o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), estabelecido através da lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000, no seu Art. 36 estipula que empreendimentos causadores de impactos ambientais, para respectivo, licenciamento ambiental, o empreendedor deverá apoiar a implantação e manutenção de unidades de conservação (UCs) do grupo de Proteção integral, isto é, áreas protegidas por leis com maior restrição para uso direto.

Desta forma, o presente trabalho tem o intuito de relatar a análise espacial e ordenamento temporal por distribuição geográfica, sobre a expansão da mineração no estado do Pará ao longo dos anos, através de dados estatísticos disponíveis na ANM, mediante a mapas temáticos, utilizando o SIG (Sistema de Informação Geográfica) Spring 5.4.3. Além disso, o mesmo tem como objetivo identificar a presença de UC's próximos a áreas de mineração e verificar o uso da compensação ambiental nos processos de mineração, trazendo em forma de mapas, a fácil compreensão das informações apresentadas.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a expansão das atividades de mineração no estado do Pará, através de um sistema de informação geográfica.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Construir um banco de dados, a partir de dados disponibilizados pela ANM.
- Identificar a presença de unidades de conservação próximas a áreas de mineração, utilizando dados do ICMBio;
- Verificar o uso da compensação ambiental, aplicados em UCs, decorrentes dos processos de minerações;
- Obter uma análise espacial recente sobre a expansão da mineração, no período 1935 à 2018.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1 Geoprocessamento**

Na busca contínua de condições cada vez mais seguras, rápidas e maneiras de avaliar e monitorar a amplitude do beneficiamento dos recursos naturais pelas atividades minerárias é a utilização de SIG's (Sistemas de Informações Geográficas), que é um conjunto integrado de hardware e software para a aquisição, armazenamento, estruturação, manipulação, análise e exibição gráfica de dados espacialmente ligados a uma posição específica no globo terrestre, relacionados a um sistema cartográfico conhecido, por meio de suas coordenadas, ou seja, dados georreferenciados, se apresenta como uma solução eficaz, para monitorar os dados referentes a processos minerários e também a informações de empresas que detém direitos do mesmo (DEUS & NASCIMENTO, 2001).

Essa técnica contribui para a análise, desde o planejamento urbano e regional, como na análise de recursos naturais, proporcionando assim, a solução de análises complexas, através da compilação de dados de diversas fontes, possibilitando ainda, a geração de documentos gráficos, cartográficos e temáticos, colaborando para uma maior compreensão ao fenômeno estudado (DEUS & NASCIMENTO, 2001).

### **3. 2 Legislação aplicada a exploração mineral**

A mineração trata-se de uma atividade para extração, preparação e proveito de minerais presentes nas rochas e/ou no solo, os quais são utilizados para diversos fins, desde produção de aço, através do minério de ferro, como para o alumínio, advindo do minério bauxita, bens utilizados mundialmente. Com isso, a mineração é imprescindível para a sustentação do grau de vida e progresso das sociedades recente em que se vive, vale ressaltar que as exportações de bens minerais têm uma representação muito significativa, e é um dos principais setores da economia paraense e continuará em destaque nos próximos anos, o estado hoje é responsável por mais de 80% das exportações, colocando-se como o 3º estado com saldo positivo da balança comercial brasileira (MINERAL, 2018).

Neste contexto, salienta-se que companhias minerais são exigidas por lei a cumprir normas ambientais, de funcionamento e fechamento muito restrita, de forma a propiciar que o local atingido pela exploração retorne a seu estado inicial, ou próxima da inicial e em alguns casos até melhor. Nesse sentido, a lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, dispõe sobre o regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais.

Segundo Calazans e Moreira (2000), os empreendimentos minerários sustentam-se através da exploração de recursos minerais, porém só estarão de acordo com a lei, quando cumprirem seus deveres junto ao DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), instituição federal e regulador de direitos minerários, criada pela lei nº 8.876, de 2 de maio de 1994. Entidade recentemente, revogada pela lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017, deste modo criou-se a Agência Nacional de Mineração (ANM) e extingue-se o DNPM.

A ANM, órgão federal, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, dotada de personalidade jurídica de direito público, com autonomia patrimonial, administrativa e financeira, tem a finalidade de promover a gestão dos recursos minerais da União, bem como a regulação e a fiscalização das atividades para o aproveitamento dos recursos minerais no País, na forma do que dispõem o Código de Mineração, o Código de Águas Minerais, os respectivos regulamentos e a legislação que os complementa.

Neste sentido, para as empresas mineradoras obterem seus licenciamentos, garantindo os direitos sociais, ambientais e econômicos junto ao ANM, se faz necessário

não só o acompanhamento diário dos eventos relacionados aos seus títulos minerários e dos eventos relacionados aos títulos pertencentes aos concorrentes, como ao mesmo tempo monitorar as mais diversas informações relacionadas a este mercado minerador (CALAZANS & MOREIRA, 2000).

De acordo com a lei federal nº 9.985, UC's são áreas, incluindo seus recursos ambientais e águas jurisdicionais, criadas pelo poder público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção.

O processo de regularização ambiental de atividades destinadas à extração mineral deve ser realizado em consonância às legislações pertinentes à atividade. Portanto, deve-se atentar para as regulamentações existentes.

Neste sentido, a Constituição Federal de 1988 apresenta como princípios gerais da atividade econômica, em seu Capítulo I, que como agente normativo e regulador da atividade econômica, o Estado exercerá, na forma da lei, as funções de fiscalização, incentivo e planejamento, sendo este determinante para o setor público e indicativo para o setor privado (Art. 174).

Ainda na Constituição Federal de 1988, no Art. 176, as jazidas, em lavra ou não, e demais recursos minerais constituem propriedade distinta da do solo, para efeito de exploração ou aproveitamento, e pertencem à União, garantida ao concessionário a propriedade do produto da lavra.

Assim, para exploração dos recursos minerais, devem-se considerar alguns regulamentos previstos como, por exemplo, a pesquisa e a lavra de recursos minerais e o aproveitamento dos potenciais a que se refere o "caput" deste artigo só poderão ser efetuados mediante autorização ou concessão da União, no interesse nacional, por brasileiros ou empresa constituída sob as leis brasileiras e que tenha sua sede e administração no País, na forma da lei, que estabelecerá as condições específicas quando essas atividades se desenvolverem em faixa de fronteira ou terras indígenas (Art. 176, inciso 1º).

Segundo o inciso 2º da constituição, é assegurada participação ao proprietário do solo nos resultados da lavra, na forma e no valor que dispuser a lei, e a autorização de pesquisa será sempre por prazo determinado, e as autorizações e concessões previstas

neste artigo não poderão ser cedidas ou transferidas, total ou parcialmente, sem prévia anuência do poder concedente (Art. 176, inciso 3º).

Voltado ao Meio Ambiente, no Capítulo IV da Constituição Federal, o Art. 225 expõe que 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.

Com relação à extração mineral especificamente, o inciso 2º do Art. 225 dispõe que 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. Para tanto, segundo o inciso 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.

Desta forma, a respeito das competências para proteção do meio ambiente, a lei complementar nº 140, de 08 de dezembro de 2011 fixou normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora. Assim, definiu-se que as ações de cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios deverão ser desenvolvidos de modo a garantir o desenvolvimento sustentável, harmonizando e integrando todas as políticas governamentais.

Na lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978 em seu Art. 1º, dispõe sobre o que pode ser aproveitado pelo regime de licenciamento, ou de autorização e concessão. É importante verificar que o aproveitamento das substâncias minerais referidas no Art. 1º fica adstrito à área máxima de cinquenta hectares. Além disso, segundo Art. 2º o aproveitamento mineral por licenciamento é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa autorização, salvo se a jazida se situar em imóveis pertencentes a pessoa jurídica de direito público, bem como na hipótese prevista no inciso 1º do Art. 10.

Assim, seguindo o que dispõe o Art. 3º o licenciamento depende da obtenção, pelo interessado, de licença específica, expedida pela autoridade administrativa local, no

município de situação da jazida, e da efetivação do competente registro na ANM, mediante requerimento cujo processamento será disciplinado em portaria do Diretor-Geral desse órgão, a ser expedida no prazo de 60 (sessenta) dias da publicação desta Lei.

A exploração mineral também requer atenção da Política Nacional de Resíduos Sólidos, regida pela lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Esta Lei apresenta alguns conceitos importantes voltados a gestão do ambiental da área de exploração.

Na regularização e execução da atividade é essencial observar os regimes de aproveitamento das substancias minerais. Neste sentido, o decreto-lei federal nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, regulamentado pelo recente Decreto nº 9.406, de 12 de junho de 2018 (Novo Código de Mineração Brasileiro), em seu Art. 2º apresenta os fundamentos para o desenvolvimento da mineração. Em seu Art. 3º regula os direitos sobre as massas individualizadas de substâncias minerais ou fósseis, encontradas na superfície ou no interior da terra formando os recursos minerais do País, além disso regula o regime de seu aproveitamento, bem como a fiscalização pela ANM, da pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral.

No estado do Pará a instrução normativa nº 06, de 10 de novembro de 2014, dispõe sobre procedimentos e critérios, no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS/PA), para o licenciamento ambiental referente à extração de minério (areias, cascalhos e saibros) e beneficiamento associado, para utilização imediata na construção civil. A portaria nº 266, de 10 de julho de 2008, dispõe sobre o processo de registro de licença para empreendimentos no estado.

Visando a promoção da atividade, a constituição do estado do Pará em seu capítulo IV, da política mineraria e hídrica, define em seu Art. 245, através de lei, a política mineraria e hídrica, defendendo seus interesses, inclusive interrompendo atividades predatórias, resguardando a soberania nacional sobre a pesquisa, exploração, lavra e uso dos recursos naturais renováveis e não renováveis, disciplinando a conservação e o aproveitamento racional dos bens minerais e das águas.

### **3. 3 Compensação Ambiental e UCs**

Para a compensação ambiental, são utilizados metodologia de cálculo de compensação de impacto ambiental estabelecida pelos órgãos ambientais, conforme disposto na Resolução CONAMA 371 de 05 de abril de 2006, que estabelece diretrizes aos órgãos ambientais para o cálculo, cobrança, aplicação, aprovação e controle de gastos de recursos advindos de compensação ambiental, conforme o SNUC.

No estado do Pará, através do Portaria nº 144 de 13 de março de 2007 em seu artigo 32, institui-se no âmbito dos órgãos licenciadores a Câmaras de Compensação Ambiental (CAA) do Estado, órgão colegiado, de caráter deliberativo, normativo e fiscalizador, instituída com a finalidade de analisar e propor a aplicação da compensação ambiental tendo como estrutura presidência, colegiado e secretaria uma executiva. Neste contexto, o Decreto Nº 2.033 de 21 de dezembro de 2009 que disciplina e adéqua a compensação ambiental por empreendimentos de significativo impacto ambiental e que, trás consigo o percentual de gradação de impacto ambiental o qual varia de 0% a 2%.

