

## **ANOMALIAS CONGÊNITAS OBSERVADAS EM ÍNDIOS XIKRINS NA ÁREA PRÓXIMA À MINERAÇÃO ONÇA-PUMA NO ESTADO DO PARÁ: AVALIAÇÃO DE TERATOGENICIDADE DE METAIS PESADOS**

**Reginaldo Sabóia de Paiva**

Prof. Dr.

Coordenador do Grupo de Tratamento de Minérios, Energia e Meio Ambiente GTEMA/CNPQ  
Coordenador do Projeto de Monitoramento do Rio Cateté/PROEX/UFPA  
UFPA/CAMPANANIN/BCT

**Daniele Cristina Sousa da Silva**

Graduanda do Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia, da Universidade Federal do Pará (UFPA), Campus Universitário

### **RESUMO**

Em decorrência dos resultados obtidos das campanhas de amostragem e análises químicas dos pontos de monitoramento dos rios que cruzam as terras indígenas Xikrin na região de Carajás, sudeste do estado do Pará, foram constatadas através de análises químicas e mineralógicas das águas do Rio Cateté, as quais passam pelo ponto de instalação do empreendimento Mineração Onça Puma – MOP, que as mesmas encontram-se contaminadas e, após observações comparativas entre os relatórios patológicos e bibliografias de pesquisas e trabalhos científicos sobre sintomas e doenças provocadas por contato humano, vegetal e animal com metais pesados, o Grupo de Tratamento de Minério, Energia e Meio Ambiente - GTEMA/CNPq/UFPA despertou para uma acentuada preocupação com a saúde do Rio Cateté e do povo indígena Xikrin. Constatando-se essa necessidade, foi criado o Projeto de Monitoramento e Recuperação do Rio Cateté, o qual foi protocolado na Pró-Reitoria de Extensão da Universidade Federal do Pará. Neste projeto são realizadas visitas semestrais ao rio com a intenção de verificar o grau de sua degradação ambiental nas adjacências das aldeias e o empreendimento mineral.

**Palavras-chave:** Resultados, Empreendimento, Sintomas, Doenças.

### **1 INTRODUÇÃO**

A atividade de mineração é muitas vezes causadora de grave impacto ambiental. Uma consequência desta atividade é a remoção do capeamento e embasamento geológico de determinada região, de modo a forçar as comunidades adjacentes a conviverem com o ruído das máquinas e com as partículas de poeira levantadas pelo movimento dos veículos. Com a instalação das usinas, o descarte irregular dos rejeitos ocasiona a contaminação dos solos e rios e trazem danos à saúde das populações em seu entorno. Uma das causas principais para isso é o despejo de resíduos de beneficiamento de minérios, denominados rejeitos, pois dependendo do teor de metais presentes e do efeito tóxico desse



metal, trará prejuízos à saúde como o colapso do sistema nervoso, carcinomas, anomalias congênitas, mortandade de fetos, chegando até a mortalidade de indivíduos adultos. É também de conhecimento dos órgãos ligados à saúde indígena a presença dessas patologias em comunidades próximas a usinas e minas na Amazônia.

A área de estudo está localizada em Parauapebas, região de Carajás, entre os Rios Itacaiúnas e Cateté, sendo este último o que abastece as aldeias Cateté e Djudjekô, essa última principal atingida pelo lançamento de efluentes de mineração. As Terras Indígenas (TI) Xikrins são formadas pelas aldeias Djudjekô, Cateté e O-ôdjã. A região foi outrora rica em madeira de lei como mogno e castanheiras, possuindo também grande concentração de babaçu e buriti. É caracterizada como floresta submontanhosa de encosta e sua vegetação é composta de espécies típicas de florestas úmidas como palmeiras, gueiroba, babaçu, urucuri, inajá, dentre outras. Os índios Xikrins têm como características construir suas casas próximas aos rios, com cuidados com a higiene pessoal e principais fontes de alimentos como pescado, caça etc. O Grupo de Pesquisa em Tratamento de Minérios, Energia e Meio Ambiente (GTEMA) da Universidade Federal do Pará (UFPA) foi motivado a fazer um plano de monitoramento e recuperação devido ao avanço de degradação ambiental do Rio Cateté.

O presente projeto teve seu início no mês de novembro de 2017, mas em razão das burocracias de contratos, da compra de equipamentos e utensílios necessários para a realização das atividades e ainda das dificuldades de logística, por conta das distâncias e estradas de difícil acesso, as campanhas de amostragens sofreram atrasos inesperados e não projetados que culminaram em uma solicitação de mais oito meses de trabalhos demandados às associações indígenas. Mas mesmo com todas as várias dificuldades, o projeto vem cumprindo com o monitoramento, fazendo estudo de localização de drenos e efluentes vindo da área de mineração do empreendimento minerário Onça Puma. Deste modo, foram visitados *in loco* os pontos do Rio Cateté, vistoriados também por satélite, como pontos de despejo de dreno, com a finalidade de coletar amostras. Os relatórios nos mostram os resultados parciais dos trabalhos, executados na bacia do Rio Cateté e seus efluentes: Rio Seco e Rio Bekwara, Rio Itacaiúnas onde estão inseridas parte da Aldeia Ôodjan; e do Rio Cateté, com as Aldeias Indígenas Djeduko e Cateté.

Levando em consideração os 25 pontos visitados e monitorados e os resultados das análises químicas da água, não há dúvidas que o problema com contaminantes metais pesados acima dos limites demandados pela legislação brasileira no CONAMA 357 continua sendo a ocorrência mais perturbadora entre os indígenas. A Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA, publicada no Diário Oficial da União nº 053, de 18/03/2005, págs. 58-63, alterada pela Resolução nº 410/2009 e pela nº 430/2011, dispõe sobre a classificação dos corpos de água de 2ª classe e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as



condições e padrões de lançamento de efluentes e de outras providências que deverão ser tomadas para melhores esclarecimentos.

