



CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607, de 17/10/05, D.O.U. nº 202, de 20/10/2005
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

PABLO DALLALBA

**LAVRA E BENEFICIAMENTO MINERAL DE CASSITERITA EM UM GARIMPO NO
MUNICÍPIO DE SÃO FELIX DO XINGU-PA**

Palmas - TO

2015

PABLO DALLALBA

**LAVRA E BENEFICIAMENTO MINERAL DE CASSITERITA EM UM GARIMPO NO
MUNICÍPIO DE SÃO FELIX DO XINGU-PA**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia de Minas do CEULP/ULBRA, orientado pelo professor Esp. Roberto Corrêa Centeno

Palmas – TO

2015

PABLO DALLALBA

**LAVRA E BENEFICIAMENTO MINERAL DE CASSITERITA EM UM GARIMPO NO
MUNICÍPIO DE SÃO FELIX DO XINGU-PA**

Projeto apresentado como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II (TCC II) do curso de Engenharia de Minas do CEULP/ULBRA, orientado pelo professor Esp. Roberto Corrêa Centeno

Aprovado em 24 de Novembro de 2015

BANCA EXAMINADORA

Prof. Orientador Esp. Roberto Corrêa Centeno
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Msc. Daniel dos Santos Costa
Centro Universitário Luterano de Palmas

Prof. Esp. ou Valério Souza Lima
Centro Universitário Luterano de Palmas

Palmas – TO

2015

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Histórico	12
2.2 Propriedades e Características da Cassiterita	12
2.2.1 Aplicações	14
2.3 Geologia da Cassiterita	14
2.3.1 Geologia Regional	15
2.4 Reservas Mundial de Estanho	16
2.4.1 Reservas da cassiterita no Brasil	18
2.5 Descobertas de Estanho no Sul do Pará	19
2.6 Garimpo	21
2.7 Legislação Mineral na Lavra Garimpeira	23
2.8 Métodos de Lavra a Céu Aberto	24
2.9 Tratamento mineral	25
2.9.1 Métodos de Beneficiamento	26
2.9.2 Concentração Gravimétrica ou Densitária	27
2.9.3 Processo de Jigagem	28
2.9.4 Beneficiamentos da Cassiterita	30
3 MATERIAIS E MÉTODOS	32
3.1 Características do Local de Estudo	32
3.2 População e Amostra	33
3.3 Coletas de Dados	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1 Caracterizações da Obra	34
4.2 Caracterização do Perfil dos Garimpeiros com Base nos Resultados	34
dos Questionários	34
4.2.1 Características Pessoais	34
4.2.2 Gênero	34
4.2.3 Faixa Etária	35
4.2.4 Grau de Escolaridade	35
4.3.1 Características Profissionais	36
4.3.2 Função Desempenhada	36

4.3.3 Jornada de Trabalho.....	37
4.4 Características dos Processos de Lavra e Beneficiamento	38
4.4.1 Depósitos de Cassiterita	38
4.5 Equipamentos Utilizados	40
4.5.1 Desmonte.....	40
4.5.2 Desmonte Mecânico	41
4.5.3 Desmonte Hidráulico	42
4.5.4 Carregamento e Transporte	44
4.5.5 Beneficiamento da Cassiterita.....	45
4.5.6 Concentrado Final	47
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51

RESUMO

DALLALBA, PABLO DALLALBA, **LAVRA E BENEFICIAMENTO MINERAL DE CASSITERITA EM UM GARIMPO NO MUNICÍPIO DE SÃO FELIX DO XINGU-PA** 2015. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Curso de engenharia de minas, Centro Universitário Luterano de Palmas, Palmas/TO, 2015.

São Felix do Xingu fica ao Sul do Estado do Pará, sendo o segundo maior município territorial do Estado, há algumas décadas despertou o interesse de empresas de mineração e milhares de garimpeiros, por ser uma região rica em recursos minerais de diversas substâncias minerais. O presente trabalho teve como objetivo apresentar a extração e beneficiamento garimpeiro de Cassiterita na região de São Felix do Xingu-PA, bem como suas técnicas aplicadas na extração da Cassiterita, foi descrito as técnica para encontrar os depósitos, o método de desmonte e lavra, os equipamentos utilizados na abertura da cava, bem como o sistema aderindo pelos garimpeiros no tratamento do mineiro, a disposição dos rejeitos, todavia o garimpo não dispõe da autorização de lavra expedida pelo DNPM e nem as licenças Ambientais concedida pela SEMA.

Palavras-Chave: reserva mineral, minério de estanho e aplicações, lavra e beneficiamento.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Reservas e produção mundial 2013.....	17
Tabela 2 Reservas estaníferas do Sul do Estado do Pará-1996.....	20
Tabela 3 Reservas de Cassiterita na região Norte.....	21
Tabela 4 Reserva Mineral do Garimpo.....	39
Tabela 5 Equipamentos utilizados	40
Tabela 6 Produção de Cassiterita no garimpo	48

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1 Mineral de Cassiterita.....	13
Figura 2 desmonte mecânico	25
Figura 3 Jigue.....	29
Figura 4 Depósitos de Cassiterita Coluvionar e Eluvionar	39
Figura 5 desmonte mecânico	42
Figura 6 desmonte hidráulico	43
Figura 7 Desmonte Hidráulico.....	44
Figura 8 Sucção da polpa de Cassiterita.....	45
Figura 9 Jigue Primário (Cassiterita/Rejeitos)	46
Figura 10 Disposição de rejeito	46
Figura 11 Jigue Secundário Cassiterita/Rejeito.....	46
Figura 12 Rejeito/finos (areia e outros)	46
Figura 13 concentrado final de Cassiterita	49

LISTAS DE GRÁFICO

Gráficos 1 Idade dos garimpeiros.....	35
Gráfico 2 Escolaridade	36
Gráfico 3 Função desempenhada	37
Gráfico 4 Jornada de trabalho	38

LISTA DE ABREVIATURAS

PA- Pará

M²- metros quadrados

AC- antes De cristo

XIX- 19

SN- Estanho

SNO- óxido de Estanho

TIO- óxido de Titânio

PPM- partes por milhão

MG- Minas Gerais

DNPM- Departamento Nacional de Produção Mineral

KM²- quilômetros por metros quadrados

N- Número

DOU- diário oficial da união

M³- metros cúbicos

LTDA- limitada

NRM- normas regulamentadoras da mineração

MM- milímetros

SEMA- Secretaria de Meio Ambiente do Pará

1 INTRODUÇÃO

Historicamente a extração de minerais iniciou-se há milhares de anos, entretanto com pouca capacidade de produção e poucos minerais encontrados. Contudo com o passar dos tempos e o crescimento das sociedades resultou nas necessidades de criar novas tecnologias na obrigação de descobrir novas reservas minerais. No decorrer disso cresceu o aumento das atividades de exploração de minerais, conseqüentemente os recursos minerais são encontrados em qualquer lugar, de modo que é aplicado na fabricação de diversas matérias-primas para sanar as necessidades dos seres humanos na melhoria de futuras gerações contribuindo para o bem-estar e na qualidade de vida, (GONÇALVES, 2009).

A extração de Cassiterita no Município de São Felix do Xingu-PA é uma atividade que contribui para o desenvolvimento da região, gerando renda, mão de obra e crescimento para a população local, por outro lado traz o aumento descontrolado de pessoas impulsionadas pelo sonho de melhorar de vida, aumentando a insegurança e a incerteza dos habitantes local. O presente trabalho apresentara a extração e beneficiamento da Cassiterita no município de São Felix do Xingu-PA, é um tema no qual se encontra poucos trabalhos desenvolvidos sobre o assunto, contudo aqueles encontrados são trabalhos muito antigos.

O trabalho apresentara no capítulo 2 uma revisão bibliográfica sobre o tema em pauta, de maneira que é possível ter um conhecimento mais amplo sobre o fenômeno de estudo, de maneira que serão apresentados a história da Cassiterita, suas propriedades e aplicação, bem como as reservas Brasileiras e do Sul do Pará, o tratamento aplicado para concentração, o método de lavra empregado, tal como a formação dos depósitos primários e secundários de Cassiterita e a geologia local da região estudada.

No capítulo 3 será evidenciado o método de pesquisa que foi executado para coletar os dados, a amostra estuda e as características do local estudado.

Por fim no capítulo 4 será apresentado os resultados obtidos através da pesquisa bem como idade, sexo, função, jornada de trabalho grau de escolaridade dos garimpeiros a forma de extração da Cassiterita as etapas para concentração a produção semanal produzida pelo garimpo, os ganhos financeiros dos garimpeiros e do dono do garimpo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico

Conhece-se com base nos estudos arqueológicos, que a aplicação dos metais restaura os tempos pré-históricos, certamente o ouro foi o primeiro metal a ser usado, foi descoberto em seu estado natural há aproximadamente 8.000 anos, ainda na idade da pedra. Em seguida no mesmo tempo foram encontrados o cobre e prata ambos em sua forma nativa (MULLER-OHLSSEN, 1979 & ALVES, 1989).

O Cobre é obtido com maior proporção do mineral de Malaquita, empregado junto com Estanho formando a liga metálica do Bronze, no qual ficou conhecida em todo um período cultural, destacada com a idade do bronze (ALVES, 1989).

O pensar do extenso período os metais duraram, por um grande tempo confinado a aplicações restritas, como na fabricação de joias moedas, material domésticos, ferramentas acessíveis e materiais para o uso diário. Na fabricação de metais para fundição de sinos, nas edificações de igrejas e casas assim como no emprego de produção de armas e diversos equipamentos para uso militar (MULLER-OHLSSEN, 1979 & ALVES, 1989).

A etapa moderna do progresso com a criação da eletrônica, energia atômica, voos espaciais e evolução das novidades de novas formas de energia, detalha um novo estágio para o andamento tecnológico, fazendo-se com isto, um desafio aos metais (IBID; ALVES, 1989).

2.2 Propriedades e Características da Cassiterita

O óxido de estanho é um mineral de formação inorgânica, no meio ambiente é encontrado no estado natural na forma de minério de cassiterita, muito estudado por possuir a presença de dopantes (antimônio, flúor, zinco e o índio), além de ser um material semicondutor (SILVA FILHO, 2012 & MAGALHÃES, 2001).

A cassiterita é um mineral que cristaliza no sistema tetragonal do rutilo (TiO_2) de fórmula (SnO_2), no qual a célula unitária tem seis átomos, sendo dois de estanho mais quatro de oxigênio onde todo átomo de estanho está cercado por um octaedro distorcido com seis átomos de oxigênio, nos quais cada átomo de oxigênios dispõe

de três átomos de estanho sendo como seus vizinhos mais próximos, ordenado nos vértices dentro um triângulo equilátero (RANGEL, 2011).

Apesar de o estanho ter as mesmas semelhanças do rutilo (TiO_2), embora a dissemelhança na estrutura eletrônica do titânio sobre o SnO_2 , influenciam nas ligações do estanho, através dos íons de oxigênio mais frágil. Todavia inúmeros arranjos visíveis podem encontrar-se SnO_2 , entre as ligações dos íons podem apresentar grandes superfícies de TiO_2 , ocasionando em drásticas transformações na estrutura eletrônica na face do rutilo na retirada de qualquer um deles. Contudo, no óxido de estanho, os íons O^{2-} são mais fáceis de serem retirados e trocados, isso claro dependendo do método de tratamento térmico aplicado na superfície de uma determinada amostra de SnO_2 (MORAES, 2002).

O estanho possui cerca de 78,7% de Sn contido. Normalmente é encontrado na coloração castanha ou preta, e raramente avermelhada, sua formação em veios de alta temperatura, geralmente relacionada com rochas ígneas, compostas de granitos e Riólitos. A dureza do estanho é em torno de 7 e densidade elevada variável 6,8 a 7,1 o que é pouco comum para um mineral de brilho não-metálico (RAMOS, 2003).

A figura 1 é uma ilustração do mineral de cassiterita na forma de óxido.

Figura 1 Mineral de Cassiterita



Fonte: www.fotominer.com

Altamente resistente quando ocorre o contato com água salgada ou até mesmo água potável, todavia têm suas fraquezas, podendo ser atacado por ácidos bases, forte e até mesmo sais ácidos, o estanho atua como uma forma de catalisador

no instante que o oxigênio se encontra dissolvido apressando o ataque químico (LIMA, 2012).