A lei estadual nº 8096 de 01 de janeiro 2015, designou ao Instituto de Desenvolvimento Florestal e da Biodiversidade do Estado do Pará (IDEFLOR-Bio), a competência para executar a política estadual de UCs do Estado relativas à sua proposição, criação, implementação e gestão, em observância às normas gerais previstas no SNUC.

Neste sentido, a Instrução Normativa nº 01 de 01 de março de 2015, regula os procedimentos administrativos para a celebração dos termos compromisso em cumprimento à obrigação de compensação ambiental, decorrentes de processos de Licenciamento Ambiental de empreendimentos promotores de significativo impacto ambiental no âmbito do estado do Pará.

Contudo, a lei nº 8.633 de 19 de junho de 2018, altera dispositivos da lei nº 8.096 de 2015 e cria o Fundo de Compensação Ambiental do Estado do Pará (FCA). O FCA é unidade orçamentária com natureza contábil autônoma, vinculada ao IDEFLOR-Bio, que tem por objetivo financiar atividades voltadas para a criação, a gestão, a implementação, a manutenção, o monitoramento, a fiscalização, o investimento, o custeio, a proteção, o manejo e a regularização de UCs e suas zonas de amortecimento, conforme o SNUC, e aprovação da CAA.

No que diz respeito a UCs, segundo Sanchez (2013), as unidades de conservação são divididas em dois grupos: Proteção Integral e Uso Sustentável. As unidades de

conservação de proteção integral são aquelas que têm como objetivo primordial a preservação da natureza, reduzindo a interferência humana. Nessas unidades somente é admitida o uso indireto dos recursos naturais, como aqueles que não envolvem consumo, coleta, dano ou destruição. Dentro desse grupo estão compreendidas na Estação Ecológica (ESEC), Reserva Biológica (REBIO), Parque Nacional (PARNA), Monumento Natural (MONA), e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS).

O grupo de uso sustentável, no SNUC, contém unidades de conservação que visam a manutenção dos recursos naturais, uma vez que os mesmos podem ser explorados, mas de forma sustentável. Sendo assim, esse grupo mantém um equilíbrio entre exploração dos recursos naturais e desenvolvimento sustentável. Dentro desse grupo estão compreendidas as categorias, Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE), Floresta Nacional (FLONA), Reserva Extrativista (RESEX), Reserva de Fauna (REFAU), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

### **3. 4 Reservas minerais do estado do Pará**

Segundo a geologia e recursos minerais do estado do Pará, que abrange o programa geologia do Brasil desenvolvido pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM), projeto que representa estudos geológico e os recursos minerais da região, o estado do Pará, é notável pela sua diversidade geológica e seu comprovado potencial mineral, que o coloca em posição de destaque no cenário mineral nacional.

Neste sentido, os números da atividade industrial de base mineral do estado do Pará são indicativos da alta performance do setor mineral estadual e no cenário nacional, devido refletir forte vocação mineral do seu subsolo, cuja evolução geológica especializou metalogeneticamente o substrato da sua crosta, o qual incorpora um patrimônio mineral com depósitos de classe mundial, em fase de produção e comercialização. O Pará com expressivo patrimônio mineral vem apresentando sucessivos crescimentos na sua indústria de base mineral.

Segundo dados do anuário mineral estadual do Pará, da ANM, do ano de 2017, do ano base de 2016, as reservas minerais paraenses, são discriminadas por classes/substâncias e tipos, os quais estão listados na Tabela 1, representam o conjunto atualmente quantificado dos recursos minerais reais e potenciais que fazem a dotação

mineral do estado, cujas localizações geográficas estão intimamente relacionadas aos Distritos Mineiros individualizados e cartografados no espaço paraense, sendo que as mesmas são divulgadas pela ANM no Anuário Mineral Brasileiro e a classificação das reservas está diretamente relacionada com o grau de conhecimento da jazida e podem ser Medida, Indicada e Inferida.

A reserva medida, abrange o volume ou tonelagem de minério computado pelas dimensões do depósito reveladas em afloramentos, trincheiras, galerias, trabalhos subterrâneos e sondagem, e o teor determinado por resultados de amostragem detalhada, devendo os pontos de inspeção, amostragem e medida estarem tão proximamente espaçados e o caráter geológico tão bem definido que as dimensões, a forma e o teor da substância mineral possam ser perfeitamente estabelecidos.

A reserva indicada, englobam o volume ou tonelagem de minério computado a partir de medidas e amostras específicas, ou de dados de produção, e parcialmente, por extrapolação, até distâncias razoáveis, com base em evidências geológicas. As reservas computadas são aprovadas pela ANM nos relatórios de pesquisa ou através da reavaliação de reservas.

Já as reservas inferidas, são aquelas com estimativa do volume ou tonelagem de minério calculada com base no conhecimento da geologia do depósito.

**Tabela 1** – Reservas Minerais do estado do Pará em 2016, discriminadas por classes, substâncias e pelos valores quantitativos volumétricos em tipos de reservas.

Classe / Substância	RESERVAS				
	Medida	Indicada	Inferida	Lavrável	
<b>Metálicos</b>					
<b>Alumínio (Bauxita)</b>					
<b>Bauxita</b>	t	2.236.160.299	2.856.524.060	7.104.578.826	<b>455.742.419</b>
<b>Metalúrgica</b>					
<b>Bauxita Refratária</b>	t	90.856.059	15.083.058	-	-
<b>Cobalto</b>					
<b>Cobalto</b>	t Co	147	258	-	-
<b>Cobre</b>					

<b>Cobre</b>	t Cu	35.873.823	51.545.523	38.948.892	<b>9.770.341</b>
Estanho					
<b>Cassiterita (Secundária)</b>	kg Sn	415.997.058	421.868.821	280.089.000	<b>415.648.146</b>
Ferro					
<b>Ferro</b>	t	11.937.559.194	8.112.566.457	71.384.594.249	<b>3.031.469.625</b>
Manganês					
<b>Manganês</b>	t	79.565.076	7.373.043	2.251.187	<b>52.386.897</b>
Níquel					
<b>Níquel</b>	t Ni	3.150.510	2.303.985	2.564.513	<b>1.912.183</b>
Ouro					
<b>Ouro (Primário)</b>	kg Au	14.387.750	16.811.124	20.384.829	<b>533.630</b>
Platina (Grupo Da)					
<b>Paládio</b>	t EGP	6	2	2	<b>2</b>
<b>Platina</b>	t EGP	4	2	1	<b>2</b>
Prata					
<b>Prata (Primária)</b>	kg Ag	24.131	33.670	16.904	<b>30.633</b>
Tungstênio					
<b>Tungstênio</b>	t WO <sub>3</sub>	13.251	1.078	909	<b>11.785</b>
Zinco					
<b>Zinco</b>	t Zn	12.977	33.691	38.044	-
Não-Metálicos					
Areia					
<b>Areia</b>		n.d.	n.d.	n.d.	<b>n.d.</b>
Areias Industriais					
<b>Areia Industrial</b>	t	3.612.218	2.298.265	76.800.517	<b>1.887.647</b>
<b>Quartzito Industrial</b>	t	1.434.355	159.425	812.000	-
<b>Quartzo</b>	t	46.150.991	17.006.890	-	<b>62.431.877</b>
Argilas					
<b>Argilas Comuns</b>	t	60.376.879	63.775.921	-	<b>1.350.000</b>
<b>Argilas Plásticas</b>	t	6.602.657	3.784.752	4.844.972	-
<b>Argilas Refratárias</b>	t	-	-	<b>120.000</b>	-
Calcário					
<b>Calcário</b>	t	493.774.657	482.711.026	366.070.999	<b>129.280.241</b>
Caulim					
<b>Caulim</b>	t	764.574.645	2.513.013.653	44.348.436.919	<b>88.772.068</b>
Feldspato, Leucita e Nefelina-Sienito					
<b>Leucita e Nefelina-Sienito</b>	t	13.257.425	14.807.000	42.015.480	-
Fosfato					
<b>Fosfato</b>	t P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	302.536	48.292	-	<b>330.700</b>
Gipsita					
<b>Gipsita</b>	t	192.822.759	209.643.021	186.739.654	-
Quartzo (Cristal) e Outros Piezelétricos					
<b>Quartzo (Cristal)</b>	t	1.448.991	232.379	-	-

Rochas (Britadas) e Cascalho					
<b>Brita e Cascalho</b>		n.d.	n.d.	n.d.	<b>n.d.</b>
Rochas Ornamentais					
<b>Ornamental (Granito, Gnaiss e afins)</b>	t	7.774.433	-	37.805.399	-
Rochas Ornamentais - Outras					
<b>Outras Rochas Ornamentais (Pedra de Talhe, Pedra-Sabão, Basalto, etc.)</b>	t	322.344	492.877	-	<b>118.660</b>
Saibro					
<b>Saibro</b>		n.d.	n.d.	n.d.	<b>n.d.</b>
Talco e Outras Cargas Minerais					
<b>Filito</b>	t	<b>177.851</b>	<b>406.717</b>	<b>124.240</b>	<b>-</b>

**Fonte:** Anuário Mineral Brasileiro (ANM 2017).

Das reservas elencadas na Tabela 1, merecem destaque as reservas de ferro e bauxita que provocaram no estado do Pará a implantação dos grandes projetos de mineração ou das indústrias extrativas que nos anos de 1970 e 1980, deram início à exploração mineral das jazidas de grande porte de bauxita em Oriximiná e de ferro na Província Mineral de Carajás.

### 3. 5 Extração mineral no estado do Pará

No anuário mineral estadual do Pará, da ANM, a produção, extrativa e de transformação, da indústria de base mineral do Pará, no ano de 2016, como mostra a Tabela 2, se caracteriza pelo predomínio dos minerais de classe metálica em que se destacam o cobre, ferro, manganês, níquel, e ouro, produzido pela Vale S/A, o cobre e ouro produzido pela Salobo Metais S/A, e a bauxita metalúrgica pela Mineração Rio do Norte S/A.

**Tabela 2** – Principais empresas produtoras no Pará, até o ano de 2016.

	<b>Empresas</b>	<b>Principais Substâncias Produzidas</b>	<b>Participação (%)<sup>(1)</sup></b>
<b>1</b>	VALE S/A	Cobre, Ferro, Manganês, Níquel, Ouro (Primário)	<b>69,76</b>
<b>2</b>	Salobo Metais Sa.	Cobre, Ouro (Primário)	<b>12,69</b>
<b>3</b>	Mineracao Rio do Norte S/A	Bauxita Metalúrgica	<b>5,32</b>

<b>4</b>	Mineração Paragominas S A	Bauxita Metalúrgica	<b>4,38</b>
<b>5</b>	Alcoa World Alumina Brasil Ltda.	Bauxita Metalúrgica	<b>2,07</b>
<b>6</b>	Imerys Rio Capim Caulim S/A	Caulim	<b>1,60</b>
<b>7</b>	Mineração Buritirama S A	Manganês	<b>0,75</b>
<b>8</b>	Avb Mineração Ltda.	Cobre, Ouro (Primário)	<b>0,68</b>
<b>9</b>	Serabi Mineração S.A.	Cobre, Ouro (Primário), Prata (Primária)	<b>0,61</b>
<b>10</b>	CADAM S.A.	Caulim	<b>0,52</b>

(<sup>1</sup>) Participação percentual da empresa no valor total da comercialização da produção mineral no PA.

