

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOLOGIA
CURSO DE GEOLOGIA

Daniel Dias Teixeira de Oliveira

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE PROCESSOS MINERÁRIOS EM TERRAS
INDÍGENAS NA AMAZÔNIA LEGAL**

Florianópolis

2022

Daniel Dias Teixeira de Oliveira

**ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE PROCESSOS MINERÁRIOS EM TERRAS
INDÍGENAS NA AMAZÔNIA LEGAL**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Geologia do Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Geologia.
Orientadora: Prof.^a Dra. Luana Moreira Florisbal
Coorientadora: Prof.^a Dra. Liliana Sayuri Osako

Florianópolis

2022

Ficha de identificação da obra

Oliveira, Daniel Dias Teixeira de
Análise espaço-temporal de processos minerários em
Terras Indígenas na Amazônia Legal / Daniel Dias Teixeira de
Oliveira ; orientadora, Luana Moreira Florisbal,
coorientadora, Líliliana Sayuri Osako, 2022.
78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Filosofia e Ciências Humanas, Graduação em Geologia,
Florianópolis, 2022.

Inclui referências.

1. Geologia. 2. Processos minerários. 3. Terras
Indígenas. 4. Amazônia Legal. I. Florisbal, Luana Moreira.
II. Osako, Líliliana Sayuri. III. Universidade Federal de
Santa Catarina. Graduação em Geologia. IV. Título.

Daniel Dias Teixeira de Oliveira

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DE PROCESSOS MINERÁRIOS EM TERRAS INDÍGENAS NA AMAZÔNIA LEGAL

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de Bacharel em Geologia e aprovado em sua forma final pelo Curso de Graduação em Geologia.

Florianópolis, 1º de agosto de 2022.



Documento assinado digitalmente
Manoela Bettarel Ballico
Data: 16/08/2022 14:01:08-0300
CPF: 008.441.650-50
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Dra. Manoela Bettarel Bállico
Coordenadora do Curso

Banca Examinadora:



Documento assinado digitalmente
Luana Moreira Florisbal
Data: 15/08/2022 19:14:21-0300
CPF: 003.477.040-26
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof.^a Dra. Luana Moreira Florisbal
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina



Documento assinado digitalmente
Marivaldo dos Santos Nascimento
Data: 15/08/2022 23:22:58-0300
CPF: 428.706.582-49
Verifique as assinaturas em <https://v.ufsc.br>

Prof. Dr. Marivaldo dos Santos Nascimento
Universidade Federal de Santa Catarina

A handwritten signature in blue ink, appearing as a stylized, cursive scribble.

Mariana de Araujo Ferreira
Bacharel em Geologia
Especialista em Geoprocessamento e Direito Minerário
Ambiental Tecnologia Consultoria e Monitoramentos

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Leila e Marcelo, pelo apoio e amor incondicionais ao longo de todos esses anos. Ao Rodolpho, por ter acompanhado de perto o processo de elaboração deste trabalho, seus altos e baixos.

À professora Luana Moreira Florisbal, orientadora, por ter aceitado embarcar comigo na jornada de construção deste trabalho e, principalmente, pelas valiosas contribuições e empatia excepcional. À professora Liliana Sayuri Osako, coorientadora, por também ter embarcado conosco nessa jornada, por suas observações sempre pertinentes e pelas oportunidades de monitoria e de extensão ao longo da graduação.

Ao professor Marivaldo dos Santos Nascimento, por ter lecionado a disciplina Geologia do Brasil e por ter aberto aos alunos a escolha dos temas de seminário. O presente trabalho é consequência dessa escolha.

Aos amigos e colegas de graduação, especialmente os da turma de 2016 (e seus agregados): Ste, Gio, Ale, Lorenza, Betina, Carol R., Carol L., JP, Silva, Afonso, Alex, Caetano, Cristiano, Alysson e Bruno. Foi um privilégio compartilhar tantos campos e tantas risadas com vocês.

À Rossana, por sua solidariedade e presença como monitora de SIG. Ao Douglas Diniz, pelas importantes observações sobre direito territorial indígena.

Este trabalho não seria possível sem os encontros que tive durante a graduação. Aos que não lembrei de nome, mas permanecem de alguma forma no coração, meus mais sinceros agradecimentos.

“Os índios não podem impedir a passagem do progresso (...) dentro de 10 a 20 anos não haverá mais índios no Brasil”.

(Ministro Rangel Reis, janeiro de 1976)

“A organicidade dessa gente é uma coisa que incomoda, tanto que as corporações têm criado cada vez mais mecanismos para separar esses filhotes da terra de sua mãe. ‘Vamos separar esse negócio aí, gente e terra, essa bagunça. É melhor colocar um trator, um extrator na terra. Gente não, gente é uma confusão. E, principalmente, gente não está treinada para dominar esse recurso natural que é a terra’. Recurso natural para quem? Desenvolvimento sustentável para quê? O que é preciso sustentar?”

(Ailton Krenak, 2019)

RESUMO

No começo de 2020, o governo brasileiro apresentou o Projeto de Lei 191/2020, que visa regulamentar a mineração em Terras Indígenas (TIs). O PL 191/2020 se aplica apenas às TIs que concluíram o processo de demarcação e às reservas indígenas, de modo que as TIs em processo de demarcação e as TIs dominiais seriam regidas pela legislação específica de atividades minerárias. O presente trabalho teve como principal objetivo quantificar e comparar a área de processos minerários incidentes e não-incidentes em TIs na Amazônia Legal a partir dos atributos *ano*, *substância* e *fase administrativa*. As TIs foram separadas em dois grupos: TIHRRI (TIs homologadas, regularizadas e reservas indígenas) e TIEPDD (TIs em processo demarcatório e dominiais). Além disso, também foi feito o cálculo da distribuição de área dos grupos de TIs nas províncias estruturais brasileiras na Amazônia Legal, assim como uma análise da sobreposição entre as TIs, florestas e zonas de influência de Concessões de Lavra (70 km) e de Lavras Garimpeiras (10 km). Para atingir estes objetivos, foram utilizados dados vetoriais da base pública da Funai, da ANM, do INPE e do IBGE. O método de geoprocessamento envolveu a correção de geometrias, o recorte das camadas vetoriais e a sua reprojeção para a Projeção Cônica Equivalente de Albers, apropriada para o cálculo de área. Os resultados revelaram semelhanças entre a distribuição de área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD e a distribuição de área de processos minerários não-incidentes, especificamente na distribuição de área por década, com picos nas décadas de 2000 e 2010, e na distribuição por interesses minerários e títulos minerários, com área expressiva de títulos minerários. Tendências distintas foram observadas na distribuição de área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI: picos nas décadas de 1980 e 1990 e concentração de área em interesses minerários. Em relação à distribuição de área por substância, o ouro tem destaque nos processos minerários incidentes e não-incidentes. Os grupos TIHRRI e TIEPDD têm distribuição de área semelhante nas províncias estruturais, de modo que a diferença observada na área requerida para as demais substâncias deve ser explicada por outros motivos. A análise da sobreposição entre TIs, florestas e zonas de influência demonstrou que as TIs protegem 102.248 km² de florestas do impacto potencial da zona de influência de 70 km de Concessões de Lavra, assim como 3.548 km² de florestas do impacto potencial da zona de influência de 10 km de Lavras Garimpeiras. A especulação de riquezas minerais em TIs e a atividade minerária representam um risco aos povos indígenas e à conservação da floresta amazônica, cuja importância no transporte de umidade para outras regiões faz com que este seja um risco à população brasileira como um todo.

Palavras-chave: Amazônia Legal. Processos minerários. Terras Indígenas.

ABSTRACT

In early 2020, the Brazilian Government signed the bill PL 191/2020 which aims to regulate mining in Indigenous Lands (ILs). PL 191/2020 applies only to ILs that have completed the demarcation process and to indigenous reserves. ILs in the process of demarcation and proprietary ILs would be governed by specific legislation on mining activities. The main goal of the present study was to quantify and compare the area of incident and non-incident exploration and mining claims in ILs in the Brazilian Legal Amazon based on the attributes *year*, *substance* and *administrative phase*. The ILs were divided into two groups: TIHRRI (homologated and regulated ILs and indigenous reserves) and TIEPDD (ILs under demarcation process and proprietary ILs). Furthermore, the areal distribution calculation of ILs groups over the Brazilian Legal Amazon's structural provinces was made, as well as an analysis of the overlap between ILs, forests and zones of influence of Mining Permits (70 km) and Artisanal Mining (10 km). In order to achieve these goals, vector data from public database from Funai, ANM, INPE and IBGE were used. The geoprocessing method involved the correction of geometries, the clipping of vector layers and their reprojection to Albers equal-area conic projection, suitable for the area calculation. The results revealed similarities between the area distribution of exploration and mining claims in the TIEPDD group and the area distribution of non-incident ore claims, specifically by decade, with peaks in the 2000s and 2010s, and in the distribution by mining interests and mining titles, with an expressive area of mining titles. Different trends were observed in the area distribution of ore claims in the TIHRRI group: peaks in the 1980s and 1990s and concentration of area in mining interests. Regarding the distribution of area by substance, gold stands out in incident and non-incident ore claims. The TIHRRI and TIEPDD groups have a similar area distribution on the structural provinces, so the difference observed in the area required for other substances must be explained by other reasons. The overlap analysis between ILs, forests and influence zones showed that ILs protect 102.248 km² of forests from the potential impact of the 70 km influence zone around Mining Permits, as well as 3.548 km² of forests from the potential impact of the 10 km influence zone around Artisanal Mining. Mineral wealth speculation in ILs and mining activities represent a risk to indigenous people and to the conservation of the Amazon Rainforest whose importance in transporting water to other regions makes up a risk to the Brazilian population as a whole.

Keywords: Brazilian Legal Amazon. Exploration and mining claims. Indigenous Lands.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização das TIs e dos processos minerários na Amazônia Legal.	19
Figura 2 – Porção emersa da placa Sul-Americana, com destaque para o embasamento pré-cambriano, as coberturas fanerozoicas e a Cadeia Andina.	20
Figura 3 – Províncias estruturais brasileiras com a compartimentação do Cráton Amazonas segundo a atualização de Santos (2003).	22
Figura 4 – Subdivisão do Cráton Amazonas de acordo com Santos et al. (2006). Na figura também está representada a Faixa Orogênica Araguaia, parte da Província Tocantins, a sul e sudeste do Cráton.	23
Figura 5 – Províncias geológicas do Cráton Amazonas e seus domínios.	25
Figura 6 – Representação esquemática dos regimes de aproveitamento de recursos minerais e suas fases administrativas.	32
Figura 7 – Fluxograma com método de trabalho e principais resultados.	39
Figura 8 – Percentual de área da Amazônia Legal que abrange Terra Indígena.	44
Figura 9 – Terras Indígenas e Províncias Estruturais na Amazônia Legal.	46
Figura 10 – Percentual de área das Províncias Estruturais e da cobertura Cenozoica na Amazônia Legal que abrange Terra Indígena.	47
Figura 11 – Distribuição de área dos grupos de TIs (TIHRRI e TIEPDD) nas províncias estruturais e cobertura Cenozoica.	48
Figura 12 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por década.	51
Figura 13 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por ano (1970-1995).	52
Figura 14 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por ano (1996-2021).	52
Figura 15 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por tipo de recurso mineral.	53
Figura 16 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por substâncias com maior requerimento de área nos grupos de TIs.	54
Figura 17 – Processos minerários incidentes na TI Kaxuyana-Tunayana.	56
Figura 18 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por interesses e títulos minerários.	57

Figura 19 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por fase administrativa dos regimes de autorização e de concessão.	58
Figura 20 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por fase administrativa do regime de permissão de lavra garimpeira.	59
Figura 21 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes em fase administrativa de Concessão de Lavra por substância.	60
Figura 22 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes em fase administrativa de Lavra Garimpeira por substância.	61
Figura 23 – Zona de influência de 70 km em processos minerários na fase administrativa de Concessão de Lavra na Amazônia Legal, TIs, floresta e hidrografia.	62
Figura 24 – Zona de influência de 10 km em processos minerários na fase administrativa de Lavra Garimpeira na Amazônia Legal, TIs, floresta e hidrografia.	63
Figura 25 – Terras Indígenas e zonas de influência de concessões de lavra e lavras garimpeiras na Amazônia Legal com imagem de satélite e limite entre biomas.	67
Figura 26 – Terras Indígenas, malha viária e hidrovias na Amazônia Legal.	69
Figura 27 – Unidades de Conservação na Amazônia Legal.	70

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Proposições legislativas com objetivo de regulamentar a mineração em terras indígenas.....	35
Quadro 2 – Caracterização do grupo TIHRRI.....	45
Quadro 3 – Caracterização do grupo TIEPDD.....	45
Quadro 4 – Área de processos minerários incidentes e não-incidentes (com e sem geometrias duplicadas).	49
Quadro 5 – Percentual de área dos grupos de TIs e do restante da AL com ocorrência de processos minerários.....	50
Quadro 6 – Número de proposições legislativas por ano (em que houve ao menos uma) com objetivo de regulamentar a mineração em TIs.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AL Amazônia Legal

ANM Agência Nacional de Mineração

CPRM Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DNPM Departamento Nacional de Produção Mineral

FUNAI Fundação Nacional do Índio

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

ISA Instituto Socioambiental

MMA Ministério do Meio Ambiente

PIN Programa de Integração Nacional

PL Projeto de Lei

PRODES Projeto de Monitoramento do Desmatamento na Amazônia Legal por Satélite

TI Terra Indígena

UC Unidade de Conservação

WWF World Wide Fund for Nature

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	15
1.1	OBJETIVOS	16
1.1.1	Objetivo Geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos	16
1.2	JUSTIFICATIVA	17
1.3	LOCALIZAÇÃO	18
2	REVISÃO TEMÁTICA	19
2.1	CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL	19
2.1.1	Plataforma Sul-Americana	19
2.1.2	Províncias estruturais na Amazônia Legal.....	21
2.1.3	Recursos minerais na Amazônia Legal.....	24
<i>2.1.3.1</i>	<i>Arqueano.....</i>	<i>25</i>
<i>2.1.3.2</i>	<i>Paleoproterozoico.....</i>	<i>26</i>
<i>2.1.3.3</i>	<i>Mesoproterozoico</i>	<i>27</i>
<i>2.1.3.4</i>	<i>Neoproterozoico</i>	<i>27</i>
<i>2.1.3.5</i>	<i>Paleozoico.....</i>	<i>28</i>
<i>2.1.3.6</i>	<i>Mesozoico</i>	<i>28</i>
<i>2.1.3.7</i>	<i>Cenozoico</i>	<i>28</i>
2.2	AMAZÔNIA LEGAL	29
2.3	PROCESSOS MINERÁRIOS	30
2.3.1	Regimes de aproveitamento de recursos minerais.....	30
2.3.2	Interesses minerários e títulos minerários.....	31
2.4	DEMARCAÇÃO DE TERRAS INDÍGENAS	32
2.4.1	Direito territorial indígena.....	32
2.4.2	Processo demarcatório	34

2.5	MINERAÇÃO EM TERRAS INDÍGENAS	34
2.5.1	O direito à consulta	34
2.5.2	Projetos de Lei	35
2.5.3	Sobre o garimpo	37
2.5.3.1	<i>Breve perspectiva das últimas décadas</i>	37
2.5.3.2	<i>Impactos ambientais e culturais</i>	38
3	MATERIAIS E MÉTODO	38
3.1	ENTRADA DE DADOS	39
3.2	PROCESSAMENTO	40
3.2.1	Terras Indígenas	40
3.2.2	Províncias Estruturais	41
3.2.3	Processos minerários	41
3.2.4	Projeção Cônica Equivalente de Albers	41
3.2.5	Zonas de influência de Concessões de Lavra e de Lavras Garimpeiras	42
3.2.6	Sobreposição entre florestas, TIs e zonas de influência	42
3.3	ANÁLISE DE ÁREA	43
4	RESULTADOS	43
4.1	TERRAS INDÍGENAS NA AMAZÔNIA LEGAL.....	43
4.1.1	Caracterização dos grupos de pesquisa (TIHRRRI e TIEPDD)	44
4.1.2	Terras Indígenas e Províncias Estruturais	46
4.2	PROCESSOS MINERÁRIOS INCIDENTES E NÃO-INCIDENTES	48
4.2.1	Análise do atributo <i>ano</i>	50
4.2.2	Análise do atributo <i>substância</i>	53
4.2.3	Análise do atributo <i>fase administrativa</i>	56
4.2.3.1	<i>Concessão de Lavra e Lavra Garimpeira</i>	60
4.3	ZONAS DE INFLUÊNCIA DE CONCESSÕES DE LAVRA E DE LAVRAS GARIMPEIRAS	62
4.3.1	Zonas de influência, TIs e floresta amazônica	62

5	DISCUSSÃO	64
5.1	PROCESSOS MINERÁRIOS INCIDENTES EM TIS	64
5.1.1	Atributo <i>ano</i>	64
5.1.2	Atributo <i>substância</i>	65
5.1.3	Atributo <i>fase administrativa</i>	65
5.2	ZONAS DE INFLUÊNCIA.....	66
5.2.1	Zonas de influência, TIs e floresta amazônica	66
5.2.2	Zonas de influência e o desflorestamento	66
5.3	A QUESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO	70
5.3.1	Zona de amortecimento em TIs?	71
6	CONCLUSÃO.....	71
	REFERÊNCIAS.....	73

1 INTRODUÇÃO

A Constituição de 1988, apesar de não ter sido a primeira a reconhecer o direito territorial dos indígenas, foi a primeira a estabelecer o direito originário sobre a terra que tradicionalmente ocupam, ou seja, um direito anterior ao ordenamento jurídico brasileiro (Cavalcante, 2016). O processo demarcatório dessas terras, regulamentado pelo Decreto nº 1775/1996, é responsabilidade da Fundação Nacional do Índio (Funai). Se, por um lado, cabe aos indígenas o usufruto exclusivo das riquezas do solo, dos rios e dos lagos nas terras de ocupação tradicional, por outro estas terras e seus recursos minerais são considerados bens da União (Brasil, 1988). Além disso, o §3º do Artigo 231 da Constituição de 1988 estabelece que “o aproveitamento dos recursos hídricos, incluídos os potenciais energéticos, a pesquisa e a lavra das riquezas minerais em terras indígenas só podem ser efetivados com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas, ficando-lhes assegurada participação nos resultados da lavra, na forma da lei”.

No começo de 2020, o Poder Executivo apresentou o Projeto de Lei 191/2020, que tem como um de seus objetivos “estabelecer as condições específicas para a realização da pesquisa e da lavra de recursos minerais (...) em terras indígenas”. O PL 191/2020 não se aplica às terras indígenas dominiais e nem às terras indígenas (TIs) em processo de demarcação, que seriam regidas pela legislação específica das atividades minerárias, e considera “terras indígenas” somente as tradicionalmente ocupadas já demarcadas e as áreas reservadas da União, conhecidas também como reservas indígenas. O Estatuto do Índio (Lei nº 6.001/1973), no Artigo 17, distingue três modalidades de TIs: terras ocupadas ou habitadas por silvícolas, áreas reservadas e terras dominiais. Segundo Cavalcante (2016), a criação de reservas indígenas após a Constituição de 1988 é “utilizada excepcionalmente para a destinação de terras a grupos que não possuem mais áreas de ocupação tradicional possíveis de serem demarcadas, como, por exemplo, nos casos de grupos que tiveram suas terras alagadas por grandes barragens de usinas hidrelétricas”. Já as terras dominiais são as que foram adquiridas nos termos da legislação civil.

Embora a pesquisa e a lavra de recursos minerais em TIs tradicionalmente ocupadas ainda não sejam regulamentadas por lei, é possível fazer o requerimento de direitos minerários junto à Agência Nacional de Mineração (ANM, autarquia federal vinculada ao Ministério de Minas e Energia, criada pela Lei nº 13.575/2017 em substituição ao Departamento Nacional de Produção Mineral, DNPM). Enquanto a solicitação é livre a qualquer interessado, cabe à ANM a gestão da atividade de mineração e dos recursos minerais no território nacional e ao Ministro de Estado de Minas e Energia a decisão sobre concessões de lavra (Brasil, 2017).

O Instituto Socioambiental (ISA), em 2005, analisou as zonas de sobreposição entre as áreas de TIs na Amazônia Legal (definida pela Lei nº 1.806/1953 e atualmente delimitada pela Lei Complementar nº 124/2007) e as áreas de processos minerários do DNPM, encontrando um total de 5.064 processos minerários incidentes em TIs. Em 2018, o *World Wide Fund for Nature* (WWF) fez um estudo semelhante e encontrou 4.073 processos minerários em TIs na Amazônia Legal (AL). Em novembro de 2020, dados do Projeto Amazônia Minada revelaram 3.285 processos minerários incidentes em TIs na AL e o registro da maior quantidade de novos requerimentos em 24 anos.

Entre 2005 e 2015, a mineração aumentou significativamente o desflorestamento na Amazônia em até 70 km além dos limites de concessão de lavra, causando 11.670 km² de desflorestamento (Sonter *et al.*, 2017). Assumindo que os impactos da mineração em florestas se estendam 70 km para além dos limites de concessão de lavra e que todos os depósitos sejam explorados (dentro e fora das TIs), a aprovação do PL 191/2020 poderia gerar um prejuízo anual de 5 bilhões de dólares em serviços ecossistêmicos fornecidos pela floresta amazônica, com destaque para a mitigação de gases de efeito estufa (Siqueira-Gay *et al.*, 2020).

Neste contexto, o presente trabalho dá continuidade a estes estudos através de uma análise espaço-temporal dos processos minerários incidentes e não-incidentes em TIs na AL, com enfoque na quantificação e comparação de suas respectivas áreas. Além disso, também é feita uma análise da sobreposição entre TIs, florestas e zonas de influência de áreas com Concessão de Lavra e Lavra Garimpeira, de acordo com os critérios de Sonter *et al.* (2017) e Siqueira-Gay *et al.* (2020).

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Analisar processos minerários incidentes e não-incidentes em TIs na Amazônia Legal.

1.1.2 Objetivos específicos

- I. Calcular a proporção de área da AL que abrange TIs;
- II. Caracterizar dois grupos de TIs: TIHRRI (Terras Indígenas Homologadas, Regularizadas e Reservas Indígenas) e TIEPDD (Terras Indígenas Em Processo Demarcatório e Dominiais);
- III. Calcular a proporção de área das províncias estruturais brasileiras (*sensu* IBGE, 2019) na AL que abrange TIs;

IV. Calcular a distribuição de área dos dois grupos de TIs (TIHRRI e TIEPDD) nas províncias estruturais brasileiras na AL;

V. Analisar a área de processos minerários incidentes (grupos TIHRRI e TIEPDD) e não-incidentes a partir dos atributos *ano*, *substância* e *fase administrativa*;

VI. Avaliar a sobreposição entre TIs, florestas e as zonas de influência de processos minerários em fase administrativa de Concessão de Lavra e de Lavra Garimpeira;

VII. Discutir a relação entre o desflorestamento e as zonas de influência de processos minerários em fase administrativa de Concessão de Lavra e de Lavra Garimpeira.

1.2 JUSTIFICATIVA

No último censo realizado pelo IBGE, em 2010, a população indígena residente em TIs na AL era de 324.037 pessoas, ou 62,6% de toda a população indígena residente em TIs no Brasil. Embora as comunidades indígenas da AL tenham as mais diversas situações de relação e contato com a sociedade não-indígena (Heck *et al.*, 2005), as TIs representam a base de sustentação de vida dessas comunidades, de seus costumes e de seus padrões alimentares, além de possuírem valores imateriais como sacralidade, ancestralidade e identidade (Diniz *et al.*, 2021). A invasão de TIs por não-indígenas para a exploração ilegal de recursos naturais é uma realidade que continua atingindo quase toda TI no país (Curi, 2007), seja na forma de garimpo, grilagem ou extração de madeira. Apesar de previsto por lei, o direito territorial indígena com frequência não se concretiza por falta de ação e fiscalização dos órgãos responsáveis.

A mineração, mesmo em áreas vizinhas às TIs, causa impactos ambientais irreversíveis, como o assoreamento de corpos d'água e a eventual contaminação do solo, de águas superficiais e subterrâneas por produtos tóxicos. Além disso, a supressão da vegetação é necessária em praticamente qualquer atividade de mineração (Mechi e Sanches, 2010). Por outro lado, a mineração atende a uma demanda crescente por insumos na sociedade hegemônica e seus hábitos de consumo. A Amazônia Legal, por sua constituição geológica, é uma das áreas do país mais promissoras para a mineração, contendo relevantes distritos minerais e províncias metalogenéticas, como o Distrito de Estanho de Pitinga, a Província Mineral de Carajás, a Província Aurífera do Tapajós, a Província Estanífera de Rondônia, a Província Metalogenética Sunsás, entre outros exemplos. No entanto, nas palavras de Curi (2007), “a mineração, como qualquer outra atividade econômica no país, está inserida em um contexto neoliberal que confunde crescimento econômico com desenvolvimento. A noção de progresso, pautada em

uma perspectiva quantitativa, mede o desenvolvimento de um país através de sua renda *per capita*, desconsiderando para tanto valores sociais, ambientais e culturais fundamentais”.