De acordo com Paraense (2018), o domínio geomorfológico da região abrangida pelo estudo está inserida no Planalto Residual do Sul da Amazônia, sendo este uma unidade de relevo que apresenta alinhamentos serranos imponentes, de aspecto montanhoso, agrupamento de morros e serras baixas e um conjunto de platôs isolados dispostos em distintos arranjos litoestruturais imersos em meio às vastas superfícies aplainadas do Sul da Amazônia. Nos topos dos platôs pode ter a ocorrência de lateritas.

O mesmo autor explica que as vertentes desse domínio são declivosas e remanescentes de antigas superfícies de erosão, geralmente as terras existentes no Planalto Residual do Sul da Amazônia estão dentro da floresta preservada, muitas geralmente inseridas em áreas de terras indígenas.

Paraense (2018) afirma que as superfícies aplainadas do Sul da Amazônia constituem extenso domínio geomorfológico que abrange vastas áreas do centro-sul do estado paraense (Trairão, Novo Progresso, Novo Repartimento, Pacajás, Anapu, Xinguara, Ourilândia do Norte, Tucumã, São Félix do Xingu, Rio Maria, Pau d'Arco e Redenção). As formas de relevo da região são predominantemente moldadas em rochas granitoides: granitos e gnaisses do Complexo Xingu, e subordinadamente em metavulcânicas e metassedimentares pré-cambrianas. Portanto, esse domínio geomorfológico apresenta um notório predomínio de superfícies aplainadas.

Ruggiro (2013) aponta que Onça-Puma é um depósito niquelífero de alteração hidrotermal, gerado por processos supergênicos, onde a laterização atuou intensamente sobre as rochas básicas e ultrabásicas, resultando na formação de um espesso horizonte saprolítico ferruginoso.

Já Oliveira (1990) explica que se configuram como complexos máfico-ultramáficos (dunitos e peridotito serpentinizados, piroxenitos e gabros), de forma alongada e de direção aproximadamente leste-oeste, que se sobressaem na paisagem como serras de topo tabular, com desníveis de até 200 metros.

O autor relata que a Serra do Puma, com extensão de 23km x 3km, é composta de peridotitos serpentinizados, na sua porção ultramáfica. Sobre essas rochas desenvolveu-se um capeamento laterítico com saprolito silicatado na base (serpentina, clorita e esmectita) e material ferruginoso no topo (goethita, hematita e quartzo). O perfil de alteração é melhor desenvolvido nas zonas de menor declive e, no topo tabular da serra, está sempre recoberto por um espesso nível de silcrete. Oliveira (1990) diz ainda que nos níveis inferiores do perfil de alteração, o saprolito é recortado por veios de quartzo e garnierita. De acordo com o especialista, os teores médios de Ni, Fe e Cobalto (Co) do minério são, respectivamente, 2,0%, 26,4% e 0,084%, indicando que se trata de um minério com forte componente oxidado.



Oliveira (1990) detalha que na Serra da Onça (22km x 3km), as rochas ultramáficas são representadas por dunitos serpentinizados e piroxenitos. O perfil de alteração é semelhante ao de Puma, sendo que também em Onça aparece o nível de silcrete capeando os topos da serra e veios preenchidos por quartzo e garnierita na base do perfil. Os teores médios de Ni, Fe e Co são, respectivamente, 2,14%, 15,9% e 0,067%, caracterizando, portanto, um minério menos oxidado que o de Puma. O depósito de Onça- Puma possui altos teores de níquel (teor médio acima de 2% Ni para um *cut-off* de 1,5% em Ni), e tonelagens acima de 40 milhões.

A Serra Arqueada está situada entre as Serra da Onça na parte sul e Puma a norte, com aproximadamente 51 km de extensão, alinhada leste-oeste. De acordo com Paraense (2018), este relevo de serra pode apresentar um topo aguçado e alongado, vertentes íngremes e com forte controle estrutural.

É formada geologicamente por rochas vulcânicas ácidas foliadas e milonitizadas, xistos e formações ferríferas, provavelmente parte de uma sequência vulcânica sedimentar que forma o conjunto de rochas supracrustais atribuído ao Grupo Sapucaia. Valetim e Olivito (2011) dizem que as formações ferríferas afloram no topo, junto com couraças ferruginosas (cangas).

São os principais tipos de solo na área de estudo: o Neossolo Litófico, pouca profundidade, situa-se em relevos mais declivosos e composto de bases e alumínio; o Nitossolo Vermelho Eutrófico profundo, bem drenado, com pequena diferenciação entre os horizontes, desenvolvidos a partir da intemperização de rochas básicas e ultrabásicas, com diferenciação de horizontes pouco notável; o Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico profundo, com um acentuado aumento do conteúdo de argila do horizonte superficial “A” para o subsuperficial “B”, evidenciando o horizonte diagnóstico B textural, podendo ou não apresentar cerosidade. Segundo a Embrapa (2018), a cor vermelha é devida a teores mais altos e à natureza dos óxidos de ferro presente no material originário, em ambientes bem drenados. Apresenta fertilidade natural muito variável devido à diversidade de materiais de origem.

Localizada à SW da T.I Xikrin do Cateté, região sudeste do Pará, município de Ourilândia do Norte, existe desde 2011 um grande empreendimento de extração de níquel, licenciado pela Secretaria de Estado de Meio Ambiente do Pará (SEMAS-PA). A região desperta o interesse de companhias deste segmento por ser rica em garnierita, um silicato de magnésio e níquel de composição variável.