**Fonte:** Anuário Mineral Brasileiro (ANM 2017).

A produção mineral paraense, mostrada na Tabela 2, concentra-se em uma única megaempresa de capital privado, a Vale, sendo quase que generalizadamente destinada ao mercado externo, compondo cerca de 69,76% da pauta de exportação estadual.

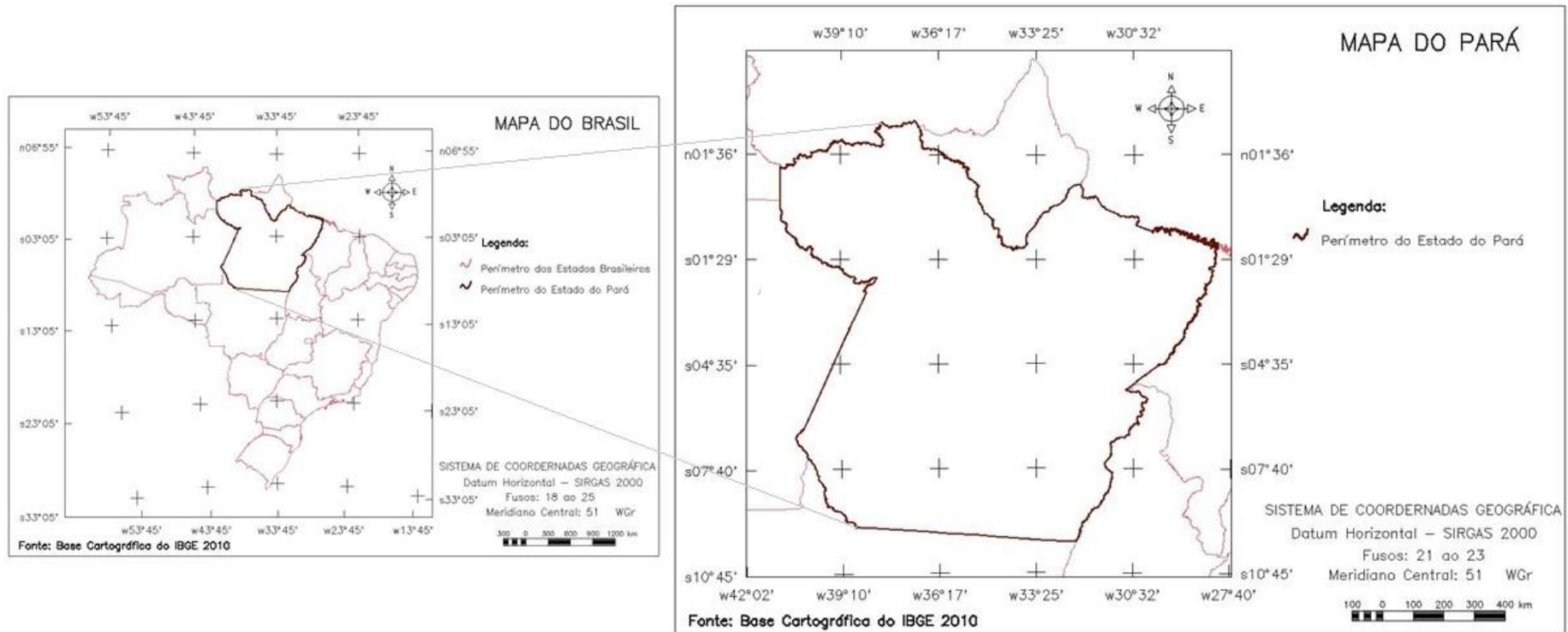
Deste modo, a produção mineral paraense mostra historicamente uma performance sempre crescente com volumes anualmente ascendentes, resultantes das demandas mundiais, dos preços elevados, das tecnologias de extração e dos investimentos para expansão operacional das minas ativas.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4. 1 Caracterização da área de estudo**

A região de estudo é o estado do Pará, segundo dados de 2017 do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), possui uma área de 1.247.955,238 km<sup>2</sup>, pertencente a região Norte do Brasil. O local de estudo está delimitado na Figura 1.

**Figura 1 – Mapa de localização do estado do Pará.**



Fonte: Autoria própria, 2018.

O clima, utilizando a classificação de Koppen, foram identificados os três subtipos climáticos para o estado do Pará, Af, Am e Aw. Tais subtipos pertencentes ao clima equatorial chuvoso, caracterizando-se por apenas apresentar temperaturas médias mensal sempre superior a 18° C e se diferenciam pela quantidade de precipitação pluviométrica média mensal e anual.

Segundo os mapas de vegetação do IBGE, a vegetação no estado do Pará é bem diversificada, porém a predominância, é de floresta ombrófila densa, pertencente à Floresta Amazônica caracterizada por mangues no litoral, campos na ilha de Marajó. O relevo é baixo e plano, apresenta planície amazônica a norte, depressões e pequenos planaltos, e 58% do território se encontra abaixo dos 200 metros, as altitudes superiores a 500 metros estão nas serras de Carajás, Caximbo e Acari.

A geologia no estado paraense está associada ao arcabouço geológico, controladas, de um modo geral, especialmente pelos arranjos estruturais, litológicos e estratigráficos (IBRAM, 2008).

Neste sentido, dados do CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), mostra que para sul/sudeste do Pará um arcabouço estrutural/tectônico mais antigo, é constituído pelos blocos Belém, Araguacema, Juruena e Porangatu, articulados entre si pelos cinturões Itacaiúnas, Araguaia e Alto Tapajós, este último ainda pouco conhecido, sendo que grandes áreas desses compartimentos tectônicos acham-se recobertas por unidades vulcano-sedimentares de idade proterozóica, e coberturas sedimentares fanerozó.

Os quais levam aos mais variados domínios geológicos, que por sua evolução foram especializados mineralogicamente, e atualmente representam e edificam o portfólio de investimentos e de negócios do Pará, isto é, a exploração minerária.

#### **4. 2 Análise dos dados**

A metodologia realizada na pesquisa, está sintetizada, na Figura 2. A ilustração trata-se de um fluxograma, o qual foi montado com o intuito de uma melhor, representação e compreensão, dos procedimentos metodológicos que foram aplicados no presente trabalho.

O software utilizado no trabalho, para elaboração dos mapas temáticos, foi o Spring, de versão 5.4.3, em português. Este, é um programa gratuito, disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Segundo o INPE o Spring é um SIG com funções de processamento de imagens, análise espacial, modelagem numérica de terreno e consulta a bancos de dados espaciais, que tem como objetivo construir um sistema de informações geográficas para aplicações em agricultura, floresta, gestão ambiental, geografia, geologia, planejamento urbano e regional.

Outro método usado, foi overlay, técnica que faz parte de Sistemas Informações Geográficas (SIG's). Consiste em uma metodologia em que cartas temáticas são elaboradas e posteriormente analisadas conjuntamente permitindo avaliar os impactos espacialmente, a partir da sobreposição dos temas, que representa o diagnóstico ambiental, são estabelecidas as cartas de aptidão e restrição de uso do solo, de acordo com as ações previstas para ocorrer, tendo como principal vantagem a identificação do impacto e a apresentação direta e espacial (GARLLARDO, 2004; PEREIRA; BORÉM, 2007).

A expansão de atividade de mineração foi analisada, baseada no banco de dados disponível no Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE) da ANM, sobre os processos de lavra e beneficiamento do Brasil. Posteriormente, foi feita a filtragem somente dos dados de interesse para o estudo, isto é, apenas elementos dos locais que tem e/ou teve extrações de minério no estado Pará, desde os primeiros registros dessa atividade.

Em seguida, foi feita análise temporal dos registros de processos de mineração, a partir daí construiu-se o banco dados no SIG SPRING, seguindo da elaboração de um mapa temático do estado com esses registros. Neste apresentou-se, as informações extraídas, em forma de pontos georreferenciados, utilizando o software Spring 5.4.3, obtendo-se a espacialização das atividades.

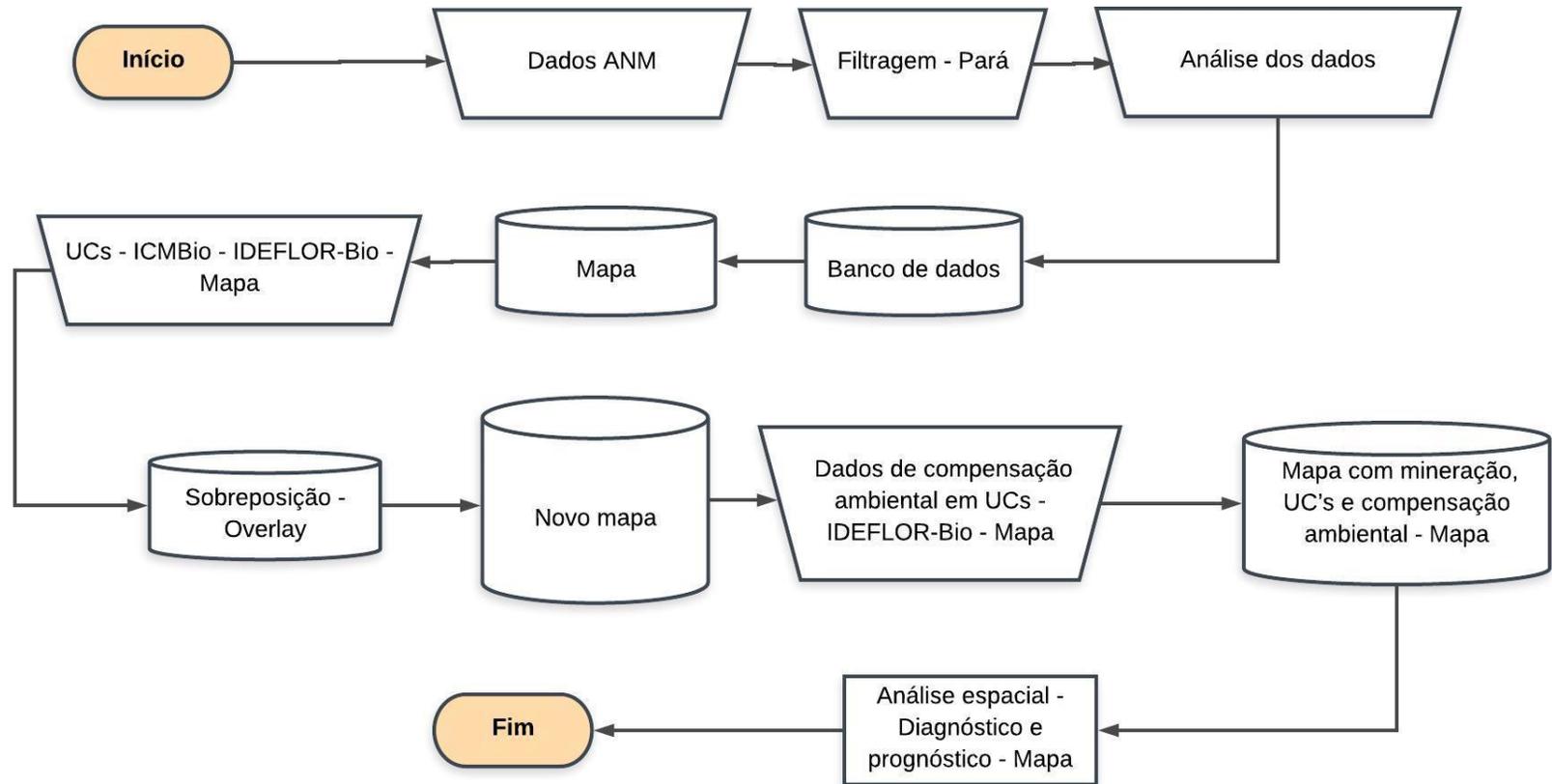
Com o mapa temático elaborado, foram realizadas buscas de mapas e/ou banco de dados de UC's e as áreas protegidas no estado do Pará, os quais foram fundamentadas nas informações, vindas dos órgãos Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), IDEFLOR-Bio, FUNAI (Fundação Nacional do Índio). Adiante, relacionou-se a sobreposição do mapa temático com o mapa de UC's e