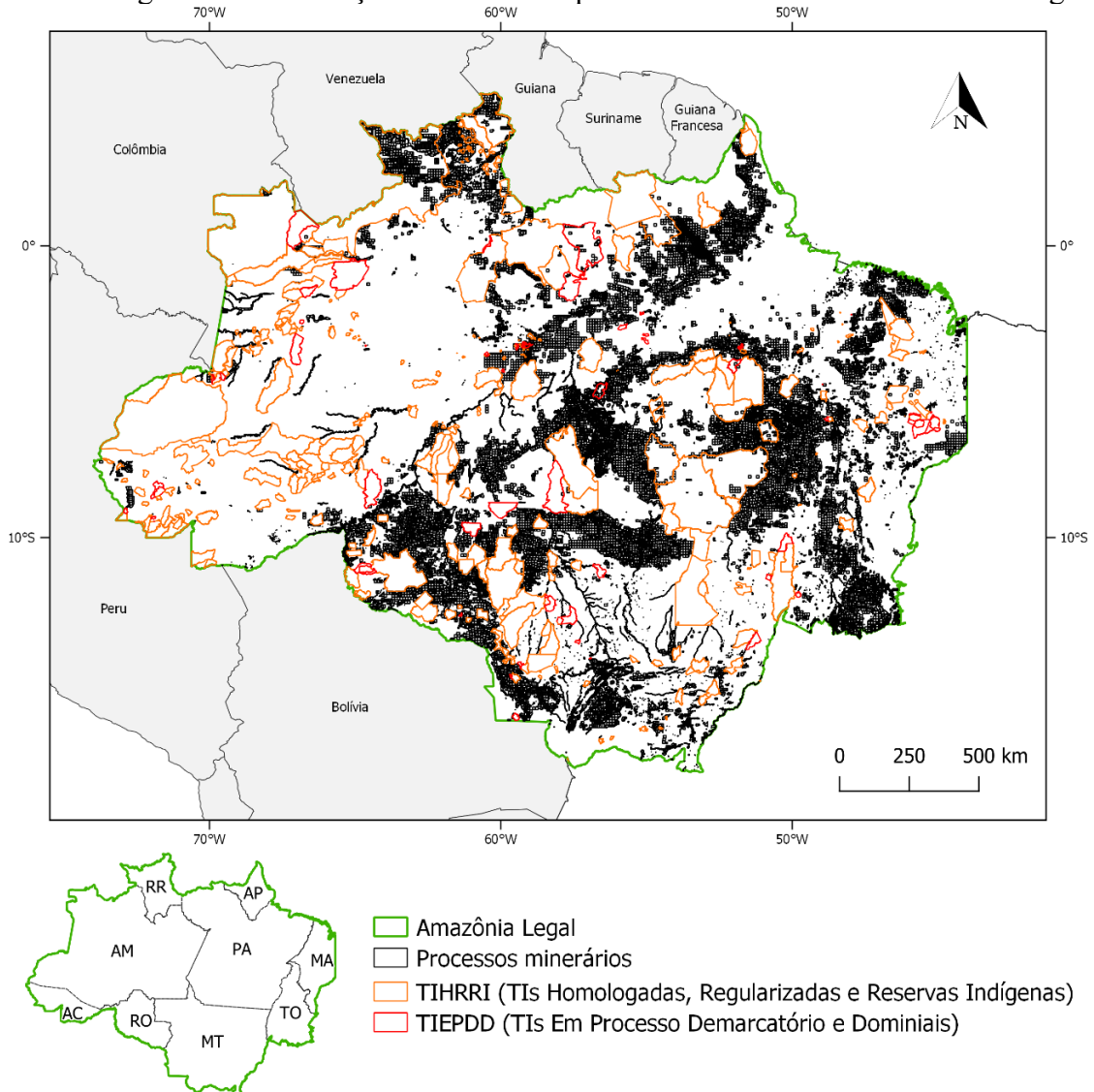
Embora o PL 191/2020 preveja a oitiva das comunidades indígenas afetadas (no caso das reservas indígenas e das TIs que já concluíram o processo demarcatório), o pedido de autorização da atividade minerária poderá ser encaminhado ao Congresso Nacional mesmo com manifestação contrária dessas comunidades (Brasil, 2020). A análise de processos minerários nos dois grupos de TIs que o PL 191/2020 distingue, TIHRRRI (Terras Indígenas Homologadas, Regularizadas e Reservas Indígenas) e TIEPDD (Terras Indígenas Em Processo Demarcatório e Dominiais), e a sua comparação com os processos minerários não-incidentes em TIs na AL é uma forma de compreender as semelhanças e diferenças entre estes grupos, podendo se constituir uma ferramenta de organização – e denúncia – contra a especulação de riquezas minerais em TIs.

O processo de integração econômica da Amazônia trouxe alterações ambientais significativas para a região, e o desflorestamento contínuo levará a um alto risco de mudança irreversível de suas florestas tropicais (Nobre *et al.*, 2016). As TIs, assim como outros tipos de áreas protegidas, funcionam como barreiras para o desflorestamento: enquanto a perda de floresta em TIs na Amazônia foi inferior a 2% no período de 2000 a 2014, a média de área desflorestada na Amazônia foi de 19% para o mesmo período (Crisostomo *et al.*, 2015). Em todo o país, as TIs perderam apenas 1% de sua vegetação nativa no período de 1990 a 2020 (MapBiomass, 2022). Neste sentido, a análise da sobreposição entre TIs, florestas e zonas de influência de áreas com Concessão de Lavra e Lavra Garimpeira permite estimar a relevância dessas terras na conservação da floresta amazônica em relação ao impacto potencial da mineração.

1.3 LOCALIZAÇÃO

A Amazônia Legal está situada na região norte do Brasil e abrange na totalidade os estados do Tocantins, Pará, Amapá, Roraima, Amazonas, Acre, Rondônia e Mato Grosso, além de uma parte do Maranhão. Em seu interior há TIs de diversos tamanhos, conforme ilustrado na figura 1, em que também estão representados os processos minerários. A distribuição de processos minerários tende a refletir o conhecimento geológico disponível para determinada região, assim como sua favorabilidade para depósitos minerais economicamente interessantes.

Figura 1 – Localização das TIs e dos processos minerários na Amazônia Legal.



Fonte: IBGE (2021), Funai (2021) e ANM (2021). Elaboração própria.

2 REVISÃO TEMÁTICA

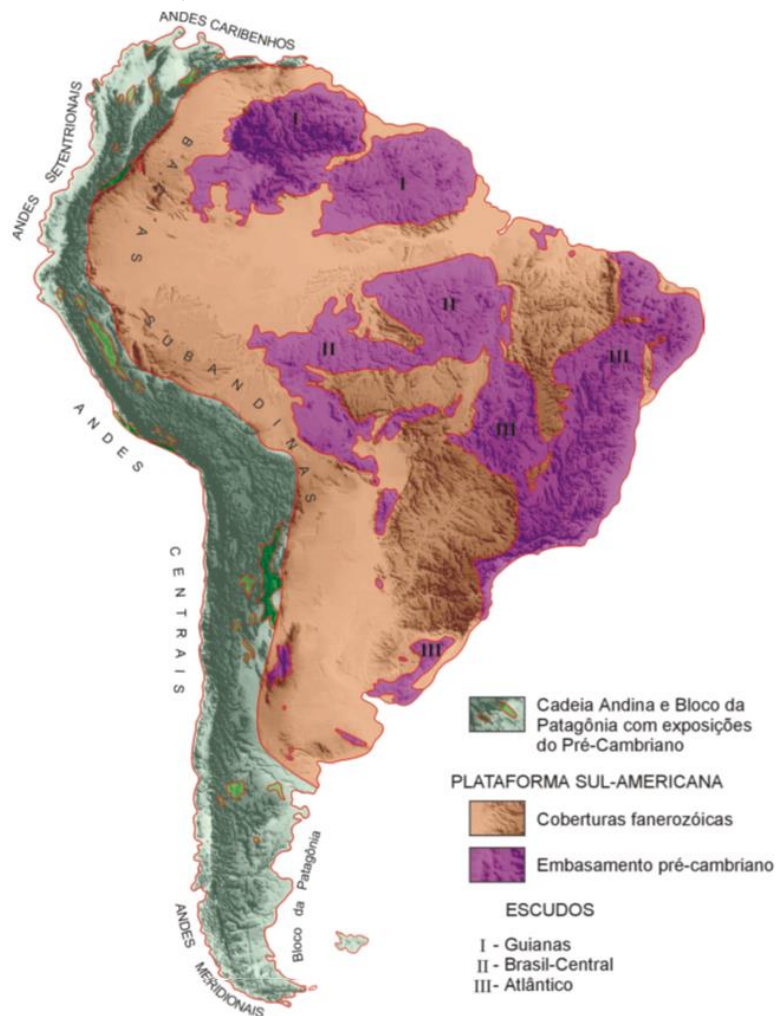
2.1 CONTEXTO GEOLÓGICO REGIONAL

2.1.1 Plataforma Sul-Americana

A Amazônia Legal (AL), assim como a totalidade do território brasileiro, faz parte da Plataforma Sul-Americana, cujo embasamento, constituído de rochas metamórficas, ígneas e sedimentares, aflora em três grandes escudos (Escudo das Guianas, Escudo Brasil-Central e Escudo Atlântico) bordejados por coberturas fanerozoicas (Almeida *et al.*, 1977), conforme ilustrado na figura 2. Dois destes escudos são mais abundantes na AL (Escudo das Guianas e Escudo Brasil-Central), enquanto o terceiro (Escudo Atlântico) ocorre de modo restrito na sua porção sudeste.

Com a colagem orogênica do Ciclo Brasileiro no Neoproterozoico, responsável pela aglutinação do Supercontinente Gondwana Ocidental, uma rede de faixas móveis foi formada bordejando áreas cratônicas. Na AL, a principal faixa móvel é representada pela Faixa Paraguai-Araguaia (ca. 550 Ma), com mais de 3 mil km de extensão e prolongamento para a Bolívia e para o Paraguai (Dardenne e Schobbenhaus, 2001). De acordo com Hasui (2012), esta faixa, junto com a Faixa Brasília, separa o Cráton Amazonas (que aflora na totalidade do Escudo das Guianas e em parte do Escudo Brasil-Central) do Cráton São Francisco (que aflora em parte do Escudo Atlântico). O Ciclo Brasileiro foi o último evento orogênico registrado no interior da plataforma (IBGE, 2019). Uma reativação de maior amplitude ocorreu somente no Mesozoico, com a abertura do Oceano Atlântico, um evento que se estendeu até o início do Cenozoico (Dardenne e Schobbenhaus, 2001).

Figura 2 – Porção emergida da placa Sul-Americana, com destaque para o embasamento pré-cambriano, as coberturas fanerozoicas e a Cadeia Andina.



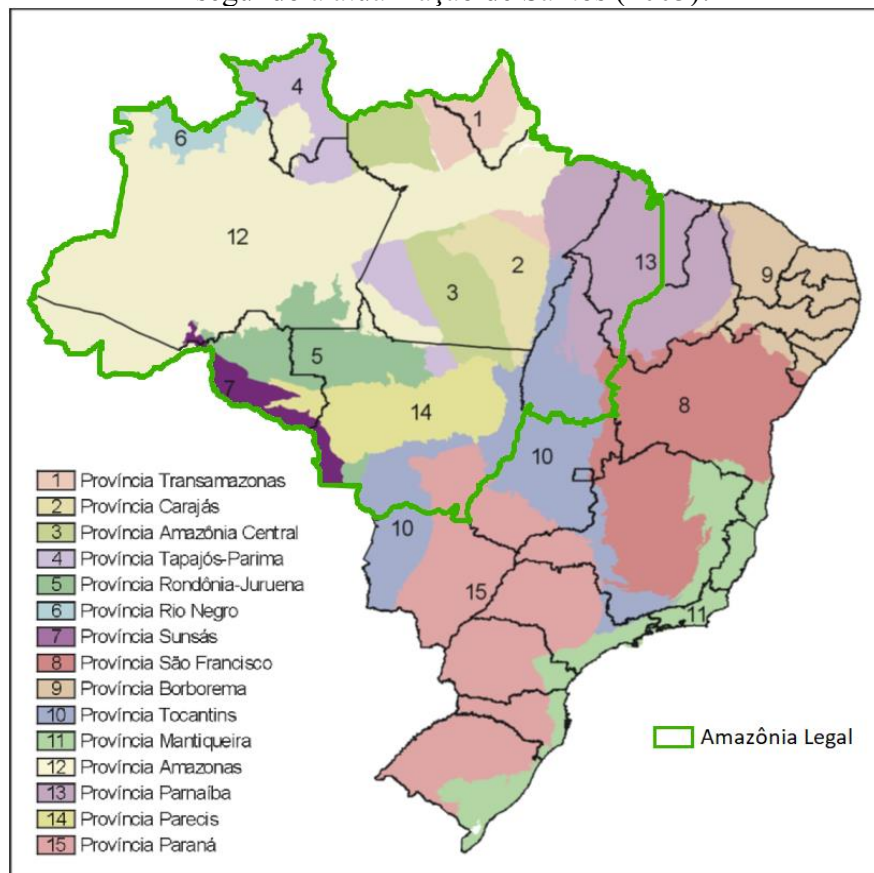
Fonte: Schobbenhaus e Neves (2003, modificado de Almeida *et al.* 1976).

2.1.2 Províncias estruturais na Amazônia Legal

Na definição de Almeida *et al.* (1977), províncias estruturais são “grandes regiões que manifestam feições de evolução estratigráfica, tectônica, metamórfica e magmática diversas das apresentadas pelas províncias confinantes”. Estes autores distinguem dessa forma dez províncias estruturais brasileiras. As Províncias Rio Branco, Tapajós e São Francisco são relacionadas aos Crátos Amazonas e São Francisco (Arqueano-Paleoproterozoico), as Províncias Tocantins, Borborema e Mantiqueira relacionadas aos sistemas orogênicos brasileiros e suas faixas móveis (Neoproterozoico); e as Províncias Amazônica, Parnaíba e Paraná relacionadas às grandes bacias sedimentares paleozoicas. A Província Costeira e Margem Continental se refere às bacias sedimentares costeiras e sua extensão submersa na margem continental. Das dez províncias estruturais definidas por Almeida *et al.* (1977), apenas duas (Províncias Borborema e Mantiqueira) não ocorrem na AL.

Em 2003, o Serviço Geológico do Brasil (CPRM) (Santos, 2003; Schobbenhaus e Neves, 2003), baseado no avanço em datações radiométricas e programas de mapeamento geológico básico, elaborou uma reavaliação das províncias estruturais do país. A nova proposta manteve boa parte das províncias estruturais definidas por Almeida *et al.* (1977), acrescentando somente a Província Parecis, uma bacia sedimentar fanerozoica localizada no sul do Cráton Amazonas, e individualizando neste cráton sete províncias estruturais (Transamazonas, Carajás, Amazônia Central, Tapajós-Parima, Rondônia-Juruena, Rio Negro e Sunsás), conforme ilustrado na figura 3.

Figura 3 – Províncias estruturais brasileiras com a compartimentação do Cráton Amazonas segundo a atualização de Santos (2003).



Fonte: adaptado de CPRM (2003).

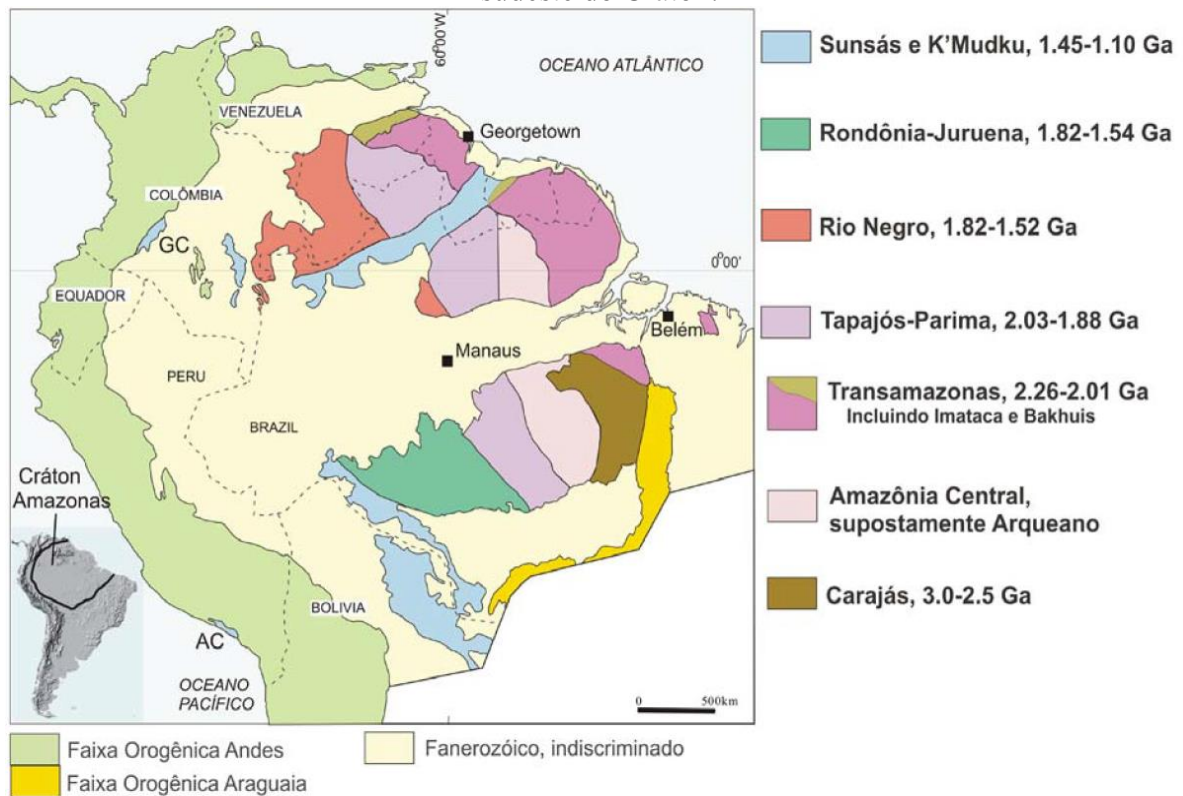
Segundo Santos (2003), o Cráton Amazonas representa uma das maiores e menos conhecidas áreas pré-cambrianas do mundo, sendo uma das principais unidades tectônicas da América do Sul. No Brasil, sua área de aproximadamente 4,4 milhões de quilômetros quadrados representa cerca de metade do território nacional (Hasui, 2012). Todas as províncias do Cráton Amazonas são pré-brasilianas, organizadas de leste para sudoeste do Arqueano ao Mesoproterozoico, com participação mínima e periférica de unidades neoproterozoicas (Schobbenhaus e Neves, 2003).

Os primeiros modelos geocronológicos para o Cráton Amazonas (Amaral, 1974; Cordani *et al.*, 1979; Teixeira *et al.*, 1989; Tassinari *et al.*, 1996; Santos, 2003) foram fortemente fundamentados em datações Rb-Sr, com limitações associadas à abertura do sistema isotópico em terrenos polideformados e polimetamorfizados. Santos *et al.* (2000; Santos, 2003), com base em dados U-Pb e Sm-Nd e nos resultados de mapeamentos geológicos básicos realizados pela CPRM, reinterpretaram as províncias do referido cráton, aproximando-se do

modelo ilustrado na figura 3, que leva também em consideração os avanços de conhecimento no período de 2000 a 2002.

Santos *et al.* (2006), baseados em dados de mapeamentos geológicos atualizados, novos dados aerogeofísicos e isotópicos, refinaram os limites das províncias geológicas do Cráton Amazonas, conforme ilustrado na figura 4, com a maior alteração sendo a inserção da Faixa K'Mudku na parte norte do cráton, uma faixa colisional que afeta as Províncias Rio Negro, Transamazonas e Tapajós-Parima.

Figura 4 – Subdivisão do Cráton Amazonas de acordo com Santos et al. (2006). Na figura também está representada a Faixa Orogênica Araguaia, parte da Província Tocantins, a sul e sudeste do Cráton.



Fonte: Santos *et al.* (2006).

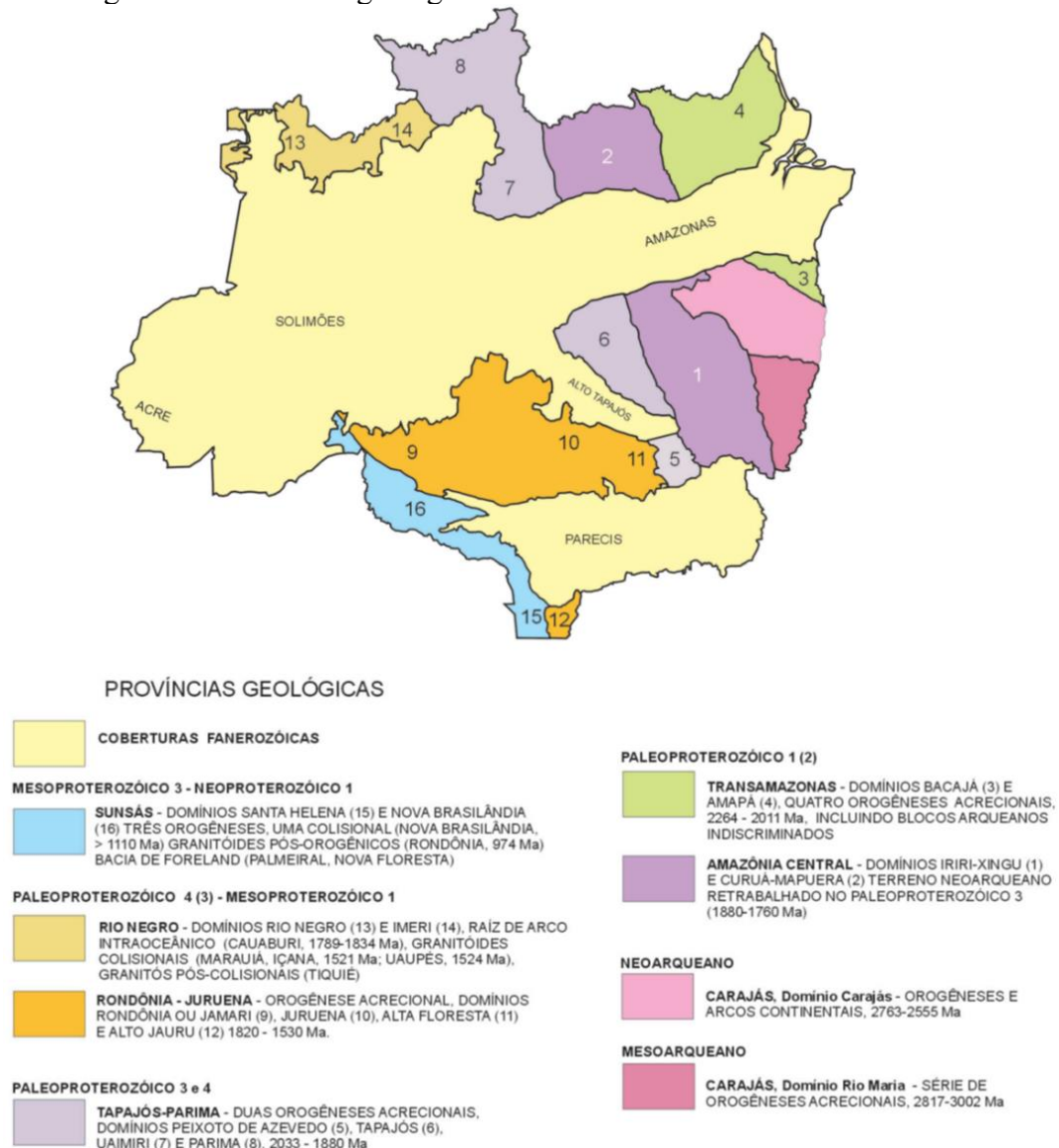
Hasui (2012) considera que a compartimentação do Cráton Amazonas em várias províncias ainda necessita de uma definição mais precisa das unidades geotectônicas, e adota a proposta original de Almeida *et al.* (1977), com acréscimo da Província Subandina e Província Parecis, além da distinção entre a Margem Continental Equatorial e a Margem Continental Leste, totalizando treze províncias.

Em 2019, o IBGE reavaliou e compartimentou as províncias estruturais para também treze unidades, adotando como base a proposta de Almeida *et al.* (1977). O Cráton Amazonas é proposto como apenas uma província estrutural (Província Amazônia), com sua exposição em superfície separada em duas partes pela cobertura fanerozoica. Devido à escala de representação do trabalho, de 1:250.000, foram definidas e incluídas as Províncias Gurupi, São Luís e Recôncavo-Tucano-Jatobá. As duas primeiras ocorrem na AL, uma faixa móvel (Cinturão Gurupi) periférica a um fragmento cratônico (Cráton São Luís). Em 2020, o IBGE compartimentou as treze províncias estruturais em subprovíncias. Para efeito de comparação, a Província Estrutural Amazônia foi compartimentada em dezessete subprovíncias estruturais com correspondências totais ou parciais às classificações de diversos autores.

2.1.3 Recursos minerais na Amazônia Legal

No decorrer da estruturação da Plataforma Sul-Americana, do Arqueano ao Proterozoico, assim como em sua evolução durante o Fanerozoico, diversos depósitos minerais foram gerados (Dardenne e Schobbenhaus, 2003). Ao longo do texto, os principais distritos e províncias metalogenéticas do Cráton Amazonas serão, quando possível, referenciados aos domínios das províncias estruturais de Santos (2003), conforme ilustrado na figura 5.

Figura 5 – Províncias geológicas do Cráton Amazonas e seus domínios.



Fonte: Santos (2003).

2.1.3.1 Arqueano

No período de 4,0 a 2,5 Ga, o Domínio Rio Maria (Província Carajás) contém depósitos auríferos orogênicos associados a zonas de cisalhamento (Monteiro *et al.*, 2014) que se desenvolveram em *ca.* 2,8 Ga (Dardenne e Schobbenhaus, 2003), além da principal reserva de tungstênio conhecida na Amazônia (508.300 toneladas de minério com teor de 1,01% de WO₃) (Monteiro *et al.*, 2014).

No Neoarqueano (2,8 – 2,5 Ga), temos o Domínio Carajás (Província Carajás), que representa a principal província mineral do país, com gigantescos depósitos de ferro de alto teor, depósitos de óxido Fe-Cu-Au e um dos raros exemplos de ouro-EGP associado a rochas

metassedimentares na Serra Pelada. Também há ampla ocorrência de depósitos de cromo e níquel-EGP, e depósitos de manganês (Monteiro *et al.*, 2014). O minério de ferro explorado se deve à atuação de mecanismos de alteração laterítica que promoveram a concentração de hematita. Produção atual da jazida de Carajás é de cerca de 54 Mt/ano de minério com teor médio de 60,9%. Reservas totais estimadas superiores a 18 bilhões t de minério (Dardenne e Schobbenhaus, 2003; Monteiro *et al.*, 2014).