2.2.1 Aplicações

As diferentes aplicações industriais do Estanho e suas propriedades na sua contemporânea tecnologia é resultado de sua rara combinação de características (ITC, 1973 & ALVES, 1989).

A cassiterita é um de muitos outros metais conhecido pela humanidade, altamente aplicado nas indústrias por exercer uma resistência maior contra a oxidação e corrosão outra característica é seu baixo ponto de fusão, (AZEVEDO, 2009). Seu uso é indispensável nas aplicações de ligas metálicas, revestimentos metálicos formação de ligas entre elas a solda, bronze compostos químicos e outros (RODRIGUES, 2001).

O principal minério de Estanho é a Cassiterita, é de grande aproveitamento nas indústrias química suas maiores aplicações se dão em compostos inorgânicos, orgânicos e triorganoestânicos para a produção de tintas, plásticos e fungicidas, se destaca pelo o benefício de ser degradável e não contaminante do meio ambiente (RAMOS, 2003 & ZAN, 2012).

Outro aproveitamento da Cassiterita é na fabricação de latas de conserva, todavia não permitem que os alimentos e bebidas arranjadas sofram nenhuma alteração no seu sabor e as protege contra a oxidação. Além de finalidades fins que se dá ao estanho, é muito utilizado também nas fabricações de ligas de Cobre, Zinco, Chumbo (DAMASCENO 1988, p. 184).

2.3 Geologia da Cassiterita

A formação geológica da cassiterita e outros minerais são consequências de vários fenômenos. Segundo Rodrigues (2001), em seus estudos descreve que para compreender a formação e distribuição dos recursos naturais devemos primeiramente entender a origem das rochas, cujo suas causas estão relacionadas:

- As rochas ígneas (magmáticas) são formadas pelo resfriamento e cristalização dos magmas.
- As rochas sedimentares são formadas a partir da desagregação de rochas primárias, seus detritos sendo transportados pela água, gelo e vento formando a sedimentação do material.
- As rochas metamórficas são formadas a partir de rochas já existentes, onde sofreram no interior da terra pressão e temperaturas elevadas.

A Cassiterita é um componente relativamente raro na crosta terrestre sua condensação média é de 2 partes por milhão (ppm), relacionado com o Cobre que tem 94 ppm e o jumbo com 12 ppm. O mineral com maior importância extraída da Cassiterita é o estanho, apesar de poucas quantidades de estanho são readquiridas de sulfetos complexos, são encontrados em reservas na Bolívia (ALVES, 1989).

A formação dos depósitos de Cassiterita está relacionada a mais comumente características de diferenciação do magmático, associa-se com rochas graníticas ou suas semelhanças extrusivas. No entanto, os depósitos *placers* (aluviões) formados a partir do transporte e sedimentação sofridos pela desagregação das rochas primárias mineralizadas. No território brasileiro a Cassiterita está diretamente associada a depósitos primários e secundários (RODRIGUES, 2001).

Os depósitos com formação primária são conhecidos pela presença de greisen que são os *in-situ* presente no maciço ou no Quartzo greisens que está relacionada aos diques das rochas ácidas, já os depósitos secundários ocorrem através do processo de sedimentação química e fragmentação das rochas greisenizada ou rochas de formação Graníticas, assim sendo transportadas pelo vento, água e outros. Por ser uma substância mineral resistente a ação do intemperismo, pode-se encontrar nos depósitos de Elúvios, Colúvios e Alúvios (PORSANI et. Al., 2004 & MME, 2009).

2.3.1 Geologia Regional

A geologia regional é predominada por 3 existentes formações rochosas: a primeira é a composição de rochas originada pelo vulcanismo e plutônismo ambas de formação que vai de félsica até mesmo máfia referentes ao período Meso-Proterozóica (IBGE, 2010; BRAGA, 2015).

A segunda formação é composta por rochas verdes relativos ao Eon Arqueano. A terceira são os Gnaisses, no qual foram formados pelo resfriamento do magma ou de origem sedimentar podendo ser de médio e de alta intensidade metamórfica e também rochas graníticas formadas a partir do tectonismo, originadas do período Eon Arqueano (IBGE, 2010 & BRAGA, 2015).

O embasamento que representa o complexo Xingu (arqueano) compõe-se de rochas graníticas e granodiorítica, sobrepõe-se pelo supergrupo proterozoico médio de Uatumã que apresenta em sua formação Dacitos e Riolitos. Junto à reativação descrita a formação de graníticos stocks ou batólitos situados intrusivamente no complexo Xingu e no supergrupo Uatumã (BARBOSA et. al., 1998).

Neste contexto, a formação geológica referente à Cassiterita se dá em depósitos de ocorrência caracterizadas em primárias e secundárias na dada região, sendo depósitos secundários (*placers*) a serem explorados, onde a formação do mineral de Cassiterita nesses tipos de depósitos ocorre por Elúvios, Aluviões e Colúvios, das quais sua mineralização primária são os granitos greisenizados e greisen (BARBOSA et al., 1998 & PORSANI et. Al., 2004).

Os depósitos com formação aluviões, coluviões e aluviões são de decorrência das áreas de ação primárias que se sedimentam a mercê suas composições mineralógicas decorrentes da ação do intemperismo, no caso que é a erosão e sedimentação do material (DAMASCENO, 1988).

2.4 Reservas Mundial de Estanho

Os minerais são encontrados na natureza em seu estado livre ou na forma de compostos geralmente aglomerados em jazidas (são elementos minerais ou fósseis viventes na superfície ou também encontrados no interior da crosta terrestre). Uma mina pode ser compreendida uma jazida quando está na fase de exploração do mineral de interesse, devendo ser conhecida e controlada pelo governo e órgãos competentes sempre respeitando o código de minas, ter a supervisão da divisão de incentivo da produção mineral, do Ministério de Minas e Energia (BAUER, 1982 & MURTA, 2006).

As reservas mundiais de Estanho em 2010, segundo a publicação do Mineral Commodity Summaries (2011), eram de aproximadamente 5,2 milhões de toneladas de Sn-contido, associadas à Cassiterita. A China é o país que detém as maiores reservas de estanho e também é o principal produtor do minério. Em 2010, foi responsável por mais de 44% da produção mundial. A

Indonésia vem em seguida com 22% do total. Nas Américas, o destaque fica por conta do Peru, principal produtor da região e terceiro maior do mundo. O valor da produção mundial é de cerca de US\$ 7 bilhões (PONTES, 2011).

A Ásia é o continente que possui as maiores reservas de Cassiterita do mundo com 55% do total. As reservas mundiais de Estanho em 2011 foram de aproximadamente 4,9 milhões de toneladas de Sn-contido, à Cassiterita. A América vem em seguida com 28%, a Europa tem 8%, a Austrália possui 3,6% e o restante 3,6% (USGS, 2012).

Tabela 1 Reservas e produção mundial 2013

Discriminação	Reservas (t)		Produção (t) ⁽³⁾	
	2013 (p)	2012 (p)	2013 (p)	(%)
Brasil	441.917(1)	13.667	16.830(4)	7,14
China	1.500.000	110.000	100.000	42,45
Indonésia	800.000	41.000	41.000	17,40
Peru	91.000	26.100	26.100	11,08
Bolívia	400.000	19.700	18.000	7,64
Mianmar	-	11.000	11.000	4,67
Austrália	240.000	5.000	5.900	2,50
Vietnam	-	5.400	5.400	2,29
Congo (Kinshasa)	-	4.000	4.000	1,70
Malásia	250.000	3.000	3.700	1,57
Ruanda	-	2.300	1.600	0,68
Laos	-	800	800	0,34
Nigéria	-	570	570	0,24
Rússia	350.000	280	300	0,13
Tailândia	170.000	300	300	0,13
Outros países	180.000	73	70	0,04
TOTAL	4.422.917⁽²⁾	243.190	235.570	100

Fonte: DNPM/DIPLAM; USGS: Mineral Commodity Summaries-2014. (1) reserva lavrável (em metal contido) (2) o total da reserva mundial informada pelo USGS foi ajustado com os dados do Brasil, (3) dados de produção em metal contido, (4) metal contido no concentrado, (p) preliminar; (e) estimada; (r) revisado.

O Estanho associado ao mineral de Cassiterita é diariamente utilizado pela humanidade, os números apontam uma soma aproximadamente 4,4 milhões toneladas de estanho contido com relação a produção mundial. O maior representante em reservas de Estanho é o continente asiático que representa aproximadamente 61% de todas as reservas mundiais de Cassiterita, sendo a América representando um total de 21%, a Europa com representativo de 7% das reservas mundiais, a Austrália tem uma participação de um pouco mais de 5% e quanto ao restante do mundo possui em torno de 4% de reservas (PONTES, 2014).

2.4.1 Reservas da cassiterita no Brasil

Os primeiros indícios constatados de estanho no Brasil são creditados a uma Carta Régia de 1765, concedendo o direito de pesquisar Cassiterita (mineral-minério de estanho) a Domingos Ferreira, na comarca de São Paulo. No início do século XX, registram-se os achados de aluviões estaníferas no rio Camaquã, Município de Encruzilhada do Sul, Estado do Rio Grande do Sul, sustentando uma atividade de garimpagem. Entretanto, em São João Del Rey (MG), filões de pegmatitos e placers estaníferos são encontrados na década de 40. Ainda se encontra produções artesanais de alto padrão de qualidade, reconhecida nacional e internacionalmente como uma das melhores do gênero, no fabrico do Estanho (DNPM, 2001 & RAMOS, 2003).

No contexto brasileiro as reservas de Cassiterita encontrar-se cerca de 92% situadas nos estados do Amazonas e Rondônia. Do mesmo modo esses Estados acrescentam um pouco mais da totalidade de produção, adensada em três minas: Mina do Pitinga Mina de Bom Futuro e Mina de Santa Bárbara (MME, 2009 & LIMA, 2012).

No concentrado da Cassiterita o principal minério é o Estanho que foi descoberto no Estado de Rondônia no ano de 1952, a extração era executada pelos garimpeiros ao longo da década de 60 (Bettencourt et al., 1997). Em 1971 governo federal criou um projeto de exploração mineral pretendendo qualificar a eficiência de Estanho no Estado de Rondônia. Tal como consequência tornou a Província Estanífera de Rondônia no qual atinge aproximadamente 87.000km² extensão territorial abrangendo uma porção dos Estados de Mato Grosso do Sul, Amazonas e Acre (PORSANI et. al., 2004).

O Brasil, em 2010, representava cerca de 13% das reservas mundiais de Estanho contido e a terceira maior reserva Mundial. Sendo enquadrado o quinto maior produtor mundial, com aproximadamente 10,4 mil toneladas. As reservas brasileiras de maior participação estão localizadas em sua maior parte na região Amazônica (PONTES, 2011).

Entretanto a Cassiterita está presente em diversos lugares do território nacional Brasileiro, as reservas desse mineral estão localizadas nos Estados do

Amazonas, Rondônia, Norte de Mato Grosso, Roraima no Estado do Pará e no meio Norte Goiano (DASMCENO, 1988).

2.5 Descobertas de Estanho no Sul do Pará

As primeiras ocorrências encontradas de Cassiterita no Estado do Pará foram no ano de 1963, no centro do rio das Tropas, localiza-se sobre o domínio hidrográfico dos Tapajós, na povoação de Bom Futuro, no qual, na década de 60 serviu como local de garimpagem (BARBOSA, 1966).

O órgão responsável pela mineração (DNPM), ao realizar o desenvolvimento do projeto Mapa de prognóstico da Província Estanífera Sul do Pará em 1973, em uma extensão de serie de 164.000 km², indicada pelas coordenadas de longitude oeste 49 o 30'- 54° 00' e longitude sul 05° 00'- 09 o 00', conseguiu reconhecer mais ou menos 20 estruturas graníticas circulares (SANTOS et al., 1975).