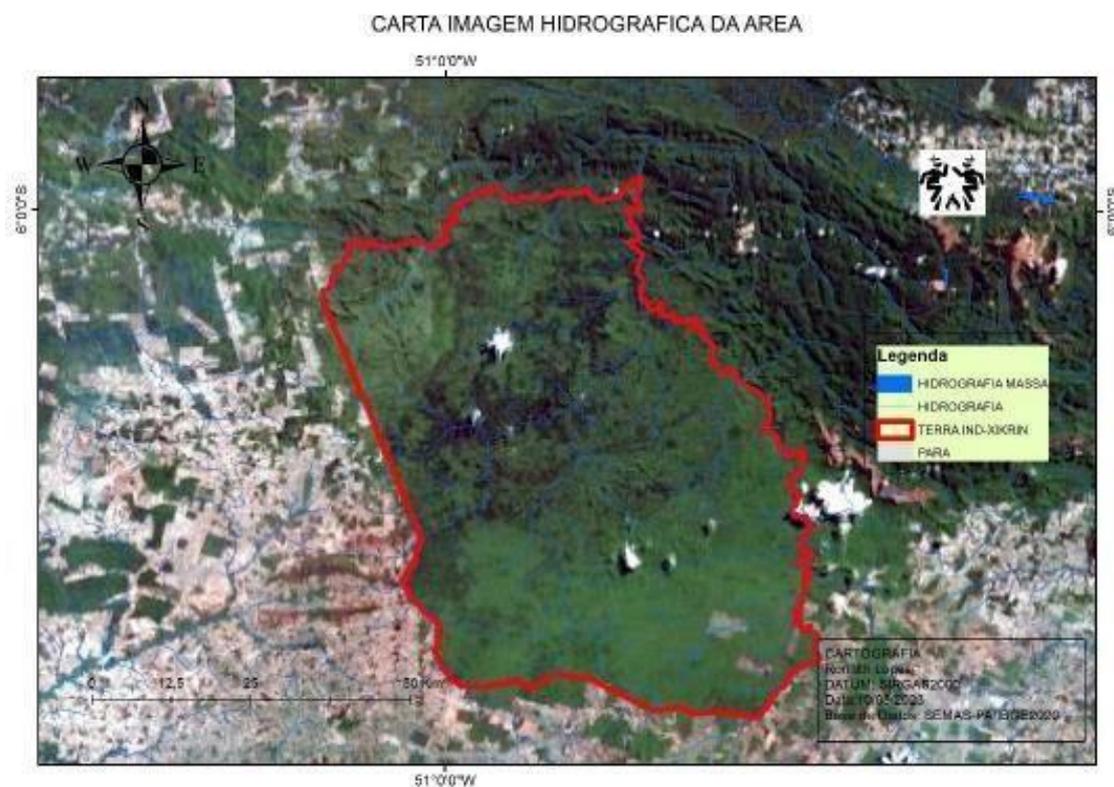
## **2 INDÍGENAS AFETADOS PELA ATIVIDADE MINERADORA**

As aldeias indígenas possuem uma relação muito forte com os rios, utilizando para atividades rituais, consumo, banho, pesca e transporte, sendo fundamentais para sua manutenção, porém é o principal meio contaminado, devido às intensas atividades econômicas exploratórias próximas da área onde vivem. Pode-se destacar dois importantes rios, o Rio Cateté, onde estão localizadas as principais aldeias e plantações, e o Rio Itacaiúnas.



Segundo o Estudo de Impacto Ambiental, realizado no âmbito do licenciamento do projeto Pantera, a área do empreendimento minerador encontra-se localizado nos interflúvios Xingu-Araguaia-Tocantins, nas bacias dos Rios Itacaiúnas, Parauapebas e Xingu, situando-se no limite de duas bacias hidrográficas dos Rio Branco e Cateté. As drenagens que cortam a área requerida para lavra são de pequenas dimensões, secando no período de estiagem. Na maioria dos casos, trata-se de nascentes e cabeceiras de grotas de primeira a terceira ordem na constituição das bacias hidrográficas do Rio Branco, afluente do Rio Fresco, afluente da margem direita do Rio Xingu e bacia do Rio Cateté, afluente do Rio Itacaiúnas. A Figura 1 abaixo exibe o mapa da hidrografia da área.

**Figura 1** - Registro da bacia hidrográfica do Rio Cateté



Atividades típicas de empreendimentos de mineração são bastante impactantes, e no caso do empreendimento Pantera, não fogem a esta regra as suas atividades de supressão de vegetais, revolvimento de solos, terraplenagem, escavação nas áreas da cava e das pilhas de estéril, transporte de minério da mina e rejeitos. Em meio a estas atividades, o solo fica exposto, especialmente no período chuvoso. Todas favorecem o carreamento de sedimentos e podem provocar o assoreamento dos cursos d'água locais, especialmente no período chuvoso na região.

Historicamente as aldeias indígenas são fixadas próximas aos rios e igarapés devido às condições de pesca e de abastecimento de água. Neste sentido, destaca-se o importante Rio Catete, que corta ao meio a TI Xikrin e onde estão localizadas as principais aldeias e plantações. O papel



desempenhado por esse rio é essencial para a manutenção desses povos tradicionais, porém, é o principal meio contaminado, além do acelerado processo de assoreamento dos cursos d'água, em razão das intensas atividades econômicas próximas da área.

É possível constatar a atual diferença entre a TI Xikrin preservada em contraste com a área em seu entorno com intensa atividade de supressão da vegetação e em destaque a capilaridade da hidrografia local. Nota-se que a área ao entorno da TI está bastante desmatada por conta do desenvolvimento do agronegócio e das atividades minerárias.

No caso da análise de potencial desse impacto ambiental, observa-se que na atual situação do Rio Cateté, que atualmente sofre visivelmente com o assoreamento de sua calha de impacto potencial, é extremamente negativa e sem medidas de mitigação atenciosas. É classificado o impacto como muito alto e de grande relevância.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os impactos mais importantes evidenciados nos relatórios de acompanhamento estão as alterações na qualidade das águas, mudanças na composição química e nas propriedades originais e naturais da água na região e do Rio Cateté. Com destaque para o pH, a condutividade, a turbidez, oxigênio dissolvido e a temperatura.