2.1.3.2 Paleoproterozoico

Durante o Paleoproterozoico (2,5 – 1,6 Ga) os principais depósitos minerais se distribuíram em províncias e distritos no Escudo das Guianas e no Escudo Brasil-Central. No primeiro, há mineralizações de estanho, nióbio e tântalo) no Distrito de Estanho de Pitinga (Domínio Uaimiri da Província Tapajós-Parima), que é considerado o maior depósito de estanho do mundo (Dardenne e Schobbenhaus, 2003; Borges *et al.*, 2014). No Domínio Amapá (Província Transamazonas) há depósitos de ouro, cromita, ferro, cassiterita, columbita e tantalita (Klein *et al.*, 2014).

No Escudo Brasil-Central, os principais depósitos estão associados à Província Aurífera do Tapajós (Domínio Tapajós da Província Tapajós-Parima, com registro oficial de produção acumulada de ouro em garimpos de ~225 t da década de 1970 até 1995) (Juliani *et al.*, 2014) e ao Domínio Bacajá (Província Transamazonas), com seus depósitos de ouro e ferro (Klein *et al.*, 2014), além de um conjunto de mineralizações tipo Cu-Au na Província Mineral de Carajás relacionadas a intrusões graníticas datadas em 1,88 Ga (Dardenne e Schobbenhaus, 2003). No Domínio Irixi-Xingu (Província Amazônia Central) há pequenos depósitos primários de estanho e alguns depósitos de ouro (Vasquez, 2014). No Domínio Alta Floresta (Província Rondônia-Juruena) há depósitos auríferos agrupados em dois sistemas hidrotermais paleoproterozoicos (Assis *et al.*, 2014).

O Domínio Tapajós (Província Tapajós-Parima) é uma das principais regiões auríferas do Brasil, sendo notável a associação de ouro com prata e metais base (com destaque para o cobre). Duas épocas são apontadas como potenciais para os depósitos orogênicos de ouro: uma, de 1,97 a 1,95 Ga em zonas de transcorrência, e outra, de 1,89 a 1,86 Ga em zonas de falha predominantemente rúpteis (Juliani *et al.*, 2014).

A borda oriental do Cráton Amazonas representa uma expressiva faixa orogênica consolidada no Paleoproterozoico durante o Ciclo Transamazônico (2,26 – 1,95 Ga). O período de 2,11 a 1,93 Ga corresponde ao intervalo do final do ciclo, associado à extensa metalogenia

aurífera orogênica em todos os domínios da borda oriental do cráton. A formação dos depósitos se concentrou no período orogênico de evolução regional, mas se estendeu até o Paleógeno (66 – 23 Ma) (Klein *et al.*, 2014).

O Cráton São Luís também remonta ao Paleoproterozoico (Klein, 2014), com registros do Ciclo Transamazônico (Hasui, 2012) e depósitos orogênicos de ouro. Os recursos estimados do Cráton São Luís e do Cinturão Gurupi (de evolução neoproterozoica) totalizam cerca de 183 t de ouro, sendo que 76% são oriundos de apenas três depósitos (dois no Cinturão Gurupi e um no Cráton São Luís) e a maioria dos recursos são reservas indicadas e inferidas (Klein, 2014).

2.1.3.3 Mesoproterozoico

Entre 1,6 e 1,0 Ga ocorreram poucas mineralizações no Cráton Amazonas, com as ocorrências restritas às intrusões graníticas de Surucucus (Distrito Sn-Au de Surucucus, no Escudo das Guianas, fronteira do Brasil com a Venezuela) e às zonas de cisalhamento da Província Aurífera do Alto Guaporé (Província Metalogenética Sunsás, em Mato Grosso) com mineralizações auríferas associadas a veios de quartzo (Dardenne e Schobbenhaus, 2003).

2.1.3.4 Neoproterozoico

De 1.000 a 541 Ma, destacam-se os granitos estaníferos da Província Estanífera de Rondônia (Província Metalogenética Sunsás), composta por diversos distritos minerais de estanho e com produção total estimada até 1995 de 220.000 t (Ruiz *et al.*, 2014). Também têm sua gênese relacionada ao Neoproterozoico os carbonatitos de Seis Lagos (Província Rio Negro) com canga ferrífera e niobífera (Almeida *et al.*, 2014), outro complexo carbonatítico a norte da Bacia do Amazonas, na Província Amazônia Central, onde ocorrem fósforo e titânio (Vasquez, 2014), e o Cinturão Gurupi, desenvolvido na borda sul-sudoeste do Cráton São Luís, com depósitos orogênicos de ouro.

Em relação às faixas móveis Araguaia e Paraguai, não são incomuns as mineralizações de ouro geradas por processos metamórfico-deformacionais dos orógenos brasileiros (Paixão e Gorayeb, 2014), além de depósitos de ferro e manganês (Dardenne e Schobbenhaus, 2003). Na Faixa Araguaia há também depósitos de sulfeto polimetálico e cromita (Paixão e Gorayeb, 2014).

2.1.3.5 Paleozoico

No período de 541 a 252 Ma há registros de ocorrências minerais de cobre na Bacia dos Parecis, ferro oolítico nas Bacias do Amazonas, Parnaíba e Paraná, e depósitos de potássio associados aos evaporitos na Bacia do Amazonas.

2.1.3.6 Mesozoico

Os recursos com gênese mesozoica (252 a 66 Ma) estão relacionados ao evento tectônico responsável pela abertura do Oceano Atlântico e têm como destaque as províncias kimberlíticas do Cretáceo Superior nas regiões de Aripuanã (MT) e Pimenta Bueno (RO) (Dardenne e Schobbenhaus, 2003), na Bacia dos Parecis (equivalente à Província Parecis); os kimberlitos são fonte de diamantes (Teixeira, 2012).

2.1.3.7 Cenozoico

Durante o Cenozoico (66 Ma até o presente) merece destaque a alteração laterítica (responsável por gerar depósitos supergênicos) e a concentração de minerais pesados na forma de placeres em rios, nos aluviões e paleo-aluviões (Dardenne e Schobbenhaus, 2003).

Segundo Dardenne e Schobbenhaus (2001), um espesso manto de alteração laterítica se desenvolveu sobre a Plataforma Sul-Americana ao longo do Cenozoico, gerando importantes depósitos de bauxita (principal fonte de alumínio), caulim, níquel, ouro (Dardenne e Schobbenhaus, 2003), cobre, zinco, titânio, nióbio, fósforo e manganês (Teixeira, 2012). No Domínio Carajás (Província Carajás) há depósitos lateríticos de ferro, ouro, níquel e bauxita (Monteiro *et al.*, 2014), enquanto na Faixa Araguaia há perfis lateríticos ricos em níquel (Paixão e Gorayeb, 2014) e no Cráton São Luís ocorrem depósitos de fosfato desenvolvidos em perfis lateríticos (Klein, 2014). Nos Domínios Amapá e Bacajá (Província Transamazonas) há também depósitos supergênicos de manganês (Klein *et al.*, 2014). Nos estados do Amazonas e do Pará ocorrem diversos depósitos lateríticos de bauxita que se desenvolveram a partir de sedimentos argilosos e argilo-arenosos (Dardenne e Schobbenhaus, 2003).

Depósitos do tipo placer se desenvolveram por concentração mecânica em paleodrenagens da Província Amazonas e, atualmente, em drenagens da bacia hidrográfica do Amazonas, concentrando principalmente diamante, ouro e cassiterita (minério de estanho) (Dardenne e Schobbenhaus, 2003), entre outros minerais com alta densidade (platina, columbita-tantalita e minérios de titânio) (Teixeira, 2012). A bacia hidrográfica do Amazonas, com equivalência geográfica parcial à Província Amazonas, tem 3,9 milhões de km² de área de

drenagem em território brasileiro, com cerca de 50% da área da bacia correspondente aos terrenos pré-cambrianos do Escudo das Guianas e Brasil-Central (Bartorelli, 2012), suas áreas-fontes.

No Domínio Amapá (Província Transamazonas) há diamantes em paleoplacer (Klein *et al.*, 2014). No Domínio Parima (Província Tapajós-Parima, norte de Roraima) há depósitos aluvionares de ouro, cassiterita e diamante, e no Domínio Uaimiri (Província Tapajós-Parima, sul de Roraima) há ouro e columbita-tantalita em aluviões (Borges *et al.*, 2014). No Domínio Tapajós (Província Tapajós-Parima) há garimpos de cassiterita aluvionar e ocorrência de diamante em aluviões (Juliani *et al.*, 2014). Também há ocorrências menores em outros locais, como no Cinturão Gurupi, em que foram formados depósitos de ouro em paleoplaceres (Klein, 2014).

2.2 AMAZÔNIA LEGAL

Em 1953, a Lei nº 1.806 criou a Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (SPVEA), cujo objetivo era o desenvolvimento econômico da região e a sua integração com o restante do país (Prates e Bacha, 2011). Segundo esta lei, a Amazônia brasileira compreendia os Estados do Pará e do Amazonas, os territórios federais do Acre, Amapá, Guaporé (antiga denominação do Estado de Rondônia) e Rio Branco (antiga denominação do Estado de Roraima), assim como parte dos Estados de Mato Grosso, Goiás e Maranhão.

Em 1966, a Lei nº 5.173 extinguiu a SPVEA e criou a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM) para a implementação de um controle mais rigoroso sobre a região. Esta lei manteve a mesma definição espacial de Amazônia brasileira. Segundo Pereira (1997), “a questão da segurança, em relação à Amazônia, sempre foi colocada em primeiro lugar pelo regime militar que se instalou no país após 1964”. É neste contexto que surge o Programa de Integração Nacional em 1970, com a construção de rodovias e projetos de colonização. Em 1977, a Lei Complementar nº 31 cria o Estado do Mato Grosso do Sul, de modo que toda a área do Estado de Mato Grosso passa a ser considerada parte da Amazônia brasileira.

Em 2001, a Medida Provisória nº 2.146-1 extinguiu a SUDAM e criou a Agência de Desenvolvimento da Amazônia (ADA). A definição espacial de Amazônia brasileira passou a incluir o Estado de Tocantins, criado na Constituição de 1988 a partir de um desmembramento do Estado de Goiás, que deixou de fazer parte da Amazônia brasileira. Em 2007, a Lei

Complementar nº 124 instituiu a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), cuja finalidade é “promover o desenvolvimento incluyente e sustentável de sua área de atuação e a integração competitiva da base produtiva regional na economia nacional e internacional”.

2.3 PROCESSOS MINERÁRIOS

2.3.1 Regimes de aproveitamento de recursos minerais

A legislação minerária no Brasil segue o Código de Mineração de 1967 (Decreto-Lei nº 227/1967, que deu nova redação ao Decreto-Lei nº 1.985/1940, o antigo Código de Minas). Atualmente, o Código de Mineração é regulamentado pelo Decreto nº 9.406/2018. De acordo com a legislação vigente, os regimes de aproveitamento de recursos minerais são: I) regime de autorização; II) regime de concessão; III) regime de permissão de lavra garimpeira; IV) regime de licenciamento; e V) regime de monopolização.

Os regimes de autorização e de concessão se aplicam a todas as substâncias minerais, exceto as protegidas por monopólio (petróleo, gás natural e substâncias minerais radioativas), e juntos representam uma continuidade no procedimento administrativo minerário. A primeira etapa do regime de autorização é o requerimento de pesquisa de uma área de interesse, que, caso aprovado, concede ao requerente a autorização de pesquisa. Ao final deste processo, o titular deve apresentar à ANM o relatório final de pesquisa. Com a aprovação do relatório, o titular tem um ano para requerer a concessão de lavra, enquadrando-se a partir de então no regime de concessão. Caso seu pedido seja deferido, a lavra da substância mineral pode ser iniciada. Segundo a Portaria nº 155/2016, o título em regimes de autorização e de concessão tem uma restrição de área máxima para outorga na Amazônia Legal de 10.000 hectares (100 km²) para substâncias minerais metálicas, substâncias minerais fertilizantes, caulim, carvão, diamante, rochas betuminosas e pirobotuminosas, turfa e sal-gema; 50 hectares (0,5 km²) para materiais de construção (areia e cascalho), argilas, rochas ornamentais e de revestimento, carbonatos, água mineral e potável, feldspato, gemas (exceto diamante) e mica; e 1.000 hectares (10 km²) para as demais substâncias minerais.

O regime de permissão de lavra garimpeira, criado pela Lei nº 7.805/1989, é utilizado para minerais garimpáveis (ouro, diamante, cassiterita, columbita, tantalita, wolframita, entre outros) nas formas aluvionar, eluvionar e coluvial. Neste regime não há necessidade de trabalhos prévios de pesquisa e o requerente dá início ao processo administrativo com o requerimento de lavra garimpeira, podendo ou não obter a permissão. Segundo a Portaria nº

155/2016, na Amazônia Legal o título deste regime fica restrito a áreas máximas de outorga de 50 hectares (0,5 km²) para pessoa física ou firma individual, e 10.000 hectares (100 km²) para cooperativa de garimpeiros.

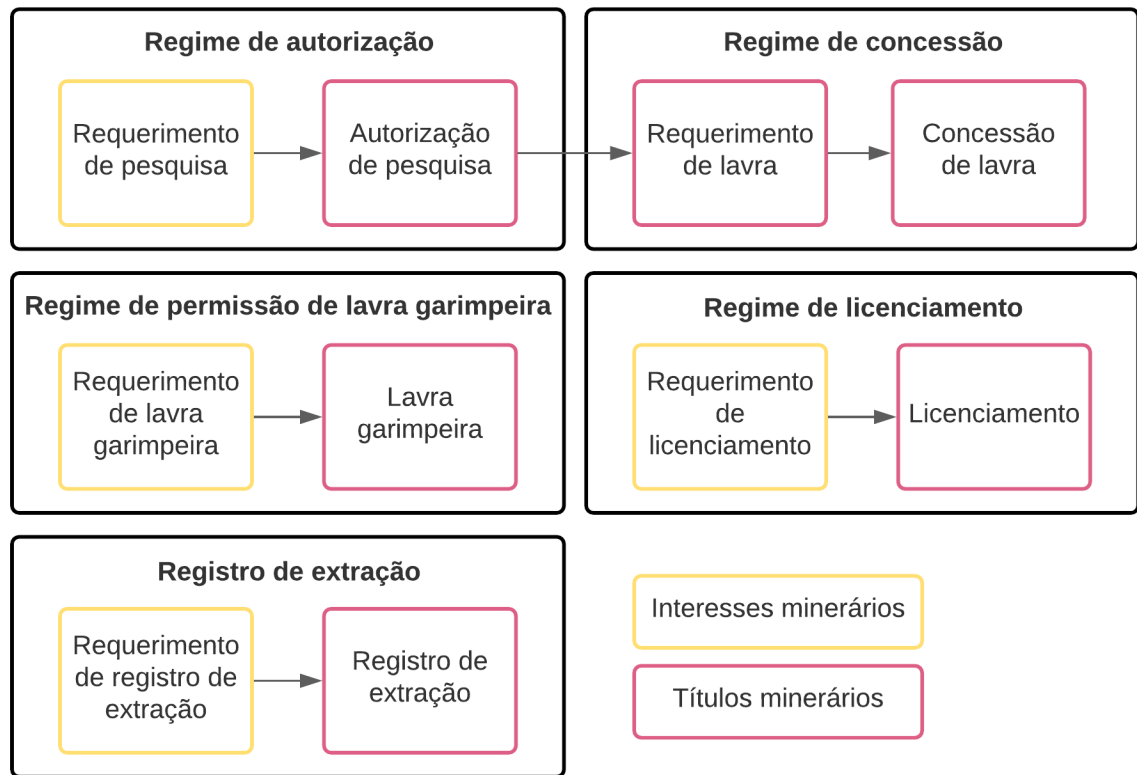
O regime de licenciamento, por sua vez, obedece ao disposto na Lei n° 6.567/1978 e é uma alternativa para a lavra de substâncias de emprego imediato na construção civil, como areia e cascalho. Também sem necessidade de trabalhos prévios de pesquisa, o procedimento administrativo deste regime ocorre da fase de requerimento de licenciamento para a sua autorização. A área máxima de outorga para os títulos é de 50 hectares (0,5 km²). Por último, o regime de monopolização diz respeito às substâncias minerais protegidas por monopólio da União: petróleo, gás natural e substâncias minerais radioativas. Em todos os regimes (exceto o de monopolização), as áreas desoneradas ficam disponíveis a interessados por sessenta dias, para fins de pesquisa ou lavra, a depender do caso.

O Decreto n° 9.406/2018 também prevê a possibilidade de órgãos da União, dos Estados e dos Municípios, por meio de registro de extração, extraírem substâncias minerais de emprego imediato na construção civil para uso em obras públicas executadas diretamente por eles.

2.3.2 Interesses minerários e títulos minerários

Embora cada regime de aproveitamento de recursos minerais tenha suas particularidades, os processos minerários e suas fases administrativas podem ser agrupados em duas categorias: interesses minerários e títulos minerários. Interesses minerários marcam somente uma prioridade sobre determinada área e geram uma expectativa de direito, como é o caso de processos minerários em fase de requerimento de pesquisa, requerimento de lavra garimpeira, requerimento de licenciamento, requerimento de registro de extração e em disponibilidade. Os títulos minerários, por sua vez, já possuem titulação, ou seja, constituem direitos concedidos pelo poder público, como é o caso de processos minerários em fase de autorização de pesquisa, requerimento de lavra, concessão de lavra, lavra garimpeira, licenciamento e registro de extração (ISA, 2005; Curi, 2007). Uma representação esquemática dos diferentes regimes de aproveitamento de recursos minerais e suas fases administrativas pode ser consultado abaixo, na figura 6.

Figura 6 – Representação esquemática dos regimes de aproveitamento de recursos minerais e suas fases administrativas.



Fonte: elaboração própria.

2.4 DEMARCAÇÃO DE TERRAS INDÍGENAS

2.4.1 Direito territorial indígena

No Artigo 231, a Constituição de 1988 reconhece aos indígenas “sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições, e os direitos originários sobre as terras que tradicionalmente ocupam, competindo à União demarcá-las, proteger e fazer respeitar todos os seus bens”. Desde 2008 é discutido se este direito valeria apenas para as terras comprovadamente ocupadas por indígenas na data da promulgação da Constituição de 1988 (tese do marco temporal ou tese do fato indígena, atualmente questionada pelo Supremo Tribunal Federal – STF) ou se, por tratar-se de um direito originário e anterior ao Estado brasileiro, é um direito que existe a despeito de uma legitimação administrativa, de modo que não haveria posse a ser legitimada, somente reconhecida (tese do indigenato) (BBC Brasil, 2021; Cimi, 2021; Folha de São Paulo, 2021).

A tese do marco temporal foi elaborada no julgamento da Petição RR nº 3.388, que tratava da demarcação da TI Raposa Serra do Sol (RR) e cuja decisão final do caso foi publicada em 2009. A homologação da TI em 2005 foi sucedida por anos de conflitos com ocupantes não-

indígenas, culminando no referido julgamento, em que o STF decidiu a favor da homologação. Um dos argumentos utilizados foi a presença de indígenas no território na data da promulgação da Constituição de 1988 (BRASIL, 2009). Em 2013, o STF decidiu que as condicionantes estabelecidas em 2009 não teriam caráter vinculante, ou seja, não seriam aplicadas automaticamente em outros processos judiciais que envolvam TIs (Cavalcante, 2016). Em 2017, no entanto, a Advocacia-Geral da União elaborou o parecer 001/2017, conhecido como “parecer antidemarcação”, que atesta o caráter vinculante das condicionantes (ISPN, 2018). Atualmente o STF julga um processo sobre a TI Ibirama-Laklanõ (SC) que se encontra relacionado à tese do marco temporal e que ganhou repercussão geral, de modo que a decisão sobre este processo servirá de diretriz para os procedimentos de demarcação em todo o país (Cimi, 2020). O voto do ex-ministro do STF Menezes Direito, o qual elaborou as condicionantes no julgamento da TI Raposa Serra do Sol, prevê que os casos de expulsão forçada do território indígena são exceções à tese do marco temporal. Nos juízos posteriores sobre o tema, o judiciário passou a exigir prova documental do “retinente esbulho”, ou seja, a existência de uma ação judicializada pela posse da terra que comprovaria que os indígenas foram expulsos à força e tentaram retornar à área. Segundo Starck e Bragato (2020), no entanto, deve ser levado em consideração “que antes da promulgação da Constituição de 1988 o Brasil vivia um regime ditatorial, período em que o Estado foi responsável por inúmeras violações aos direitos humanos dos povos indígenas, entre as quais mortes e expulsões de suas terras”. Além disso, antes da Constituição de 1988 os indígenas se encontravam sob tutela jurídica do Estado.

A Constituição de 1988 não foi a primeira a tratar do direito territorial indígena, reconhecido explicitamente no Brasil República desde a Constituição de 1934, cujo Artigo 129 expressa que “será respeitada a posse de terras de silvícolas que nelas se achem permanentemente localizados, sendo-lhes, no entanto, vedado aliená-las”. As Constituições de 1937, 1946, 1967 e 1969 também reconheceram o direito territorial indígena em termos semelhantes. As Constituições de 1967 e 1969 inovaram ao reconhecerem o direito ao usufruto exclusivo das riquezas naturais dessas terras, enquanto a Constituição de 1988, no §1º do Artigo 231, ampliou a compreensão de terras indígenas tradicionalmente ocupadas para “as habitadas em caráter permanente, as utilizadas para suas atividades produtivas, as imprescindíveis à preservação dos recursos ambientais necessários a seu bem-estar e as necessárias a sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições”. A Constituição de 1988 foi a primeira a superar a tradição assimilacionista do indigenismo brasileiro, enxergando os

indígenas não mais como uma categoria social transitória a ser incorporada à comunhão nacional (Cavalcante, 2016).

2.4.2 Processo demarcatório

Em 1973, o Estatuto do Índio (Lei nº 6.001/1973) previu a demarcação administrativa de todas as terras indígenas em um prazo de cinco anos, fato que não se cumpriu. Na Constituição de 1988, o Artigo 67 do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias estabeleceu também um prazo de cinco anos para a demarcação das terras indígenas e, da mesma forma que o prazo anterior, este também não foi cumprido.

Atualmente, o processo administrativo para demarcação de TIs é regulamentado pelo Decreto nº 1775/1996 e é responsabilidade da Fundação Nacional do Índio (Funai). O processo é iniciado com a realização de estudos antropológicos, históricos, fundiários, cartográficos e ambientais que fundamentem a identificação e delimitação da terra indígena. Nesta etapa, a TI é considerada “em estudo”. Com a aprovação dos estudos pela Presidência da Funai, a TI é considerada “delimitada” e passa a ser analisada pelo Ministério da Justiça. Com a expedição da Portaria Declaratória pelo Ministro da Justiça, a TI é considerada “declarada” e recebe autorização para ser demarcada fisicamente com a materialização de marcos. As TIs “homologadas” são as que tiveram sua demarcação administrativa homologada por decreto Presidencial, enquanto as “regularizadas” são as que, após a homologação, foram registradas em cartório em nome da União e na Secretaria do Patrimônio da União.

A última TI homologada, a TI Baía dos Guató (MT), teve sua homologação em 2018 e atualmente encontra-se suspensa por liminar da Justiça sob o critério do marco temporal, por não existirem provas de ocupação do território pelos Guató em 1988 (El País, 2019). Caso continue suspensa, os governos Temer e Bolsonaro terão sido os únicos desde o fim da ditadura militar a não homologarem sequer uma terra indígena (Metrópoles, 2020).

2.5 MINERAÇÃO EM TERRAS INDÍGENAS

2.5.1 O direito à consulta

Segundo o §3º do Artigo 231 da Constituição de 1988, a mineração em TIs só poderá ser efetivada com autorização do Congresso Nacional, ouvidas as comunidades afetadas. Uma vez prevista, a consulta às comunidades indígenas implica na possível aceitação ou não da atividade minerária em suas terras (Curi, 2007). Outro instrumento legal que garante a consulta às comunidades indígenas afetadas é a Convenção nº 169 da Organização Internacional do

Trabalho (OIT), que trata de povos indígenas e tribais, aprovada em 1989 e ratificada pelo Brasil em 2002. O artigo 15.2 da Convenção nº 169 da OIT explicita que “em caso de pertencer ao Estado a propriedade dos minérios ou dos recursos do subsolo (...), os governos deverão estabelecer ou manter procedimentos com vistas a consultar os povos interessados, a fim de se determinar se os interesses desses povos seriam prejudicados, e em que medida, antes de empreender ou autorizar qualquer programa de prospecção ou exploração dos recursos existentes nas suas terras”.

2.5.2 Projetos de Lei

Segundo o §1º do Artigo 176 da Constituição de 1988, para que a pesquisa e a lavra de recursos minerais em TIs ocorram dentro da legalidade, é preciso a aprovação de uma lei que regulamente o assunto. Desde a promulgação da Carta Magna de 1988, diversos Projetos de Lei foram apresentados com este objetivo. Eles podem ser consultados em ordem cronológica no quadro 1.

Quadro 1 – Proposições legislativas com objetivo de regulamentar a mineração em terras indígenas.