Consecutivas pesquisas geológicas realizadas no Sul do Estado Pará foram capazes de apontar tendência de minério- estaníferas das estruturas graníticas, nas serras do Acaba-saco, Mocambo, Velho Guilherme, Antônio Vicente, São Francisco (Bom Jardim) e serra do Velho Guilherme (SANTOS et al., 1975).

Supostamente, acreditava que as ocorrências de Cassiterita estavam associadas unicamente aos Granitos pós-vulcânicos Xingu-Iriri de perfil Velho Guilherme, entretanto com alguns descobrimentos mais atuais em Granitos do gênero Carajás, classificados como mais antigo, colocam em incerteza essa suposição (SANTOS, 1980).

Documentos oficiais do Departamento Nacional de Produção Mineral enfatizam no ano de 1977, se iniciava os serviços de garimpagem no alto do Rio Xingu. Com a finalidade dos Ministérios da Fazenda e Minas e Energia, dispor a normatização da lavra e comercialização da Cassiterita e outros minerais agregados, no Município de São Felix do Xingu, decretava na Portaria Interministerial N 249, no D.O.U de 19.08.1978 (SANTOS et al., 1975).

A empresa Paranapanema, por meio da subsidiária MIBREL, começou as operações de extração no Setor São Raimundo, na dominação Estanífera do Xingu, no final da década de 70, interrompendo os trabalhos no meio da década de 90. Índices históricos e estatísticos da empresa salienta um estoque acumulado de 4,5

milhões de m³ de concentrado, com teor médio na série de 0,410 kg de Sn/m³, ocasionando uma produção de 5.938 toneladas de Estanho contido.

Conforme os dados informativos do 5º Distrito do DNPM, todas essas áreas localizadas no Município e São Felix do Xingu, ocorreram a transferência dos direitos de minerar, entre a empresa Mibrel e Planície Amazônica LTDA, 1996, ambos do setor de mineração.

Posteriormente as áreas de Serra do Bom Jardim (1983), São Pedro do Iriri, Mocambo (1985), Altamira e em São Felix do Xingu as atividades de lavra entraram em operação. As extrações de lavra eram executadas pela mineradora São Francisco de Assis Ltda e mineradora Canopus Ltd., ambas do Grupo RHODIA. A mineradora Canopus executava a lavra com uma eficiência de 40.000m³/ mês e a São Francisco com 20.00 m³/mês de Cassiterita. Ambas exerciam as operações de lavra por meio desmonte hidráulico (DNPM; BRASIL MINERAL N°77, 1990).

Após o ano 1994 as atividades de lavra de Cassiterita foram suspensas no Estado do Pará, segundo as médias estatísticas do departamento Nacional de Produção Mineral do Pará (DNPM), as reservas de Cassiterita são calculadas em torno de 40 milhões de metros cúbicos, no qual são 20 mil toneladas de Estanho contido, distribuídas em poucos municípios do Estado, sendo eles: Município de São Felix do Xingu tendo a maior concentração de Cassiterita do Estado aproximadamente 71%, seguido de Altamira com 20%, Itaituba com 6% e Tucumã com cerca de 3% de reserva.

A tabela 3 mostra as reservas em M³ de Cassiterita aprovadas pelo DNPM.

Tabela 2 Reservas estaníferas do Sul do Estado do Pará-1996

EMPRESA	RESERVAS (m ³)						TOTAL (Kg Sn- contido)	MUNICÍPIO
	Medida	Teor ¹	Indicada	Teor	Inferida	Teor		
IRIRI ²	19.311.153	0,450	3.720.380	0,328	0	0,000	8.796.621	São Felix Xingu
SÃO FRANCISCO	3.764.558	0,553	3.525.153	0,765	169.000	0,295	4.829.172	São Felix Xingu
CANOPUS	2.498.565	0,959	2.017.680	0,718	0	0,000	3.972.268	Altamira
CURUA	1.498.557	0,817	0	0,000	0	0,000	1.224.102	Itaituba
METAL NOBRE	683.045	0,400	611.527	0,300	441.550	0,300	589.141	Tucumã
MIBREL	1.245.215	0,408	0	0,000	0	0,000	507.874	São Felix Xingu
TOTAL	29.001.093	0,523	9.874.740	0,575	611.450	0,299	19.919.178	39.487.383 m

Fonte: DNPM/DIRIN (5º Distrito)

Na edição 2006 do anuário mineral Brasileiro, o Departamento de Produção Mineral, lançou a distribuição das reservas de Estanho contido no mineral de Cassiterita existente em cada Estado Brasileiro.

Tabela 3 Reservas de Cassiterita na região Norte

Unid.: t de Sn

UF	Reservas Oficialmente Aprovadas Pelo DNPM				
	Medida	Indicada	Inferida	Total	Lavrável
Amazonas	221.527	272.635	3.923	498.085	342.091
Goiás	1.703	2.956	21.076	25.735	1.766
Mato Grosso	32.808	0	0	32.808	32.808
Minas Gerais	1.173	1.536	1.578	4.287	1.219
Pará	5.353	281	177	5.811	5.353
Rondônia	169.330	78.609	43.666	291.605	146.932
Tocantins	19	0	2	21	19
Total Brasil	431.913	356.017	70.420	858.351	530.188

Fonte: Anuário Mineral Brasileiro - DNPM 2006

De acordo com o DNPM no lançamento anual do Anuário Mineral Brasileiro (2006), as reservas brasileiras calculadas são todas aquelas que constam nos Relatórios de Pesquisa Aprovados e nos Relatórios de Reavaliação de Reservas diminuídas com base nas produções dos anos anteriores. Não são incluídas as reservas minerais extraídas pelo regime de registro de extração, licença e permissão de Lavra garimpeira.

2.6 Garimpo

O Código de Mineração, Decreto-Lei N° 227/67 em seu artigo 70, considera a garimpagem como:

Como sendo o local onde será desenvolvida uma sequência de trabalhos de lavra de substâncias minerais, havendo um emprego instantâneo do recurso mineral, que por sua característica, grandeza, localidade e aplicação econômica, possam ser extraídas sem necessariamente ter executados prévios trabalhos de pesquisa que provem a existência do mineral de interesse, a não ser que o DNPM,

faça exigências que comprovem a existência do mineral através de pesquisas, lembrando que não são todos os casos, mas sempre a critério técnico do Departamento Nacional de Produção Mineral.

Na década de 90 o DNPM desempenhou um trabalho de levantamentos dos garimpeiros em todo o Brasil, no qual apontou uma população de 3000.000 a 400.000 garimpeiros ligados diretamente as extrações de minerais garimpáveis no ano de 1993, nos quais 61 % situava na região amazônica, precisamente nos Estados do Pará e Mato Grosso, 20 % localizavam-se nas Regiões Centro-oeste, no Sudeste 8%, 7% no Nordeste e 4 % na região Sul. O levantamento efetuando também contribui para conhecer o perfil das substancias garimpadas, são elas: Ouro, sendo o minério com mais interesse de extração com 73%, acompanhado das Gemas com 11%, Diamante com 11%, a Cassiterita cerca de 1% e 6% na classe de outros minerais (BARRETO, 2001).

A garimpagem acontece essencialmente em áreas onde existem ocorrências de minerais preciosos e de simples extração. Os minerais garimpáveis são Cassiterita, Ouro, Diamante e Gemas em geral e Columbita (SCLIAR, 1996).

As operações de garimpagem correspondem por cerca de 15% da produção oficial, ou mais de 91% da produção estimada. Segundo uma avaliação da Organização Internacional do Trabalho que revela que no Brasil há aproximadamente 10.000 empresas de pequenos e médios portes que exerce a atividade de mineração, criando cerca de 100.000 a 250.000 empregos, com 90% de proximidade no trabalho. O temperamento natural e ilegal dessa operação minerária, na maioria dos casos não são fiscalizadas pelos órgãos competentes, por números fatores acabam sendo executadas e gerando-se grande s impactos ambientais e péssimas condições de segurança e saúde por parte dos trabalhadores, facilitando uma poderosa exploração do trabalho e a exploração indiscriminada dos recursos naturais (VALE, 2001). Em outro levantamento mais atual, Nascimento (2000), afirma que são aproximadamente 600.000 trabalhadores no garimpo, nos quais o Estado de Rondônia no Rio Madeira, no Norte do Estado do Mato Grosso em pequenos afluentes do Alto Rio Tele Pires e Alto Juruema e no Estado do Pará, essencialmente nos rios Tapajós, Tocantins e Araguaia.

A extração de Cassiterita em garimpos vem atraindo garimpeiros para os territórios do Centro Oeste. As prospecções sobre os depósitos de Cassiterita nas últimas décadas se impulsionaram no Brasil com o desenvolvimento das indústrias,

no ano de 1989 o Brasil alcançou o ranking de se tornar autossuficiente na produção de minério de Cassiterita (SCLIAR, 1996 & AZEVEDO, 2002).

2.7 Legislação Mineral na Lavra Garimpeira

Os bens minerais são substâncias que ocorrem por meio natural na crosta terrestre sua formação ocorre tanto na superfície quanto no interior da terra quando extraídas são aproveitadas em matérias-primas para diversos segmentos, devem ser legalizadas como bens, levando em consideração o interesse econômico (GONÇALVES, 2009).

Conforme Fiorillo (2004, p. 297), detalha os recursos minerais lavrados no Brasil:

Os metais (bauxita, chumbo, cobre, cromo, cassiterita, ferro, nióbio, níquel, cobalto, ouro, titânio, tungstênio, zinco, manganês e zircônio), os minerais industriais (amianto, argila, barita, bentônia, calcário, caulim, diamante, feldspato, fluorita, fosfato, grafita, Magnesita, potássio, vermiculita), as gemas e pedras preciosas (esmeralda, diamante, água-marinha, ametista, opala, alexandrita, turmalina, topázio, granada, berilo, morganita, citrino), as rochas ornamentais (granitos, mármore, quartzitos, arenitos) e principalmente os combustíveis e energéticos (turfa, carvão, gás, petróleo e urânio).

A atividade minerária é uma execução de lavra e beneficiamento mineral, onde é agrupada em três grupos: mineração industrial ou empresarial de grande porte, mineração de uso imediato para construção civil de menor porte, como as pedreiras, Areias e a extração de Argila, e por último os garimpos que nada mais é, uma atividade extrativa informal podendo ser mecanizada ou manual (ABRÃO & OLIVEIRA, 1998).

Conforme a Art. 1º do código de mineração 1967 aplica-se a permissão de lavra garimpeira a exploração imediata da jazida mineral que, por sua natureza o tamanho, a localização e a prática econômica possam ser extraídos, sem que necessariamente realize estudos de pesquisa sobre a área, segundo os parâmetros definidos pelo DNPM.

Os minerais de lavra garimpeira são considerados aqueles com aproveitamento de substâncias mineral garimpáveis, lavrados no interior de áreas, designada pelo DNPM cedida a brasileiros, pessoas física ou jurídica também podendo ser a cooperativas de garimpeiros, sendo outorgada a atuar como empresa de mineração, perante o regime de permissão de lavra garimpeira (Art. 10º & ALMEIDA, 2006).

Os minerais considerados pelo DNPM como sendo proveniente para extração garimpeira são os seguintes: Ocorrência de formação Coluvionar, eluvionar e aluvião a cassiterita, ouro, diamante, Columbia, tantalita, wolframita, Scheelita além das gemas, rutilo, feldspato, mica e diversos outros minerais com características de ocorrência a serem indicados, sempre a critério do Departamento de produção mineral.

2.8 Métodos de Lavra a Céu Aberto

Nesse tópico serão apresentadas as características dos processos empregados na lavra da cassiterita a céu aberto, detalhando o método aplicado para os depósitos primários e secundários, posteriormente será descrito os equipamentos de uso nas operações de lavra.

Segundo Silva (2007) as seleções do método de lavra provem de diversas características das jazidas e em algumas circunstâncias de elementos externos não favoráveis. A maioria das reservas minerais é lavrado por técnicas tradicionais tanto a céu abeto (em superfície) ou método subterrâneo (na subsuperfície).

De acordo com a Lei 227/67 de 28 de fevereiro de 1967 (Art. 36), compreende-se por lavra o conjunto de avaliação necessário para se obter valor econômico da jazida, desde sua extração até o produto final, o beneficiamento.