as áreas preservadas do estado do Pará, utilizando o método overlay, para verificar se as atividades de mineração estão próximas as áreas das UC's, fez-se assim um novo mapa temático.

Subsequentemente, realizou-se levantamentos de dados e/ ou geográficos, junto ao IDEFLOR-Bio, sobre as ações de compensação ambiental, que os empreendimentos têm utilizado como forma de mitigação compensatória dos impactos ambientais da área que foi deteriorada durante seu processo de extração de minério, tal compensação remete-se, como por exemplo, criação de UC's, como foi o caso da Flona dos Carajás. Estes dados foram cruzados com o mapa temático, compostos dos pontos de mineração e pelas UCs.

Por fim, relacionou-se todos os dados encontrados em um mapa espacial, pelos dados de locais de mineração, UC's, áreas protegidas e compensação ambiental no estado do Pará.

**Figura 2** – Fluxograma dos procedimentos metodológicos.



**Fonte:** Autoria própria, 2018.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **5.1 Informações disponibilizadas pela ANM**

Analisando os dados disponível pela ANM, verificou-se que para o Brasil, a ANM possui um Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), desenvolvido pela Coordenação de Geoprocessamento (CGEO/CGTIG), a qual possui sistema de referência de informações atualizadas relativas às áreas dos processos minerários cadastrados na ANM, dispondo de uma sequência histórica de registros que compreende ao período de 1935 até 2018, o mesmo proporciona ao usuário uma consulta aos dados e análises relacionais de caráter espacial, em que as informações são inseridas pelos servidores e colaboradores da ANM.

Na versão do sistema, as informações são georreferenciadas, atualizadas diariamente a cada 24h, apresentadas por mapas digitais no formato vetorial e raster, no datum de referência SIRGAS 2000, e podem ser feitos download em formatos de shp e kmz, tanto de todo Brasil, como para um estado específico.

O banco de dados da SIGMINE conta com todos processos minerários do Brasil, abrangendo as fases de requerimento de pesquisa, autorização de pesquisa, requerimento de lavra, concessão de lavra, requerimento de lavra garimpeira, lavra garimpeira, requerimento de licenciamento, licenciamento, requerimento de registro de extração, manifesto de minas, disponibilidade. No presente trabalho foi utilizado apenas o recorte dos dados do estado do Pará, Figura 3.

Segundo a carta de serviços ao cidadão, elaborado pela ANM, o requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa, são regime de aproveitamento mineral em que são executados os trabalhos voltados à definição da jazida, sua avaliação e a determinação da viabilidade de seu aproveitamento econômico, nestes são apresentados relatórios dos resultados da pesquisa.

Após aprovação do relatório final de pesquisa pela ANM, o titular pode fazer o requerimento de lavra e concessão de lavra, estes são requerimento que pleiteia a concessão de aproveitamento mineral por meio do regime de concessão de lavra, voltado para a extração, beneficiamento e comercialização do bem mineral identificado na etapa anterior, de autorização de pesquisa.

Nas fases de requerimento de lavra garimpeira e lavra garimpeira, pleiteiam a permissão da extração de substâncias minerais com aproveitamento imediato do jazimento mineral que, por sua natureza, sobretudo seu pequeno volume, distribuição irregular, dimensão, localização e utilização econômica, do bem mineral, possa ser lavrado, independentemente de prévios trabalhos de pesquisa.

Tratando de requerimento de licenciamento e licenciamento, são regimes de aproveitamento de substâncias minerais no qual é registrada, na ANM, e são regidos por licenças expedidas (licença municipal e ambiental) em obediência a regulamentos administrativos locais, a qual permitirá a extração de determinados bens minerais, conforme as legislações pertinentes. Nessas fases são exigidos memoriais explicativos das atividades a ser executadas, os quais envolve escala de produção, decapeamento, desmonte, carregamento, transporte, construção de áreas de depósito de estéril e barramentos, manutenção de equipamentos, mão de obra contratada, medidas de segurança, medidas de higiene do trabalho, medidas controle dos impactos ambientais e medidas de recuperação da área minerada e impactada.

No requerimento de registro de extração é uma declaração fornecida pela ANM exclusivamente aos órgãos da administração direta ou autárquica da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, e que permite a extração de substâncias de uso imediato na construção civil, para que sejam utilizados somente em obras públicas, sendo proibida sua venda, lavra por terceiros ou transferência para empresas privadas. Além disso, o aproveitamento mineral por registro de extração é limitado à área máxima de cinco hectares.

O manifesto de minas, é a fase de requerimento que pleiteia a exploração da jazida sem a transferência de titularidade da concessão de lavra ou do manifesto de mina para o arrendatário.

A disponibilidade, são requerimento de habilitação aplicado para áreas desoneradas colocadas em disponibilidade pela ANM, para fins de pesquisa ou lavra, conforme o caso, nos regimes de autorização de pesquisa, concessão de lavra e permissão de lavra garimpeira.

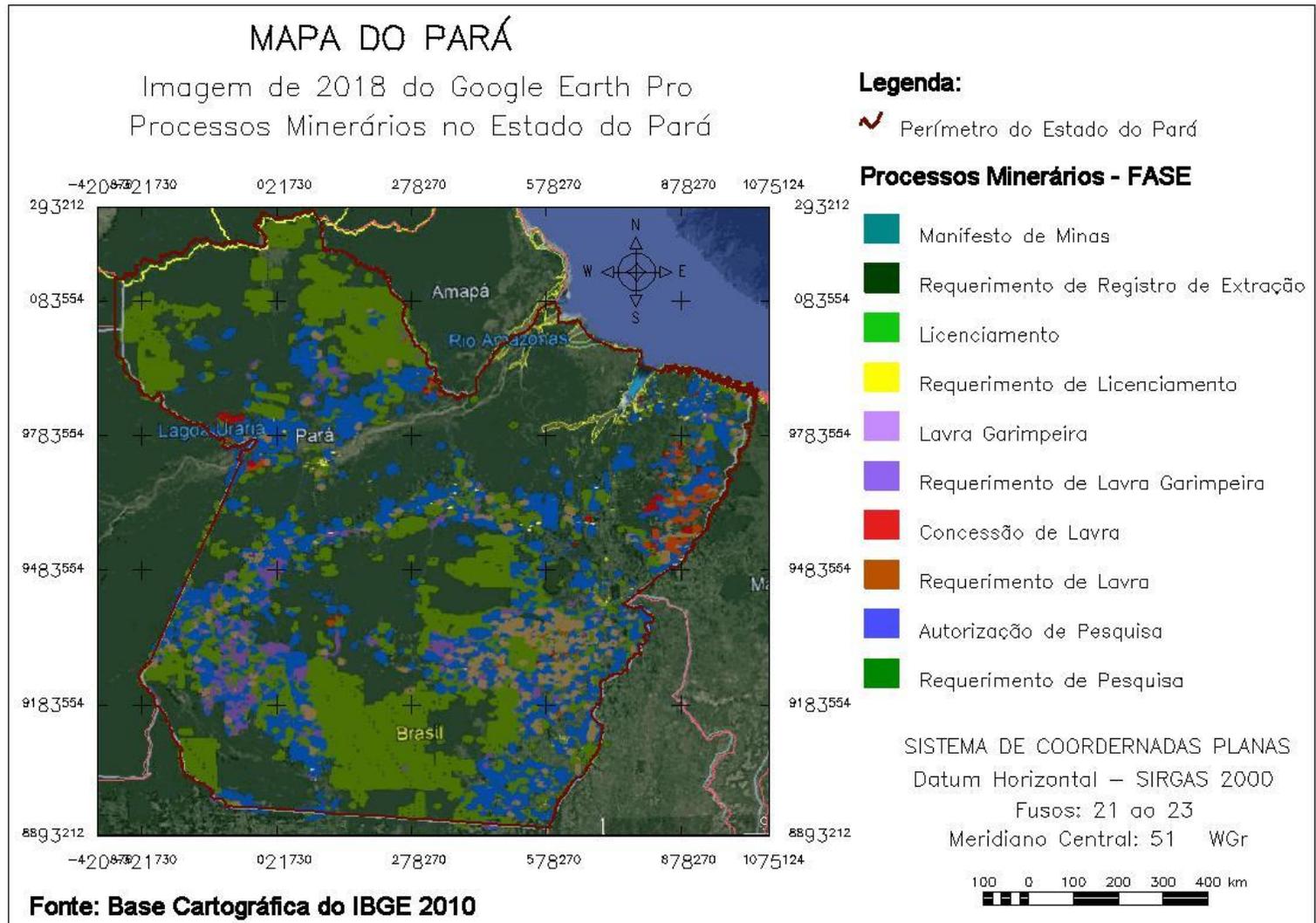
Todos requerimentos, descritos acima, são registradas no SIGMINE, por uma tabela de atributo, contendo, o número do processo, ano, área requerida, evento do

processo, empresa requerente, substância a ser explorada e uso. Os registros também podem ser consultados direto no site da ANM, o qual mostra detalhes das etapas dos processos.

Ao filtrar e construir o banco de dados, no SIG Spring, das fases expostas anteriormente, observou-se através da tabela de atributo, que o primeiro registro no Pará, foi protocolizado no dia 15 de janeiro de 1944, descrito pelo número 385, para exploração do minério de ouro, pela empresa Bri Mineração Ltda, com área requerida de 562,5 há. Nesta data houve a primeira etapa de autorização do processo, referido como estágio de requerimento de pesquisa.