As características ambientais de um rio podem ser alteradas a partir da contaminação por efluentes e resíduos gerados nas atividades e operações minerárias, sejam eles, principalmente, os efluentes pluviais, efluentes sanitários ou industriais, e resíduos de materiais industrializados deixados em locais desprotegidos que possam ser carregados ao curso d'água pelas águas das chuvas.

As águas subterrâneas podem ser contaminadas a partir de uma possível contaminação por meio do solo, principalmente por percolação de compostos químicos derramados, resíduos ou componentes reativos às intempéries depositados ou deixados diretamente no solo sem o necessário controle. Logo em sequência, podem contaminar as águas superficiais de rios pelas nascentes.

No caso do Rio Cateté, ele já se encontra com o corpo hídrico contaminado a ponto de estar prejudicando a vida do povo Xikrin, que antes da chegada das mineradoras, viviam em pleno gozo de uso das águas do rio, que era limpo e tinha uma ictiofauna abundante, capaz de sustentar as comunidades inteiras de proteína do pescado.

**Tabela 1** - Pontos em que foram realizadas as coletas de amostras

PONTO	COORDENADAS	DESCRIÇÃO DO PONTO
PT01	06° 15' 24.92" S 50° 47' 49.07" O	“Porto da Aldeia Índigena Cateté”: Rio Cateté, onde os indígenas desenvolvem momentos de trabalhos, pescas, preparação de tubérculos (batatas e mandiocas), lavagem de roupas, banhos e lazer.
PT02	06° 28' 08.80" S 51° 02' 04.19" O	“Canal 02” de transporte de efluente, a jusante da área da MOP, que também recepciona o dreno vindo da ponte queimada.



PT03	06° 33' 08.27" S 51° 02' 56.65" O	Situado na área da MOP, entre as minas Onça e Puma.
PT04	06° 39' 46.14" S 50° 59' 37.89" O	Localizado a montante do Empreendimento MOP
PT05	06° 41' 55.99" S 50° 56' 28.59" O	Na área de influência das instalações da adutora de captação de água para Projeto Pantera
PT06	06° 45' 43.92" S 43° 92' 49.28" O	“Ponte Ourilândia”: Nascente do Rio Cateté. Local tomado como referência, como sem atividade antrópica.
PT07	06° 15' 24.84" S 50° 52' 16.90" O	“Porto da Aldeia Indígena Djudjekô” do Rio Cateté. Onde os indígenas desenvolvem trabalhos. É a Comunidade Indígena mais próxima do empreendimento minerário.

A Tabela 2 abaixo apresenta os resultados das análises físico-químicas de duas campanhas de amostragem executadas em pontos estratégicos escolhidos ao longo do trecho do Rio Cateté em agosto de 2023, período de rio seco, e janeiro de 2024, período de rio cheio. Os parâmetros em cor vermelha assinalam que o resultado está fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05.

A Tabela 3 mostra os resultados das análises físico-químicas de uma campanha de amostragem de sedimentos da calha hídrica, executadas em pontos estratégicos escolhidos ao longo do trecho do Rio Cateté em agosto de 2023, período de rio seco. Os parâmetros em cor vermelha assinalam que o resultado está fora dos padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA 454/12.

A Tabela 4 evidencia os resultados das análises bioquímicas de uma campanha de amostragem da ictiofauna local, executadas nos portos das aldeias indígenas Cateté e Djudjekô, ao longo do trecho do Rio Cateté em agosto de 2023, período de rio seco. Os parâmetros em cor vermelha assinalam que o resultado está fora dos padrões estabelecidos pela RDC ANVISA 487/2021, IN 88/2021.



**Tabela 2 - Resultados das análise físico-química dos Principais Parâmetros da água de superfície do Rio Cateté no período seco e cheio.**

	Unid	Referência	PT01 - Aldeia Xikrin Cateté (seco)	PT01 - Aldeia Xikrin Cateté (Cheio)	PT02 - Localizado a jusante do Empreendimento Puma	PT02 - À jusante do Empreendimento o Puma (Cheio)	PT03 - Entre a Mina Onça e a Mina Puma	PT04 - À montante do Empreendimento MOP	PT05 - Localizado na Adutora	PT05 - Localizado na Adutora (Cheio)	PT06 - Ponte de Ourilândia (A montante da adutora)	PT07 - Aldeia Djudjekô	PT07 - Aldeia Djudjekô (Cheio)
Coordenadas Geográficas	Graus DMS		6° 15' 24.92" S 50° 47' 49.07" O Elev. 212m	6° 15' 24.92" S 50° 47' 49.07" O Elev. 212m	6° 28' 08.80" S 51° 02' 04.19" O Elev. 253m	6° 28' 08.80" S 51° 02' 04.19" O Elev. 253m	6° 33' 08.27" S 51° 02' 56.65" O Elev. 262m	6° 39' 46.14" S 50° 59' 37.89" O Elev. 266m	6° 41' 55.99" S 50° 56' 28.59" O Elev. 282m	6° 41' 55.99" S 50° 56' 28.59" O Elev. 282m	6° 45' 43.92" S 50° 52' 16.90" O Elev. 291m	6° 15' 24.84" S 50° 47' 49.28" O Elev. 222m	6° 15' 24.84" S 50° 47' 49.28" O Elev. 222m
Data da Coleta			23/08/2023	24/01/2024	23/08/2023	23/01/2024	21/08/2023	21/08/2023	21/08/2023	23/01/2024	21/08/2023	22/08/2023	23/01/2024
Data de envio			01/09/2023	20/02/2024	06/09/2023	25/02/2024	01/09/2023	31/08/2023	01/09/2023	05/02/2024	31/08/2023	31/08/2023	05/02/2024
Laudos Nº			OSS951/2023AM27275		OSS952/2023AM27276		OSS951/2023AM27271	OSS950/2023AM27269	OSS951/2023AM27270		OSS950/2023AM27268	OSS950/2023AM27266	
Alumínio Dissolvido	mg/L	0,1	<0,01	0,293	<0,01	0,402	2,085	<0,01	<0,01	0,155	<0,01	<0,01	0,169
Cádmio Total	mg/L	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Chumbo	mg/L	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Cloreto	mg/L	250	1,641	2,763	2,062	1,561	1,415	1,845	1,600		1,857	2,105	1,798
Cobre Dissolvido	mg/L	0,009	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,020	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005
Cromo	mg/L	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
DBO5 20°C	mg/L	5,0	<2	3,0	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Ferro Dissolvido	mg/L	0,3	0,283	1,681	<0,01	1,226	0,484	0,474	0,814	1,333	0,540	0,335	0,793
Fluoreto	mg/L	1,4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
Manganês	mg/L	0,1	0,024	<0,01	0,017	<0,01	0,017	0,015	0,048	0,026	<0,01	0,017	0,058
Mercurio	mg/L	0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002	<0,0002
Níquel	mg/L	0,025	<0,01	<0,01	0,056	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
pH		6-9	8,19	7,38	8,34	6,98	8,51	8,39	8,46	7,05	10,14	8,58	7,39
Resíduos Sólidos Objetáveis	VA	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	500	40	37	28	38	29	30	28	31	26	38	52
Turbidez	NTU	100	2,31	1,11	5,23	54,60	6,00	10,40	5,13	32,20	3,72	2,86	10,00
Zinco	mg/L	0,18	<0,009	0,412	0,021	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	<0,009	0,014	0,066	<0,009
Coliformes Termotolerantes	ml	1000/100	<1,1/100	<1,1/100	200/100	<1,1/100	<1,1/100	45/100	20/100	<1,1/100	78/100	<18/100	<1,1/100
Cianobactérias	Cél/ml	NFR	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1