Para os depósitos com formação primários também conhecidos como rochas duras, como o mineral de interesse não está livre e sim agregado a ganga, utiliza-se o desmonte mecânico da rocha por explosivos ou com uso de equipamentos adequados ao método, escavadeiras hidráulicas, tratores de esteiras, pás carregadeiras, escarificadores entre outros, esses equipamentos é o responsável por realizar o decapeamento superficial, como se trata de rochas duras, há casos que se faz necessário o uso de explosivos para fragmentação e diminuição do mineral (CETEM, 2002).

Os depósitos de cassiterita de formação secundária, são aqueles onde os sedimentos encontram-se nos depósitos Culuvionares, Aluvionares ou Eluvionares conhecidos também como tipo *placers*. A lavra desse tipo de formação é executada pelo método a céu aberto fazendo-se uso de equipamentos adequados as características do minério. As escavadeiras hidráulicas, tratores de esteiras entre outros, realizam o desmonte chamado mecânico, todavia esse é o processo de

decapeamento do subsolo ou desmote do material conhecido como estéril (MINÉRIOS, 2012).

A figura 2 ilustra como é realizado o desmote para extração da Cassiterita.

Figura 2 desmote mecânico



Fonte: <https://omundoemquevivo.wordpress.com/2011/04/18/garimpo-bom-futuro/>

O desmote hidráulico é um método de lavra aplicado a depósitos secundários de Cassiterita onde se faz necessário o uso de energia concentrada em jatos d'água aplicado sob alta pressão nas frentes de lavra para realizar o desmote, resultando em uma polpa contendo uma mistura de sólidos com água (BETTENCOURT et. al., 1988).

A extração de Cassiterita efetivada a céu aberto, emprega-se diversos equipamentos cujo tráfego modifica sensivelmente as características do solo a ser minerado. Os impactos geridos sobre o solo e no subsolo são motivados pelas escavações, depósitos de materiais estéreis e rejeitos, essas alterações não decorrem somente do uso intenso de máquinas e equipamentos de todo conjunto que antecede a extração do minério, também como a construção de estradas de acesso e imposição de superfícies distintas do relevo original causam na área de influência direta do empreendimento (LONGO et al., 2005 & YADA, 2011).

2.9 Tratamento mineral

O beneficiamento mineral pode ser considerado essencialmente como uma ciência que altera “pedras” em matérias primas para preencher os mais abundantes setores industriais. Na verdade, engloba um universo extenso e multidisciplinar,

abrangendo diversas áreas da ciência e engenharia precisamente falando (DUTRA, 2008).

Há diferentes autores que resguarda um pensamento mais amplo para o tratamento de minérios, tal como sendo um sistema em que os minerais conseguem sofrer modificações de arranjo químico, consequência da acessível separação térmica ou mesmos de comportamento peculiar pela presença de calor. O agrupamento de partículas finas de minério (briquetagem, sinterização e pelotização), o aquecimento e a calcinação são classificados, dentro dessa concepção mais ampla, como tratamentos de minérios (LUZ et. al., 2010).

Para que ocorra a concentração do minério é preciso que os minerais de interesse estejam materialmente liberados. Isto resulta que as partículas devem exibir exclusivamente uma natureza mineralógica. Para que ocorra a liberação do mineral, é necessário que aconteça a desagregação do minério, no qual é submetido ao processo de diminuição de tamanho, conhecido como cominuição, ou seja, a britagem ou moagem, nesse processo o interesse é reduzir as partículas de minério deste centímetro até micrometros. Como nessa etapa de redução de tamanho, tem-se elevados custos (alto custo de gastos com energia elétrica, meio moedor, revestimento e outros), é recomendado fragmentar literalmente o necessário para esse processo. Quando esse minério for submetido a diminuição das partículas, alcançando a liberação pertinente dos seus minerais, desse modo pode-se fazer a operação de separação dos minerais, resultando no final da operação um concentrado (minério de interesse) e um rejeito (LUZ et. al., 2010).

2.9.1 Métodos de Beneficiamento

No tratamento mineral aplicam-se técnicas específicas de acordo com as características de cada depósito de cassiterita. Quando o mineral é encontrado em forma de *placers*, a cassiterita é aglomerada por meio de lavagem, separação magnética, densitária, eletrostática além das mesas vibratórias, obtendo o mineral de interesse a cassiterita pura, nos depósitos *placers* a recuperação do minério varia entre 90% a 95% (RAMOS, 2003).

Quanto a ocorrência da Cassiterita está associada a rochas duras (depósitos de origem primária), faz-se o uso indispensável do processo mineral, no qual é

submetido a britagem e cominuição, para diminuição do material obtido. Ao contrário da recuperação dos depósitos secundários, na Bolívia se utiliza o mesmo por exemplo, com uma eficácia de recuperar até 50% no minério (PEARCE, 1980, p.755 apud RAMOS, 2003).

2.9.2 Concentração Gravimétrica ou Densitária

A concentração densitária pode ser considerada como sendo um método em que os fragmentos de densidades variadas, dimensão e contornos são desagregados uma das outras pela influência da força gravitacional ou pelas forças de ações centrifugas. Esse método é dos mais antigos para o processamento de minérios, mesmo depois de diversos séculos de aplicação, até nos dias de hoje seu funcionamento não é compreendido plenamente (LINS, 2010).

Segundo Viana Jr. et al., (1980) a corrente aplicada nos principais métodos de concentração densitária é a água em escolha ao ar. No qual a água exerce uma maior higiene na superfície (especialmente separar os finos concentrados), possui uma alta densidade em relação ao ar atmosférico, no qual, na maior fração dos fatos, aumenta o funcionamento do processo. Mas KELLY & SPOTTISWOOD (1982) afirma que o ar também pode ser utilizado mesmo quando o abastecimento de água seja inferior ou mesmo quando qualquer outra vantagem especial seja consequência de sua aplicação.

Entretanto o método gravítico até nos dias de hoje é uma atividade amplamente utilizado. No ano de 1978 a massa total de mineiro beneficiado por este mesmo método nos Estados Unidos superou as expectativas do método de flotação. O mineral de Carvão refere-se como sendo o minério principal beneficiado pelo método gravítico e o minério de Ferro como sendo o segundo nos Estados Unidos (BURT, 1984).

Todavia a concentração de minérios como Carvão e Ferro e poucas outras, não ficam delimitado pelo método densitário em que a flotação não surge resultado. O método gravítico exhibe comparativamente um custo mais baixo de instalação por tonelada de minério concentrado em comparação pelo método de flotação, no qual normalmente o consumo de energia é menor. Um fator importante que não necessita aplicação de reagentes, na maioria dos casos com

custos elevados para aquisição dos reagentes (BURT & MILLS, 1982 apud BURT, 1984).

A concentração gravimétrica quando utilizado em minérios com alto teor, com partículas maiores para a liberação do minério em depósitos de aluvião, coluvião e eluvião produz consideradamente excelentes resultados, para pré concentração e beneficiamento do minério em áreas afastada, ou até mesmo necessária empregar um baixo custo de investimento de produção. Os minérios com maior dificuldade de se beneficiar são aqueles de depósitos de filão, pois na fase de cominuição há uma grande produção de finos, essas partículas menores caracterizam maior obstáculo na etapa de separação pelo método gravimétrico (BURT, 1984).

Segundo Carisso (2001) enfatiza o tratamento de minérios com partículas inferiores a 10 micrometro como sendo uma grande incitação para o tratamento mineral.

Os minerais de Cassiterita, Ouro, Diamante, Rutilo, Scheelita, zirconita, wolframita e diversos outros minerais, na atualidade também são aplicados o método de concentração gravítica (COSTA, 2002).

Entretanto o método densitária possui uma extensa trajetória e seja largamente aplicado para o beneficiamento de uma larga diversidade de minerais em todo o mundo, persevera adversidade quanto á sua definição matemática e formação de referências de equipamentos. Com certeza a distinção de equipamentos em aplicação seja evidencia da insuficiência de compreensão na concentração gravimétrica. Por muitas décadas, diversos pesquisadores e autores buscaram compreender os mecanismos de trabalho de um ou mais equipamentos, todavia nenhum princípio simples tenha sido desenvolvido para a concentração (BURT, 1984).

2.9.3 Processo de Jigagem

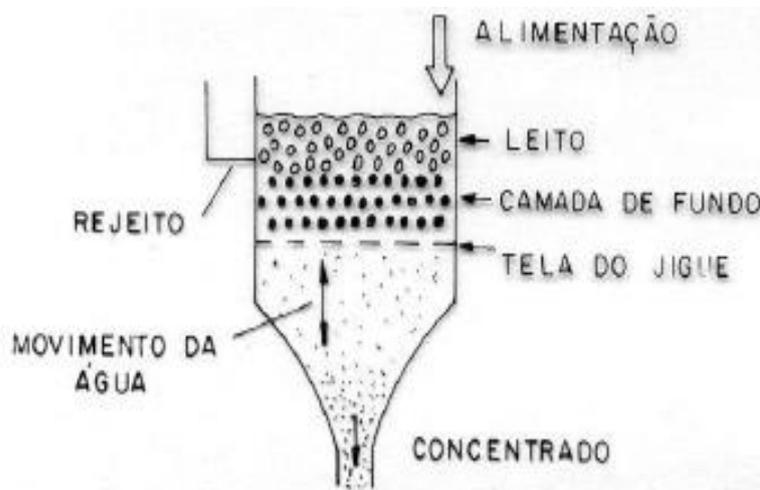
O processamento mineral aplicado por Jigues é certamente uma técnica gravimétrica de concentração com maior perfeição, isso ocorre devido a suas sucessivas alterações hidrodinâmicas. Nessa etapa, o desmembramento das partículas minerais com densidades diferentes é executado sobre um leito dilatado através de correntes pulsante de água, gerando a sedimentação dos minerais (LINS, 2010).

A maioria da sedimentação teoricamente acontece por um determinado tempo, no qual o leito está aberto, alargado, e acaba resultando em uma estratificação retardada, intensa pela constante aceleração diferencial. Este processo distribui as partículas fino-leves na parte superior e as partículas grosseiro-pesadas na parte inferior do leito. A solidificação intersticial, na fase de sucção, acomoda os grãos mais finos e pesados no fundo do leito e as partículas grosseiras e leves na extremidade do leito. O resultado da pulsação e sucção, regulado corretamente, posteriormente resulta em uma sedimentação praticamente excelente, conforme as densidades de cada mineral (LINS, 2010).

A classificação dos Jigues ocorre por intermédio da dilação do leito. No caso dos Jigues com tela móvel mais antigo, o Jigue possui uma caixa que efetua o movimento em tanque estacionário de água. Já os Jigues com tela fixa, no qual a água é a responsável por realizar o funcionamento, a classificação ocorre conforme o dispositivo de pulsação da água (LINS, 2010).

Representação simplificada de um jigue, a tela é aberta na maioria dos casos, ou melhor, o mineral atravessa a tela formando o concentrado.

Figura 3 Jigue



Fonte: Luz, Sampaio, França (2010)

Frequentemente esse equipamento é aproveitado no Brasil no processo de Jigagem terciária em minérios de depósitos Placers (aluvião, coluvião, eluvião), como a cassiterita e ouro ou até mesmo na fase de separação, todavia é a fase final para obter o concentrado. Esse modelo de Jigue Denver produzido no Brasil, não dispõe

da válvula rotativa para entrada da água, de maneira que seja mais empregado em recuperação de minerais finos pesados (LINS, 2010).

Podemos mencionar também o Jigue que possui a secção de aplicação trapezoidal, ao contrário de retangular, esse equipamento é aproveitado respetivamente no beneficiamento de minerais secundários como Cassiterita e Ouro (LINS, 1998).

O diâmetro da abertura da tela do Jigue deve ser entre duas ou três vezes a dimensão dos grãos de minério. O tamanho médio das partículas do nível de fundo, artificial ou natural, é recomendado aplicar-se aquela partícula ao dobro da dimensão da tela, por meio dessas alterações de dimensão, não são aconselháveis um nível de fundo de um único tamanho. As fases de Jigagem, devem ser aplicados para cada tipo de material e partículas, adotando uma etapa pequena e rápida para partículas finas, e um ciclo maior e lentamente para partículas mais grosseiras (LINS, 2010).