Ao fazer a consulta detalhada deste processo no site ANM, somente foi registrado em fase de requerimento de lavra no dia 06 de janeiro de 1948, o qual no dia 31 de março de 1948 foi autorizado, com a portaria publicada para etapa de concessão de lavra. Durante 4 anos, ocorreram os estudos e avaliações dos relatórios de pesquisa deste processo para chegar até a outorga de permissão de exploração do minério, o mesmo encontra-se com a situação ativa no ano de 2018.

**Figura 3** – Mapa com as fases dos processos minerários entre os anos de 1944 à 2018 no estado do Pará.



**Fonte:** Dados do ANM (1935 a 2018), IBGE (2010) e Gooblal Earth Pro (2018).

Na Figura 3, observa-se que a maior ocorrência de registros na ANM de processos minerários, são os com fase de requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa, os quais concentram-se nas regiões sudoeste e sudeste do estado. Tais quais, de acordo com a tabela de atributos, do banco de dados consultados da ANM, são 4.643 e 3.776 pedidos, respectivamente.

De acordo com o 7º Anuário Mineral do Pará de 2018, elaborado pelo SIMINERAL (Sindicato das Indústrias Minerárias do Pará), o Pará é um dos maiores produtores de minérios do Brasil, sendo que quase 80% dos projetos de mineração previstos para o estado do Pará, concentram-se na Região Carajás (sudeste paraense) e 21% na Região Tapajós (sudoeste paraense).

Em contrapartida, no presente estudo, os cadastros que passaram ou estão em fase de requerimento de licenciamento e de licenciamento, foram evidenciados 284 processos com fase de requerimento de licenciamento e 596 com fase de licenciamento, que se iniciaram nos anos de 1992 e 1983, respectivamente. Estes, são processos que utilizam recursos naturais, considerados efetiva ou potencialmente poluidoras, segundo a resolução CONAMA 237 de 1997, os mesmos são regidos por fases autorização, acompanhamentos, implantação e a operação de atividades, de acordo com as legislações pertinentes.

Com os demais processos minerários, em fases de requerimento e concessão de lavra, requerimento e lavra garimpeira, requerimento de registro de extração, manifesto de minas, disponibilidade, somam-se 22.386 processos de mineração no estado do Pará, registrados no banco de dados da ANM, desde do ano de 1935 até 2018. A vista disto, no 7º Anuário Mineral do Pará de 2018, relata-se que a mineração no Pará teve sua origem no século XVII, com os diamantes de Itupiranga, no rio Tocantins, Sudeste do Pará, e que até 1950, era caracterizada pelo extrativismo mineral, governado principalmente pelo ouro. Porém, logo seguida, na década de 1960, houve a descoberta de Carajás, em junho de 1967, pelo geólogo Breno Augusto dos Santos, representado um marco histórico para a mineração nacional e mundial. E aos anos de 1970 entrou em funcionamento o primeiro projeto industrial no estado do Pará, a bauxita metalúrgica de Trombetas, da Mineração Rio do Norte.

Desde então, o anuário de 2018 revela que a mineração no Pará vem crescendo significativamente, com a predominância de duas commodities minerais, tratando-se do ouro, calcado em alta relação valor/volume, e outra direcionada pelo grande volume produzido pelo minério de ferro. Porém no momento presente o perfil da produção de commodities minerais do Pará é o mesmo que o da mundial.

Um estudo do Banco Mundial, de 2015, indicou que o minério de ferro, o ouro e o cobre responderam por 68% de bens minerais, que foi produzido no mundo. No Pará, esse quantitativo chega a 81%, graças à força do minério de ferro, que alcançou 53%, enquanto que na estatística mundial é de 39%. Em contrapartida, o ouro mundial representou 16% e o no Pará apenas 2%. Ainda completam a cesta de bens minerais paraenses, a alumina, alumínio, bauxita, caulim, manganês, níquel, silício metálico e cabo-vergalhão de alumínio.

Portanto, segundo os dados apresentados, a sociedade paraense deve se preparar para conviver com a mineração por um longo período, mas espera-se que essa atividade seja explorada com responsabilidade de todos, mantendo a participação de formas distintas dos atores sociais e dos responsáveis envolvidos, além da concordância com as legislações ambientais pertinentes, sem cessar os pilares do desenvolvimento sustentável.

## **5.2 Presença de UCs próximo a áreas de mineração**

Segundo o mapa, de agosto de 2017, de áreas protegidas na região do Pará, elaborado pelo IDEFLOR-Bio, o estado apresenta grande parte de sua área territorial em áreas protegidas, Tabela 3.

**Tabela 3** – Quantidade de Unidades de conservação federais, estaduais e municipais, detalhada por seus respectivos grupos e categorias, no estado do Pará.

UCs / Categorias		Federal		Estadual		Municipal		TOTAL	
		Nº	Área total (Km²)						
Proteção Integral	Estação Ecológica	2	36.042	1	42.037	0	0	3	78.079
	Monumento Natural	0	0	0	0	0	0	0	0
	Parque Nacional/Estadual/Municipal	4	29.127	4	953	1	8	9	30.088
	Refúgio de Vida Silvestre	0	0	3	107	0	0	3	107
	Reserva Biológica	3	8.493	1	11.732	0	0	4	20.225
	<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>73.662</b>	<b>9</b>	<b>54.829</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>128.499</b>
	Área de Proteção Ambiental	2	20.637	9	68.854	0	0	11	89.491
Área de Relevante Interesse Ecológico	0	0	0	0	2	0,05	2	0,05	
Uso Sustentável	Floresta Nacional/Estadual	14	65.491	4	78.068	0	0	18	143.559
	Reserva de Desenvolvimento Sustentável	1	644	4	818	0	0	5	1.462
	Reserva de Fauna	0	0	0	0	0	0	0	0
	Reserva Extrativista	23	45.529	0	0	0	0	23	45.229
	Reserva Particular do Patrimônio Natural	2	0,32	0	0	0	0	2	0,32
	<b>TOTAL</b>	<b>42</b>	<b>132.301</b>	<b>17</b>	<b>147.740</b>	<b>2</b>	<b>0,05</b>	<b>61</b>	<b>280.041,37</b>
	<b>TOTAL GERAL</b>	<b>51</b>	<b>205.963</b>	<b>26</b>	<b>202.569</b>	<b>3</b>	<b>8,05</b>	<b>80</b>	<b>408.540,37</b>

**Fonte:** Adaptado IDEFLOR-Bio, 2017.

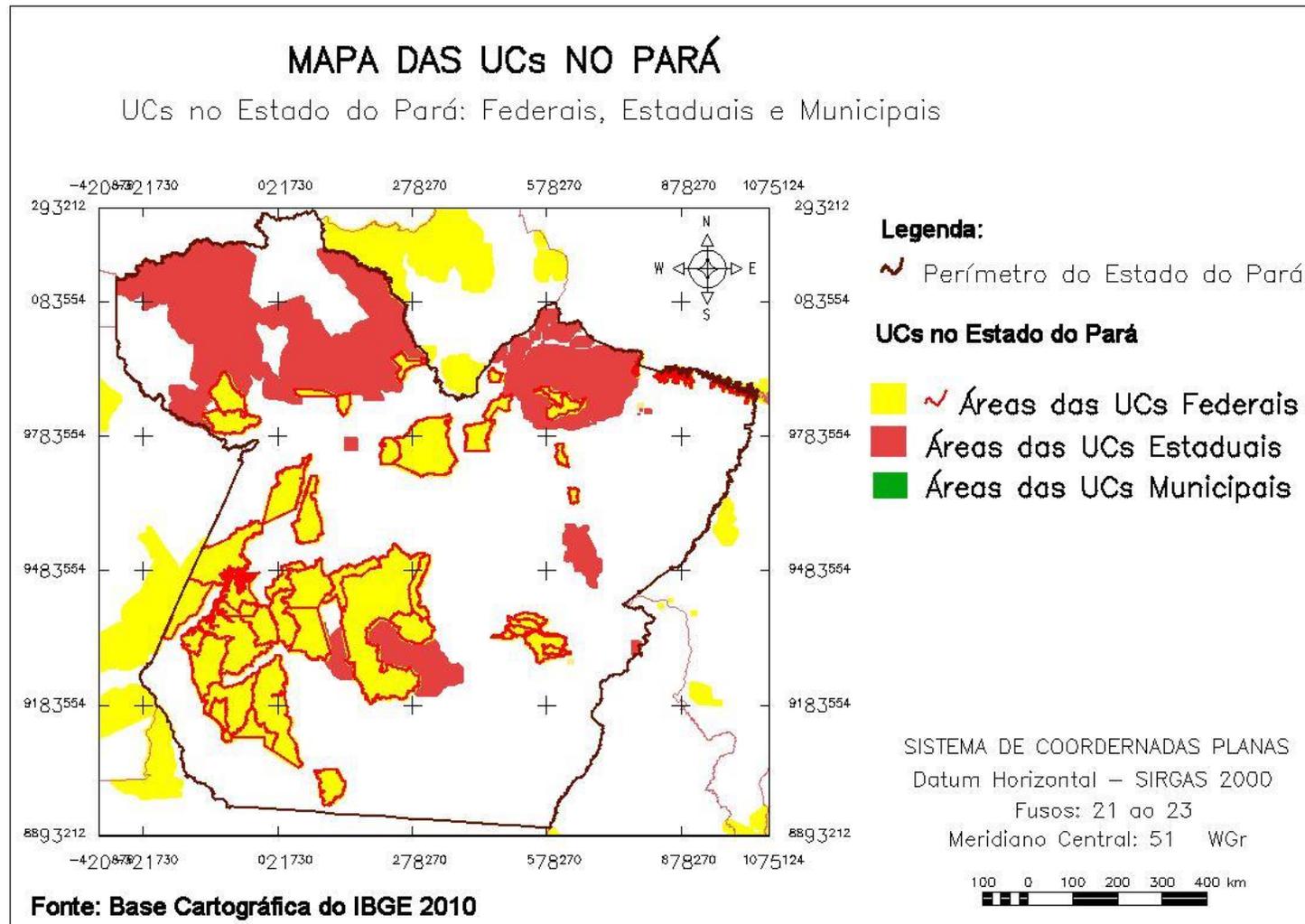
A quantidade de UCs e área protegida no estado do Pará, mostrada na Tabela 3, observa-se que o território paraense conta com 80 UCs e compreendem um total de 408.540,37 Km<sup>2</sup> de áreas protegidas em esfera federal, estadual e municipal. Ressaltando que a maior parte acumula-se em esfera federal, totalizada em 51 UCs, ocupando 205.963 Km<sup>2</sup> de áreas protegidas, seguida pelas estaduais com 26 UCs, distribuídas em 202.569 Km<sup>2</sup>, e posteriormente as municipais com 3 UCs, abrangendo 8,05 Km<sup>2</sup>, Figura 4.