	Apresentação	Proposição Legislativa
1	01/02/1989	Projeto de Lei n. 1.561/1989*
2	13/03/1989	Projeto de Lei n. 1.700/1989*
3	28/03/1989	Projeto de Lei n. 1.826/1989*
4	25/04/1989	Projeto de Lei n. 2.160/1989*
5	27/04/1989	Projeto de Lei n. 2.193/1989*
6	16/05/1989	Projeto de Lei do Senado n. 110/1989 (Projeto de Lei n. 4.916/1990)*
7	28/06/1989	Projeto de Lei n. 2.935/1989*
8	13/12/1989	Projeto de Lei n. 4.563/1989*
9	22/08/1990	Projeto de Lei n. 5.742/1990*
10	22/08/1990	Projeto de Lei n. 5.764/1990*
11	06/03/1991	Projeto de Lei n. 222/1991*
12	17/04/1991	Projeto de Lei n. 692/1991*
13	18/04/1991	Projeto de Lei n. 738/1991*
14	15/06/1991	Projeto de Lei n. 2.160/1991*

15	23/10/1991	Projeto de Lei n. 2.057/1991
16	12/12/1991	Projeto de Lei do Senado n. 415/1991
17	19/03/1992	Projeto de Lei n. 2.619/1992*
18	10/06/1992	Projeto de Lei do Senado n. 82/1992
19	09/07/1992	Projeto de Lei do Senado n. 107/1992
20	30/07/1992	Projeto de Lei n. 3.061/1992*
21	17/04/1995	Projeto de Lei do Senado n. 121/1995 (Projeto de Lei n. 1.610/1996)
22	26/06/1995	Projeto de Lei n. 216/1995
23	24/05/2006	Projeto de Lei n. 7.099/2006**
24	10/07/2006	Projeto de Lei n. 7.301/2006**
25	18/10/2007	Projeto de Lei do Senado n. 605/2007
26	21/05/2009	Projeto de Lei n. 5.265/2009**
27	17/06/2009	Projeto de Lei n. 5.442/2009*
28	04/11/2015	Projeto de Lei n. 3.509/2015**
29	18/05/2016	Projeto de Lei n. 5.335/2016**
30	14/08/2019	Projeto de Lei n. 4.447/2019**
31	06/02/2020	Projeto de Lei n. 191/2020

(*) incorporados ao PL n. 2.057/1991. (**) incorporados ao PL n. 1.610/1996.

Fonte: adaptado de Farias (2020).

Merecem destaque o PL 2.057/1991, que dispõe sobre o Estatuto das Sociedades Indígenas, e o PL 1.610/1996, que dispõe sobre a exploração e o aproveitamento de recursos minerais em terras indígenas, aos quais diversos Projetos de Lei foram apensados ao longo do tempo. Estes dois Projetos de Lei asseguram prioridade aos requerimentos de pesquisa protocolados antes da Constituição de 1988, segundo um suposto “direito adquirido”, dado que antes da promulgação da Carta Magna não havia regulamentação do tema (ISA, 2005; Curi, 2007).

Já a mais recente proposição legislativa, o PL 191/2020, embora preveja a consulta às comunidades indígenas afetadas (no caso das reservas indígenas e das TIs que já concluíram o processo demarcatório), estipula que o pedido de autorização da atividade minerária poderá ser encaminhado ao Congresso Nacional mesmo com manifestação contrária dessas comunidades. Além disso, o PL 191/2020 também prevê que títulos em TIs que “tenham sido outorgados após o ato de homologação do processo de demarcação da terra indígena e antes da publicação” da

Lei serão anulados, assim como prevê o indeferimento de requerimentos minerários em terras indígenas protocolizados nas mesmas condições.

2.5.3 Sobre o garimpo

2.5.3.1 Breve perspectiva das últimas décadas

O Programa de Integração Nacional (PIN, Decreto-lei nº 1.106), de 1970, tinha como um de seus objetivos implementar obras de infraestrutura na Amazônia para estimular sua ocupação. A primeira etapa do PIN foi constituída pela construção das rodovias Transamazônica e Cuiabá-Santarém, prevendo em suas margens a reserva de faixas para a colonização e a reforma agrária. Na CPI da Funai, de 1977, há denúncias de que transferências forçadas de comunidades indígenas “não serviam apenas para viabilizar obras de infraestrutura, mas também para liberar terras indígenas para a implementação de projetos agroindustriais” (Comissão Nacional da Verdade – CNV, 2014). A partir de 1970 há também a execução do Projeto Radam, cuja pesquisa de recursos naturais deu início às corridas minerais na região.

São inúmeros os exemplos de expropriação de terras tradicionalmente ocupadas, mortandade de indígenas e exploração dos recursos de suas terras. Um dos casos mais famosos é o dos Yanomami, povo originário do norte do Amazonas e de Roraima. A invasão de seu território por garimpeiros teve início em 1975 com a conclusão dos trabalhos do Projeto Radam em Roraima e após a abertura da rodovia Perimetral Norte (também no âmbito do PIN). Entre 1987 e 1989 foram abertas noventa pistas de pouso clandestinas em seu território para a extração ilegal de ouro e de cassiterita. Estima-se que no final da década de 1980 os garimpeiros chegavam a 40 mil. Entre 1987 e 1990, cerca de 13% da população yanomami morreu vítima de violência e de doenças disseminadas pelos garimpeiros. A ajuda do governo só chegou a partir de 1990, quando sua dizimação por garimpeiros já tinha se tornado um escândalo internacional. Mesmo com a homologação da terra em 1992 e com uma série de operações de desintrusão, grupos de garimpeiros seguem explorando o território dos Yanomami até os dias de hoje (CNV, 2014; Kopenawa e Albert, 2015).

Entre 1985 e 2009 o ritmo de expansão de área de garimpos no Brasil (dentro e fora de TIs) foi de cerca de 1,5 mil ha por ano. A partir de 2010 a taxa de expansão anual subiu para 6,5 mil ha, sendo que de 2010 a 2020 a área de garimpos em TIs cresceu 495%. Em 2020, a área de atividade garimpeira (107.800 ha) superou a área associada à mineração industrial (98.300 ha) em todo o país, com 93,7% da área de garimpos inserida no bioma Amazônia e 9,3% (10.025 ha) em TIs, também com expressiva concentração na Amazônia. Apenas três TIs

concentraram cerca de 96% da área de garimpos em TIs: Kayapó (PA – 7.602 ha), Munduruku (PA – 1.592 ha) e Yanomami (RR/AM – 414 ha) (MapBiomias, 2021a).

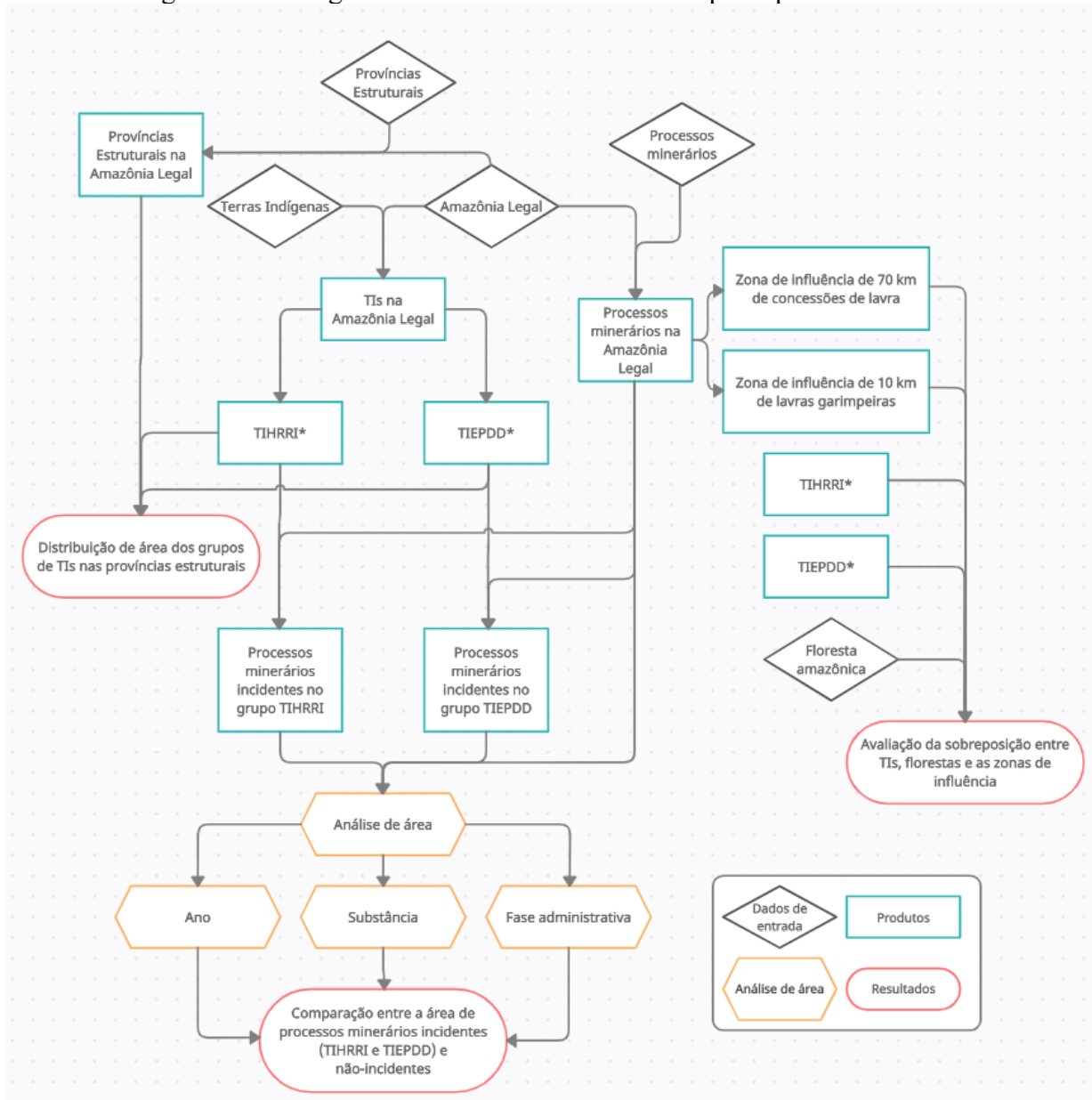
2.5.3.2 Impactos ambientais e culturais

A supressão da vegetação e o assoreamento de rios estão entre os principais impactos ambientais associados à atividade garimpeira. Em comunidades indígenas ocorrem também o “abandono de práticas tradicionais de plantio de subsistência e surgimento de uma forte estratificação social baseada no acesso à renda do garimpo”, violência e transmissão de doenças contagiosas e letais (Curi, 2007). No garimpo de ouro, além das consequências já citadas, ocorre também a contaminação dos rios por mercúrio (Sousa e Veigar, 2009; Lobo *et al.*, 2017), sendo que a principal via de contaminação humana é o consumo de peixe (Dórea e Barbosa, 2007).

3 MATERIAIS E MÉTODO

Para o desenvolvimento do trabalho, o método utilizado se baseou em revisão bibliográfica, assim como aquisição e geoprocessamento de dados vetoriais públicos. Os dados vetoriais foram reunidos no *software* livre QGIS (uma aplicação de plataforma que utiliza SIG), que permitiu seu processamento e o cálculo de áreas. Um fluxograma com a síntese do método de trabalho e os principais resultados pode ser observado abaixo, na figura 7.

Figura 7 – Fluxograma com método de trabalho e principais resultados.



Fonte: elaboração própria.

3.1 ENTRADA DE DADOS

Os dados vetoriais foram adquiridos em datas diferentes. Tanto os processos minerários ativos como as TIs foram adquiridos em 03/05/2021, respectivamente da ANM (https://app.anm.gov.br/dadosabertos/SIGMINE/PROCESSOS_MINERARIOS/) e da Funai (<https://www.gov.br/funai/pt-br/atuacao/terras-indigenas/geoprocessamento-e-mapas>).

Em 06/09/2021 a camada vetorial da Amazônia Legal foi adquirida do IBGE (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?=&t=acesso-ao-produto>). Na mesma data a camada vetorial das províncias

estruturais (*sensu* IBGE, 2019) também foi adquirida do IBGE (<https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/pedologia/24252-macrocaracterizacao-dos-recursos-naturais-do-brasil.html?edicao=24253&t=acesso-ao-produto>). Já a camada vetorial de florestas em 2021 na Amazônia Legal foi obtida do PRODES/INPE (<http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/downloads/>) em 20/05/2022.

3.2 PROCESSAMENTO

3.2.1 Terras Indígenas

Foram adquiridas duas camadas vetoriais de TIs: uma, com as TIs tradicionalmente ocupadas homologadas e regularizadas, TIs dominiais e reservas indígenas; e outra, com as TIs tradicionalmente ocupadas em estudo, delimitadas e declaradas. Para facilitar o processamento das poligonais de TIs, foi utilizado o algoritmo *Corrigir Geometrias* e, posteriormente, feito uma conferência da soma das áreas antes e depois do algoritmo para garantir que nenhuma TI havia sido apagada.

Com o verificador de topologia, ao adicionar a regra de que as duas camadas de TIs não deveriam se sobrepor, foram encontrados 61 erros. Em parte, isso ocorre porque algumas TIs que estão em processo de demarcação representam uma ampliação de TIs já homologadas ou regularizadas, com a terra homologada representada novamente na camada de TIs em processo de demarcação. Para não superestimar a área de processos minerários incidentes em TIs, optou-se por criar uma nova camada vetorial com o algoritmo *Diferença*, de modo que a nova camada de TIs em processo de demarcação não contivesse as terras já homologadas. Em seguida, com o algoritmo *Recortar*, fez-se o recorte das TIs pela camada vetorial da Amazônia Legal.

Para a criação das camadas vetoriais dos grupos de TIs, TIHRRI (TIs Homologadas, Regularizadas e Reservas Indígenas) e TIEPDD (TIs Em Processo Demarcatório e Dominiais), a seleção das TIs dominiais em sua camada de origem permitiu a criação de uma nova camada vetorial apenas com estas TIs, que foi depois unida à camada de TIs em processo de demarcação com o algoritmo *Mesclar Camadas Vetoriais*. Em seguida, as TIs dominiais foram apagadas de sua camada de origem. Por último, utilizou-se novamente o verificador de topologia (regra *Não devem ter duplicados*) para confirmar que não havia geometrias duplicadas nas camadas dos grupos de TIs.

3.2.2 Províncias Estruturais

Na camada de províncias estruturais também foi aplicado o algoritmo *Corrigir Geometrias*. Em seguida, as províncias estruturais foram recortadas pela camada vetorial da Amazônia Legal. Uma nova camada vetorial foi gerada para cada província estrutural, para que as camadas dos grupos de TIs (TIHRRRI e TIEPDD) fossem recortadas por cada uma delas, o que possibilitou o cálculo da distribuição de área dos grupos de TIs nas províncias estruturais, a ser abordado posteriormente.

3.2.3 Processos minerários

Da mesma forma que com as camadas de TIs e de províncias estruturais, o algoritmo de *Corrigir Geometrias* também foi utilizado na camada vetorial de processos minerários. Em seguida, a camada de processos minerários foi recortada pela camada da Amazônia Legal e, depois, pelas camadas vetoriais de TIs (TIHRRRI e TIEPDD). O verificador de topologia, com a regra *Não devem ter duplicados*, encontrou 543 erros na camada vetorial de processos minerários em toda a Amazônia Legal. Para que fosse possível calcular a área de geometrias duplicadas, fez-se uso do algoritmo *Excluir Geometrias Duplicadas* nas camadas de processos minerários (em toda a AL e nos grupos de TIs), de modo que a diferença de área entre as camadas com e sem o uso deste algoritmo representa a área de geometrias duplicadas.

3.2.4 Projeção Cônica Equivalente de Albers

Para uma medida confiável das áreas, o enfoque desta pesquisa, criou-se um sistema de referência de coordenadas personalizado no QGIS. Optou-se pela Projeção Cônica de Albers que, por ser equivalente, é a mais apropriada para o cálculo de áreas. Os parâmetros utilizados foram os mesmos que o IBGE usa no cálculo de áreas territoriais (IBGE, 2020), com o elipsóide do Sistema Geodésico de Referência de 1980 (GRS80). Após a criação do sistema de coordenadas personalizado, as camadas vetoriais anteriores (Amazônia Legal, províncias estruturais, TIs e processos minerários) foram reprojetadas para este sistema de coordenadas, possibilitando a criação de um novo atributo para o cálculo de área em km², denominado *Albers*. O tipo de campo escolhido foi *Número decimal (real)*, enquanto o comprimento e a precisão escolhidos foram de 20 e de 10 algarismos, respectivamente. A expressão para o cálculo de área em km², por sua vez, é “\$area / 1000000”.

3.2.5 Zonas de influência de Concessões de Lavra e de Lavras Garimpeiras

Sonter *et al.* (2017), ao analisarem o efeito da atividade minerária sobre o desflorestamento na Amazônia brasileira, descobriram um efeito significativo em até 70 km dos limites de concessão de lavra de operações maiores do que 10 ha (0,1 km²), com 31% da área desflorestada (dentro dos limites de concessão e até 70 km além deles) sendo causada direta ou indiretamente pela mineração.

Siqueira-Gay *et al.* (2020), por sua vez, analisaram o impacto potencial do PL 191/2020, baseando-se na zona de influência de 70 km definida por Sonter *et al.* (2017). Para tanto, geraram um *buffer* de 70 km em torno de depósitos e ocorrências minerais conhecidas (base de dados do CPRM) para estimar o quanto da floresta amazônica poderia ser afetada pela mineração com e sem a aprovação do PL 191/2020. Estes autores também usaram um *buffer* mais conservador, de 10 km, para efeito de comparação.

No presente trabalho, foi gerado um *buffer* de 70 km em processos minerários em fase administrativa de Concessão de Lavra (n = 818) para representar a sua zona de influência. Para os processos minerários em fase administrativa de Lavra Garimpeira (n = 2124), optou-se por utilizar o *buffer* mais conservador de 10 km. Os *buffers* foram gerados no QGIS com a Projeção Cônica Equivalente de Albers, que permitiu a sua definição em quilômetros (o sistema de referência SIRGAS2000, por ser um sistema de coordenadas geográficas, permitiria somente a sua definição em graus). Optou-se também por dissolver o resultado de cada *buffer*, de modo a gerar apenas uma feição para a zona de influência de 70 km de Concessões de Lavra e outra para a zona de influência de 10 km de Lavras Garimpeiras. As duas zonas de influência foram então recortadas pela camada vetorial da Amazônia Legal, para que o cálculo de área levasse em consideração apenas a área incidente na área de estudo.

3.2.6 Sobreposição entre florestas, TIs e zonas de influência

A camada vetorial de florestas em 2021, do PRODES/INPE, foi reprojeta para a Projeção Cônica Equivalente de Albers. Em seguida, foi aplicado o algoritmo *Corrigir Geometrias* para possibilitar o recorte com outras camadas vetoriais. A nova camada vetorial foi então recortada pelos dois grupos de TIs e, depois, pelas zonas de influência de Concessões de Lavra e de Lavras Garimpeiras, permitindo o cálculo da área de sobreposição entre florestas, TIs e zonas de influência.

3.3 ANÁLISE DE ÁREA

Com a criação do campo *Albers* em todas as camadas vetoriais, para que cada feição tivesse um valor de área correspondente, fez-se a compilação dos dados em uma planilha Excel. A consulta foi realizada no QGIS, no painel *Estatísticas*. Para as camadas de TIs e de processos minerários, as camadas foram filtradas para representar somente as feições de interesse com expressões como: *campo hipotético* IN ('possibilidade1', 'possibilidade2').

No caso da camada de processos minerários, por exemplo, os campos corresponderam aos atributos *ano*, *substância* e *fase administrativa*. Diferentes possibilidades foram aplicadas somente no cálculo da área de processos minerários por substância, uma vez que uma mesma substância pode estar registrada com diferentes nomes, como é o caso do ouro, que aparece como *ouro*, *minério de ouro* e *ouro nativo*.

Com determinada camada vetorial filtrada, a seleção do campo *Albers* no painel de estatísticas deu acesso à contagem de feições e ao somatório de sua área. Para o cálculo de área referente aos processos minerários não-incidentes em TIs, a área calculada para os processos incidentes foi subtraída das áreas totais de processos minerários na Amazônia Legal.

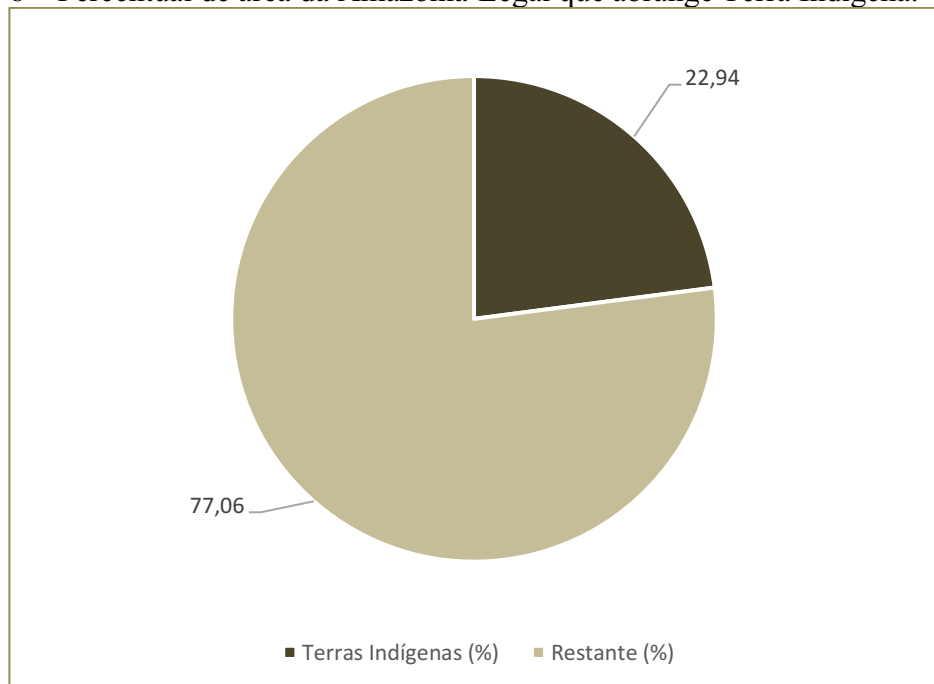
Para a representação das áreas de processos minerários em gráficos de coluna, optou-se por não representar os valores em termos absolutos, devido à disparidade entre a área de processos minerários não-incidentes e a área de processos incidentes nos grupos TIHRRRI e TIEPDD. Como alternativa, os dados são apresentados como percentuais relativos de área em cada categoria, o que possibilitou o agrupamento dos dados no mesmo gráfico.

4 RESULTADOS

4.1 TERRAS INDÍGENAS NA AMAZÔNIA LEGAL

Segundo os dados disponibilizados pela Funai em maio de 2021, existem 385 TIs na Amazônia Legal. A soma de suas áreas é de 1.150.479,795 km², ou cerca de 23% da área total da Amazônia Legal (5.015.067,859 km² – área calculada a partir da camada vetorial no QGIS e que obteve uma diferença de somente 0,109 km² da estimativa oficial do IBGE), conforme ilustrado na figura 8.

Figura 8 – Percentual de área da Amazônia Legal que abrange Terra Indígena.



Fonte: IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

4.1.1 Caracterização dos grupos de pesquisa (TIHRRI e TIEPDD)

As 385 TIs na Amazônia Legal reúnem TIs de diversas modalidades e, para as tradicionalmente ocupadas, de diferentes fases do processo demarcatório. Para a pesquisa, as TIs foram separadas em dois grupos. O grupo TIHRRI compreende as TIs tradicionalmente ocupadas que já foram homologadas e regularizadas, assim como reservas indígenas, enquanto o grupo TIEPDD compreende as TIs tradicionalmente ocupadas que ainda se encontram em processo demarcatório (em estudo, delimitadas e declaradas) e as TIs dominiais. Uma caracterização dos grupos de pesquisa pode ser vista abaixo, nos quadros 2 e 3.

Quadro 2 – Caracterização do grupo TIHRRI.

Grupo	Quantidade de TIs	Área total	
TIHRRI	332	1.058.799,758 km ²	
Fase demarcatória ou modalidade	Quantidade	Área	Percentual de área de seu grupo
Homologada	3	3.057,19 km ²	0,29%
Regularizada	320	1.055.183 km ²	99,66%
Reserva Indígena	9	559,568 km ²	0,05%

Fonte: Funai (2021). Elaboração própria.

Quadro 3 – Caracterização do grupo TIEPDD.

Grupo	Quantidade de TIs	Área total	
TIEPDD	53	91.680,037 km ²	
Fase demarcatória ou modalidade	Quantidade	Área	Percentual de área de seu grupo
Em estudo	6	10.405 km ²	11,35%
Delimitada	12	17.801,3 km ²	19,42%
Declarada	30	63.313 km ²	69,06%
Dominial	5	160,737 km ²	0,17%

Fonte: Funai (2021). Elaboração própria.