2.9.4 Beneficiamentos da Cassiterita

O Estanho historicamente elucidada um período. A etapa do Bronze ficou conhecida pelo processo metalúrgico de ligação do Cobre com Estanho formando a liga de Bronze, mais dúctil e preparado para ser aplicado na fabricação de escudos e espadas (CHAVES & CHAVES FILHO, 2013).

O tratamento da Cassiterita é realizado tradicionalmente em Jigues em duas fases, sendo elas: nas frentes de extração, as plantas de pré-concentração moveis, que se desloca com a lavra e gera um pré-concentrado do minério que é conduzido para a planta de beneficiamento ou etapa final do tratamento fixa. A maior produção de rejeitos é produzida pelas pré-concentração do mineral, onde o mesmo é depositado nas áreas onde já ocorreram os trabalhos de lavra (CHAVES & CHAVES FILHO, 2013).

As atividades de minério Aluvionares de Cassiterita na Mineração Paranapanema no Estado de Rondônia eram empregados Jigues do tipo Yuba no beneficiamento primário e secundário. Para o processo terciário eram utilizados Jigues tipo Denver (CHAVES & CHAVES FILHO, 2013).

Já na Mineração Oriente Novo o processo de beneficiamento da Cassiterita era realizado em três etapas nas usinas moveis. Na primeira fase o jigue do tipo Yuba, responsável por retirar o máximo volume de rejeito possível. Isso seria o rejeito final.

O mineral concentrado no Jigue era transferido para um jigue trapezoidal, do qual o rejeito voltava para alimentação do Yuba e o minério concentrado voltava para o jigue Denver. O concentrado final era o minério retido no Denver e seu rejeito voltava para o trapezoidal. Como em todo procedimento gravimétrico a recuperação de Cassiterita na Jigagem é estreitamente abalado pelo tamanho da partícula do minério, inferior a 65 milímetros a recuperação começa a cair e menor que 150 milímetros tende a zero (CHAVES & CHAVES FILHO, 2013).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido foi executado no distrito da Taboca localizado no Município de São Felix do Xingu Estado do Pará, na localidade no qual é realizada a extração mineral de Cassiterita por garimpeiros. Para aquisição dos dados, se fez necessário à visita do investigador na região para obtenção da coleta dos dados por meio da aplicação de questionários aos garimpeiros do local de estudo com perguntas fechadas e abertas. O deslocamento do pesquisador á campo foi imprescindível para coletar os dados e assim verificar o método operado pelos garimpeiros na extração e beneficiamento da Cassiterita. O questionário foi aplicado a 11 garimpeiros presentes na localidade e entrevista voltado ao dono do garimpo, ás perguntas eram referentes a sexo, idade, função desenvolvida no garimpo, métodos aplicados para aquisição do minério, equipamentos utilizados para extração do mesmo. Uma parte dos resultados obtidos no campo foi estruturada por meio de gráficos para melhor interpretação e compreensão as outras partes como era perguntas abertas foram transcritas na forma mais adequada para melhor entendimento com ilustração de imagem registradas do local.

3.1 Características do Local de Estudo

Os dados de coletas foram colhidos em um garimpo de extração mineral de cassiterita no Distrito conhecido como Taboca pertencente ao Município de São Felix do Xingu- PA.

Segundo os dados do IBGE (2013), São Felix do Xingu localiza-se aproximadamente 1.050 km da capital do Pará, está localizado numa latitude 06° 38' 41" sul e longitude 51° 59' 42" oeste, possui uma elevação de 220 metros, é uma cidade que tem aos redores o encontro dos rios Xingu e rio Fresco, com uma dimensão de área de 84.213 km² e uma população em torno de 106.940 habitantes.

O Município é compostos por 5 Distritos, sendo eles: São Félix do Xingu, Vila Nereu, Vila Taboca, Vila Lindoeste e Vila Ladeira Vermelha (IBGE, 2015 & BRAGA, 2015). O nascimento do Município está diretamente ligado à produtividade da borracha, à cata da castanha do Pará como é conhecida o diversos surgimento de

garimpos na região e da caça e pesca. Nos últimos anos com a alta chegada de novos migrantes, deu-se ao crescimento da extração de Madeira, extração de minerais rentáveis e pecuária e agricultura (IBGE, 2015 & BRAGA, 2015).

3.2 População e Amostra

Esta pesquisa trabalhou com uma população amostrada de 11 operários mais o dono do garimpo, nos quais 10 eram responsáveis diretamente pela execução da extração e beneficiamento, e 1 operador de máquina, encarregado pela abertura das cava e vias de acesso. Isso gerou ao investigador uma maior confiança nos dados coletados, uma vez que todos os trabalhadores ligados diretamente com a lavra participaram da amostragem.

O presente trabalho foi realizado em um garimpo de Cassiterita no município de São Felix do Xingu-PA mais precisamente no Distrito da Taboca, o próprio foi estudado em sua universalidade, uma vez que todos os colaboradores no total de 12 integraram a pesquisa.

3.3 Coletas de Dados

No presente trabalho desenvolvido teve como finalidade a coleta de dados por meio de aplicação de questionário contendo perguntas de múltiplas escolhas e discursivas para expor melhor suas opiniões e entrevista direcionada somente ao dono do garimpo para melhor compreender a produção da cassiterita, bem como valor de mercado e pontos de vendas, procurando o entendimento e compressão dos fatos referente às características dos processos de lavra e beneficiamento mineral.

Formular um questionário tem o princípio de divulgar os objetivos da pesquisa que ainda está sendo analisada, de maneira que os resultados dessas perguntas irão se ajustar aos dados oferecidos para relatar as qualidades da população pesquisada ou classificar as hipóteses levantadas no período da pesquisa (GIL, 2010 & SOUSA, 2013).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterizações da Obra

A pesquisa foi realizada no mês de julho do ano de 2015. A aplicação do questionário ocorreu na área da extração da Cassiterita. Os questionários foram respondidos individualmente e com auxílio do investigador.

O tempo médio para cada respondente foi de 15 minutos. A amostra pesquisada abrangeu um total de 11 garimpeiros mais o dono do garimpo. Localizado no Estado do Pará no Município de São Felix Xingu.

O garimpo não dispõe da permissão de Lavra garimpeira concedida pelo Departamento de Produção Mineral sendo uma lavra ilegal. A lavra do minério é desenvolvida por uma combinação de desmonte mecânico com hidráulico e beneficiada por Jigues artesanal do tipo pneumático.

4.2 Caracterização do Perfil dos Garimpeiros com Base nos Resultados dos Questionários

4.2.1 Características Pessoais

A primeira parte do questionário abrange dados pessoais e profissionais do colaborador, com o objetivo de traçar o perfil do mesmo. Tais dados são apresentados em forma de gráficos para melhor compreensão.

4.2.2 Gênero

A mão de obra masculina sempre predominou na garimpagem de minerais, por ser uma atividade que necessita de muito esforço físico, assim fazendo com que o sexo feminino fique restrito a esse tipo de atividade. A pesquisa revelou que 100% dos entrevistados eram do sexo masculino.

O garimpo é classificado como sendo um território inadequado para as mulheres por ser uma área masculina, agregado a confusão e para o exercício das

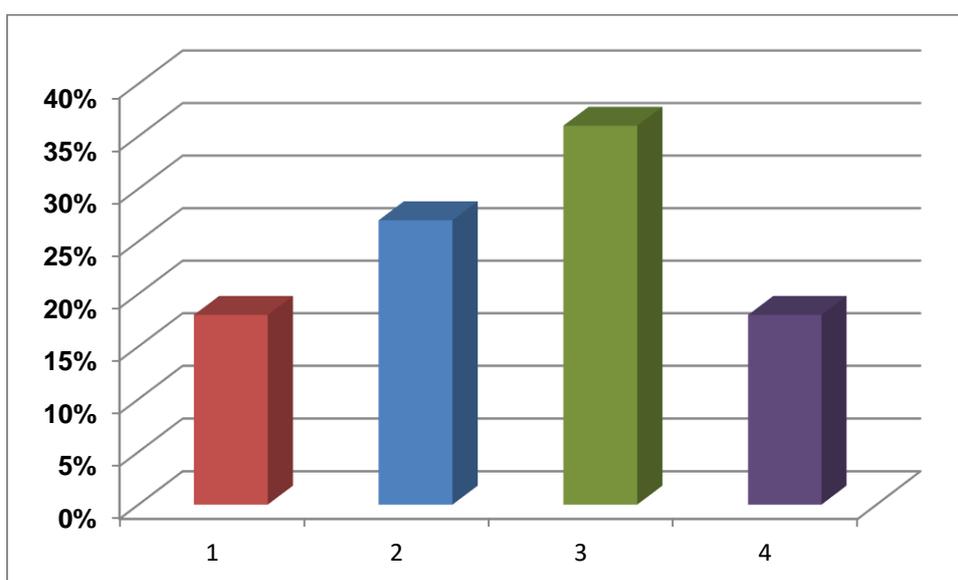
funções a força é fator indispensável, de maneira dispensando á vulgaridade feminina (CALEIRO, 2015).

4.2.3 Faixa Etária

O gráfico 1 mostra a faixa etária dos entrevistados. Observa-se que a maioria o trabalhador está na faixa de 40 a 50 anos representando 36% dos garimpeiros, seguindo das faixas de idade de 29 a 39 anos com 27%, e as médias de 18 a 28 e 51 a 61 com a mesma igualdade de trabalhadores na lavra de Cassiterita representando 18% cada.

A média de idade dos garimpeiros na região de estudo foi de 39 anos. Segundo Barreto (2000) e Amade (2009) a média nacional é de 33 anos, sendo inferior do local de estudo.

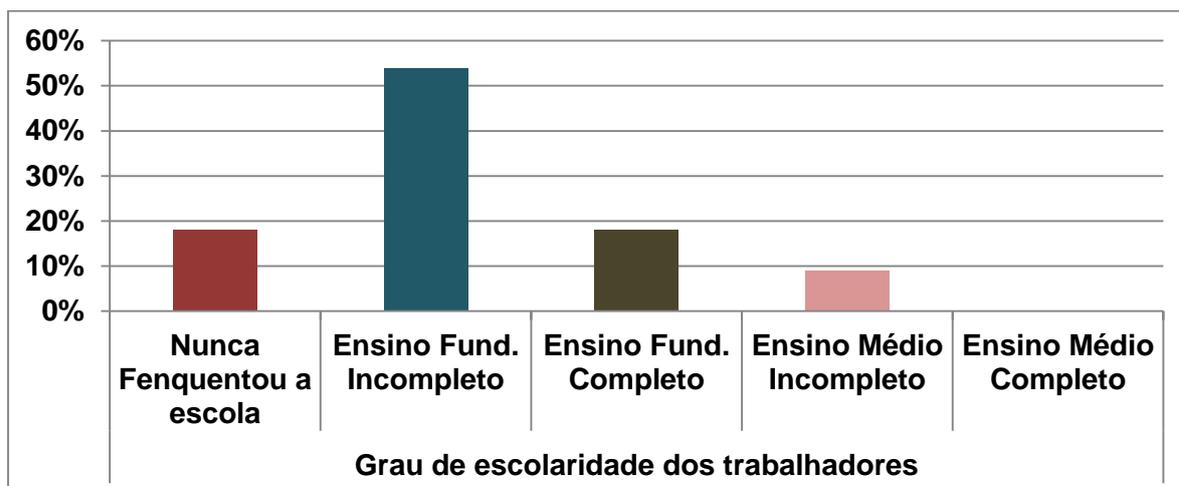
Gráficos 1 Idade dos garimpeiros



4.2.4 Grau de Escolaridade

O Gráfico 2 revela o percentual de trabalhadores dividido por seu grau de Escolaridade. Percebe-se que pessoas que tem o ensino fundamental incompleto é a maioria da amostra com 54%, posteriormente nunca ter frequentado uma escola e ter ensino fundamental completo com 18% e 9% tem o ensino médio incompleto.