Segundo dados das áreas protegidas do IDEFLOR-Bio, verificou-se que há um total de 54 unidades de terras indígenas, o qual contabiliza um total de 340.914 Km<sup>2</sup>, atingindo 27,32 % do território paraense. Essas áreas são protegidas pela lei nº 6.001 de dezembro de 1973, dispendo sobre o Estatuto do Índio, criada com o propósito de preservar a sua cultura e integrá-los, progressiva e harmoniosamente, à comunhão nacional. Somando-se as UCs federais, estaduais e municipais, Terras Indígenas e Quilombolas, essas áreas protegidas compreendem um total de 749.454,37 Km<sup>2</sup> do estado, isto é, cerca de 60,05 % do território paraense são de áreas protegidas, considerando dados de 2017 do IBGE que o Pará possui uma área equivalente a 1.247.955,238 km<sup>2</sup>.

Estes valores relevantes, podem se esclarecidos pelo fato do estado paraense ser coberto pelo bioma da Amazônico. Segundo Heck et. al (2005), esse bioma apresentar uma grande diversidade de riquezas naturais, e muitos olhares são atraídos para a floresta amazônica, quer seja olhares de cobiça, quer seja de preocupações com o futuro do planeta. Ainda, o autor Ab'Sáber (2006) afirma que o bioma amazônico é o maior domínio fitogeográfico de florestas tropicais remanescentes do planeta.

Neste sentido, tanto o grupo de proteção integral quanto o de uso sustentável têm sua importância dentro do contexto da conservação do bioma amazônico. Houve um destaque do grupo de uso sustentável, com 61 unidades em 280.041,37 Km<sup>2</sup>, em relação ao de proteção integral com 19 unidades em uma área total de 128.499 Km<sup>2</sup>, abrangendo cerca 22, 44 % e 10, 29 %, respectivamente, da área total do Pará. Isso demonstra o interesse do poder público sobre as áreas de uso sustentável, uma vez que elas podem ter o uso direto dos recursos naturais sendo explorados para consumo de forma sustentável.

**Figura 4 –** Mapa das UCs pertencentes ao estado do Pará, classificadas em esferas federais, estaduais e municipais.



**Fonte:** Dados ICMBio (2018), IDEFLOR-Bio (2018) e IBGE (2010) .

As áreas de proteção integral têm a menor quantidade de UC's provavelmente devido ao seu uso mais restrito, ou seja, o uso indireto dos recursos naturais, mesmo esse tendo o acesso humano como a exemplo da categoria de Parque Nacional e outras, que permitem o acesso tanto para o estudo científico quanto para o lazer e turismo. O grupo de proteção integral demanda uma maior educação da população para poder entender o porquê de deixar recursos ambientais o mais preservado possível para as próximas gerações.

Tratando-se dos processo de mineração em UCs, verificou-se que não houve atividades consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, isto é, de grau significantes de impactos ambientais dentro das UCs do grupo de proteção integral, pois as legislações, como SNUC, proíbem explorar minérios, sem autorização do Congresso Nacional, isso porque este grupo tem como principal intuito a preservação do ecossistema. Por outro lado na categoria de uso sustentável, como reservas extrativistas, foram encontradas evidências de registros minerários em UCs de uso sustentável, os quais, as ações exploratórias, são devidamente enquadradas no plano de manejo.

Nessa situação, encontra-se a Flona de Carajás ou Floresta Nacional de Carajás, área de conservação ambiental federal do Brasil localizada no Sul do estado do Pará, administrada pelo ICMBio em parceria com a mineradora Vale. Esta, criada pelo Decreto nº 2.486, de 2 de fevereiro de 1998, apresenta em seu Art. 2º, em parágrafo único, que incluem-se dentre seus objetivos de manejo a pesquisa, a lavra, o beneficiamento, o transporte e a comercialização de recursos minerais, deixando claro os múltiplos interesses, como ambiental, extrativismo vegetal e mineral, em que ambas atividades estão descritas no seu plano de manejo.

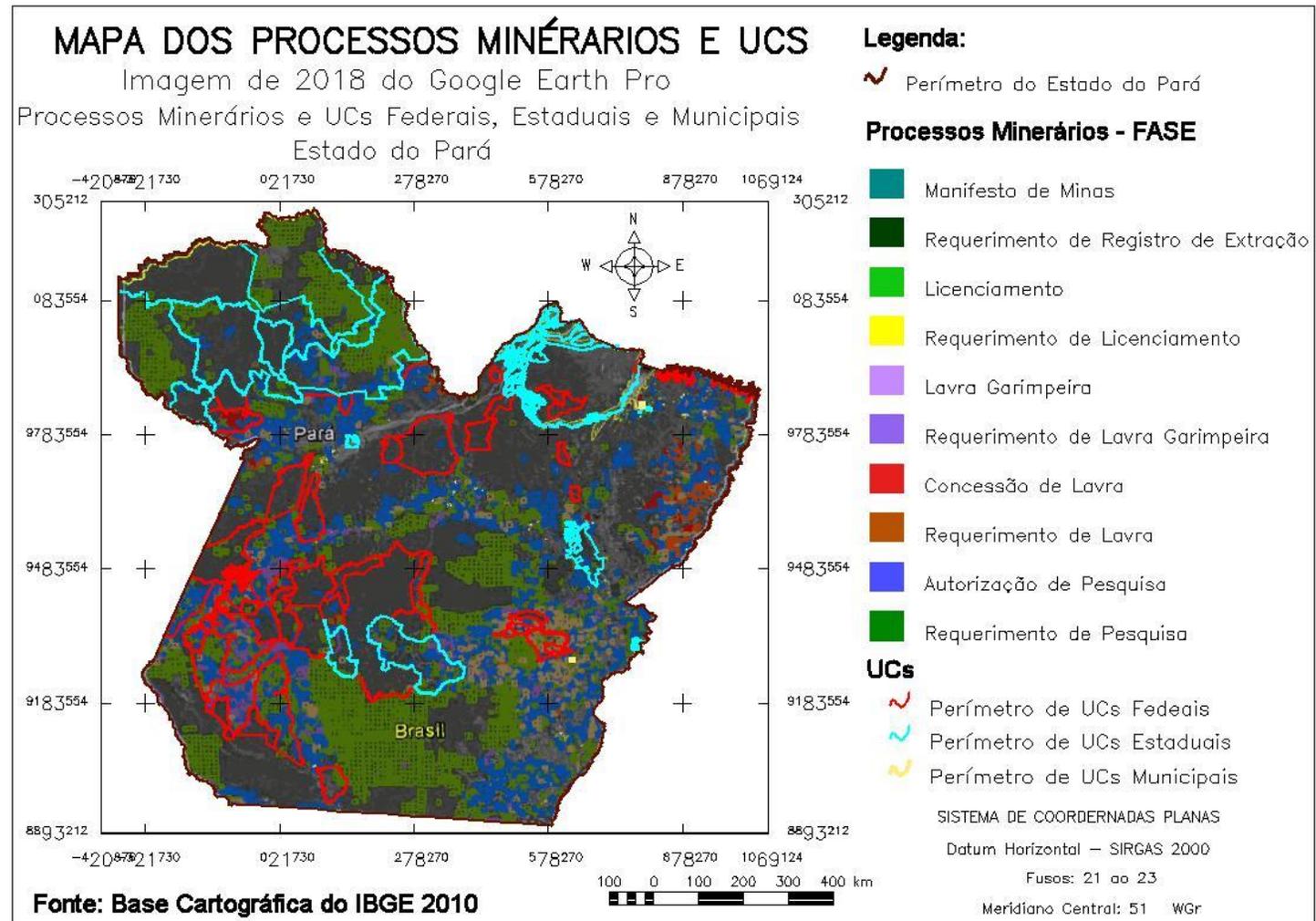
Segundo dados do IBRAM, de março de 2006, sobre mineração em UCs na Amazônia brasileira, em 1994, foram identificados 1.377 processos incidentes em UCs federais, de um total de 21.969 processos na Amazônia. Em janeiro de 2006, doze anos depois, a mesma análise, realizada a partir das informações capturadas no Cadastro Mineiro da ANM, indica que, dos 40.144 processos existentes na Amazônia Legal, 5.283 incidem em UCs federais e 880 em UCs estaduais.

A pesquisa traz informações importantes para organização do trabalho de proteção do perímetro e do entorno das UCs, mostrando que, do total dos processos

minerários válidos na ANM, 406 já estão em pesquisa, em 32 UCS e em 23 reservas extrativistas, onde não é permitida a atividade minerária. Outros 571 processos estão em pesquisa ou em exploração em 33 UCs de uso sustentável, principalmente em Florestas Nacionais e Estaduais.

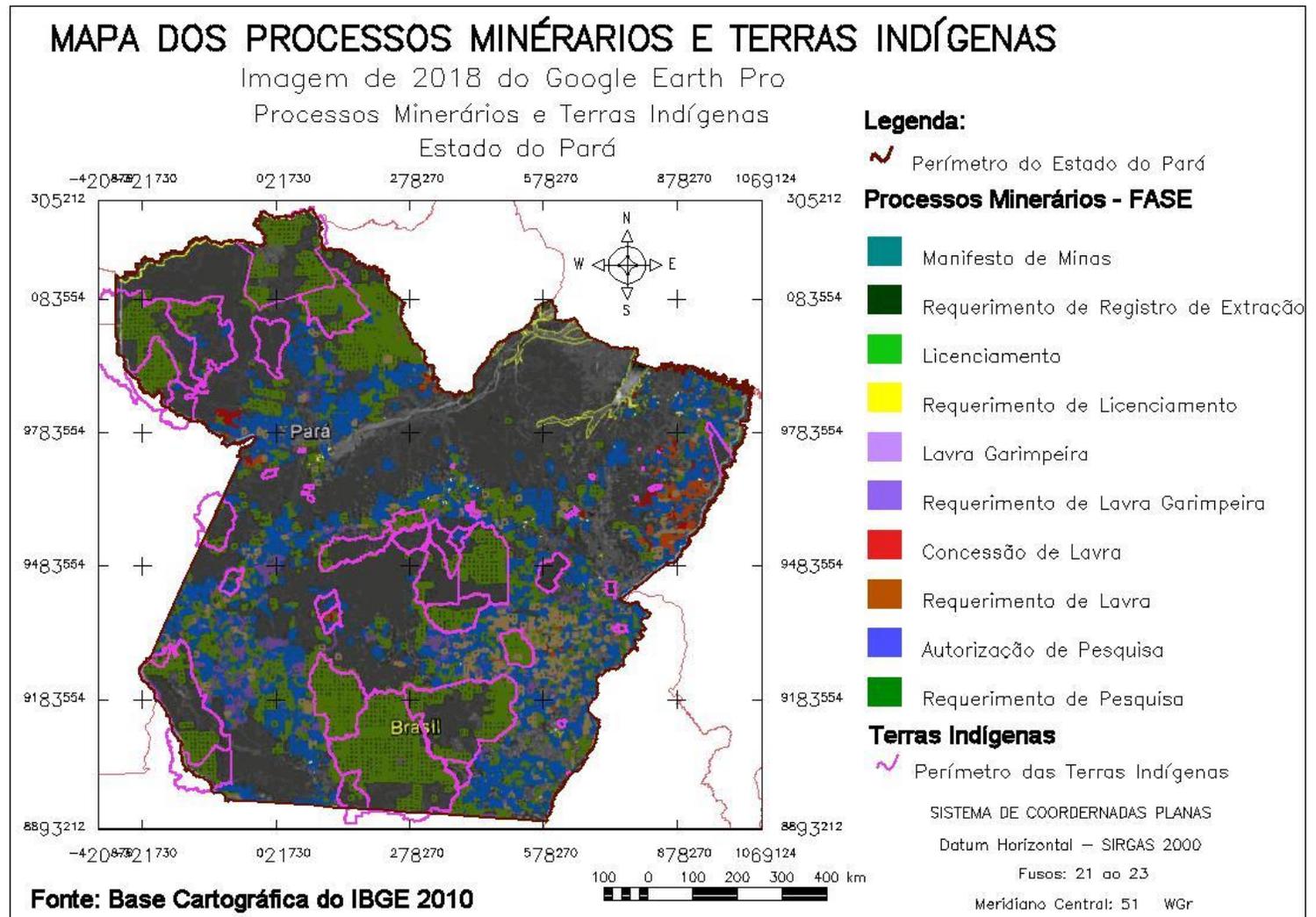
Em contrapartida, nas análises do banco de dados foi constatado que há diversos requerimentos e autorizações de pesquisas dentro das UCs, o que remete a interesses públicos e privados nos recursos naturais existentes nestes locais com áreas protegidas, conforme a Figura 5. Deste modo, esse fato pode apresentar ameaças e pressões em UCs e suas áreas de entorno, prejudicando a fauna e flora destes ambientes. Assim como foi observado presença de processos de mineração em áreas indígenas, o que gera diversos conflitos sociais nestas regiões Figura 6.