Fonte: autoria própria

**Tabela 3 - Resultados das análise físico-química dos Principais Parâmetros dos sedimentos do Rio Cateté no período de estiagem, agosto de 2023.**

	Unid	Referência	PT01 - Aldeia Xikrin Cateté	PT02 - Localizado a jusante do Empreendimento Puma	PT03 - Entre a Mina da Onça e a Mina da Puma	PT04 - À montante do Empreendimento MOP	PT05 - Localizado na Adutora	PT07 - Aldeia Djudjekô
Coordenadas Geográficas	Graus DMS		06° 15' 24.92" S 50° 47' 49.07" O Elev. 212m	06° 28' 08.80" S 51° 02' 04.19" O Elev. 253m	06° 33' 08.27" S 51° 02' 56.65" O Elev. 262m	06° 39' 46.14" S 50° 59' 37.89" O Elev. 266m	06° 41' 55.99" S 50° 56' 28.59" O Elev. 282m	06° 15' 24.84" S 50° 47' 49.28" O Elev. 222m
Data da Coleta			23/08/2023	23/08/2023	21/08/2023	21/08/2023	21/08/2023	22/08/2023
Data de envio			30/08/2023	30/08/2023	30/08/2023	30/08/2023	30/08/2023	30/08/2023
Laudos Nº			OSS952/2023AM27279	OSS952/2023AM27280	OSS951/2023AM27274	OSS951/2023AM27272	OSS951/2023AM27273	OSS950/2023AM27267
Cromo	mg/kg	37,3	9,56	14,64	25,81	2,58	32,78	31,22
Níquel	mg/kg	18	6,37	6,52	22,29	3,24	9,21	24,62
Zinco	mg/kg	123	15,06	23,04	19,92	17,72	29,57	37,11
Cádmio	mg/kg	0,6	< 0,62	< 0,69	< 0,64	< 0,60	< 0,75	< 0,82
Chumbo	mg/kg	35	4,94	10,06	1,67	3,66	11,30	5,05
Cobre	mg/kg	35,7	6,31	5,62	6,28	30,10	7,93	21,28
Ferro	mg/kg	-	2685,35	1811,22	5593,73	905,89	11742,47	20530,11
Alumínio	mg/kg	-	1589,87	1409,19	2911,84	904,45	11782,29	25700,24
Manganês	mg/kg	-	35,74	47,67	175,12	91,32	440,71	176,02

Fonte: autoria própria



**Tabela 4** - Resultados das análise físico-química dos Principais Parâmetros do Pescado do Rio Cateté no período de estiagem, agosto de 2023.

	Unid	Referência	PT01 - Aldeia Xikrin Cateté
Data da Coleta			23/08/2023
Data de envio			01/09/2023
Laudó Nº			055952/2023AM27277
Alumínio	mg/kg	-	28,712
Bário	mg/kg	-	6,130
Cálcio	mg/kg	-	5871,962
Magnésio	mg/kg	-	356,830
Cádmio	mg/kg	0,05	< 0,006
Cromo	mg/kg	0,1	<b>0,204</b>
Ferro	mg/kg	-	17,886
Chumbo	mg/kg	0,3	0,012
Mercúrio	mg/kg	0,5	0,048
Níquel	mg/kg	5	0,138
Zinco	mg/kg	50	8,003

Fonte: autoria própria

Observando o resultado dos teores metálicos nos sedimentos, verifica-se que o rio se encontra com material sedimentado contaminado. Os achados da caracterização química foram comparados com os valores orientadores nacionais estabelecidos para solos pela Resolução CONAMA nº 454/2012 ou norma estadual vigente, classificados em dois níveis: a) Nível 1- limiar abaixo do qual há menor probabilidade de efeitos adversos à biota e b) Nível 2 - limiar acima do qual há maior probabilidade de efeitos adversos à biota.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece valor máximo de 0,009 mg/L de cobre dissolvidos para efluentes líquidos transportados para Corpos Hídricos considerados como águas de Classe 2.