Gráfico 2 Escolaridade



4.3.1 Características Profissionais

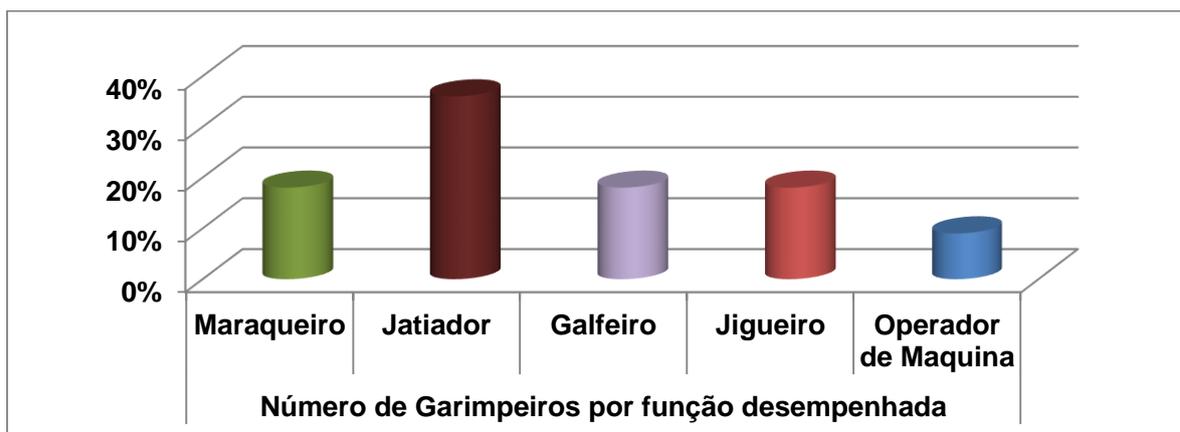
A segunda parte da pesquisa engloba as características como, função de cada trabalhador e Jornada de Trabalho.

4.3.2 Função Desempenhada

Cada garimpeiro exerce uma função nas atividades de extração e beneficiamento da Cassiterita, no qual as funções exercidas e quantidades por cada garimpeiro são conhecidas como: 2 Maraqueiro, 2 Galfiador, 4 Jateador, 2 Jigueiro e 1 operador de escavadeira hidráulica.

O Gráfico 3 mostra a quantidade de trabalhadores e suas funções exercidas no garimpo de estudo.

Gráfico 3 Função desempenhada



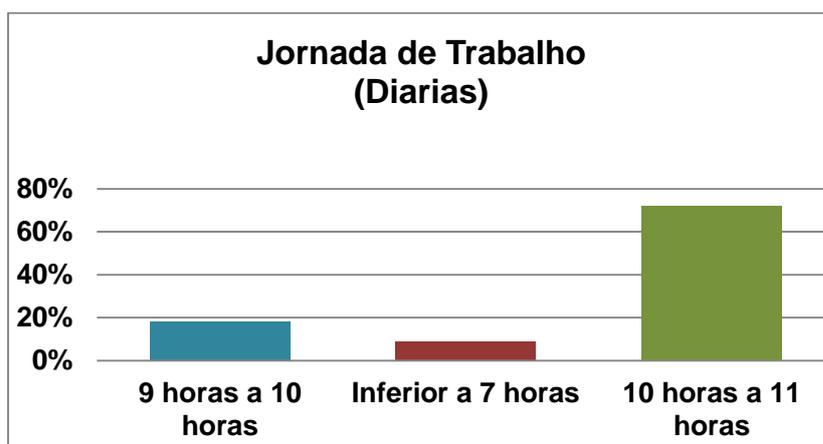
Esses encargos de trabalho apresentados anteriormente no gráfico são conhecidos como:

- Maraqueteiro: responsável por executar a maraca, ou melhor, a sucção da polpa (saprolito, cascalho, minério e outros), seu cargo é direcionar a maraca para efetuar a absorção da maior quantidade de material dissolvido, evitando partículas muito grandes, ocasionando o rompimento do equipamento.
- Galfiador tem a missão de retirar grandes pedras das areias onde está realizando a sucção.
- Jateador executa com um jato de água de alta pressão perfurando o solo, liberando a extração de minerais mais profundos.
- Operador de máquina responsável por desenvolver as cavas (barrancos, frentes de lavra) para execução da extração do minério.
- Jigueiro opera o equipamento (jigue) onde ocorre o beneficiamento da cassiterita.

4.3.3 Jornada de Trabalho

A pesquisa realizada no garimpo de Cassiterita revelou que mais 72% dos trabalhadores exercem as atividades de 10 a 11 horas diárias, 18% trabalham de 9 a 10 horas diárias, contrariando a Constituição Federal que determina apenas 8 horas diária, apenas 9% trabalhavam dentro do permitido pela legislação que é de até 8 horas diárias.

Gráfico 4 Jornada de trabalho



4.4 Características dos Processos de Lavra e Beneficiamento

Neste tópico será descrito os métodos de desmonte, carregamento, transporte e beneficiamento da Cassiterita empregado na região de estudo, através das opiniões respondidas nos questionários pelos garimpeiros e por interpretação de registro fotográfico executado pelo investigador.

4.4.1 Depósitos de Cassiterita

Os depósitos de Cassiterita extraídos no garimpo são do tipo *Placers* (eluvião, coluviões), todavia são de decorrência das áreas de ação primárias que se sedimentam a mercês, suas composições mineralógicas decorrentes da ação do intemperismo, no caso que é a erosão e sedimentação do material.

A imagem, para melhor compressão representa os depósitos coluvião e eluvião, sendo esses em desenvolvimento no garimpo pesquisado.

Figura 4 Depósitos de Cassiterita Coluvionar e Eluvionar



No garimpo de estudo na região de São Felix do Xingu a lavra é executada em depósitos de ação secundária como explicado anteriormente, como relataram os garimpeiros esses tipos de formação contribuem para a extração do minério, por não necessitar que se empregue um tratamento mais amplo ao mineral como a britagem e moagem fazendo assim a dispensa desta etapa e necessitando apenas de uma concentração gravimétrica para liberação do minério dos demais materiais de não interesse.

As avaliações dos depósitos de Cassiterita não foram executadas por empresa legalmente habilitada para realizar a pesquisa, sendo assim vale a experiência do garimpeiro em estimar a quantidade de cassiterita que se encontra nas reservas descobertas, na maioria das vezes acarreta em erros grosseiros ocasionando em prejuízos financeiros.

Tabela 4 Reserva Mineral do Garimpo

Vida Útil / meses	Profundidade da Cava / Barranco em M	Depósito de Cassiterita em Ton.
12	1 a 7	96

Conforme a experiência dos garimpeiros, no qual os mesmos relataram que reserva do garimpo tem uma vida útil de aproximadamente 1 ano, a profundidade dos depósitos para se chegar ao minério (Cassiterita) varia de 1 a 7 metros.

A estimativa da reserva foi calculada através da seguinte fórmula:

- Reserva em toneladas = vida útil/meses x produção mensal
- Reserva em toneladas = 12 x 8.000

- Reserva em toneladas = 96

4.5 Equipamentos Utilizados

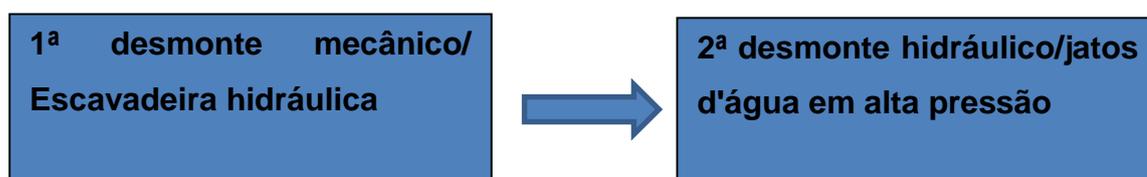
Os equipamentos empregados no garimpo de estudo estão descritos do quadro abaixo.

Tabela 5 Equipamentos Utilizado

Escavadeira Hidráulica
Draga
Motores adaptados
Jigues
Mangueiras

4.5.1 Desmonte

O método aplicado pelos garimpeiros no desmonte é dividido duas etapas:



No garimpo o processo de remoção do decapeamento (material de estéril) é executado por dois sistemas, no qual o equipamento mecânico efetua 90% do material estéril e o hidráulico remove 10%.

Sendo assim elaborou uma formula para calcular em metros cúbicos o material de estéril removido até o minério.

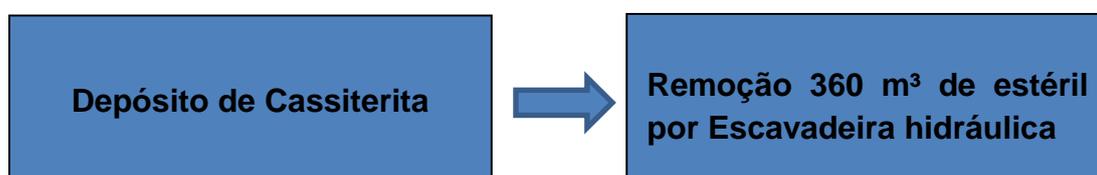
- Quantidade em metros cúbicos de estéril = largura x comprimento x profundidade
- Quantidade em metros cúbicos de estéril = 10 x10 x 4
- Quantidade em metros cúbicos de estéril = 400 m³

Nas duas frentes de lavra em desenvolvimento, se fez necessário à remoção de 400 m³ de estéril cada, com dimensões da cava de 10 metros de largura e comprimento com uma profundidade de 4 metros.

4.5.2 Desmorte Mecânico

Emprego da escavadeira hidráulica segundo os garimpeiros é muito importante e facilita a lavra, tem maior recuperação do mineiro, diminui o tempo para se produzir. No garimpo a escavadeira opera o desmorte mecânico na abertura da lavra.

Segundo os garimpeiros quando era realizado o desmorte manualmente, demorava dias ou até mesmos meses para chegar ao cascalho onde fica retida a Cassiterita, estes equipamentos vieram para somar e ganhar tempo, pois, segundo eles a questão do tempo é primordial para extração do mineiro, é preciso rapidez e eficiência se não se perde muito dinheiro nesse tipo de atividade.



Para se chegar ao minério de interesse é necessário primeiramente a remoção que recobre o mineral, para esse tipo de operação emprega-se desmorte mecânico por meio de Escavadeira hidráulicas, na 1ª etapa do desmorte foram removidos cerca de 360 metros cúbicos de estéril.

A figura 5 ilustra o desmorte da lavra utilizando o método mecânico, no primeiro momento com Escavadeira hidráulica de capacidade da concha de 1.7m

Figura 5 desmonte mecânico

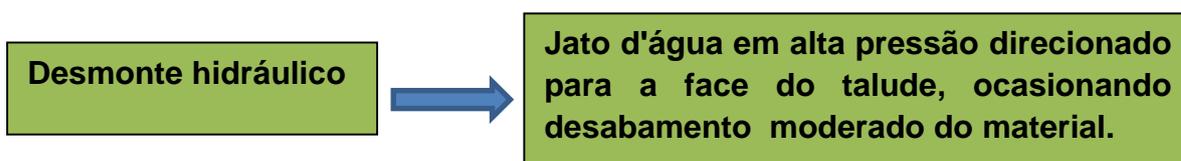


A escavadeira hidráulica de modelo Cat 320D, todavia é um equipamento mecânico do qual o garimpo faz o emprego na lavra, este equipamento possui alta eficiência de trabalho, de maneira que torna possível executar a abertura da lavra, assim como o uso de dragas que nada mais que um motor com adaptações e mangueiras acoplado em uma balsa feita de madeira.

A lavra é realizada céu aberto e em cava seca, com dimensões variadas de acordo com o mergulho do mineral, podendo ser de até 100m² ou superior quando for o caso, com profundidade variando até 7 metros, na lavra é empregado método mecânico e hidráulico, o mecânico é retirado o decapeamento do solo utilizando escavadeira hidráulica até uma certa profundidade sendo assim dispensando o uso de explosivos.

4.5.3 Desmonte Hidráulico

O emprego do desmonte hidráulico se faz á necessidade da utilização de muita água, com isso os garimpeiros realizam o bombeamento de um Rio próximo para um reservatório do garimpo, o minério não tem risco de contaminação, portanto é feita a reutilização quantas vezes necessária da água.