**Figura 5 – Mapa dos processos minerários e UCs federais, estaduais e municipais no estado do Pará.**



Fonte: Dados ICMBio (2018), IDEFLOR-Bio (2018), IBGE (2010) e Gooblal Earth Pro (2018).

Figura 6 – Mapa dos processos minerários e terras indígenas no estado Pará.



Fonte: Dados ICMBio (2018), IDEFLOR-Bio (2018), FUNAI (20018), IBGE (2010) e Gooblal Earth Pro (2018).

Desta forma, analisando as Figuras 5 e 6, observou-se que os registros ativos na ANM, e que se encontram em diferentes etapas de desenvolvimento das jazidas, entre requerimentos para pesquisa até requerimento de lavra no estado Pará, ameaçam UCs e as terras indígenas. Sendo assim, há uma quantidade enorme de sobreposições e pressões pela revisão das áreas protegidas e pela liberação das atividades minerárias nestes locais.

### **5.3 Uso da compensação ambiental no processo de mineração**

A política de compensação ambiental em UCs no Pará, é executada pelo IDEFLOR-Bio, o órgão disponibiliza no seu site, os planos de trabalhos dos empreendimentos que apoiam implantação e manutenção de UC's no estado do Pará, ao todo são 9 UCs que acessam o recurso de ressarcimento pelos danos causados à biodiversidade de significativo impacto ambiental, dentre os quais estão a Estação Ecológica de Grão-Pará, Reserva Biológica Maicuru, Parque Estadual Charapacu, Parque Estadual do Utinga, Refúgio da Vida Silvestre Metrópole da Amazônia, Área de Proteção Ambiental Iha do Combú, Parque Estadual Monte Alegre, Mozaico do Lago Tucuruí e o Parque Estadual Serra dos Martírios/Andorinhas, Figura 6.

Além disso, a entidade disponibiliza informações do total de investimentos nas UCs, o município beneficiado e número do processo da atividade desenvolvidas dos empreendimentos Tabela 4.

Ao analisar as Ucs que recebem investimentos de compensação ambiental verificou-se que todas são estaduais, exceto a Flona Nacional de Carajás, como já mencionada anteriormente. Mas pode haver mais empreendimentos que faz aplicações financeiras em UCs. O que dificultou a aquisição de dados para essa pesquisa sobre este tópico, é a disponibilidade dos dados fornecidos pelas empresas e órgãos públicos responsáveis, pois são informações restritas.

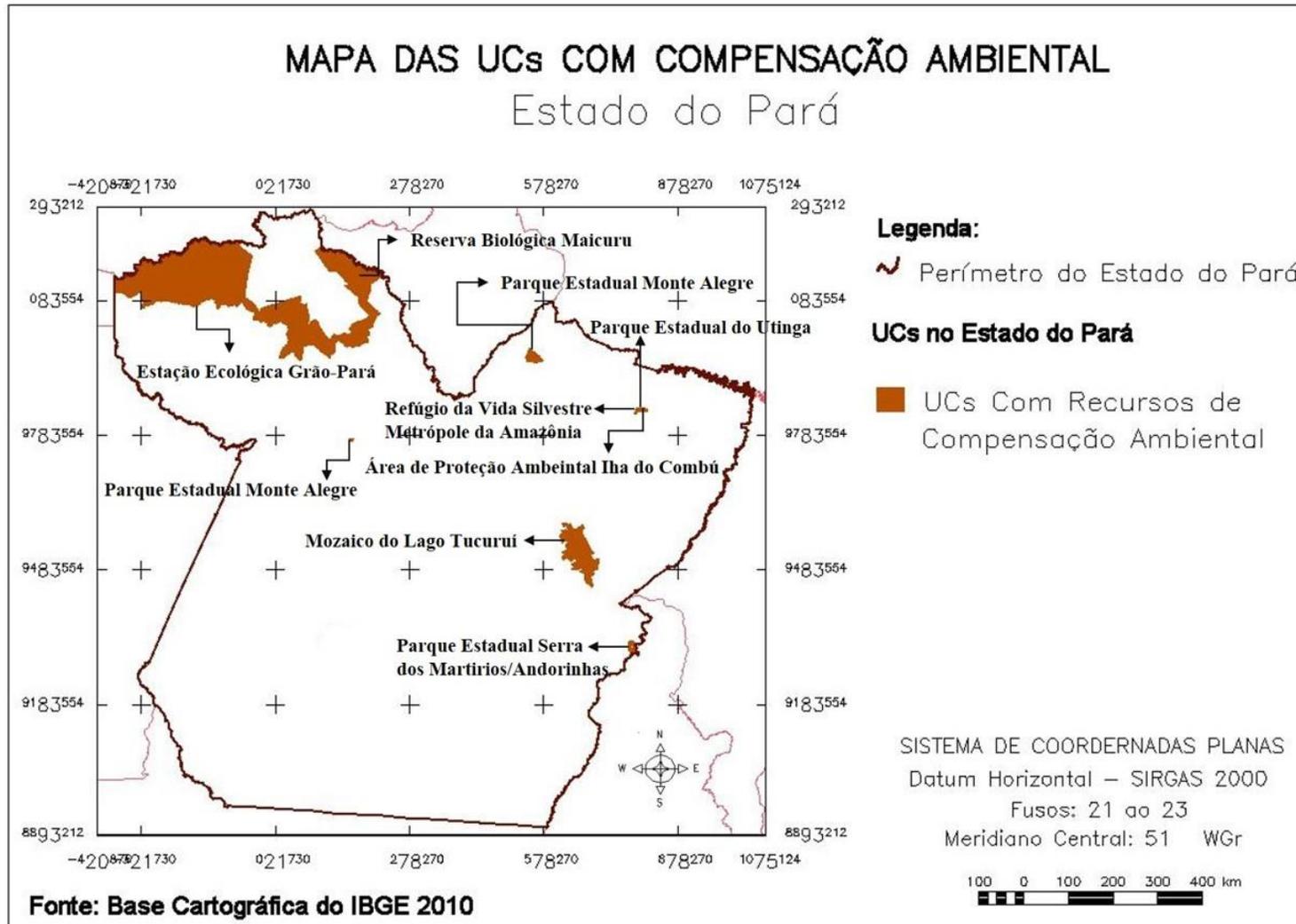
Um outro fator observado foi, a predominância de investimentos pela empresa ALCOA nas UCs estaduais, visto que está tem participação com um percentual de 2,07 % na Bauxita Metalúrgica, no valor total, da comercialização da produção mineral no Pará, conforme mostrado na Tabela 2.

**Tabela 4** – Dados das UCs que acessam o recurso de ressarcimento pelos danos causados à biodiversidade.

<b>Empreendimento</b>	<b>Nº do processos/Ano</b>	<b>Município</b>	<b>Ucs beneficiadas</b>	<b>Valor investido (R\$)</b>
ALCOA Mina Juruti	182771/2006	Juruti	ESEC Grão-Pará e REBIO Maicuru	657.820,00
ALCOA Mina Juruti	7787/2013	Barcarena	PE Charapucu	150.000,00
ALCOA Mina Juruti / Vale	Não informado	Juruti/ Serra Lesta	APA Belém, APA da Ilha do Combu, REVIS Metrópole da Amazônia e PE Utinga)	2.500.000,00
ALCOA Mina Juruti	Não informado	Belém	APA da Ilha do Combu, REVIS Metrópole da Amazônia e PE Utinga)	382.357,00
Eletronorte	48252/1997	Tucuruí	APA Lago de Tucuruí, RDS Alcobaça e RDS Pucurui-Ararão	6.554.968,28
ALCOA Mina Juruti	Não informado	Juruti	Parque Estadual de Monte Alegre	1.276.591,00
ALCOA Mina Juruti	Não informado	Juruti	Parque Estadual Serra dos Martírios-Andorinhas (Pesam)	1.760.303,00
<b>TOTAL</b>				<b>2.418.123,00</b>

**Fonte:** Adaptado IDEFLOR-Bio, 2018.

**Figura 7** – Mapa das UCs que acessam o recurso de ressarcimento pelos danos causados à biodiversidade.



Fonte: IDEFLOR-Bio, 2018.