O cromo pode estar presente em águas naturais em diferentes estados de oxidação, sendo os mais comuns os trivalentes e hexavalente. Na forma trivalente, o cromo é essencial ao metabolismo humano e sua carência pode levar a enfermidades, mas em excesso provoca erupções cutâneas. Conforme alega Bergamasco et al (2011), já na forma hexavalente é tóxico e cancerígeno, causando efeitos corrosivos no aparelho digestivo e nefrite.

A Resolução CONAMA 357/05 propõe limite de 0,05 mg/L de cromo total. Bergamasco et al. (2011) confirma que o consumo de água contendo cromo hexavalente pode resultar em reações alérgicas, úlceras, redução de respostas do sistema imune, câncer e outras alterações do material genético.

O ferro é um dos elementos mais abundantes e por isso é habitualmente encontrado nas águas naturais. Em quantidade adequada, este metal é essencial ao sistema bioquímico das águas. Entretanto, Silva (2018) afirma que, em grandes quantidades torna-se nocivo, conferindo sabor e cor desagradáveis à água, além de elevar a dureza, tornando-a inadequada ao uso doméstico e industrial.



A Resolução CONAMA 357/2005 define como o limite máximo de ferro dissolvido o de 0,30 mg/L para águas classe 2.

O alumínio também é um dos metais mais ricos na natureza. Na verdade, ele é o terceiro metal mais abundante na crosta terrestre.

Barreto e Araújo (2008) nos informa que o alumínio, quando em excesso, provoca uma série de efeitos tóxicos nos seres humanos. O alumínio pode ser responsável por desencadear problemas mentais de demência, Alzheimer, entre outros e até mesmo autismo em bebês ainda no ventre da mãe. Além do que, pode provocar fadiga crônica, dificuldade de concentração, depressão, ansiedade, insônia e tosse excessiva.

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece o limite máximo de alumínio dissolvido de 0,10 mg/L para águas Classe 2.

Nota-se que em apenas uma bateria de análises, o retorno do resultado já mostra o impacto negativo da mineração na área, contribuindo com a contaminação do Rio Cateté. Isso pode ser observado pelo indicativo de que os metais suscetíveis a serem oxidados, ferro, alumínio, manganês, chumbo, níquel e cromo, aparecem em maior grau de concentração no ponto PT 05, com o valor de 11.782,29 mg/l de alumínio nos sedimentos, onde se pretende instalar a adutora do Projeto Pantera.

O manganês é o terceiro metal mais disponível na natureza, logo após o alumínio e o ferro, e normalmente surge na presença deste último. A presença de manganês e ferro, dependendo das concentrações, pode propiciar uma coloração amarelada e turva à água, acarretando ainda um sabor amargo e adstringente.

A Resolução CONAMA 357/05 afirma como valor máximo 0,1 mg/L de manganês para águas classe 2. No monitoramento realizado, nenhuma das estações amostrais apresentou resultados acima do limite proposto pela legislação para o manganês.

Mesmo sendo o 24º elemento químico mais abundante na Terra, podendo ser encontrado em plantas, animais e até mesmo no solo, o níquel se inclui na regra que diz que o excesso faz mal.

O contato com o níquel nos torna mais sensíveis a ele, podendo ocasionar dermatite e má formação de fetos, como anencefalia, em casos de elevada exposição. As principais fontes antrópicas do níquel são a queima de combustíveis fósseis, processos de mineração e fundição de metal, fusão e modelagem de ligas e indústrias de eletrodeposição.

A Resolução do CONAMA 357/05 apresenta como limite total 0,025 mg/L de níquel em águas Classe 2.

O chumbo tem efeito cumulativo, provocando um envenenamento crônico chamado saturnismo, que consiste em efeito sobre o sistema nervoso central, com graves consequências. Conforme diz Silva (2018), em ambientes aquáticos, é tóxico aos peixes, moluscos e crustáceos em concentrações entre 0,1 mg/L a 0,4 mg/L.



O chumbo pode causar vários efeitos indesejáveis, tais como: perturbação da biossíntese da hemoglobina e anemia; aumento da pressão sanguínea; danos aos rins; abortos; alterações no sistema nervoso; danos ao cérebro; diminuição da fertilidade do homem através de danos ao esperma; diminuição da aprendizagem em crianças; modificações no comportamento das crianças, como agressão, impulsividade e hipersensibilidade.

Segundo Boniolo (2010), o chumbo pode atingir o feto pela placenta da mãe, podendo causar sérios danos ao sistema nervoso e ao cérebro da criança. A Resolução CONAMA 357/05 declara o valor máximo de 0,01 mg/l permitido em águas classe 2. Os resultados para todas as estações amostrais estavam abaixo do limite de quantificação laboratorial (0,01 mg/L).

O cádmio se apresenta nas águas naturais principalmente em razão das descargas de efluentes industriais, fertilizantes, inseticidas e lixiviação nas áreas de garimpos mineração, ocorrendo na sua forma inorgânica, pois seus compostos orgânicos são instáveis. Apresenta efeito agudo, sendo que uma única dose de 9,0 gramas pode levar à morte, e também com efeito crônico, pois concentra-se nos rins, no fígado, no pâncreas e na tireoide. Silva (2018) descreve que nos peixes tem efeitos similares ao zinco e também é bioacumulado. A Resolução CONAMA 357/05 confirma que o valor máximo para o cádmio é de 0,001 mg/l em águas classe 2.

Dos resultados obtidos, em todas as estações amostradas deram abaixo do limite para a concentração em águas superficiais e acima do limite para quantidades de cádmio em valores do parâmetro limiar, no qual há menor probabilidade de ocorrência de efeitos adversos à biota.