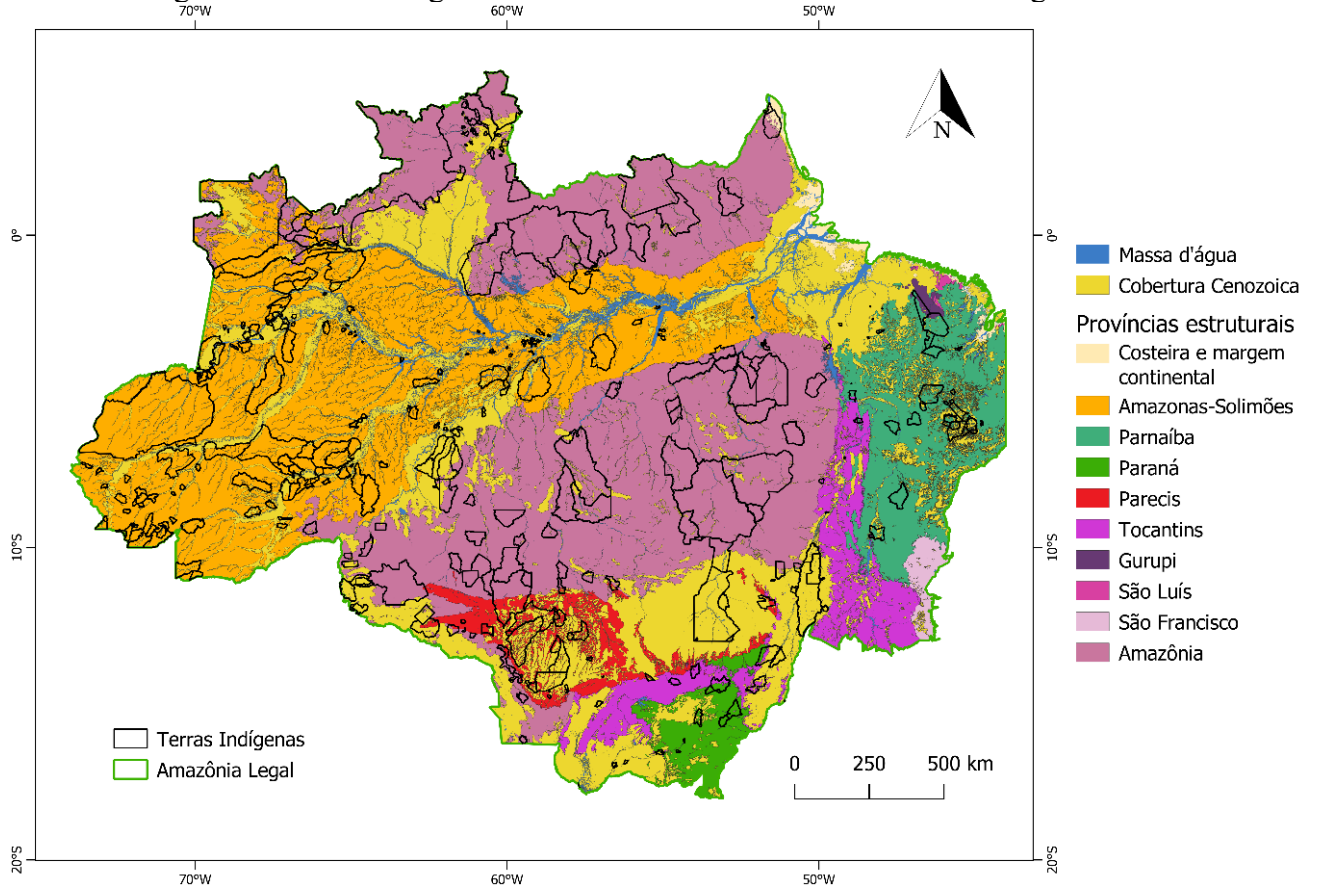
O grupo TIHRRI é composto de 332 TIs, com um somatório de área de 1.058.799,758 km². Quase a totalidade de sua área (99,95%) provém de TIs tradicionalmente ocupadas que já concluíram o processo demarcatório e se encontram homologadas (0,29%) ou regularizadas (99,66%). A área de reservas indígenas, embora seja de cerca de 559 km², representa uma fração minoritária no grupo, sendo responsável por apenas 0,05% de sua área total.

O grupo TIEPDD, por sua vez, é composto de 53 TIs e tem uma área total de 91.680,037 km², cerca de onze vezes menor do que a área do grupo TIHRRI. Assim como o grupo anterior, quase a totalidade de sua área provém de TIs tradicionalmente ocupadas: 99,83% compartilhados entre as diferentes fases demarcatórias (11,35% de TIs em estudo, 19,42% de TIs delimitadas e 69,06% de TIs declaradas). A outra modalidade que compõe o grupo, as TIs dominiais, tem uma contribuição de apenas 0,17% para a sua área total.

4.1.2 Terras Indígenas e Províncias Estruturais

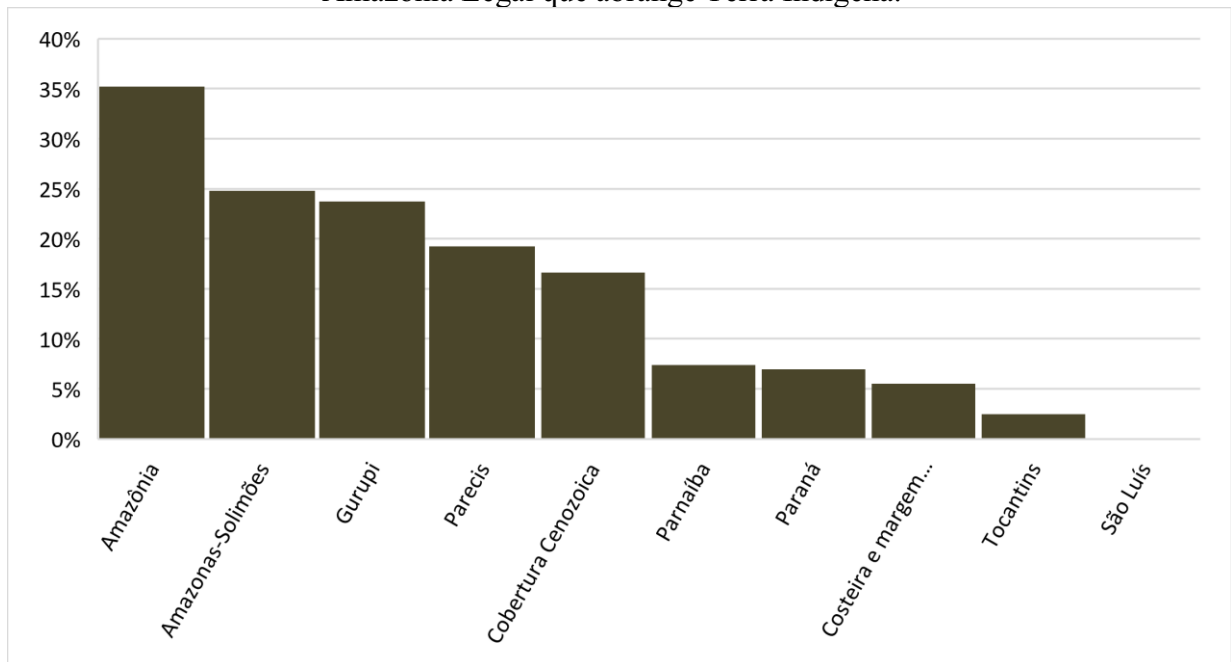
As TIs na Amazônia Legal ocorrem em todas as províncias estruturais delimitadas (*sensu* IBGE, 2019), com exceção da Província São Francisco, como pode ser observado na figura 9.

Figura 9 – Terras Indígenas e Províncias Estruturais na Amazônia Legal.



A incidência de TIs varia entre as províncias estruturais, com algumas províncias tendo parte expressiva de sua superfície com TIs, enquanto a sobreposição em outras províncias é mais restrita, conforme ilustra a figura 10.

Figura 10 – Percentual de área das Províncias Estruturais e da cobertura Cenozoica na Amazônia Legal que abrange Terra Indígena.

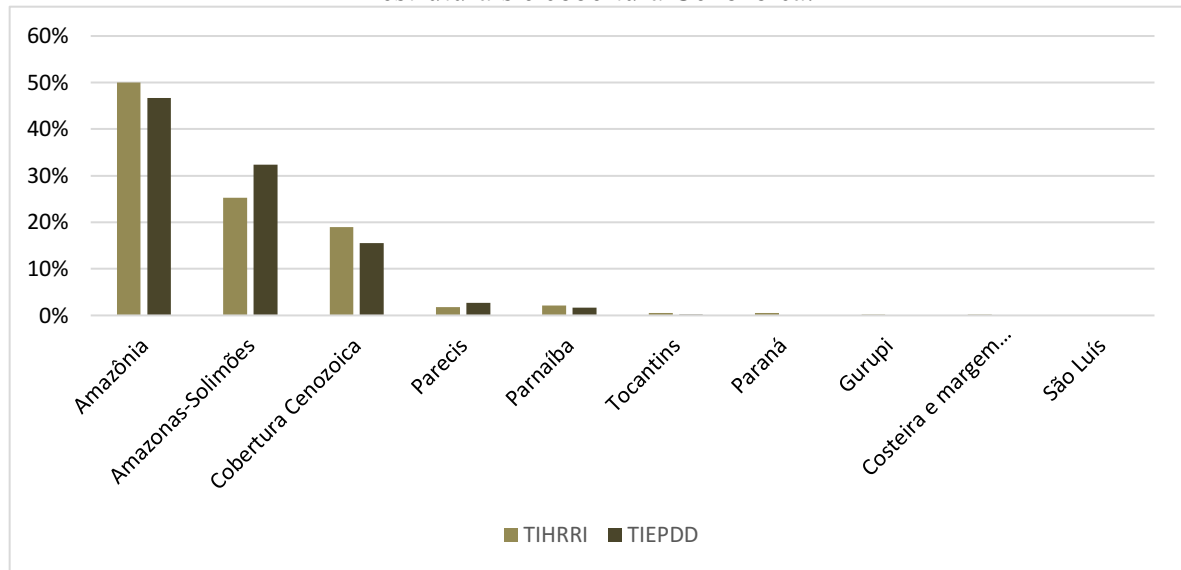


Fonte: IBGE (2019) e Funai (2021). Elaboração própria.

A Província Estrutural Amazônia é a que tem a maior incidência relativa de TIs em sua superfície (35,23% de sua área total), seguida da Província Amazonas-Solimões (24,83%), Gurupi (23,77%), Parecis (19,27%), Parnaíba (7,38%), Paraná (6,97%), Costeira e margem continental (5,51%), Tocantins (2,48%) e São Luís (0,02%). A cobertura Cenozoica, embora não seja uma província estrutural, também tem uma incidência expressiva de TIs (16,63% de sua área).

Em relação aos grupos de TIs (TIHRRRI e TIEPDD), a distribuição de suas áreas nas províncias estruturais segue um padrão semelhante, como pode ser observado na figura 11.

Figura 11 – Distribuição de área dos grupos de TIs (TIHRRI e TIEPDD) nas províncias estruturais e cobertura Cenozoica.



Fonte: IBGE (2019) e Funai (2021). Elaboração própria.

Ambos os grupos de TIs têm maior concentração de área nas Províncias Estruturais Amazônia (50,04% para TIHRRI e 46,73% para TIEPDD) e Amazonas-Solimões (25,28% para TIHRRI e 32,38% para TIEPDD) e na cobertura Cenozoica (18,94% para TIHRRI e 15,48% para TIEPDD). A seguir, temos as Províncias Parecís (1,83% para TIHRRI e 2,69% para TIEPDD), Parnaíba (2,08% para TIHRRI e 1,71% para TIEPDD) e Tocantins (0,47% para TIHRRI e 0,15% para TIEPDD). Enquanto o grupo TIEPDD não tem nenhuma incidência nas Províncias Paraná, Gurupi, Costeira e margem continental e São Luís, o grupo TIHRRI ocorre nestas províncias de modo restrito com 0,57% de sua área total na Província Paraná, 0,18% na Gurupi, 0,18% na Costeira e margem continental e apenas 0,00008% na São Luís.

4.2 PROCESSOS MINERÁRIOS INCIDENTES E NÃO-INCIDENTES

Dos 49.958 processos minerários na Amazônia Legal, 2.330 incidem sobre TIs do grupo TIHRRI, enquanto 279 incidem sobre TIs do grupo TIEPDD. A soma de processos incidentes, de 2.609, é menor do que a quantidade encontrada pelo Projeto Amazônia Minada em novembro de 2020, que constitui um total de 3.285 processos. O quadro 4 reúne as principais informações dos processos minerários incidentes e não-incidentes em relação às áreas com geometrias duplicadas e sem geometrias duplicadas.

Quadro 4 – Área de processos minerários incidentes e não-incidentes (com e sem geometrias duplicadas).

Processos minerários	Área com geometrias duplicadas	Área sem geometrias duplicadas	Área duplicada	Percentual de área duplicada
Incidentes (TIHRRRI)	59.053,7039 km ²	58.770 km ²	283,7039 km ²	0,48%
Incidentes (TIEPDD)	3.267,61 km ²	3.267,59 km ²	0,02 km ²	0,0006%
Não-incidentes	1.025.908,686 km ²	1.018.602,41 km ²	7.306,276 km ²	0,71%

Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

Os processos minerários incidentes no grupo TIHRRRI têm área total de aproximadamente 59.053 km² com geometrias duplicadas, e 58.770 km² sem geometrias duplicadas, totalizando uma área duplicada de aproximadamente 283 km² (ou 0,48% do total). Já os processos minerários incidentes no grupo TIEPDD têm área total de 3.267,61 km² com geometrias duplicadas e 3.267,59 km² sem geometrias duplicadas, ou seja, apenas 0,02 km² de área duplicada (ou 0,0006% do total). Os processos minerários não-incidentes, por sua vez, têm área total de aproximadamente 1.025.908 km² com geometrias duplicadas e 1.018.602 km² sem geometrias duplicadas, com área duplicada de aproximadamente 7.306 km² (ou 0,71% do total). Embora as áreas com geometrias duplicadas não sejam insignificantes, representam um percentual minoritário do total.

Além disso, ao comparar as áreas de processos minerários incidentes e não-incidentes com as áreas dos grupos de TIs e do restante da AL, percebe-se que, com e sem geometrias duplicadas, as áreas de processos minerários equivalem a aproximadamente o mesmo percentual de área destes grupos, conforme o quadro 5.

Quadro 5 – Percentual de área dos grupos de TIs e do restante da AL com ocorrência de processos minerários.

Processos minerários	Área com geometrias duplicadas	Percentual de área do grupo	Área sem geometrias duplicadas	Percentual de área do grupo
Incidentes (TIHRRI)	59.053,7039 km ²	5,57%	58.770 km ²	5,55%
Incidentes (TIEPDD)	3.267,61 km ²	3,56%	3.267,59 km ²	3,56%
Não-incidentes	1.025.908,686 km ²	26,54%	1.018.602,41 km ²	26,35%

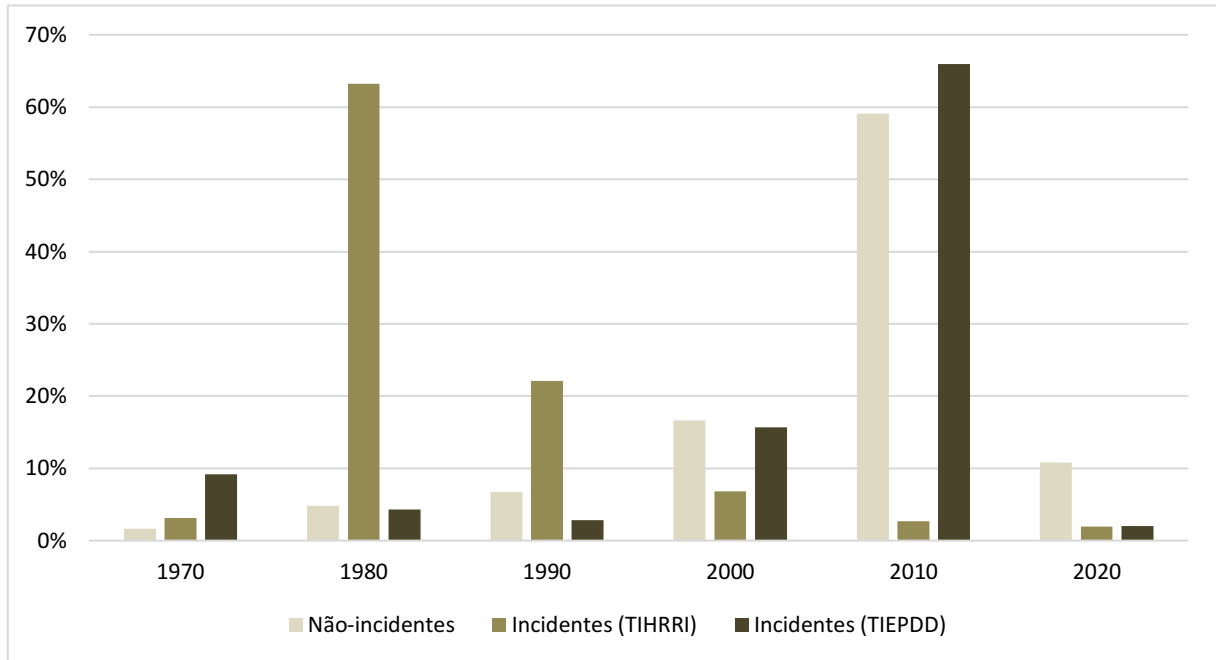
Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

A área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI equivale a 5,57% da área do grupo com geometrias duplicadas e 5,55% sem geometrias duplicadas. Já a área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD representa o mesmo percentual de área do grupo com e sem geometrias duplicadas: 3,56%. A área de processos minerários não-incidentes, por sua vez, equivale a 26,54% da área da Amazônia Legal sem TIs para os processos com geometrias duplicadas e 26,35% para processos sem geometrias duplicadas. Para o cálculo de área da Amazônia Legal sem TIs, as áreas dos grupos TIHRRI e TIEPDD foram subtraídas do valor de área obtido no QGIS para a camada vetorial da Amazônia Legal.

4.2.1 Análise do atributo *ano*

Os processos minerários incidentes abrangem o espaço temporal amostral de 1969 a 2021, sendo que antes de 1970 há apenas um processo minerário em uma TI do grupo TIHRRI com área de 9,1 km², ou 0,015% da área total de processos minerários incidentes neste grupo. Já os processos minerários não-incidentes abrangem o espaço temporal amostral de 1944 a 2021. O percentual de área requerida para processos minerários não-incidentes antes de 1970 também é minoritário, equivalente a 0,24% do total, de modo que, para a análise temporal, optou-se por representar nos gráficos somente a área requerida a partir de 1970, conforme a figura 12, em que estão representados os percentuais de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por década.

Figura 12 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por década.

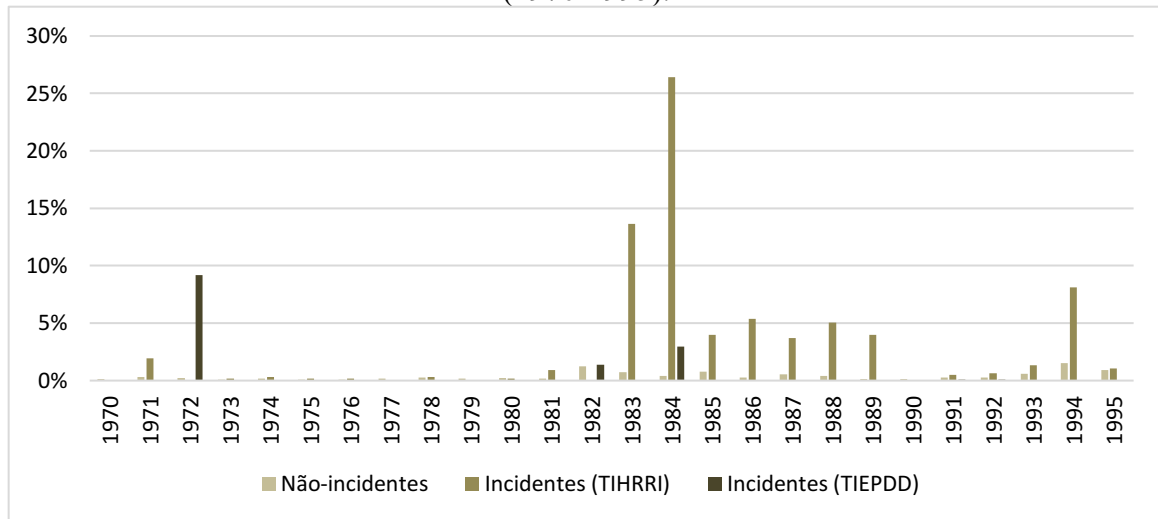


Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

Na figura 12 é possível notar que a distribuição de área dos processos minerários incidentes no grupo TIEPDD segue uma tendência semelhante aos processos minerários não-incidentes, com picos nas décadas de 2000 (15,6% para os processos incidentes no grupo TIEPDD e 16,6% para os não-incidentes) e 2010 (66% para os incidentes no grupo TIEPDD e 59,1% para os não-incidentes) e áreas pouco expressivas nas décadas de 1970, 1980 e 1990. A área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI, por sua vez, tem uma tendência distinta: picos nas décadas de 1980 (63,2%) e 1990 (22,1%).

A distribuição de área por ano está representada nas figuras 13 e 14, em que a área de processos minerários incidentes e não-incidentes está segmentada em dois intervalos temporais de 26 anos, de 1970 a 1995 e de 1996 a 2021, respectivamente, para facilitar a visualização.

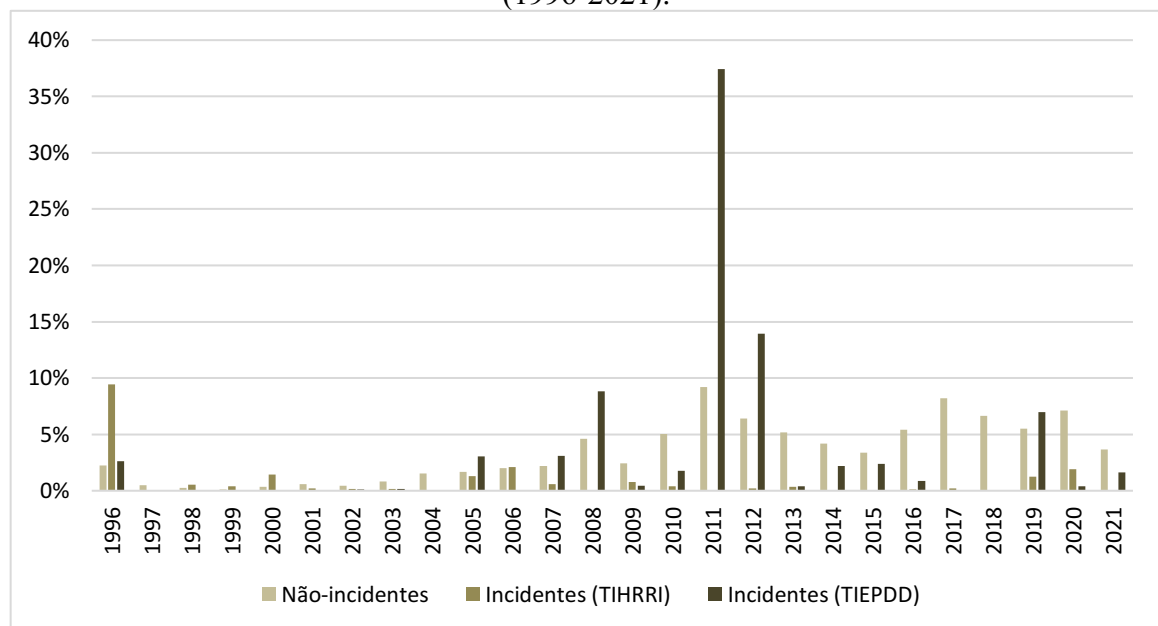
Figura 13 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por ano (1970-1995).



Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

Na figura 13, nota-se que a área de processos minerários não-incidentes tem uma representação pouco expressiva no intervalo temporal de 1970 a 1995. A área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI, por sua vez, tem concentração na década de 1980 com destaque para os anos de 1983 e 1984, com respectivamente 13,6% e 26,4% da área total, além de um pico em 1994, com 8,1% da área total. Já a área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD tem um pico apenas em 1972, com 9,2% da área total.

Figura 14 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por ano (1996-2021).



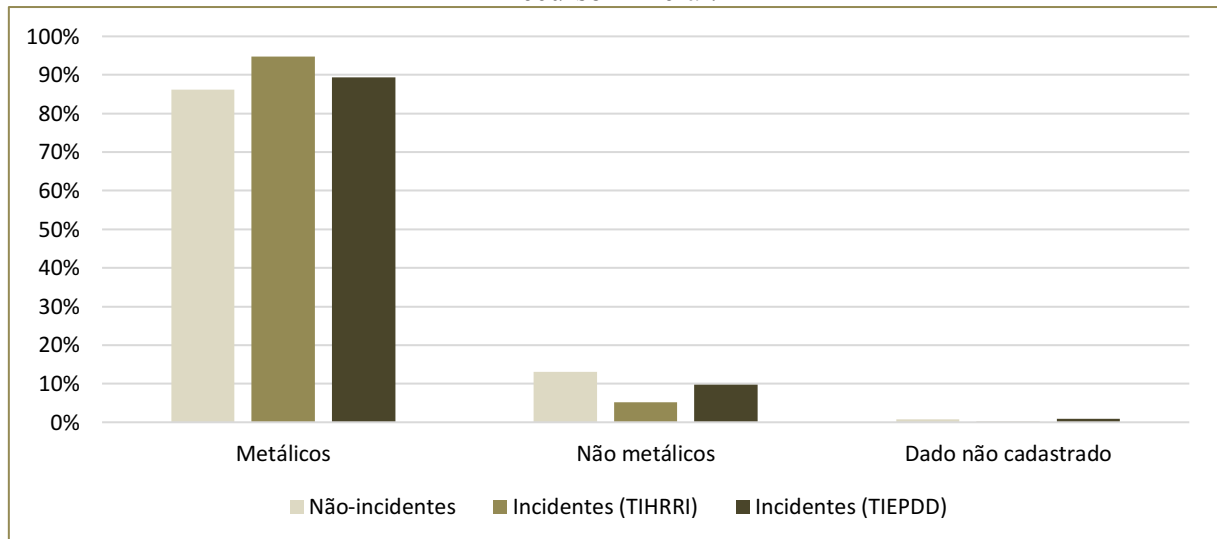
Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

Na figura 14, que representa o intervalo temporal de 1996 a 2021, percebe-se um decréscimo expressivo na área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI, com exceção de um pico em 1996, com 9,4% da área total. Enquanto a área de processos minerários não-incidentes mantém um padrão de oscilação a partir dos anos 2000, a área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD tem uma concentração expressiva nos anos de 2008 (8,8%), 2011 (37,4%) e 2012 (14%), além de um aumento significativo em 2019 (7%) em relação aos anos anteriores.

4.2.2 Análise do atributo *substância*

A distribuição de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por tipo de recurso mineral – metálico ou não metálico – pode ser vista abaixo, na figura 15.

Figura 15 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por tipo de recurso mineral.