#### **5.4 Análise espacial recente sobre a expansão da mineração**

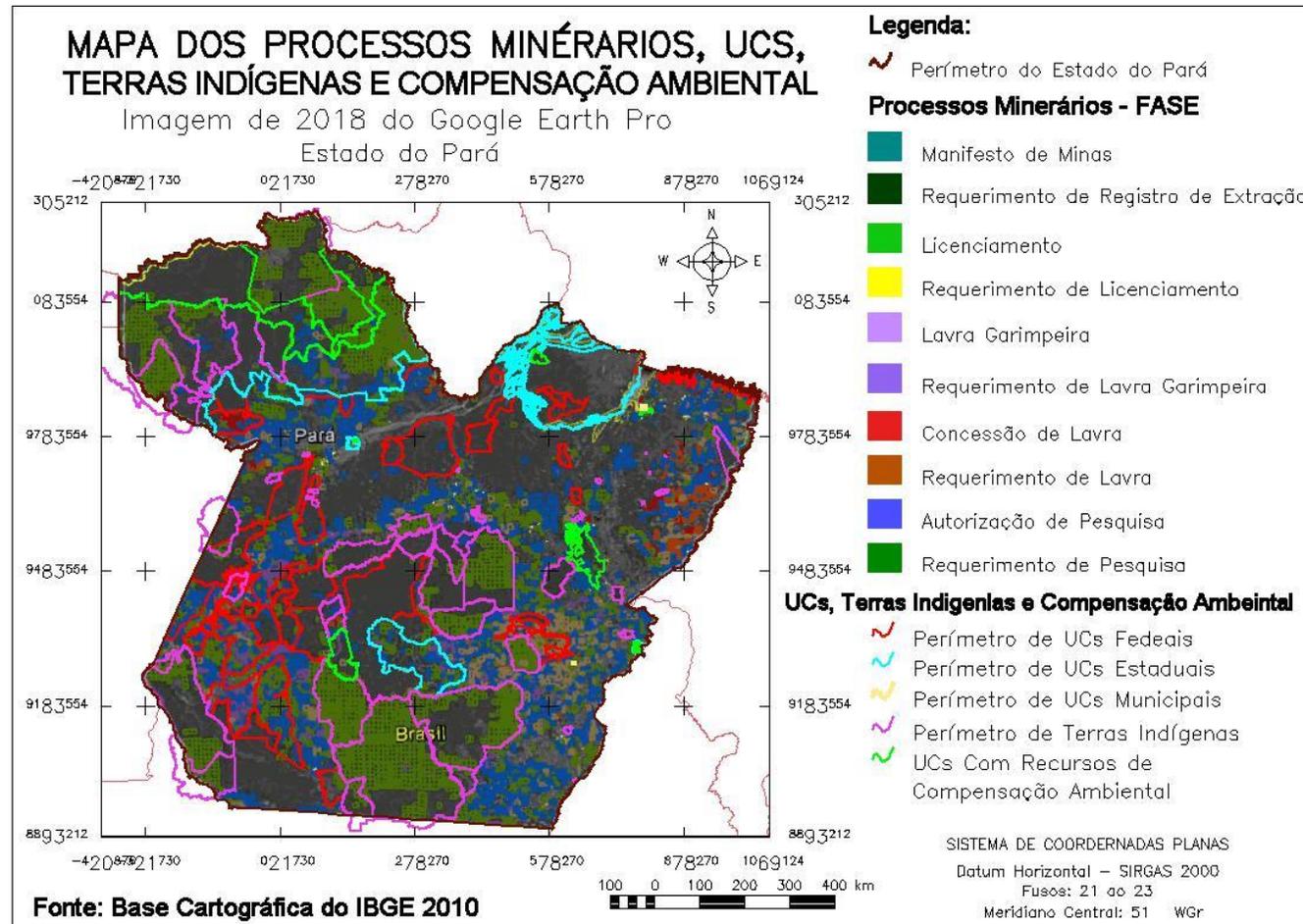
Na análise espacial do banco de dados construído na Figura 8, e nas investigações na tabela de atributos, verificou-se que no estado Pará mais de 60,05 % do seu território é demarcado por áreas protegidas. Porém destes 10,29 % da área total da extensão do estado do Pará são protegidos com uso mais restrito, ou seja, o uso indireto dos recursos naturais, o qual são áreas que pertence ao grupo de uso proteção integral das UCs. Sendo que 49,76 % do espaço do Pará, é de domínio de uso sustentável e de proteção de terras indígenas, os quais, as ações exploratórias dos recursos naturais, para o sustento das populações, são devidamente enquadradas no plano de manejo.

Entretando, a maior parte dos registros de mineração concentram-se nas regiões sudoeste e sudeste do estado, como já afirmado anteriormente, os quais estão localizadas uma boa parte das UCs Federais e Estaduais. Ainda existe aqueles processos que encontram-se, dentro das UCs do grupo de uso sustentável e terras indígenas, os quais foram e/ou estão regidos conforme seu plano de manejo.

Também, verificou-se que o uso da compensação ambiental, aplicados em UCs, pelas mineradoras, contabilizam mais de 2 milhões de reais de investidos em ações nas UCs do estado do Pará, haja vista que a quantidade de processos minerários existente e royalties gerados no estado, este valor não é considerável, porém espera-se que os empreendimentos que adotaram o método sirva de base para os demais, e assim caminhar junto com o desenvolvimento sustentável.

Portanto, a distribuição espacial dos processos minerários no estado Pará, desde 1935 á 2018 foi gradativo e acelerado. E de acordo com os dados mostrados no decorrer do estudo, irá se intensificar ainda mais nos próximos anos.

**Figura 8** – Mapa panorama geral com dados dos processos minerários, Ucs, terras indígenas e compensação ambiental no estado do Pará.



Fonte: Dados ICMBio (2018), IDEFLOR-Bio (2018), FUNAI (2018), IBGE (2010) e Gooblal Earth Pro (2018).

## 6. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que, dos 22.386 processos de mineração no estado do Pará, registrados no banco de dados da ANM, desde do ano de 1935 até 2018, 8.419 são os com fase de requerimento de pesquisa e autorização de pesquisa, os quais concentram-se nas regiões sudoeste e sudeste do estado. Tais quais, estão incidindo em grande parte das áreas de UCs e terras indígenas.

Outro fator, foi a quantidade de áreas protegidas no estado pararense, cerca de 60,05 % do seu território é coberto por reservas ambientais, o que tem grande influência na preservação do bioama amazônico e da biodiversidade local. Porém destes 10,29 % da área total da extensão do estado do Pará são protegidos com uso mais restrito, ou seja, o uso indireto dos recursos naturais, o qual são áreas que pertence ao grupo de uso proteção integral das UCs.

Por outro lado, os interesses econômicos nos recursos naturais, como é o caso das reservas minerais existentes nestes locais, podem comprometer este valor, já que as expectativas da indústria extrativas estão concentradas em tapájos e carájas, regiões sudoeste e sudeste do estado, respectivamente.

Além do mais, no estudo foi constatado que o uso da compensação ambiental, não é tão usual pelas mineradoras, o qual contabilizaram cerca de 2 milhões de reais investidos em ações nas UCs do estado, considerando a que a quantidade de processos minerários com minas ativas e os royalties gerados no estado é bem superior á este valor.

O panorama e as discussões apresentados nesse trabalho evidenciam que a legislação mineral não respeita o SNUC, colocando, a questão econômica frente à ambiental. Assim faz-se necessário o maior envolvimento da sociedade civil e acadêmica nos debates que permeiam a tramitação das legislações minerais, contribuindo para a inserção das questões ambientais no setor, bem como o aperfeiçoamento dos instrumentos legais e econômicos da política ambiental, como, por exemplo, criação e a manutenção das UC, através da compensação ambiental.

A situação atual da análise espacial, nas áreas e entorno das UCs e terras indígenas no estado Pará, no que diz respeito às ameaças e às pressões referentes à mineração é alarmante, considerando os impactos negativos potenciais derivados da

atividade mineral, os quais podem comprometer não só os objetivos de conservação associados à criação de áreas protegidas, como também os produtos e serviços essenciais à vida, provenientes dos ecossistemas naturais. Sendo assim, se não houver ações emergenciais, nos próximos 100 anos, haverá perdas permanentes do bioma amazônico e a significativa biodiversidade presentes no estado.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE MINERAÇÃO. Anuário Mineral Brasileiro – Brasília Ano – XXXVIII - 2006. ISSN 0100 – 9303.

ANM, **Agência Nacional de Mineração**. Disponível em: [www.anm.gov.br](http://www.anm.gov.br). Acessado em 10 de abril de 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro. 2004.

BRASIL, Portaria nº 266, de 10 de julho de 2008. **Dispõe sobre o processo de registro de licença para regime de licenciamento no âmbito da ANM**. Publicado no D.O.U.

BRASIL, Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza MA nº 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**. Publicado no D.O.U.

BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. 292 p.

BRASIL. Decreto-lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Dá nova redação ao Decreto-lei nº 1.985, de 29 de janeiro de 1940. (Código de Minas)**. Brasília, DF.

Brasil. Instrução Normativa nº 06, de 10 de novembro de 2014. **Dispõe sobre procedimentos e critérios, no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará (SEMAS/PA), para o licenciamento ambiental referente à extração de minério (areias, cascalhos e saibros) e beneficiamento associado, para utilização imediata na construção civil, e dá outras providências**. DOE/PA nº 32.765, caderno 2, pág. 14-16.

BRASIL. Lei Complementar 140, de 08 de dezembro de 2011. **Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal**. Brasília, DF.

BRASIL. Lei Federal Nº 9.985, de 18 de julho de 2000. **Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências**. Brasília, DF.

BRASIL. Lei n. 6.567, de 24 de setembro de 1978. **Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais que especifica e dá outras providências**. Brasília, DF.

BRASIL. Lei n. 8.876, de 2 de maio de 1994. **Autorizava o Poder Executivo a instituir como Autarquia o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), e dá outras providências.** Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010. **Estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos.** Brasília, DF.

BRASIL. Lei nº 13.575, de 26 de dezembro de 2017. **Cria a Agência Nacional de Mineração (ANM); extingue o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM); altera as Leis nos 11.046, de 27 de dezembro de 2004, e 10.826, de 22 de dezembro de 2003; e revoga a Lei no 8.876, de 2 de maio de 1994, e dispositivos do Decreto-Lei no 227, de 28 de fevereiro de 1967 (Código de Mineração).** Brasília, DF.

CALAZANS, Procópio, MOREIRA, Patrícia. **Geoprocessamento aplicado a pesquisa mineral.** Belo Horizonte, UFMG, 2000.

CARVALHO, E.R. et al. Geologia do depósito de óxido de Fe-Cu-Au de Sossego, Província Mineral de Carajás (PA). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GEOLOGIA, 42., 2004, Araxá. **Resumos expandidos.** Araxá: SBG, 2004. 1 CD-ROM. CPRM, **Serviço Geológico do Brasil.** Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/> Acessado em 20 de abril de 2018.

DEUS, Leandro Andrei Beser, NASCIMENTO, José Antonio Sena Do. **Desafio Da Sustentabilidade Da Mineração Na Amazônia - O Geoprocessamento Com Instrumento De Análise.** CETEM, Centro de Tecnologia Mineral, Rio de Janeiro, 2001.

GALLARDO, A. L. C. F. **Análise das práticas de gestão ambiental na construção da pista descendente da rodovia dos Imigrantes.** Tese de Doutorado (Engenharia Mineral). Escola Politécnica da USP. São Paulo 2004. 321p.

IBRAM/AMAZÔNIA. **Informativo do Instituto Brasileiro de Mineração.** Brasília: IBRAM, v. 2, n. 7, abr. 2008.

KÖPPEN, W. Klassifikation der klimare nach temperatur, niederschlag und jahreslauf. Petermanns. **Geographische Mitteilungen, Gotha**, v. 64, p. 193-203, 1918.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 347.p