**Figura 2 e 3-** Porto da Aldeia Xikrin Cateté



Fonte: autoria própria



**Figuras 4 e 5 - Porto da aldeia Cateté**



**Fonte:** autoria própria

**Figura 6** - Tubérculos como mandiocas, batatas e macaxeiras amolecem no rio em até 20 dias. As cascas de tubérculos, fibras ou mesmo raízes de vegetais tem excelente capacidade para adsorver (capacidade extrair do meio para si) vários tipos de metais pesados



**Fonte:** autoria própria

Pela persistência ambiental, efeito cumulativo e elevada toxicidade, sugere-se que os bioindicadores da ictiofauna (peixes) estão contaminados por metais.

Comparou-se a relação de sintomas recentes encontrados em relatórios médicos com os relatados nas referências bibliográficas e constatou semelhanças. Destaca-se que o cobre, encontrado em proporções perigosas de 2,7 vezes a mais que o máximo permitido pela legislação, após um período de 12 – 15 anos de bioacumulação pode provocar o mal de Wilson, doença comumente degenerativa e hereditária que ataca os nervos e o cérebro, levando o paciente à paralisia física e cerebral.



De acordo com o Ministério da Saúde (2023), a doença de Wilson é causada por mutações em um gene do cromossomo 13 que codifica a proteína ATP7B, uma enzima do tipo ATPase que tem a função de secretar o cobre na bile. É responsável pelo transporte desse metal, levando ao seu acúmulo, inicialmente no fígado e posteriormente em diversos órgãos e tecidos, particularmente no cérebro.

O cobre em excesso no organismo acarreta doenças no fígado, no cérebro, hepatites e sintomas neurológicos e psiquiátricos tipo: comportamentos homicidas, depressão e agressividade. Nas mulheres também podem ocasionar irregularidades na menstruação, infertilidade ou abortos múltiplos e fetos com má formação congênita.

Conforme a Figura 7, já é possível confirmar os impactos nocivos da mineração na saúde do povo Xikrin desde 2015, principalmente na gestação das mulheres indígenas.



Figura 7 - Extrato de laudo anexado no processo 1001616-03.2015.4.01.0000, do Tribunal Regional Federal da 1ª Região, comprovando os efeitos da contaminação por minérios no povo Xikrin

### Histórico

Em novembro de 2015, recebemos cópia de laudos de malformações detectadas a partir de ultrassonografias pré-natais em gestantes da tribo Xikrin com as seguintes descrições:

1. **Nhokrute Xikrin**, aldeia Cateté, gestante de 16 anos, gestação de 40 semanas, US realizado em 10/2/2015. Laudo descreve cavidade ventricular única, indicando provável **holoprosencefalia**.
2. **Bekuol Ruti-Xikrin**, aldeia Djudjekô, gestante de 18 anos, gestação de 29 semanas e 06 dias, US realizado em 24/12/2014. Laudo descreve perda de formação do telencéfalo, com cavidade ventricular única com mesencéfalo rudimentar, indicando diagnóstico diferencial de **holoprosencefalia alobar**.
3. **Panh-O Xikrin**, aldeia Djudjekô, gestante de 15 anos, gestação de 31 semanas e 05 dias, US realizado em 26/07/2014. Descrição de ectasia das câmaras direitas do coração. Acompanha ainda um laudo de US obstétrico com doppler de 05/09/2014 que refere fluxo placentário e fetal normais, artéria cerebral com fluxo normal sem efeito de centralização
4. **Nhak Nhoti Xikrin**, aldeia Óodjã, com 02 anos, com diagnóstico de encefalocele na face por defeito ósseo fronto-nasal. Laudo feito por neurocirurgiã do Hospital Belém datado de 06/10/2014
5. **RN de Paruti Xikrin**, aldeia Djudjekô. Não foi anexado laudo, apenas cópia de prontuário com algumas informações contraditórias. Em 12/12/2013 foi "solicitado vôo para retirada do RN de Paruti, com hematoma craniano e cianose de extremidades". RN nascido de parto vaginal na madrugada daquele mesmo dia com "macrocrania" e paciente se recusava a seguir pré-natal. No dia 17/12 foi transferido para Belém para acompanhamento médico por diagnóstico de "anencefalia"
  - **Observação nossa:** o diagnóstico de anencefalia é discutível pela história. A anencefalia é incompatível com a vida pós-natal e portanto o RN não poderia ter sido transferido com 05 dias de vida para Belém onde foi internado.

Rua Ramiro Barcelos, 2350 - Largo Eduardo Zaccaro Faraco - 90035-903 - Porto Alegre - RS

6. **Ireki Xikrin**, aldeia Cateté. Gestante de 17 anos, gestação de 33 semanas, US realizado em **30/04/2012**. Laudo descreve hidrocefalia com atrofia cerebral. Cerebelo e corpo caloso não foram observados. Indagada cardiopatia.
7. **Kokonoita Xikrin**, aldeia Djudjekô. Gestante de 14 anos, 35 semanas de gestação. Não está disponibilizado o laudo ultrassonográfico. Há uma informação escrita do médico do Hospital Santa Terezinha de Marabá, PA, no dia 06/09/**2012** que relata "alteração acentuada morfo-estrutural dos hemisférios cerebrais".



SERVIÇO DE GENÉTICA MÉDICA  
CENTRO COLABORADOR DA  
ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE  
PARA O DESENVOLVIMENTO DE SERVIÇOS DE  
GENÉTICA MÉDICA NA AMÉRICA LATINA





Dra. Maria Teresa V. Sanseverino  
CRM-RS 13.143

Dra Lavinia Schuler-Faccini  
CRM-RS 13.269

Dr. Alberto Abeche  
CRM-RS 11.947

Dra. Biol. Fernanda S Luiz Vianna

Dr. Andre Anjos da Silva  
CRM-RS 35.308

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O que se constata, neste momento crucial, em que há uma mobilização coletiva para que seja realizada a obra de recuperação e revitalização do Rio Cateté, é que mesmo com os programas ambientais propostos pelo empreendedor, ou mesmo aqueles indicados pelos órgãos ambientais, não é uma boa ocasião para se utilizar do abastecimento da água do Rio Cateté e suprimir áreas com vegetação ciliares, até que se realizem os procedimentos para se restaurar o rio.