O desmonte hidráulico utilizado para desmontar o material, assim formando um composto de sólidos e líquidos, fazendo necessário para liberar as partículas de interesses e facilitar no transporte e beneficiamento do minério.

Figura 6 desmonte hidráulico



Após ser realizado o desmonte mecânico, emprega-se o desmonte hidráulico para complementação da abertura da cava, utiliza esse método, pois, com o equipamento mecânico é mais provável, em haver perdas, todavia no momento em que está havendo a remoção do decapeamento (solo) pode acabar removendo muito material que contém minério já que ele está associado ao cascalho e solo Saprolítico, entretanto dificultando a visualização da cassiterita por ser um minério de formação secundária as partículas são muito pequenas podendo ser vistas somente a curtas distâncias.

O objetivo do desmonte hidráulico é dissolver o material aglomerando com o uso de energia concentrada em jatos d'água aplicada em alta pressão nas frentes de lavra para realizar o desmonte, resultando em uma polpa contendo uma mistura de sólidos com água.

A lavra da Cassiterita é feita a céu aberto em depósitos do tipo *placers* (secundários) em cava seca com dimensões mais comuns de até 100 metros quadrados podendo ser superior.

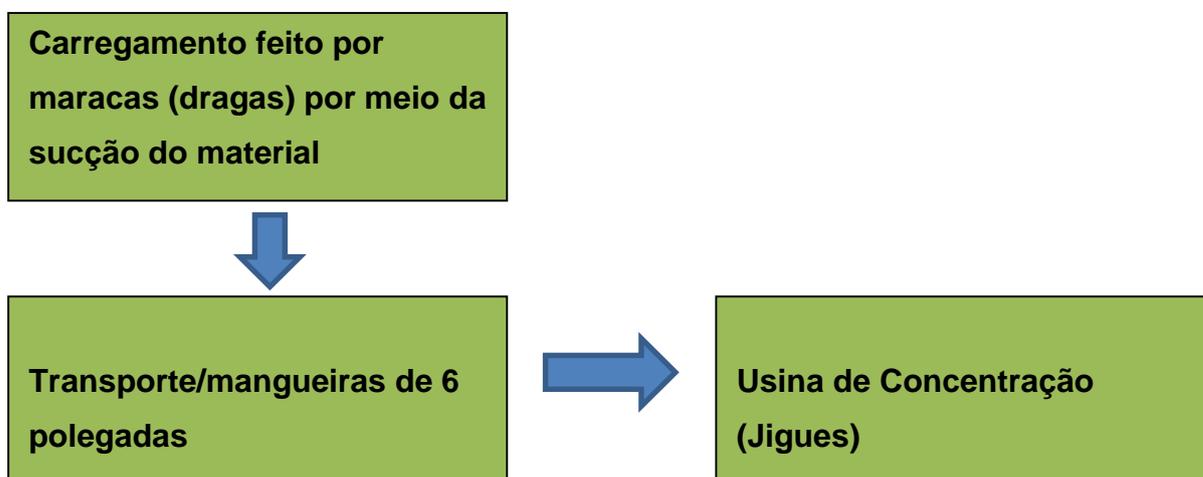
Figura 7 Desmorte Hidráulico



Na parte destacada da imagem é possível a visualização na porção mais escura o minério de Cassiterita aglomerado com outros materiais, o jateador direciona o jato de água para a face do talude com o objetivo de desmontar todo o material resultando na formação de uma polpa (lama), posteriormente realizada a sucção desta polpa por meio de maracas (mangueiras de 6 polegadas) e transportada para usina de concentração da cassiterita.

4.5.4 Carregamento e Transporte

Os métodos empregados para o carregamento e transporte da Cassiterita na região de estudo, são diferentes daqueles que são realizados por equipamentos como, carregadeiras, caminhões, retroescavadeiras, correias transportadoras e muitos outros diversos métodos aplicados nas grandes minerações.



O material é carregado através da sucção, transportadas via mangueiras de 6 polegadas e concentrada na usina por meio de métodos gravimétricos pelos equipamentos Jigue primário e secundário.

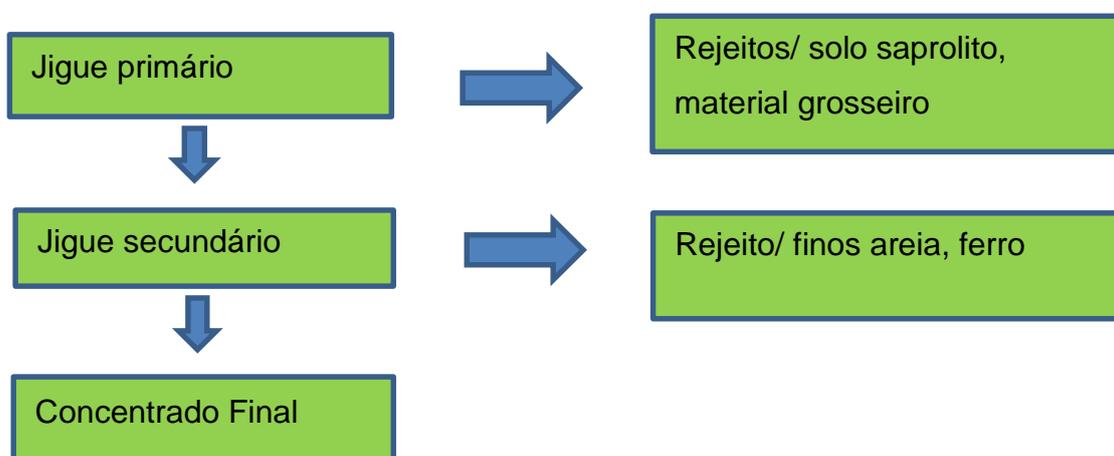
Figura 8 Sucção da polpa de Cassiterita



O material já dissolvido é transportado por uma trincheira aberta até um mini depósito, de maneira que o maraqueiro opera a draga realizando a sucção do material sendo efetuado o carregamento posteriormente transportado para usina de tratamento.

4.5.5 Beneficiamento da Cassiterita

A concentração da Cassiterita é dividida em duas etapas concentração primária e secundária:



A primeira fase do beneficiamento consiste na separação da cassiterita dos demais materiais de não interesse utilizando o processo de Jigagem primária pelo método gravítico, isso só é possível porque o equipamento realiza pulsações ascendentes e descendentes de maneira que o material mais pesado atravesse uma tela e se sedimentam no fundo do Jigue e os materiais mais grosseiros (cascalho, seixo e outros) ficam retidos na tela descartando-se por uma das extremidades do equipamento, seguindo para bacias de rejeito sem aplicar um novo reprocessamento.

A segunda fase do processo se faz necessário para liberar totalmente o mineiro de interesse dos não de interesse. O material retido no fundo do equipamento na concentração primária segue para concentração secundária, com as pulsações do equipamento e alta densidade da Cassiterita, o minério de interesse se sedimenta no fundo do Jigue, já os materiais finos como a Areia e Ferro tem baixa densidade em relação a cassiterita ficam retidos na parte superior do equipamento sendo evacuado por uma das extremidades do equipamento.

O minério retido no fundo do Jigue na concentração secundária sai por uma das extremidades gerando o concentrado final. Os rejeitos provenientes da concentração primária e secundária são depositados nas bacias de rejeitos.

Figura 9 Jigue Primário (cassiterita/ rejeito)



Figura 10 Disposição de rejeito



Figura 11 Jigue Secundário Cassiterita/Rejeito



Figura 12 Rejeito/finos (areia e outros)



Fica perceptível o processo de concentração da Cassiterita, o Jigue primário é alimentado, realiza a separação do minério de interesse e não interesse, no qual os rejeitos que são os materiais grosseiros ficam retidos na grelha e despejados por uma das extremidades do equipamento para bacias de rejeito, o material mais fino que contem a Cassiterita e outros materiais são concentrados no fundo do equipamento, posteriormente alimentando o Jigue secundário, novamente realiza a separação dos finos, no qual o Rejeito é despejado pela parte superior para bacias de rejeito, o concentrado de Cassiterita se sedimenta na parte inferior, sendo acondicionado em um recipiente plástico (Saco de fibra com capacidade de até 50 quilos). A separação dos finos, só é possível porque a Cassiterita tem uma alta densidade (cerca de 7), sendo superior aos demais materiais.

4.5.6 Concentrado Final

A cassiterita é concentrada em sacos de fibra com capacidade de 50 quilos, segue-se para o depósito chamado pelos garimpeiros de “Barraco”, no qual é dormitório dos trabalhadores localizado nas proximidades do local de extração e assim dificultando o roubo do minério, bastante cobiçado por possuir um valor econômico bastante satisfatório.

O garimpo tem um único dono, no qual é pessoa física e detém todos os equipamentos empregados para a lavra e beneficiamento da Cassiterita, tal como, é responsável no fornecimento de combustíveis para o funcionamento dos equipamentos, uma vez que no local não se tem fornecimento de energia elétrica e todos os equipamentos são adaptados para serem movidos através de combustíveis e o fornecimento de mantimentos para alimentação e uso pessoal dos garimpeiros, assim como pessoas de apoio como cozinheiras e gerente para estar prestando assistência ao garimpo.

A cada tarde de sábado da semana os trabalhos são interrompidos, para que o minério lavrado durante a semana seja levado para venda em cooperativas adequadas na compra da Cassiterita presentes na região.

Tabela detalha os ganhos obtidos em reais pelo dono do garimpo e dos garimpeiros ao final de cada semana de trabalho.

Tabela 6 Produção de Cassiterita no garimpo

	Preço/ Quilo Cassiterita em Reais	Produção Semanal/kg	%	Lucro/Kg	Lucro em Reais
Dono do Garimpo/2 frentes de Lavra	28	2000	70	1400	39.200
5 Garimpeiro/Frente de Lavra	28	1000	15	150	4.200
Dono/Terra	28	2000	15	150	4.200

A produção apresentada na tabela (7) é referente à produção das duas frentes de lavra em atividades. Os garimpeiros não têm salário fixo, recebem pela participação na produção dos trabalhos desenvolvidos. Em uma frente de lavra necessita de cinco pessoas para executar os serviços, os garimpeiros recebem uma porcentagem de 3% cada um sobre a Cassiterita extraída bruta menos o operador da escavadeira hidráulica que recebe um salário fixo mensal mais uma porcentagem nas horas trabalhadas e o dono da terra (fazenda) lucra 15% da produção bruta, os outros 70% ficam com o dono do garimpo.

Na venda do minério os trabalhadores têm a preferência de vender seu minério em qualquer lugar que seja assim não sendo necessário vendê-lo no mesmo lugar que o dono do garimpo ou a escolha de receber sua porcentagem em dinheiro.

Atualmente há duas frentes de lavra em operação no garimpo, no qual cada uma produz em média 1000 quilos semanal de minério, totalizando 2000 de concentrado de Cassiterita por semana nas duas frentes de serviço.

Figura 13 concentrado final de Cassiterita



Todo processo de extração e beneficiamento empregado no garimpo resulta no concentrado de Cassiterita, esse mineral é comercializado na própria região de extração em cooperativas garimpeiras que posteriormente são abastecidas as indústrias do Estado de São Paulo principal consumidor desse mineral.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos minerais são de alta importância para os seres vivos, nenhum ser humano pode recusar a utilização dos recursos naturais, principalmente quando se quer qualidade de vida, os bens minerais são utilizados na fabricação de múltiplas aplicações para melhorar o dia a dia além de contribuir na melhoria de vida colabora na geração de empregos, renda para o País, região, gera crescimento para a população.

Neste presente trabalho foi descrito os métodos de lavra e beneficiamento mineral da Cassiterita em um garimpo no município de São Felix do Xingu-PA, as atividades na região são desenvolvidas á várias décadas contribuindo com a economia do município.

Foram apresentados os métodos aplicados na lavra e beneficiamento do minério de Cassiterita, bem como a produção semanal produzida de Cassiterita, os ganhos financeiros obtidos tanto pela parte dos garimpeiros quanto do dono do empreendimento garimpeiro. No entanto foi constatado que o garimpo não apresenta nenhuma autorização do DNPM e nem licenças ambientais concedidas pelo órgão ambiental do Estado do Pará (Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Pará-SEMA) para extrair a Cassiterita tornando a lavra ilegal.