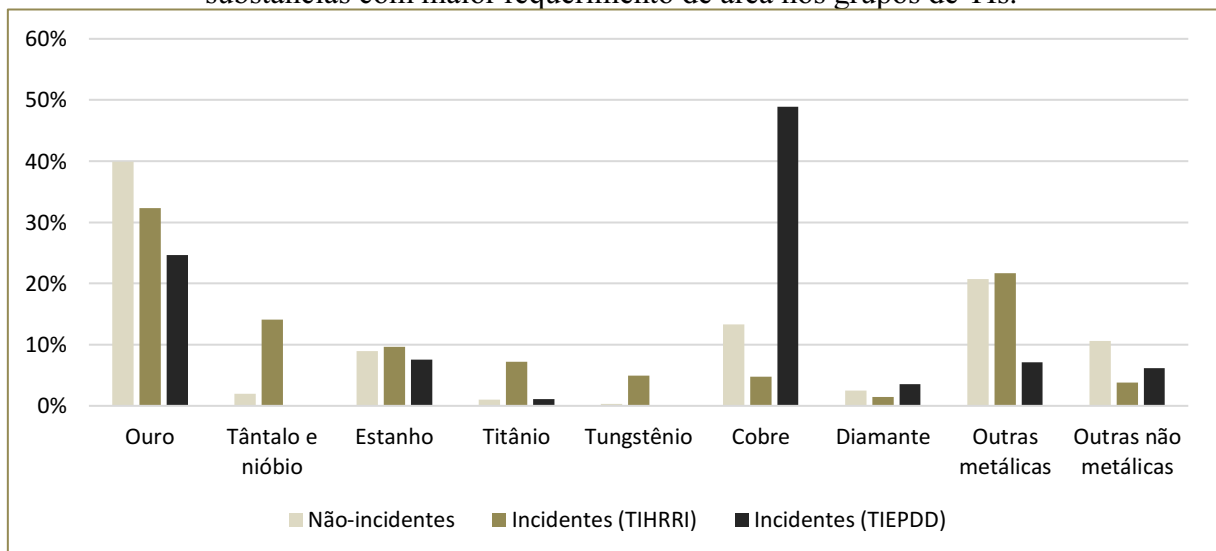
Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

A maior parte da área de processos minerários incidentes e não-incidentes tem como substância de interesse recursos minerais metálicos. São 86,15% da área de processos minerários não-incidentes, 94,82% para processos minerários incidentes no grupo TIHRRI e 89,31% no grupo TIEPDD. Estes valores elevados coadunam com o fato de substâncias metálicas serem economicamente mais valiosas do que as não metálicas (exceto diamante) e também com a restrição máxima de área para outorga na AL: 100 km² para substâncias minerais metálicas nos regimes de autorização e de concessão e também 100 km² para cooperativa de garimpeiros no regime de permissão de lavra garimpeira, a maior área permitida.

Os recursos minerais não metálicos, conseqüentemente, têm pouca participação na área total de processos minerários: 13,11% para os não-incidentes, 5,18% para os incidentes no grupo TIHRRI e 9,76% para os incidentes no grupo TIEPDD. Apenas uma diminuta fração de área de processos minerários não tem cadastro de substância requerida: 0,74% para os não-incidentes, 0,0003% para os incidentes no grupo TIHRRI e 0,93% para os incidentes no grupo TIEPDD.

A distribuição de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por substâncias mais requeridas em TIs pode ser vista abaixo, na figura 16, em que estão discriminadas apenas as substâncias minerais com percentual de área maior que 4,5% nos processos minerários incidentes (seja no grupo TIHRRI ou no grupo TIEPDD). Apesar de ter um percentual de área menor do que 4,5% em ambos os grupos de TIs, optou-se por discriminar também o diamante, substância responsável por diversos conflitos, sendo o mais famoso o caso dos indígenas Cinta Larga (Aranda, 2015). Em relação às substâncias com percentual de área maior do que 4,5% nos processos minerários não-incidentes, há o alumínio (6,7%) e o ferro (6,5%), com representação pequena nos processos minerários incidentes: 2% para alumínio no grupo TIHRRI e 4% no grupo TIEPDD, e 0,48% para ferro no grupo TIHRRI e 0,00002% no grupo TIEPDD.

Figura 16 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por substâncias com maior requerimento de área nos grupos de TIs.



Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

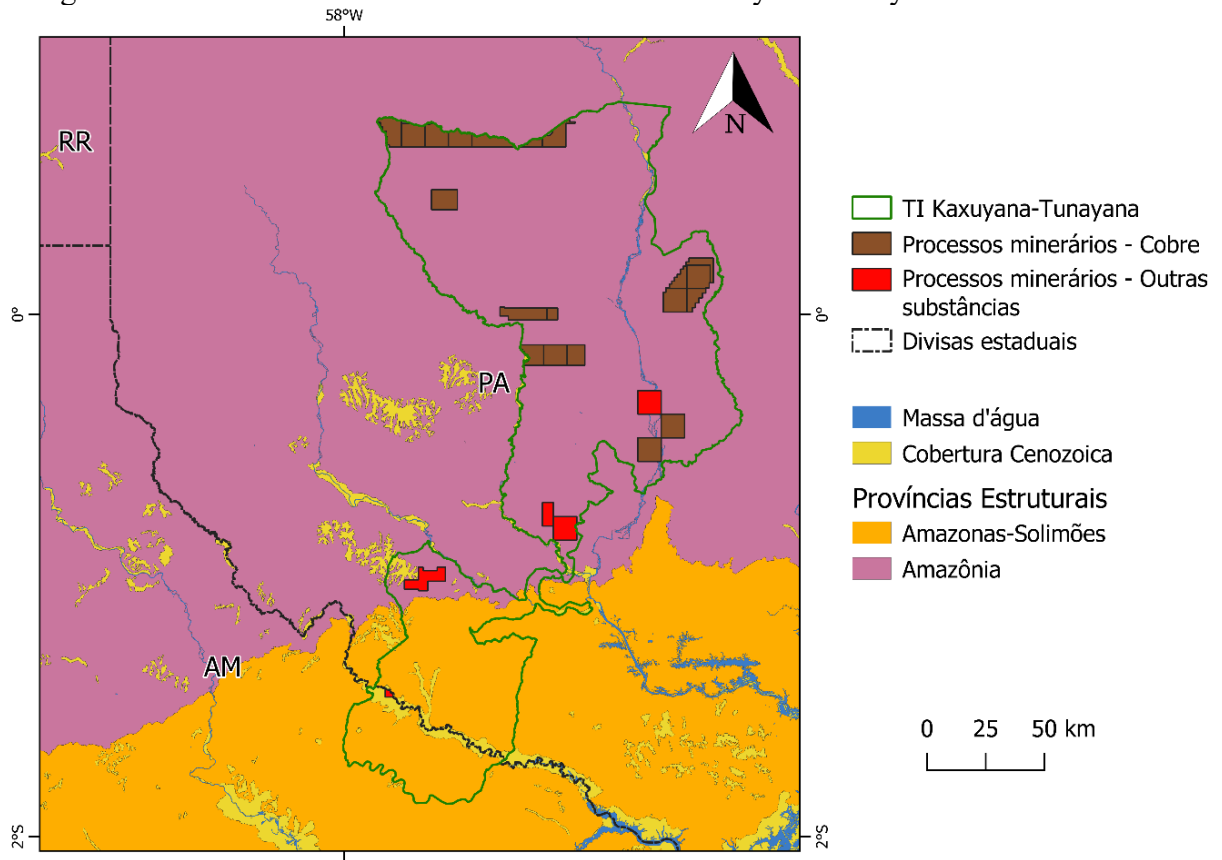
Nota-se na figura 16 a presença expressiva de ouro nos processos minerários incidentes e não-incidentes: são 39,91% da área de processos não-incidentes, 32,34% de processos

incidentes no grupo TIHRRI e 24,64% no grupo TIEPDD. Este fato se explica ao menos em parte pela ocorrência generalizada de depósitos auríferos primários ou secundários em praticamente toda a AL: de todas as províncias geológicas do Cráton Amazonas definidas por Santos (2003), não foram encontrados na bibliografia depósitos auríferos apenas na província Rio Negro. Na literatura também constam depósitos auríferos nas províncias estruturais Tocantins, Gurupi e São Luís.

Em relação às outras substâncias, há *tântalo e nióbio* com 1,96% da área de processos não-incidentes, 14,14% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e nenhuma ocorrência no grupo TIEPDD; *estanho* com 8,93% da área de processos não-incidentes, 9,69% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 7,55% no grupo TIEPDD; *titânio* com 1,04% da área de processos não-incidentes, 7,2% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 1,14% no grupo TIEPDD; *tungstênio* com 0,3% da área de processos não-incidentes, 4,94% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 3×10^{-9} % no grupo TIEPDD; *cobre* com 13,27% da área de processos não-incidentes, 4,79% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e impressionantes 48,89% no grupo TIEPDD. Em relação ao diamante, são 2,52% da área de processos não-incidentes, 1,41% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 3,58% no grupo TIEPDD. Outras substâncias metálicas têm um somatório de área equivalente a 20,73% da área de processos minerários não-incidentes, 21,73% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 7,09% no grupo TIEPDD, enquanto a área de outras substâncias não metálicas equivale a 10,59% da área de processos minerários não-incidentes, 3,77% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 6,17% no grupo TIEPDD.

Nos processos incidentes no grupo TIEPDD, 1.597,44 km² (ou 48,89% da área total) têm como substância de interesse o cobre. Destes, 1.476,87 km² (ou 45,19% da área total) ocorrem sobre apenas uma TI, a TI Kaxuyana-Tunayana (PA/AM), conforme a figura 17.

Figura 17 – Processos minerários incidentes na TI Kaxuyana-Tunayana.



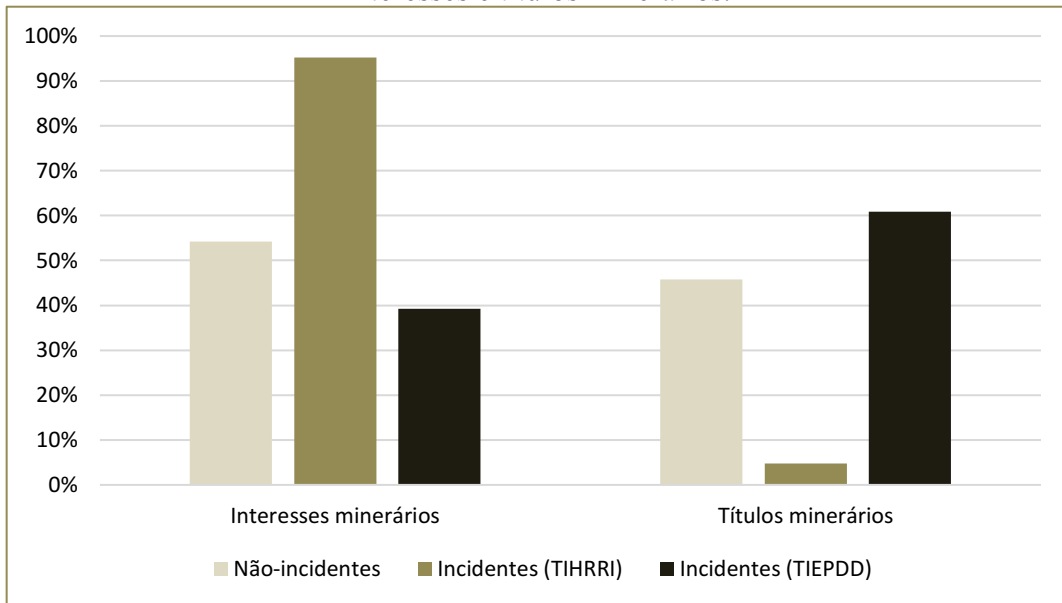
Fonte: ANM (2021), IBGE (2019) e Funai (2021). Elaboração própria.

São ao todo 43 processos minerários incidentes na TI Kaxuyana-Tunayana, sendo que 22 têm cobre como substância de interesse. Destes, cinco processos datam de 1972, com somatório de área de 200 km²; um processo de 2008 com área de 93,56 km²; e dezesseis processos de 2011, com área conjunta de 1.183 km². Além disso, treze processos (cinco de 1972 e oito de 2011, área total de 805,77 km²) se encontram em fase administrativa de autorização de pesquisa, ou seja, já são títulos minerários. Ao considerarmos a área requerida para todas as substâncias na TI Kaxuyana-Tunayana, são 1.830,7 km², ou 56% da área de processos incidentes no grupo TIEPDD. Segundo a plataforma Terras Indígenas no Brasil (<https://terrasindigenas.org.br>, acesso em 10 de junho de 2022), realizada pelo Instituto Socioambiental, a primeira portaria em que consta que a TI estava em estudo foi publicada em 2008, sendo considerada delimitada em 2015 e declarada em 2018.

4.2.3 Análise do atributo *fase administrativa*

A distribuição de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por interesses e títulos minerários pode ser vista abaixo, na figura 18.

Figura 18 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por interesses e títulos minerários.

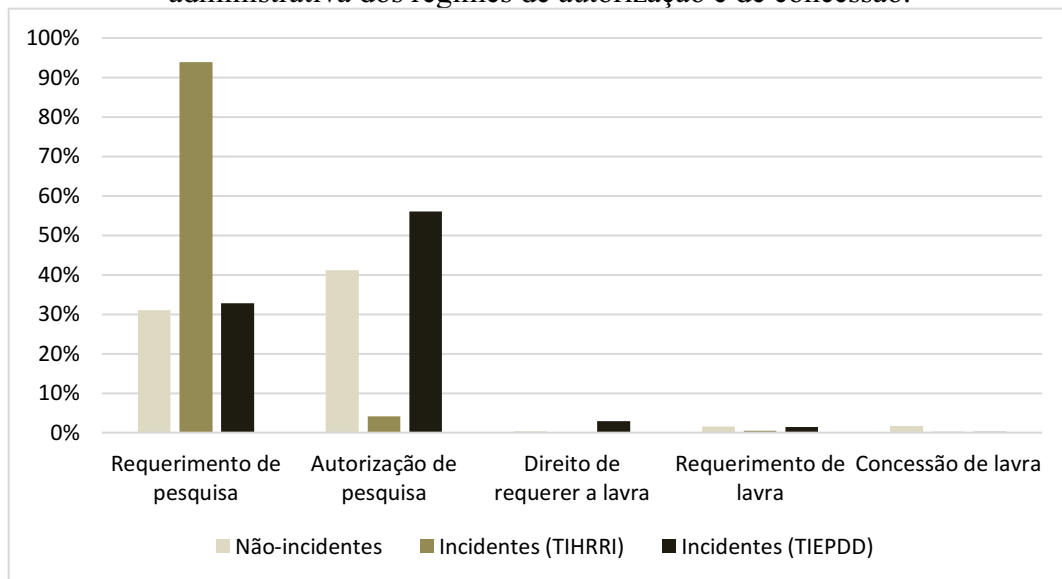


Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

A área de processos minerários não-incidentes é constituída por 54,18% de interesses minerários e 45,72% de títulos minerários. Um padrão semelhante é encontrado na distribuição de área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD: 39,18% de interesses minerários e 60,82% de títulos minerários. A área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI, por sua vez, é composta de 95,18% de interesses minerários e apenas 4,82% de títulos minerários.

Também é importante avaliar a distribuição de área dos interesses e títulos minerários nos diferentes regimes de aproveitamento de recursos minerais. A distribuição para os regimes de autorização e de concessão – que representam uma continuidade no procedimento administrativo minerário – pode ser vista abaixo, na figura 19.

Figura 19 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por fase administrativa dos regimes de autorização e de concessão.

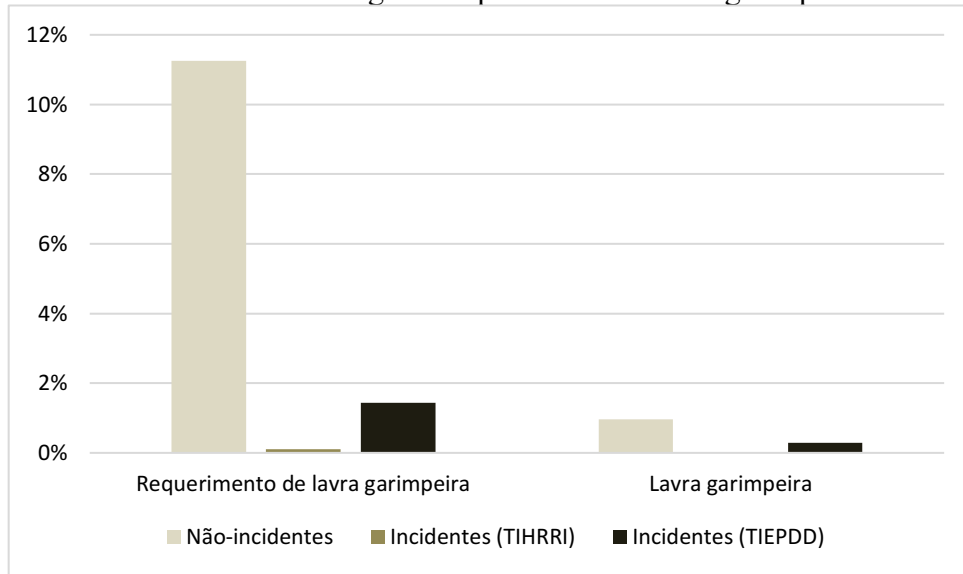


Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

Nota-se novamente na figura 19 um padrão semelhante entre a área de processos minerários não-incidentes e os incidentes no grupo TIEPDD. Enquanto 30,99% da área de processos não-incidentes se encontra na fase administrativa de requerimento de pesquisa, são 32,79% da área de processos incidentes no grupo TIEPDD. Da mesma forma, enquanto 41,17% da área de processos não incidentes está na fase administrativa de autorização de pesquisa, são 56,04% da área de processos incidentes no grupo TIEPDD. Os processos incidentes no grupo TIHRRI, por sua vez, têm 93,84% de sua área como requerimento de pesquisa e 4,11% como autorização de pesquisa. Para as demais fases administrativas representadas na figura 19, são 0,32% da área de processos não-incidentes, 0,0004% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 2,87% no grupo TIEPDD em fase de *direito de requerer a lavra*; 1,53% da área de processos não-incidentes, 0,51% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 1,39% no grupo TIEPDD em fase de *requerimento de lavra*; e 1,65% da área de processos não-incidentes, 0,2% da área de processos incidentes no grupo TIHRRI e 0,23% no grupo TIEPDD em fase de *concessão de lavra*.

Em relação ao regime de permissão de lavra garimpeira, a distribuição de área de processos minerários incidentes e não-incidentes em suas fases administrativas pode ser vista abaixo, na figura 20.

Figura 20 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes por fase administrativa do regime de permissão de lavra garimpeira.



Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

Enquanto 11,25% da área de processos minerários não-incidentes está em fase de requerimento de lavra garimpeira, são 0,1% da área de processos incidentes no grupo TIHRRRI e 1,44% no grupo TIEPDD. Para a fase de lavra garimpeira, são 0,97% da área de processos não-incidentes, 0,0007% da área de processos incidentes no grupo TIHRRRI e 0,3% no grupo TIEPDD.

Sobre a fase administrativa de disponibilidade, que representa a oferta pública de áreas desoneradas e declaradas em disponibilidade para pesquisa ou lavra nos regimes de autorização, de concessão e de permissão de lavra garimpeira, são 11,9% da área de processos minerários não-incidentes, 1,23% da área de processos incidentes no grupo TIHRRRI e 4,95% no grupo TIEPDD.

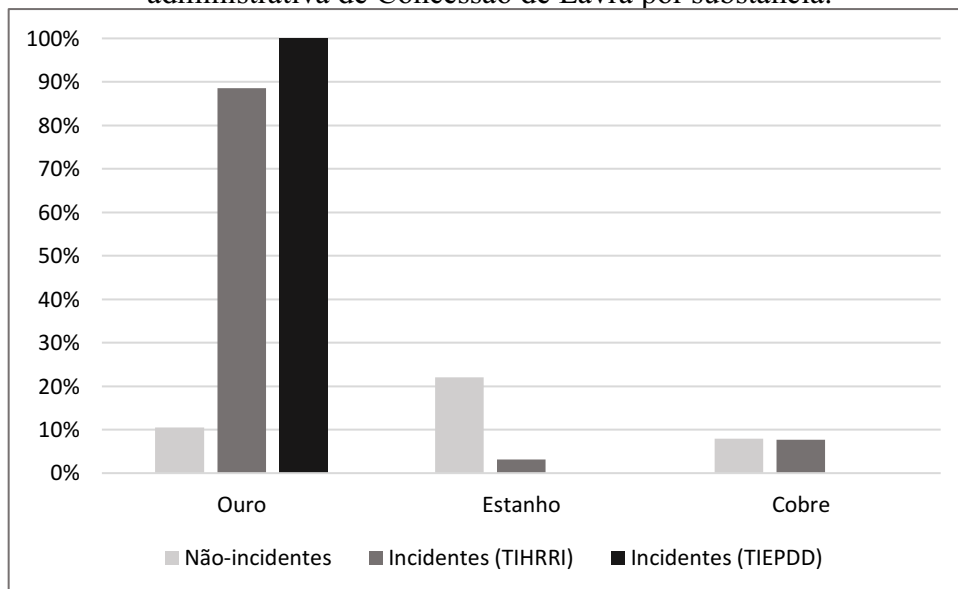
O regime de licenciamento, por sua vez, tem uma representação de área muito baixa nos processos minerários incidentes e não-incidentes. Dentre os não-incidentes, são 0,04% de área como requerimento de licenciamento e 0,09% como licenciamento. Embora existam processos minerários deste regime nos processos incidentes (cinco requerimentos de licenciamento e onze licenciamentos no grupo TIHRRRI, e dois licenciamentos no grupo TIEPDD), suas áreas representam respectivamente 0,0006% e 0,002% das áreas totais. Estes valores baixos são coerentes não apenas com o tipo de substância requerida (como areia e cascalho), mas também com a área máxima de outorga para os títulos, que é de 0,5 km², a menor de todas.

Por último, não há nenhum registro de extração nos processos minerários incidentes em TIs, embora exista um requerimento de registro de extração nos processos incidentes no grupo TIHRRI (com área de 0,05 km², que representa uma fração ínfima da área total). Nos processos não-incidentes são 6,88 km² de requerimentos de registro de extração e 7,06 km² de registros de extração, que representam respectivamente 0,00067% e 0,00069% da área de processos não-incidentes.

4.2.3.1 Concessão de Lavra e Lavra Garimpeira

Nos processos minerários não-incidentes, 16.928,44 km² estão em fase administrativa de concessão de lavra, enquanto que nos processos incidentes são 118,22 km² (nove processos) no grupo TIHRRI e 7,44 km² (um processo apenas) no grupo TIEPDD. Apesar de o alumínio e o ferro serem recursos minerais com representatividade nas concessões de lavra não-incidentes, com respectivamente 5.746,31 km² (33,94% da área de concessões de lavra não-incidentes) e 875,47 km² (5,17%), optou-se por representar na figura 21 somente as substâncias com maior percentual nas concessões de lavra incidentes.

Figura 21 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes em fase administrativa de Concessão de Lavra por substância.



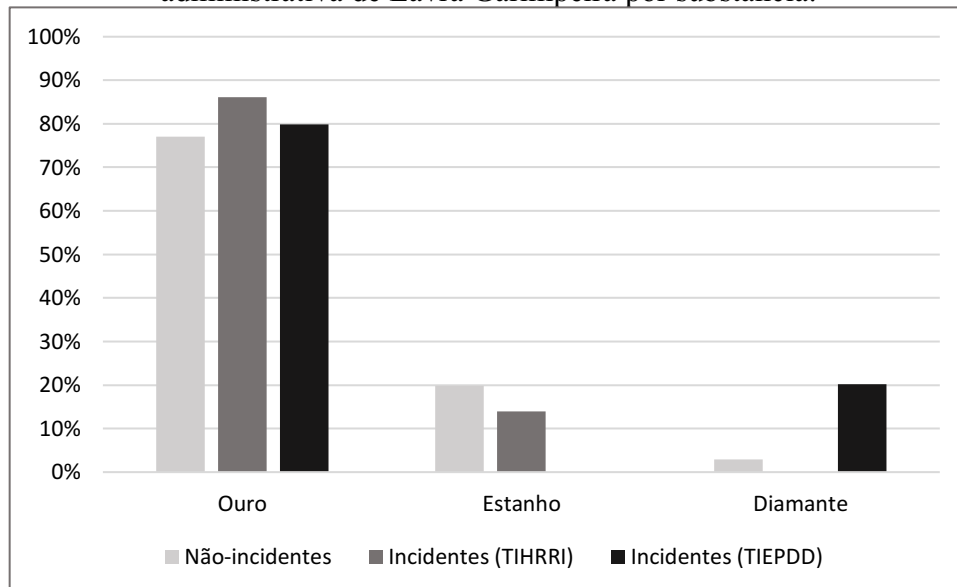
Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

As concessões de lavra não-incidentes têm 10,5% de sua área para a lavra de ouro, 21,98% para a lavra de estanho e 7,87% para a lavra de cobre. A área de concessões incidentes, por sua vez, está concentrada na lavra de ouro, com 88,51% de área no grupo TIHRRI e 100% no grupo TIEPDD. Há também 3,15% de área para estanho e 7,7% para cobre no grupo

TIHRRI. O restante de área de concessões de lavra não-incidentes (cerca de 20%) está distribuído entre outras substâncias metálicas e não metálicas, enquanto as concessões de lavra incidentes no grupo TIHRRI têm também 0,21% de área para a lavra de níquel e 0,42% para a lavra de tungstênio.

Em relação aos processos minerários em fase administrativa de lavra garimpeira, são 9.943,88 km² não-incidentes, 0,43 km² (oito processos) incidentes no grupo TIHRRI e 9,65 km² (doze processos) no grupo TIEPDD, com distribuição de área por substância conforme a figura 22.

Figura 22 – Percentual de área de processos minerários incidentes e não-incidentes em fase administrativa de Lavra Garimpeira por substância.



Fonte: ANM (2021), IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

Nota-se na figura 22 que o garimpo de ouro é o mais expressivo nas três categorias: são 77% da área de lavras garimpeiras não-incidentes, 86,08% da área de lavras garimpeiras incidentes no grupo TIHRRI e 79,81% no grupo TIEPDD. Há também estanho, com 19,83% da área de lavras garimpeiras não-incidentes, 13,92% da área de lavras garimpeiras incidentes no grupo TIHRRI e 3×10^{-8} % no grupo TIEPDD. Por último, o garimpo de diamante representa 2,91% da área de lavras garimpeiras não-incidentes e 20,19% das incidentes no grupo TIEPDD, com nenhuma ocorrência no grupo TIHRRI. Além disso, 0,06% da área de lavras garimpeiras não-incidentes está requerida para outras substâncias metálicas, e 0,2% para outras substâncias não metálicas.