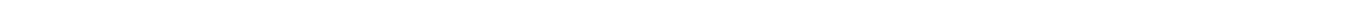
O momento é de solicitar, mobilizar forças para recuperar a mata ciliar que atua na função, dentre várias outras, de proteger o rio, pois conforme foi verificado nas análises recentes enfocadas nesta pesquisa, está com seus sedimentos depositados em sua calha, comprometendo o transporte hídrico. Isso quer dizer que somente dragando parte destes sedimentos contendo metais prejudiciais à saúde humana e da biota é que se pode ter uma visualização de que as ações de mitigação e proteção do rio por parte das empresas responsáveis será efetivamente eficiente e suficiente para se autorizar a continuidade do funcionamento da atividade mineradora às proximidades da TI Xikrin.

Outro problema identificado é a questão da cava de extração estar planejada para uma profundidade de 80 metros, localizando-se o centro desta a 9,5 km de aldeias da TI, sendo que o lençol freático da área inicia a cerca de 15 metros de profundidade. Não ficou claro quais as medidas que serão adotadas, sabendo-se que nesta profundidade o primeiro lençol freático será atingido e, por consequência, será rebaixado. Verificou-se que nas aldeias a água para consumo dos indígenas é obtida por intermédio de poços semi artesianos com cerca de 20 metros de profundidade. O rebaixamento do lençol freático irá prejudicar a coleta de água dos indígenas que residem em aldeias mais próximas, pois perderão todos os investimentos alocados para produzir o poço.

É importante salientar que esta análise constatou que para os indígenas Xikrins, os efeitos dos impactos identificados são todos negativos, de alta significância e cumulativos, mesmo considerando as medidas de controle ambiental e programas sociais propostos como condicionantes. Desde 2015, já se constata problemas genéticos na população, conforme foi possível visualizar no laudo constante em processo da Justiça Federal da 1ª Região. O laudo confirmou a ocorrência de má formação fetal em



diversas grávidas naquele ano. Quanto aos impactos naturais negativos, estes em empreendimentos minerários são comuns, uma vez que os ambientes naturais são bastante alterados. Quando se trata de um rio de uso humano para várias atividades, já com a qualidade fora dos padrões normais para utilização, a intensificação por acumulação de efeitos tenderá a acelerar o processo de morte do Rio Cateté, que poderá ocorrer quando este não for mais capaz de cumprir seu papel ecológico e nem sustentar quaisquer formas de vida.





## REFERÊNCIAS

- BARRETO, F. C. e ARAUJO, S. M. H. A. - Intoxicação Alumínica na DRC, J Bras Nefrol, 2008; 30 (Supl 2): 18-22.
- BERGAMASCO, A. M. D.; SÉKULA, C.; DANIEL, M. H. B; QUEIROZ, F. B.; CABRAL, A. R. Contaminantes químicos em águas destinadas ao consumo humano no Brasil. V. 19, N. 4, Cad. Saúde Colet., 2011.
- BRASIL. Resolução CONAMA N° 454, de 1 de novembro de 2012. Dispõe sobre as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional. Brasília, DF, 2012.
- BRASIL. Tribunal Regional Federal da 1ª Região (2º Grau). Relatório sobre anomalias congênitas observadas em índios Xikrin na área próxima à Mineração Onça-Puma no estado do Pará e avaliação de teratogenicidade do níquel e outros metais pesados. Processo 1001616-03.2015.4.01.0000. Acesso em 10. jun.2021.
- BONIOLO, M. R.; YAMAURA, M.; MONTEIRO, R. A. Biomassa residual para a remoção de íons uranilo. Química Nova, v. 33, n. 3, p. 547 – 551, 2010.
- CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução N° 357, de 17 de março, publicada no DOU n° 53, de 18/03/2005, pág.58-53. Alterada pela Resolução n° 410/2009 e pela Resolução n° 430/2011.
- EMBRAPA, Alexandre Marcolino, editor e técnicos. –2.ed.rev.e ampl.- Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2018.E-book:il.color.–(Documentos/Embrapa Solos,ISSN 1517-2627 ;169).
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. Protocolo Clínico e Diretrizes-Terapêuticas Doença de Wilson. Brasília (DF), 2023.
- OLIVEIRA, Sonia Maria Barros de. Os depósitos de níquel laterítico do Brasil. 1990. Tese de Doutorado.Universidade de São Paulo (USP).
- PARAENSE, Breno Marcelo Ribeiro. Análise das Propriedades Físico-químicas de metais potencialmente tóxicos e impacto ambiental causado nas águas do Rio Cateté - Carajás - Pará: Estudo de Caso Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Bacharelado em Ciência e Tecnologia Mineral da Universidade Federal do Pará, Ananindeua, Pará, 2018.
- RUGGIRO, L. B. - Espectroscopia de reflectância para caracterização de minerais. Estudo de caso: Depósito de Onça-Puma, Navegação XXV Salão de Iniciação Científica, Província Mineral de Carajás, PA, 2013.
- SILVA, Fabiano Alcísio. Análise da água e indicadores da fauna. Laudo pericial - Biológico. Processo n° 2383-85.2012.4.01.3905. MG, outubro de 2018.
- VALENTIM, Raul Fontes; OLIVITO, João Paulo R. Unidade Espeleológica Carajás: Delimitação dos Enfoques Regional e Local, conforme Metodologia DA IN-02/2009 MMA,VALE S/A - Gerência de Espeleologia e Tecnologia, Belo Horizonte – MG.(2)VALE S/A– Núcleo de Espeleologia VALE, Belo Horizonte– MG.