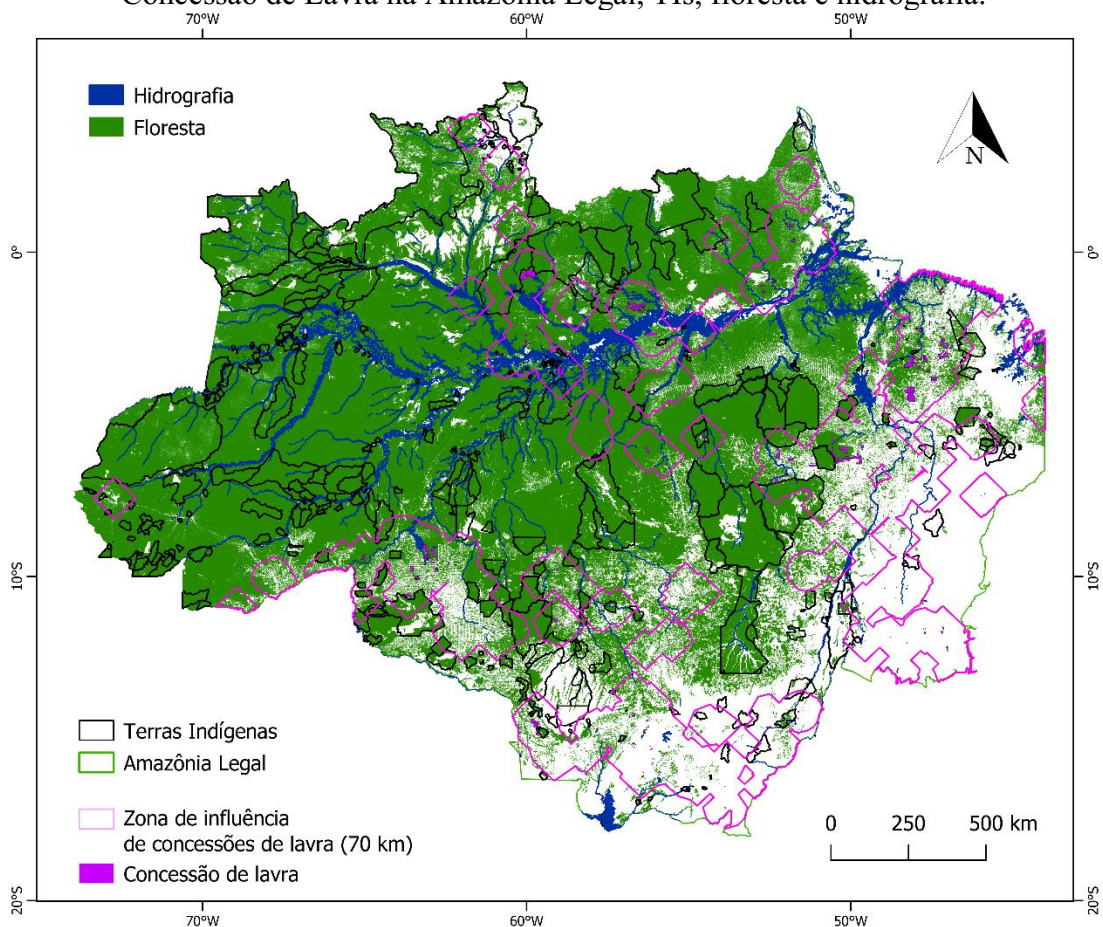
4.3 ZONAS DE INFLUÊNCIA DE CONCESSÕES DE LAVRA E DE LAVRAS GARIMPEIRAS

Enquanto a zona de influência de 70 km em concessões de lavra representa uma área de cerca de 1.452.292 km², a zona de influência de 10 km em lavras garimpeiras ocupa uma área de cerca de 129.070 km². As zonas de influência estão representadas no item 4.3.1, respectivamente nas figuras 23 e 24.

4.3.1 Zonas de influência, TIs e floresta amazônica

Na figura 23, abaixo, estão representadas as TIs, a floresta, a hidrografia e a zona de influência de 70 km de concessões de lavra, segundo os critérios de Sonter *et al.* (2017) e Siqueira-Gay *et al.* (2020).

Figura 23 – Zona de influência de 70 km em processos minerários na fase administrativa de Concessão de Lavra na Amazônia Legal, TIs, floresta e hidrografia.



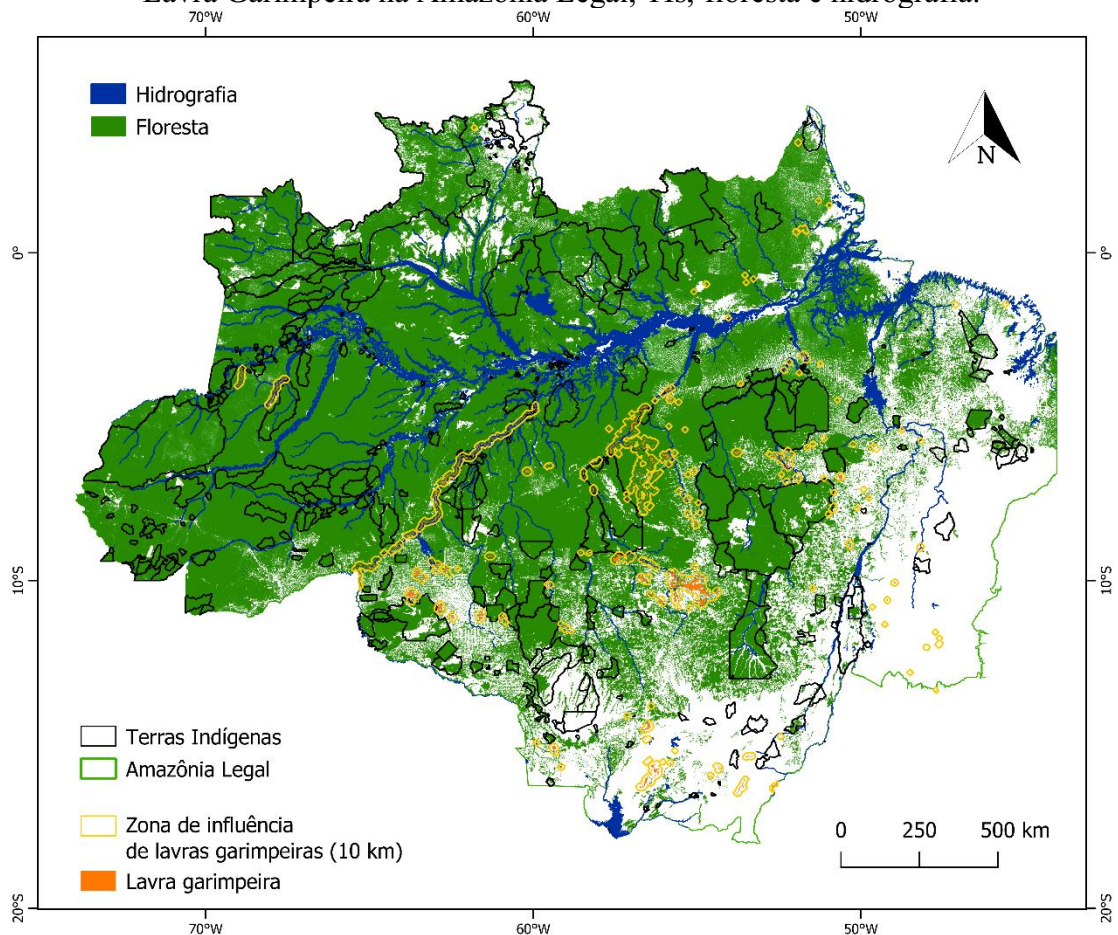
Fonte: ANM (2021), IBGE (2021), Funai (2021) e PRODES/INPE (2022). Elaboração própria.

Segundo a camada vetorial de floresta do PRODES (Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia), referente a 2021, há uma sobreposição de 844.753 km² entre

florestas e o grupo TIHRRRI (equivalente a 79,78% da área do grupo). Desta área, 96.933,6 km² se sobrepõem à zona de influência de 70 km de concessões de lavra. Em relação ao grupo TIEPDD, a sobreposição com florestas é de 75.956 km² (equivalente a 82,85% da área do grupo). Desta área, 5.314,65 km² se sobrepõem à zona de influência de 70 km de concessões de lavra. No total, as TIs contêm cerca de 102.248 km² de florestas em sobreposição com esta zona de influência.

Na figura 24, abaixo, estão representadas as TIs, a floresta, a hidrografia e a zona de influência de 10 km de lavras garimpeiras, uma zona de influência mais conservadora, segundo o critério de Siqueira-Gay *et al.* (2020).

Figura 24 – Zona de influência de 10 km em processos minerários na fase administrativa de Lavra Garimpeira na Amazônia Legal, TIs, floresta e hidrografia.



Fonte: ANM (2021), IBGE (2021), Funai (2021) e PRODES/INPE (2022). Elaboração própria.

Segundo a camada vetorial de floresta do PRODES, há uma sobreposição de 2.861,42 km² entre florestas no grupo TIHRRRI e a zona de influência de 10 km de lavras garimpeiras. Em relação às florestas no grupo TIEPDD, a sobreposição com a zona de influência é de

686,297 km². No total, as TIs contêm cerca de 3.548 km² de florestas em sobreposição com a zona de influência de 10 km de lavras garimpeiras.

Além disso, enquanto no grupo TIHRRI a sobreposição entre florestas e ambas zonas de influência é de 927,5 km², nas florestas do grupo TIEPDD a sobreposição com ambas zonas de influência é de 164,1 km².

5 DISCUSSÃO

5.1 PROCESSOS MINERÁRIOS INCIDENTES EM TIS

5.1.1 Atributo *ano*

Ao considerarmos a quantidade anual de proposições legislativas que têm como objetivo regulamentar a mineração em TIs, ilustradas no quadro 6, não há uma correlação direta entre os anos com proposições legislativas e os anos com maior área de processos minerários incidentes em TIs.

Quadro 6 – Número de proposições legislativas por ano (em que houve ao menos uma) com objetivo de regulamentar a mineração em TIs.

Ano	Número de proposições legislativas
1989	8
1990	2
1991	6
1992	4
1995	2
2006	2
2007	1
2009	2
2015	1
2016	1
2019	1
2020	1

Fonte: adaptado de Farias (2020).

É possível que outros fatores como a cotação internacional de *commodities* minerais – especialmente do ouro –, o desenvolvimento de novas técnicas de exploração mineral que permitiram novas descobertas de reservas minerais, assim como circunstâncias políticas de cada

época, exerçam uma influência na variação de área requerida em TIs por ano. Neste contexto, recomenda-se mais investigações e a avaliação de outras variáveis que não aquelas apresentadas neste trabalho.

5.1.2 Atributo *substância*

Há destaque para o ouro na área de processos incidentes e não-incidentes, fato que se explica ao menos em parte pela ocorrência de depósitos auríferos em praticamente toda a Amazônia Legal dada a sua configuração geológica. Considerando apenas a distribuição de área dos grupos de TIs nas províncias estruturais (*sensu* IBGE, 2019), não é possível elucidar a diferença na área requerida para outras substâncias, que devem ser explicadas por particularidades geológicas locais e/ou outros motivos, como demandas de mercado por minérios específicos (minerais estratégicos, agrominerais, entre outros). Um estudo de escala maior, com o georreferenciamento das províncias geológicas de Santos (2003) e o recorte das TIs e dos processos minerários incidentes nelas, permitiria uma análise mais detalhada, facilitando a correlação entre os depósitos minerais presentes na literatura e a área requerida por substância nos grupos de TIs.

5.1.3 Atributo *fase administrativa*

A área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI tem concentração em interesses minerários (95,18%). A área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD, por sua vez, tem concentração em títulos minerários (60,82%, um valor inclusive maior do que o percentual de área de processos minerários não-incidentes que são títulos minerários, que é de 45,72%). Enquanto interesses minerários marcam somente uma prioridade sobre determinada área e geram uma expectativa de direito, títulos minerários constituem direitos concedidos pelo poder público. Para analisar a juridicidade dos títulos minerários incidentes em TIs seria necessário avaliar cada caso para compreender se, quando o título foi expedido, a TI já era formalmente reconhecida como tal. Segundo o Instituto Socioambiental (2005), no entanto, “o ato complexo de reconhecimento de TIs não tem natureza constitutiva, mas apenas declaratória do direito territorial dos povos indígenas. É, portanto, plenamente defensável que todos os títulos incidentes sobre terras indígenas sejam anulados até que venha a regulamentação, na medida em que o direito territorial originário existe ainda que seja declarado posteriormente pelo Estado”. Além disso, ainda que parte da área de títulos minerários

incidentes ocorra como pequenas porções sobrepostas às TIs, o mais adequado seria corrigir os limites dos processos minerários para que não houvesse nenhuma sobreposição.

O fato de a área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD ter um percentual tão elevado (56,04%) em fase administrativa de autorização de pesquisa é preocupante, tanto por serem títulos minerários, como também porque durante a pesquisa ocorrem a abertura de estradas, o deslocamento de terra, a presença de máquinas e a convivência com técnicos que ali se instalam para verificar a viabilidade da exploração naquele local (Curi, 2007). Existe uma concentração de área na TI Kaxuyana-Tunayana (PA/AM; ver figura 17): incidem nela 1.052,19 km² de processos em fase de autorização de pesquisa, o equivalente a 57,45% da área de autorizações de pesquisa incidentes no grupo TIEPDD.

5.2 ZONAS DE INFLUÊNCIA

5.2.1 Zonas de influência, TIs e floresta amazônica

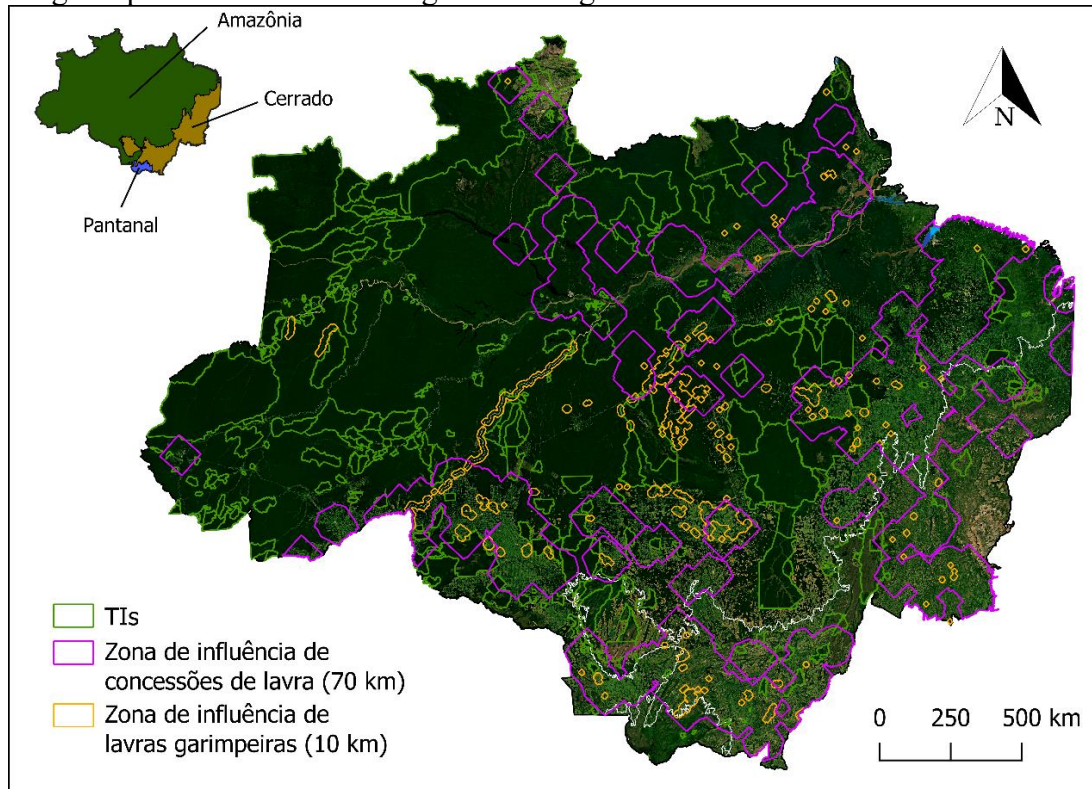
Enquanto Sonter *et al.* (2017) apontam que a mineração é responsável por 31% do desflorestamento na Amazônia em até 70 km além dos limites de concessão de lavra, Siqueira-Gay *et al.* (2020) avaliaram o impacto que a lavra de todos os depósitos e ocorrências minerais conhecidos teria, com e sem a aprovação do PL 191/2020, utilizando também um *buffer* mais conservador de 10 km para efeito de comparação.

O presente estudo responde a uma questão diferente: considerando as TIs como barreiras para o desflorestamento, o quanto de floresta está atualmente protegida por TIs do impacto da atividade minerária? São ao todo 102.248 km² de florestas em TIs que se encontram dentro da zona de influência de 70 km de concessões de lavra, e 3.548 km² que se encontram dentro da zona de influência de 10 km de lavras garimpeiras. Isto não significa dizer que estas áreas de floresta seriam completamente suprimidas por causa da mineração caso não estivessem no interior de TIs, apenas que estariam mais vulneráveis aos seus impactos indiretos, assim como a outras causas diretas e indiretas do desflorestamento na Amazônia.

5.2.2 Zonas de influência e o desflorestamento

As duas zonas de influência podem ser vistas juntas abaixo, na figura 25, em que também estão representadas as TIs, o limite entre biomas e imagens de satélite do Google de 2015, acessadas no QGIS pelo plugin *QuickMapServices*.

Figura 25 – Terras Indígenas e zonas de influência de concessões de lavra e lavras garimpeiras na Amazônia Legal com imagem de satélite e limite entre biomas.



Fonte: ANM (2021), IBGE (2021), Funai (2021) e Google Satélite. Elaboração própria.

O limite entre biomas representado na figura 25, a linha branca, é da publicação mais recente do IBGE (2019), que traz novos limites entre os biomas brasileiros. No extremo sul da AL temos o bioma Pantanal, na porção sudeste o bioma Cerrado, sendo o restante o bioma Amazônia. Ainda que as imagens de satélite na figura não sejam atuais (imagens de 2015), nota-se como as TIs funcionam de fato como barreiras para o desflorestamento, em especial na proximidade do limite entre os biomas Amazônia e Cerrado, o chamado arco de desmatamento. Segundo dados do MapBiomias (2021b), enquanto o bioma Amazônia teve uma redução de cerca de 12% em suas florestas no intervalo de 1985 a 2020, passando de 374 para 330 Mha, o bioma Cerrado teve uma redução de 20% em sua vegetação nativa, de 135 para 108 Mha. Cada milhão de hectares equivale a 10.000 km².

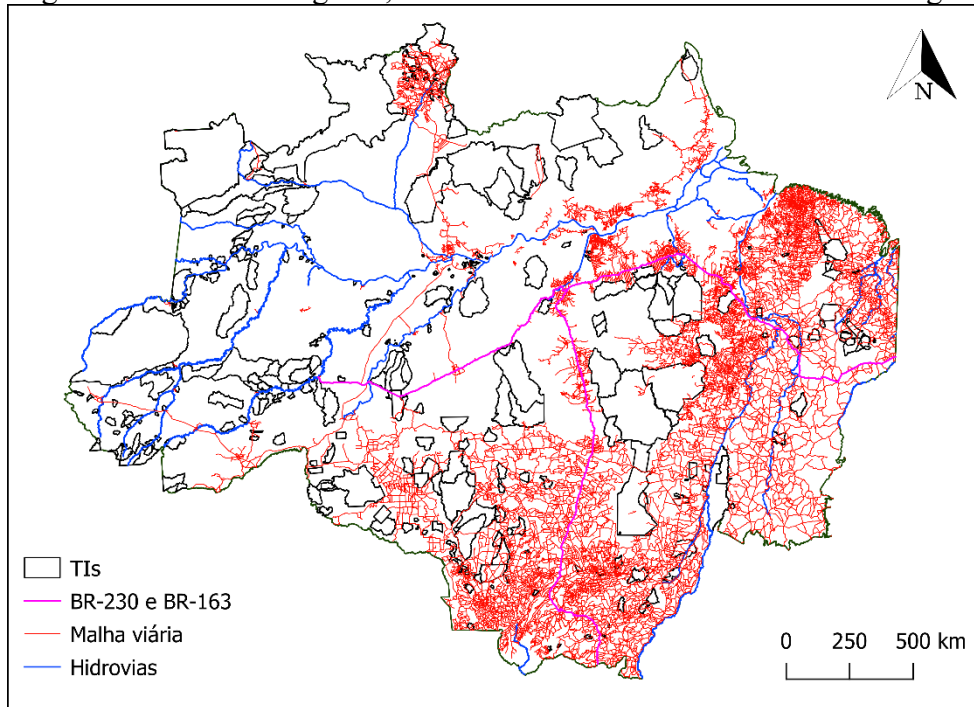
As zonas de influência (de 70 km para concessões de lavra e de 10 km para lavras garimpeiras) são visualmente correlacionáveis à supressão da vegetação nativa na metade inferior da AL. Segundo Sonter *et al.* (2017), o desflorestamento induzido por mineração se dá principalmente pelo estabelecimento de infraestrutura, pela expansão urbana para sustentar a crescente mão de obra e pelo desenvolvimento de cadeia de suprimentos de *commodities*

minerais. Entre 2000 e 2010, municípios com concessões de lavra tiveram um crescimento populacional maior do que municípios sem concessões de lavra. Além disso, estes municípios também tiveram áreas maiores de agricultura permanente e maior desflorestamento para uso como lenha. De acordo com estes autores, o desflorestamento induzido por mineração foi 12 vezes maior do que o desflorestamento no interior dos limites de concessão de lavra, sendo responsável por 9% de todo o desflorestamento na floresta amazônica entre 2005 e 2015. Para estudos futuros, seria interessante avaliar a sobreposição entre a camada vetorial de desmatamento do PRODES e as zonas de influência de concessões de lavra e de lavras garimpeiras.

Embora a mineração e seus impactos indiretos sejam responsáveis por ao menos parte do desflorestamento, a principal atividade responsável é a pecuária (Rivero *et al.*, 2009). O desflorestamento promovido pela pecuária costuma levar ao estabelecimento de cultivos agrícolas, com destaque para a soja (Domingues e Bermann, 2012). Segundo o MapBiomas (2021b), enquanto a área de pastagens mais que triplicou no bioma Amazônia entre 1985 e 2020, de 18 para 57 Mha, este crescimento foi menos expressivo no bioma Cerrado, de 38 para 47 Mha. Neste mesmo intervalo temporal, a área de agricultura no bioma Amazônia aumentou cerca de 76 vezes, passando de 0,08 Mha para 6,1 Mha. O bioma Cerrado, por sua vez, teve um aumento de quase 6 vezes, passando de 4 para 23 Mha. No bioma Amazônia, 36,2% da perda de floresta aconteceu no Pará, o estado que mais perdeu floresta para a agropecuária.

Também deve ser levado em consideração o fato de o desflorestamento ser maior nas proximidades de estradas e rios: cerca de 95% da área desflorestada até 2006 no bioma Amazônia estava a até 5.5 km de uma estrada ou a até 1 km de um rio navegável (Barber *et al.*, 2014). Na figura 26 é possível observar a malha viária e as hidrovias na AL.

Figura 26 – Terras Indígenas, malha viária e hidrovias na Amazônia Legal.



Fonte: IBGE (2021) e Funai (2021). Elaboração própria.

A malha viária e as hidrovias apresentadas provêm da base cartográfica contínua do IBGE (2021). Comparando a figura 26 com a figura 25, nota-se uma forte correlação visual entre as regiões com maior densidade de malha viária e as regiões desflorestadas, assim como entre a malha viária e a distribuição de concessões de lavra e de lavras garimpeiras. A construção da BR-230 (Rodovia Transamazônica) e da BR-163 (Rodovia Cuiabá-Santarém), ambas em rosa na figura 26, tiveram origem no Programa de Integração Nacional, da década de 1970.

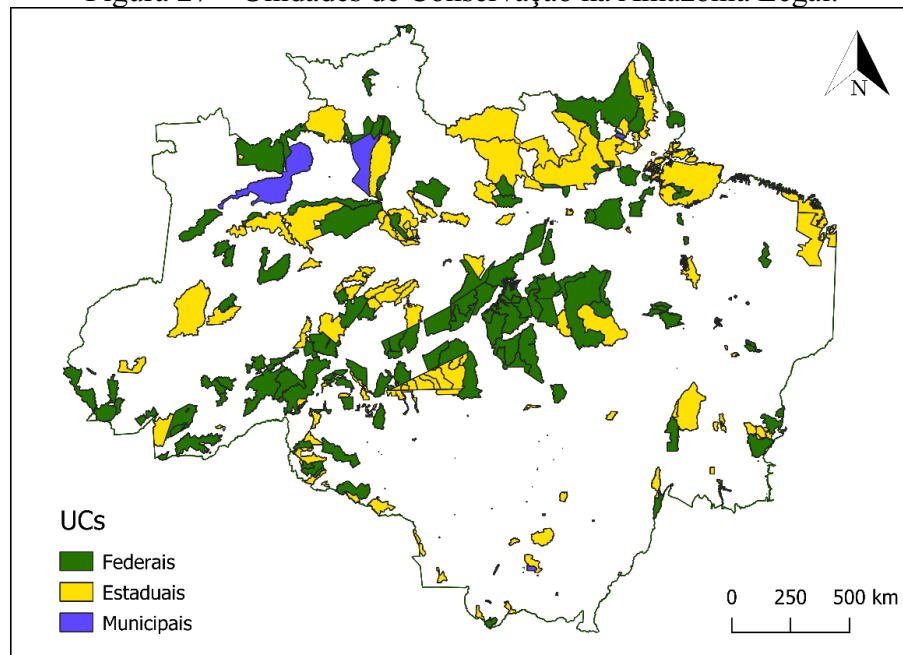
Ainda, é necessário reconhecer também as diferenças na área de Reserva Legal. De acordo com a Lei 12.651/2012, o Código Florestal, todo imóvel rural deve manter área com cobertura de vegetação nativa, a Reserva Legal. Na Amazônia Legal, estão previstos 80% de reserva em imóveis situados em área de florestas, 35% em área de cerrado e 20% em área de campos gerais. Existem, no entanto, exceções. No bioma Amazônia, imóveis rurais em municípios que têm 50% do território como Unidades de Conservação ou TIs precisam de uma reserva de apenas 50%. Além disso, segundo o art. 67 do Código Florestal, em imóveis rurais que tinham em 22 de julho de 2008 área de até quatro módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008. Segundo Esteves e Almeida (2021), de 389 mil imóveis com Cadastro Ambiental Rural no

bioma Amazônia, 338 mil tinham área inferior a quatro módulos fiscais. Destes, 166 mil imóveis tinham de preservar menos de 20% do terreno, 60 mil de 20% a 50%, 45 mil de 50% a 80%, e somente 67 mil imóveis tinham de preservar 80% do terreno.

5.3 A QUESTÃO DAS UNIDADES DE CONSERVAÇÃO

A Lei nº 9.985/2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), constituído por todas as Unidades de Conservação (UCs) federais, estaduais e municipais. Casos de sobreposição entre UCs e TIs são conhecidos desde a publicação da Lei, cujo art. 57 determina que “os órgãos federais responsáveis pela execução das políticas ambiental e indigenista deverão instituir grupos de trabalho para, no prazo de cento e oitenta dias a partir da vigência desta Lei, propor as diretrizes com vistas à regularização das eventuais superposições entre áreas indígenas e unidades de conservação”. Na figura 27, abaixo, estão representadas todas as UCs na Amazônia Legal.

Figura 27 – Unidades de Conservação na Amazônia Legal.



Fonte: MMA (2022) e IBGE (2021). Elaboração própria.

São 157 UCs federais (661.239 km²), 170 UCs estaduais (546.358 km²) e 32 UCs municipais (49.121 km²). Enquanto o grupo TIHRRI apresenta sobreposição com 108 UCs (67.864,4 km² ou 6,4% da área do grupo), o grupo TIEPDD tem sobreposição com 29 UCs (52.895,9 km² ou 57,7% da área do grupo). Em uma análise futura da área de processos minerários incidentes e não-incidentes em TIs, seria interessante inserir a incidência de

processos em UCs para efeito de comparação, assim como considerar os critérios de uso, restrição e planos de manejo das UCs.

5.3.1 Zona de amortecimento em TIs?

Zonas de amortecimento estão previstas na Lei nº 9.985/2000 e são definidas como o entorno de uma UC onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade. Segundo Santilli (2004), TIs cumprem funções ecológicas relevantes, especialmente em regiões sob pressão das frentes de ocupação, como no arco de desmatamento. Além disso, na AL há TIs em zonas de transição entre biomas, que apresentam alta biodiversidade, enquanto as UCs estão fortemente concentradas em regiões de floresta ombrófila densa. De fato, o papel de conservação da vegetação das TIs é fator inquestionável: em todo o país, as TIs perderam apenas 1% de sua vegetação nativa no período de 1990 a 2020 (MapBiomas, 2022). No bioma Amazônia, 62% das áreas florestais remanescentes estão em áreas protegidas (UCs ou TIs) (MapBiomas, 2021b). A Floresta Amazônica desempenha um papel importante na distribuição de chuvas para o restante do país, funcionando como uma bomba d'água que transporta a umidade continente adentro e também em direção ao sul, para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil, assim como para países vizinhos (ver Projeto Rios Voadores, <https://riosvoadores.com.br>, acesso em 15 de junho de 2022). Neste sentido, a conservação de suas florestas atende não somente aos interesses de ambientalistas e de indígenas, mas também aos interesses econômicos de todo o país, que depende – ao menos em parte – de suas chuvas para a recarga de mananciais e, paradoxalmente, para sustentar o agronegócio. Segundo Carneiro e Campos (2012), a irrigação, junto com a introdução de espécies de alto rendimento e o uso de fertilizantes e agrotóxicos, permitiu aumentar muito o rendimento das culturas, mas requer cada vez mais água: desde 1960 houve aumento de consumo de mais de 60%. Pascuchi (2007) reconhece que TIs mantêm semelhanças com as UCs, principalmente com a Reserva Extrativista e a Reserva de Desenvolvimento Sustentável, e fundamenta juridicamente a implementação de zona de amortecimento em TIs como forma de conservar os recursos naturais imprescindíveis às sociedades indígenas e, da mesma forma, imprescindíveis a todos.

6 CONCLUSÃO

Há semelhanças entre a distribuição de área de processos minerários incidentes no grupo TIEPDD e a distribuição de área de processos minerários não-incidentes, especificamente

na distribuição de área por década e também na distribuição de área por interesses minerários e títulos minerários. A distribuição de área de processos minerários incidentes no grupo TIHRRI segue uma tendência distinta em relação ao que foi abordado acima.

Apesar de a legislação servir como obstáculo para atividades minerárias legais em TIs, isso não é cumprido conforme estabelecido, especialmente nas TIs que ainda não concluíram o processo demarcatório.

O cálculo da distribuição de área dos grupos de TIs (TIHRRI e TIEPDD) nas províncias estruturais brasileiras não permitiu estabelecer correlações sobre as diferenças na área de processos minerários incidentes por substância. Recomenda-se um estudo de maior escala para dar continuidade à investigação.

Outro importante objetivo do trabalho foi avaliar a sobreposição entre TIs, florestas e as zonas de influência de concessões de lavra e de lavras garimpeiras. Novamente, o método de geoprocessamento se mostrou satisfatório, demonstrando que as TIs protegem 102.248 km² de florestas do impacto da zona de influência de 70 km de concessões de lavra, assim como 3.548 km² de florestas do impacto da zona de influência de 10 km de lavras garimpeiras.

A atividade minerária estimula a ocupação do seu entorno, influenciando no crescimento populacional de municípios com concessão de lavra e no estabelecimento de outras atividades econômicas. No entanto, embora as zonas de influência sejam visualmente correlacionáveis com o desflorestamento em partes da Amazônia Legal, é necessário levar em consideração outros fatores responsáveis, como a expansão da agropecuária, a acessibilidade promovida pela malha viária e as particularidades da área de Reserva Legal.

Recomenda-se adicionar a uma próxima análise a camada vetorial do desflorestamento acumulado na Amazônia, do PRODES, permitindo a avaliação da sua sobreposição com as zonas de influência de concessões de lavra e de lavras garimpeiras.

A especulação de riquezas minerais em TIs e a atividade minerária representam um risco aos povos indígenas e à conservação da Floresta Amazônica, cuja importância no transporte de umidade para outras regiões faz com que este seja um risco à população brasileira como um todo.

Em estudos futuros, seria interessante adicionar as Unidades de Conservação da Amazônia Legal à análise e considerar seus critérios de uso, restrição e planos de manejo.

Uma nova análise com os dados vetoriais atualizados (das TIs e dos processos minerários) permitirá compreender se as tendências observadas permanecerão as mesmas e se, com o tempo, a ANM seguirá indeferindo processos minerários incidentes em TIs.

REFERÊNCIAS

ALESSI, G. 2019. Guató, último povo a ter terra demarcada pode ser primeiro a perdê-la sob Bolsonaro. **El País**. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil/2019/01/10/politica/1547127207_473507.html. Acesso em: 05 de jan. de 2022.

ALMEIDA, F.F.M.; HASUI, Y.; NEVES, B.B.B.; FUCK, R.A. 1977. Províncias Estruturais Brasileiras. *In: SBG, Simpósio de Geologia do Nordeste*, 8, Campina Grande, Boletim 6:363-391.

ALMEIDA, M.E.; RIKER, S.R.L.; OLIVEIRA, M.A. 2014. Metalogênese da Província Rio Negro. *In: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte: CPRM. p. 285-294.

ARANDA, A. 2015. Diamantes de sangue na Amazônia. **Amazônia Real**. Disponível em: <https://amazoniareal.com.br/diamantes-de-sangue-na-amazonia/>. Acesso em: 15 de jun. de 2022.

ASSIS, R.R. *et al.*, 2014. Metalogênese do Setor Leste da Província de Alta Floresta (MT), Cráton Amazônico. *In: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte: CPRM. p. 305-342.

AUGUSTO, O. 2020. Desde 1985, somente Temer e Bolsonaro não demarcaram terras indígenas. **Metrópoles**. Disponível em: <https://www.metropoles.com/brasil/politica-brasil/desde-1985-somente-temer-e-bolsonaro-nao-demarcaram-terras-indigenas>. Acesso em: 07 de jan. de 2022.

BARBER, C.P.; COCHRANE, M.A.; SOUZA, C.M.; LAURANCE, W.F. 2014. Roads, deforestation, and the mitigating effect of protected areas in the Amazon. **Biological Conservation** 177.

BARTORELLI, A., 2012. Contexto Geológico e Evolução da Rede Hidrográfica do Brasil. *In: HASUI, Y; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M.; BARTORELLI, A. (org.). Geologia do Brasil*. São Paulo: Beca. p. 574-610.

BORGES, R.M.K.; DREHER, A.M.; ALMEIDA, M.E.; COSTI, H.T.; REIS, N.J.; ANDRADE, J.B.F. 2014. Metalogênese da Província Tapajós-Parima: Domínios Parima, Uaimiri e K'Mudku. *In: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras*. Belo Horizonte: CPRM. p. 215-228.

BRASIL. 1934. **Constituição de 1934**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao34.htm. Acesso em: 08 de fev. de 2022.

BRASIL. 1953. **Lei nº 1.806**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/11806.htm. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

BRASIL. 1966. **Lei nº 5.173**. Plano de Valorização Econômica da Amazônia. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/15173.htm. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

BRASIL. 1967. **Decreto-Lei nº 227**. Código de Mineração. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0227.htm. Acesso em: 01 de fev. de 2022.

BRASIL, 1970. **Decreto-Lei nº 1.106**. Programa de Integração Nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1965-1988/del1106.htm. Acesso em: 05 de abr. de 2022.

BRASIL. 1973. **Estatuto do Índio**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6001.htm. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

BRASIL. 1977. **Lei Complementar nº 31**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/lcp31.htm. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

BRASIL. 1978. **Lei nº 6.567**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6567.htm. Acesso em: 01 de fev. de 2022.

BRASIL. 1988. Constituição da República Federativa do Brasil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

BRASIL. 1989. **Lei nº 7.805**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7805.htm. Acesso em: 01 de fev. de 2022.

BRASIL. 1996. **Decreto nº 1.775**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d1775.htm. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

BRASIL. 2000. **Lei nº 9.985**. Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm. Acesso em: 10 de mai. de 2022.

BRASIL. 2001. **Medida Provisória nº 2.146-1**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/mpv/Antigas_2001/2146-1.htm#:~:text=2146%2D1&text=MEDIDA%20PROVIS%3%93RIA%20No%202.146,4%20DE%20MAIO%20DE%202001.&text=Cria%20as%20Ag%3%AAncias%20de%20Desenvolvimento,SUDENE%2C%20e%20d%3%A1%20outras%20provid%3%AAncias. Acesso em: 10 de abr. de 2022.

BRASIL. 2007. **Lei Complementar nº 124**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/lcp/Lcp124.htm. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

BRASIL. 2009. **Petição RR nº 3.388**. Disponível em: <https://redir.stf.jus.br/paginadorpub/paginador.jsp?docTP=AC&docID=630133>. Acesso em: 10 de fev. de 2022.

BRASIL. 2012. **Lei nº 12.651**. Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 10 de mai. de 2022.

BRASIL. 2016. **Portaria nº 155**. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/22910085/do1-2016-05-17-portaria-n-155-de-12-de-maio-de-2016-22909482. Acesso em: 01 de fev. de 2022.

BRASIL. 2017. **Lei nº 13.575**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13575.htm. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

BRASIL. 2018. **Decreto-Lei nº 9.406**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9406.htm. Acesso em: 01 de fev. de 2022.

BRASIL. 2020. **Projeto de Lei 191/2020**. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2236765>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

CARNEIRA, C.D.R.; CAMPOS, H.C.N.S. 2012. Recursos Hídricos Subterrâneos. In: HASUI, Y; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M.; BARTORELLI, A. (org.). Geologia do Brasil. São Paulo: Beca. p. 797-813.

CAVALCANTE, T.L.V., 2016. “Terra indígena”: aspectos históricos da construção e aplicação de um conceito jurídico. **História**. vol. 35. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1980-436920160000000075>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

CIMI. 2020. STF inclui na pauta ação sobre TI Ibirama Laklaño que influencia Recurso Extraordinário com repercussão às demais terras do país. **Cimi**. Disponível em: <https://cimi.org.br/2020/12/stf-inclui-na-pauta-acao-sobre-ti-ibirama-laklano-que-influencia-recurso-extraordinario-com-repercussao-as-demais-terras-indigenas-do-pais/>. Acesso em: 04 de fev. de 2022.

CIMI. 2021. STF retoma julgamento histórico sobre o “marco temporal” nesta quarta, 1º de setembro. **Cimi**. Disponível em: <https://cimi.org.br/2021/08/stf-julgamento-marco-temporal-01-09/>. Acesso em: 10 de mar. de 2022.

COM estímulo de Bolsonaro, pedidos para minerar em terras indígenas batem recorde em 2020. **Amazônia**, 13 de novembro de 2020. Disponível em: <https://amazonia.org.br/2020/11/com-estimulo-de-bolsonaro-pedidos-para-minerar-em-terras-indigenas-batem-recorde-em-2020/>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

CNV, 2014. **Relatório da Comissão Nacional da Verdade**. vol. 2, texto 5: Violações de direitos humanos dos povos indígenas. Disponível em: <http://cnv.memoriasreveladas.gov.br/>. Acesso em: 05 de abr. de 2022.

CRISOSTOMO, A.C. *et al.* 2015. Terras indígenas na Amazônia brasileira: reservas de carbono e barreiras ao desmatamento. **IPAM**. Disponível em: <https://ipam.org.br/bibliotecas/terras-indigenas-na-amazonia-brasileira-reservas-de-carbono-e-barreiras-ao-desmatamento/>. Acesso em: 10 de mar. de 2022.

CURI, M. V., 2007. Aspectos legais da mineração em terras indígenas. **Revista de Estudos e Pesquisas**, FUNAI, Brasília, v.4., n.2. p-221-252.

DARDENNE, M.A.; SCHOBENHAUS, C. 2001. **Metalogênese do Brasil**. Brasília. CPRM/Editora Universidade de Brasília, 392 p.

DARDENNE, M.A.; SCHOBENHAUS, C., 2003. Depósitos Minerais no Tempo Geológico e Épocas Metalogenéticas. *In*: BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇAVES, J.H. (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM. p. 365-448.

DINIZ, D.; ESPINOZA, F.; ISA, F.G. 2021. **Direito à terra dos povos indígenas no Brasil: entre insuficiências e potencialidades**. São Leopoldo (RS), Editora Casa Leiria.

DOMINGUES, M.S.; BERMAN, C. 2012. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambient. soc.** 15 (2). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/tykKcbYv dnsX5CHcH97qNcd/?lang=pt#>. Acesso em: 10 de mai. de 2022.

DÓREA, J.G.; BARBOSA, A.C. 2007. Anthropogenic Impact of Mercury Accumulation in Fish from the Rio Madeira and Rio Negro Rivers (Amazonia). **Biological Trace Element Research**. Vol. 115. p. 243-254.

ESTEVES, B.; ALMEIDA, R. 2021. **Reserva Legal, uma ilusão amazônica**. Revista Piauí, 05 de fev. de 2021. Disponível em: <https://piaui.folha.uol.com.br/reserva-legal-uma-ilusao-amazonica/>. Acesso em: 10 de mai. de 2022.

FARIAS, G.C.L. 2020. Mineração e Garimpagem em Territórios Indígenas: suas balizas no estado pluriétnico e multissocietário brasileiro. **Revista de Direitos Humanos e Efetividade**. v. 6. n.1. p. 1-22.

FELLET, J. 2021. Xokleng: povo indígena quase dizimado protagoniza caso histórico no STF. **BBC Brasil**. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-57656687>. Acesso em: 10 de mar. de 2022.

GALF, R. 2021. Tese do marco temporal é interpretação forçada e afronta Constituição, diz advogado indígena. **Folha de São Paulo**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/poder/2021/08/tese-do-marco-temporal-e-interpretacao-forcada-e-afronta-constituicao-diz-advogado-indigena.shtml>. Acesso em: 05 de mar. de 2022.

HASUI, Y. 2012. Sistema Orogênico Tocantins. *In*: HASUI, Y; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M.; BARTORELLI, A. (org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca. p. 289-325.

HECK, E.; LOEBENS, F.; CARVALHO, P.D., 2005. Amazônia indígena: conquistas e desafios. **Dossiê Amazônia Brasileira I**. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-40142005000100015>. Acesso em: 24 de jan. de 2022.

IBGE. 2010. **Censo Demográfico: Características Gerais dos Indígenas**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=795&view=detalhes>. Acesso em: 24 de jan. de 2022.

IBGE. 2019. **Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil: Províncias estruturais, compartimentos de relevo, tipos de solos, regiões fitoecológicas e outras áreas**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101648>. Acesso em: 11 de abr. de 2022.

IBGE. 2019. **Limites dos biomas brasileiros em 1:250.000**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/informacoes-ambientais/15842-biomas.html>. Acesso em: 10 de mai. de 2022.

IBGE. 2020. **Parâmetros da Projeção Cônica Equivalente de Albers**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/15761-areas-dos-municipios.html?=&t=sobre>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

IBGE. 2020. **Área da Amazônia Legal**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/mapas-regionais/15819-amazonia-legal.html?edicao=30963&t=o-que-e>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

IBGE. 2020. **Macrocaracterização dos Recursos Naturais do Brasil: Subprovíncias Estruturais**. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101702>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

IBGE. 2021. **Base Cartográfica Contínua em 1:250.000**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>. Acesso em: 10 de mai. de 2022.

ISA. 2005. **Mineração em Terras Indígenas na Amazônia brasileira**. São Paulo: Instituto Socioambiental.

ISPEN, 2018. **O que há por trás do “Parecer Antidemarcação”?** Disponível em: <https://ispen.org.br/o-que-ha-por-tras-do-parecer-antidemarcacao/>. Acesso em: 20 de abr. de 2022.

JULIANI, C. *et al.* 2014. Metalogênese da Província Tapajós. *In*: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte: CPRM. p. 229-268.

KLEIN, E.L. 2014. Metalogênese do Cráton São Luís e do Cinturão Gurupi. *In*: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte: CPRM. p. 195-214.

KLEIN, E.L.; ROSA-COSTA, L.; VASQUES, M.L. 2014. Metalogênese da Borda Oriental do Cráton Amazônico. *In*: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte: CPRM. p. 171-194.

KOPENAWA, D.; ALBERT, B. 2015. **A queda do céu: palavras de um xamã yanomami**. São Paulo: Companhia das letras.

KRENAK, A. 2019. **Ideias para adiar o fim do mundo**. 1ª edição. São Paulo, Companhia das Letras.

LOBO, F.L.; COSTA, M.; NOVO, E.M.L.M.; TELMER, K. 2017. Effects of Small-Scale Gold Mining Tailing on the Underwater Light Field in the Tapajós River Basin, Brazilian Amazon. **Remote Sensing**.

MAPBIOMAS, 2021a. **A expansão da mineração e do garimpo no Brasil nos últimos 36 anos**: destaques do mapeamento anual de mineração e garimpo no Brasil entre 1985 e 2020. Disponível em: <https://mapbiomas.org/area-ocupada-pela-mineracao-no-brasil-cresce-mais-de-6-vezes-entre-1985-e-2020>. Acesso em: 05 de abr. de 2022.

MAPBIOMAS, 2021b. **Destaques da Coleção 6 do Uso e Cobertura da Terra no Brasil**. Disponível em: <https://mapbiomas.org/destaques-1>. Acesso em: 15 de mai. de 2022.

MAPBIOMAS, 2022. **Fatos sobre o papel das terras indígenas na proteção das florestas**. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/downloads/Colecction%206/Fatos_sobre_o_Papel_das_Terras_Ind%20C3%ADgenas_18.04.pdf. Acesso em: 23 de abr. de 2022.

MECHI, A.; SANCHES, D.J. 2010. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados** 24 (68).

MMA. 2022. **Unidades de Conservação**. Disponível em: <http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em: 10 de mai. de 2022.

MONTEIRO, L.V.S.; XAVIER, R.P.; FILHO, C.R.S.; MORETO, C.P.N. 2014. Metalogênese da Província Carajás. *In*: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte: CPRM. p. 43-92.

NOBRE, C.A.; SAMPAIO, G.; BORMA, L.S.; CASTILLA-RUBIO, J.C.; SILVA, J.S.; CARDOSO, M. 2016. Land-use and climate change risks in the Amazon and the need of a novel sustainable development paradigm. **PNAS**, vol. 113, no. 39. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1605516113>. Acesso em: 24 de jan. de 2022.

OIT. 1989. **Convenção nº 169 Sobre Povos Indígenas e Tribais**. Disponível em: https://www.ilo.org/brasil/convencoes/WCMS_236247/lang--pt/index.htm. Acesso em: 16 de fev. de 2022.

PAIXÃO, M.A.P.; GORAYEB, P.S.S. 2014. Metalogênese da Faixa Araguaia. *In*: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte: CPRM. p. 467-488.

PASCUCHI, P.M. 2007. **Fundamentos jurídicos da Zona de Amortecimento em Terra Indígena**. Manaus: UEA.

PEREIRA, J.M. 1997. O processo de ocupação e de desenvolvimento da Amazônia: a implementação de políticas públicas e seus efeitos sobre o meio ambiente. **Revista de Informações Legislativas**. Brasília, v. 34, n. 134, p.75-85.

PRATES, R.C.; BACHA, C.J.C. 2011. Os processos de desenvolvimento e desmatamento da Amazônia. **Econ. soc.** 20 (3). Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ecos/a/59DMY3zmJdPHXzXRshTKmNF/?lang=pt>. Acesso em: 15 de abr. de 2022.

RIVERO, S.; ALMEIDA, O.; ÁVILA, S.; OLIVEIRA, W. 2009. Pecuária e desmatamento: uma análise das principais causas diretas do desmatamento na Amazônia. **Nova econ.** 19 (1).

RUIZ, A.S.; QUADROS, M.L.E.S.; FERNANDES, C.J.; PALMEIRA, L.C.M.; PINHO, F.E.C. 2014. Metalogênese da Província Sunsás. *In*: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.;

JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte: CPRM. p. 295-304.

SANTILLI, M. 2004. A cilada corporativa. *In*: RICARDO, F. (org.). **O desafio das sobreposições: Terras Indígenas & Unidades de Conservação da natureza**. São Paulo: Instituto Socioambiental. p. 11-16.

SANTOS, J.O.S. 2003. Geotectônica dos Escudos das Guianas e Brasil-Central. *In*: BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇAVES, J.H. (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM. p. 169-226.

SANTOS, J.O.S.; HARTMANN, L.A.; FARIA, M.S.; RIKER, S.R.; SOUZA, M.M.; ALMEIDA, M.E.; MCNAUGHTON, N.J. 2006. A Compartimentação do Cráton Amazonas em Províncias: avanços ocorridos no período 2000-2006. **Simpósio de geologia da Amazônia** 9. p. 156-159.

SCHOBENHAUS, C.; NEVES, B.B.B.; 2003. A Geologia do Brasil no Contexto da Plataforma Sul-Americana. *In*: BIZZI, L.A.; SCHOBENHAUS, C.; VIDOTTI, R.M.; GONÇAVES, J.H. (eds.). **Geologia, Tectônica e Recursos Minerais do Brasil: texto, mapas e SIG**. Brasília: CPRM. p. 5-54.

SIQUEIRA-GAY, J.; SOARES-FILHOS, B.; SANCHEZ, L.E.; OVIEDO, A.; SONTER, L.J. 2020. Proposed Legislation to Mine Brazil's Indigenous Lands Will Threaten Amazon Forests and Their Valuable Ecosystem Services. **One Earth** vol. 3. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.08.008>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.

SONTER, L.J.; HERRERA, D.; BARRETT, D.J.; GALFORD, G.L.; MORAN, C.J.; SOARES-FILHO, B.S. 2017. Mining drives extensive deforestation in the Brazilian Amazon. **Nature Communications** 8. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-017-00557-w>. Acesso em: 24 de jan. de 2022.

SOUZA, R.N.; VEIGA, M.M. 2009. Using Performance Indicators to Evaluate an Environmental Education Program in Artisanal Gold Mining Communities in the Brazilian Amazon. **Ambio**. Vol. 38, no 1.

STARCK, G.; BRAGATO, F.F. 2020. O impacto da tese do marco temporal nos processos judiciais que discutem direitos possessórios indígenas. **Revista Direitos Sociais e Políticas Públicas**. Vol. 8, n. 1. p. 245-282.

TEIXEIRA, J.B.G. 2012. Recursos Minerais. *In*: HASUI, Y.; CARNEIRO, C.D.R.; ALMEIDA, F.F.M.; BARTORELLI, A. (org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca. p. 814-832.

VASQUEZ, M.L. 2014. Metalogênese da Província Amazônia Central. *In*: SILVA, M.G.; NETO, M.B.R.; JOST, H.; KUYUMJIAN, R.M. (org.). **Metalogênese das Províncias Tectônicas Brasileiras**. Belo Horizonte: CPRM. p. 269-284.

WWF. 2018. **Mineração na Amazônia Legal e áreas protegidas: situação dos direitos minerários e sobreposições**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?67842%2FMineracao-em-areas-protetidas-titulos-sao-risco-potencial-diz-estudo-do-WWF-Brasil>. Acesso em: 03 de fev. de 2021.