A pesquisa desenvolvida teve amplo acréscimo no aprendizado por parte do pesquisador, contribuindo para o crescimento profissional ao termino da graduação de Engenharia de Minas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Relatório Técnico 27. Perfil da Mineração do Estanho. Projeto estal. Projeto de assistência técnica ao setor de energia.** Brasília: Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral-SGM, 2009.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA – MME. **Programa de integração mineral em municípios da Amazônia.** Brasília: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, 1998.

DAMASCENO, E.C. **Principais Depósitos Minerais do Brasil. Geologia do estanho.** Vol. 3. Brasília: DNPM, 1988.

FARIAS, C. E. G. **Mineração e Meio Ambiente no Brasil. Relatório PNUD.** Brasília: CGE, 2002.

LONGO, Regina Márcia; RIBEIRO, Admilson Írio; MELO, Wanderley José de. **Caracterização física e química de áreas mineradas pela extração de cassiterita.** *Bragantia*. Instituto Agrônomo de Campinas, v. 64, n. 1, p. 101-107, 2005. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/4169>>. Acesso em 01 jun 2015.

LONGO, Regina Márcia; RIBEIRO, Admilson Írio; MELO, Wanderley José de. **Recuperação de solos degradados na exploração mineral de cassiterita: biomassa microbiana e atividade da desidrogenase.** *Bragantia*, Instituto Agrônomo de Campinas, v. 70, n. 1, p.132-138, 2011.

RAMOS, Carlos Romano. **Estanho na Amazônia: o apogeu e o caso da produção.** *Novos Cadernos NAEA*. v. 6, n. 2, p. 39-60, dez. 2003.

U.S. GEOLOGICAL SURVEY (USGS). 2014. **Mineral Commodity Summaries 2014.** Washington. U.S. Geological Survey, 2014. 196 p. Disponível em: <<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf> >. Acesso em: 25 jun 2015.

YADA, M. M; *et al.* **Atributos biológicos em solos degradados por mineração em fase de recuperação - Serra da Onça, RO, Brasil.** Pós graduação em Agronomia. Campinas - SP: FCAV/Unesp, 2011.

ABRÃO, Paulo César e OLIVEIRA, Sílvio Luiz de. Mineração. In: OLIVEIRA, Antônio Manoel dos Santos e BRITO, Sérgio Nertan Alves de (edits.). **Geologia de Engenharia. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia**, cap. 26, pág. 431-438, 1998.

GONÇALVES, Eliane Freitas. **REQUISITOS LEGAIS PARA OBTENÇÃO DA CONCESSÃO DE LAVRA**. 2009. 52 f. Monografia (Especialização) - Curso de Direito, Faculdade -atenas, Paracatu, 2009.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL – DNPM. **Código de mineração e legislação correlata**. Brasília: Divisão de fomento. Edição revisada por Uile Reginaldo Pinto. 1982.

ALMEIDA, Suzana de. **Lavra, artesanato e mercado do esteatito de Santa Rita de Ouro Preto**, Minas Gerais. 2006.

PERNAMBUCO. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL. **Código de Mineração**. 1967. Disponível em: <http://www.dnmpm-pe.gov.br/Legisla/Guia/Guia_5.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015.
Norma 22 de Segurança E Saúde Ocupacional na Mineração (1999). Disponível em: <<http://www3.dataprev.gov.br/sislex/páginas/05/mtb/22.htm>>. Acesso em: 11/08/2015.

SILVA FILHO, I. M. **Produção de filmes finos de SnO₂ pelo método de spray pirólise utilizando um forno a gás natural com combustão de filtração**. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza (2012).

MAGALHÃES, E. C. **Propriedades Ópticas de Filmes Finos de Dióxido de Estanho Puro e Dopado com Flúor**. Instituto de Física. Salvador. Universidade Federal da Bahia. Salvador (2001).

RANGEL, J. H. **Holos**, 4 (2011) 112-127.

MORAES, E. A. **Incorporação de Er em SnO₂ obtido via sol-gel: uma análise de xerogéis e filmes finos**. Pós graduação em Ciência e Engenharia de Materiais. USP. São Carlos (2002).

BACCI, Denise de La Corte; LANDIM, Paulo Milton Barbosa; ESTON, Sérgio Médici de. Aspectos e impactos ambientais de pedreira em área urbana. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 59, n. 1, p. 47-54, 2006.

CRPM. **Perspectivas do Meio Ambiente do Brasil – Uso do Subsolo**. MME - Ministério de Minas e Energia, 2002. Disponível em www.cprm.gov.br. Acesso em 30 agosto 2015.

DE SOUZA, Patrícia Aparecida et al. **Estabelecimento de espécies arbóreas em recuperação de área degradada pela extração de areia**. *Cerne*, v. 7, n. 2, p. 043-052, 2001

IPT. Curso de Geologia de Engenharia aplicada a problemas ambientais. **São Paulo**. 1992V 3. 291p.

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Novo Dicionário da Língua Portuguesa**. 2 Ed. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.

ITC - **INTERNATIONAL TIN COUNCIL**. *Yearbook of the International Tin Council* 1 • London, ITC, 1973.

ALVES, A. M. **Estanho: aspectos do setor produtivo no mundo (1970-1987), 1989**. 158p. Dissertação (Mestrado em Geociências – Área de Administração e Política de Recursos Minerais)–Instituto de Geociências, Unicamp, Campinas, 1990.

VALE, E. **Avaliação da mineração na economia nacional- matriz insumo produto do setor mineral**. Texto para discussão, Serviço Geológico nacional-CPRM, Brasília, 2001.

BARRETO, M.L (Coord.) Projeto MMSD (**Projeto Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável**) - Relatório do Brasil. CETEM, Dezembro de 2001.

SCLIAR, C. **Geopolítica das minas do Brasil- a importância da mineração para a sociedade**, Editora Revan, Rio de Janeiro, 1996.

AZEVEDO, Adalberto Mantovani de; DELGADO, Célio Cristiano. **Mineração, meio ambiente e mobilidade populacional: um levantamento nos estados do Centro-Oeste expandido**. XIII Encontro da Associação Brasileiro de Estudos Populacionais, 2002.

LUZ, Adão Benvindo da; SAMPAIO, João Alves; FRANÇA, Sílvia Cristina Alves. **Tratamento de minérios**. 2010.

DUTRA, Ricardo. **BENEFICIAMENTO DE MINERAIS INDUSTRIAIS**. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 2., 2008, Paraná. **Anais**. Paraná: Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais, 2008. p. 1 – 3.

BARBOSA, O. Projeto Tapajós: **geologia básica e econômica do médio Tapajós, Estado do Para** PROSPEC, 1966, 22 p.

KELLY, E. G.; SPOTTISWOOD, D. J. **Introduction to mineral processing**. New York: John Wiley & Sons, 1982. 491 p.

VIANA JR., A. et al. **Métodos físicos de concentração de minérios**. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO.

(ITEP). **Tratamento de minérios e hidrometalurgia**. In memoriam Professor Paulo Abib Andery. Recife, 1980. Cap. 2, p. 114 - 64.

LINS, Fernando Antonio Freitas. **Concentração Gravítica**. In: RIO DE JANEIRO. Adão Benvindo da Luz. Centro de Tecnologia Mineral (Ed.). **TRATAMENTO DE MINÉRIOS 5ª Edição**. 5. ed. Rio de Janeiro: Cetem, 2010. Cap. 7. p. 301-325.

COSTA, Jaime Henrique Barbosa da. **Concentração de minerais com jigue centrífugo Kelsey**. 2002. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BURT, R. O. **Gravity concentration technology**. Amsterdam, Elsevier, 1984. 605 p. (Developments in Mineral Processing, v. 5).

BARRETO, M.L (Coord.) **Projeto MMSD (Projeto Mineração, Minerais e Desenvolvimento Sustentável)** - Relatório do Brasil. CETEM, Dezembro de 2001. Disponível:http://www.mmsd-la.org/informes/nacionales/inf_nac_brasil.pdf
Consultado em 04/09/2015.

CARRISSO, R. C. C. **Aplicação do concentrador centrífugo multy gravity separator (MGS) na recuperação de finos de minerais pesados**. São Paulo, 2001. 92 p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

CHAVES, Arthur Pinto; CHAVES FILHO, Rotênio Castelo. **Separação Densitária: Teoria e Prática do Tratamento de Minérios**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 6 v.

SALOMÃO, R.P. VIEIRA, I.C.G.; SUEMITSU, C.; ROSA, N. de A.; ALMEIDA, S.S.; AMARAL, D.D.; MENEZES, M.P.M. As florestas de Belo Monte na grande curva do rio Xingu, Amazônia Oriental. **Boletim Museu Paraense Emílio Goeldi**, Ciências Naturais, Belém, v. 2, n. 3, p. 57-153, set./dez. 2007.

SOUSA, Hítalo Policarpo de. **A RELAÇÃO ENTRE O TIPO DE LIDERANÇA E A SATISFAÇÃO DOS COLABORADORES: um estudo de caso realizado no Magazine Alfa localizado na cidade de Picos-PI**. 2013. 77 f. TCC (Graduação) - Curso de Administração, 1 Hítalo Policarpo de Sousa A Relação Entre O Tipo de Liderança e A Satisfação dos Colaboradores: Um Estudo de Caso Realizado no Magazine Alfa Localizado na Cidade de Picos-pi. Monografia Apresentado Ao Curso de Bacharelado em Administração da Universidade Federal do Piauí, Picos, 2013.

CALEIRO, Regina Célia Lima; RODRIGUES, Graciele Mendes. ROMPENDO O SILÊNCIO: O cotidiano do trabalho feminino nos garimpos do Alto Jequitinhonha. **Unimontes Científica**, v. 9, n. 1, p. 45-54, 2015.

AMADE, Pedro; LIMA, HM de. Desenvolvimento sustentável e garimpo—O caso do garimpo do Engenho Podre em Mariana, Minas Gerais. **REM: Revista da Escola de Minas, Ouro Preto**, v. 62, n. 2, p. 237-242, 2009.

COSTA, Luciano Rodrigues. **HOMENS DE OURO: Trabalho e Conhecimento entre os Garimpeiros Clandestinos de Ouro da Região de Mariana**. 2002. 135 f. Monografia (Especialização) - Curso de Extensão Rural, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

BORGES, T. C. **Análise dos custos operacionais de produção no dimensionamento de frotas de carregamento e transporte em mineração**, p. 30 – 57, 20.

FIORILLO, Celso Antonio Pacheco. **Curso de Direito Ambiental Brasileiro**. 13^a ed., rev., atual. E compl. – São Paulo :Saraiva, 2004.

AZEVEDO, Adalberto Mantovani de; DELGADO, Célio Cristiano. Mineração, meio ambiente e mobilidade populacional: um levantamento nos estados do Centro-Oeste expandido. **XIII Encontro da Associação Brasileiro de Estudos Populacionais**, 2002.

MINÉRIOS, Ge 902 – Geologia de Lavras e Tratamento de. **Métodos de Lavra**. 2012. Disponível em: <<https://ge902estanho2012.wordpress.com/processos/metodos-de-lavra/>>. Acesso em: 05 jun. 2015.

SILVA, João Paulo Souza. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n. 8, 2007.

BRAGA, Daniel Palma Perez. **Sistemas agroflorestais com cacau para recuperação de áreas degradadas, em São Félix do Xingu – PA**. 2015. 211 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2015.

PONTES, Eduardo Pontes e. **Sumário Mineral 2011: Estanho**. Brasília: Departamento Nacional de Produção Mineral, 2011. 2 p. 31 v.

PORSANI, Jorge Luís et al . Investigações GPR nos distritos mineiros de Santa Bárbara e Bom Futuro: Província Estanífera de Rondônia. **Rev. Bras. Geof.**, São Paulo , v. 22, n. 1, p. 57-68, Apr. 2004 .

Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-261X2004000100005&lng=en&nrm=iso>. access on 30 June 2015.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0102-261X2004000100005>.

ZAN, Renato André et al. O GARIMPO BOM FUTURO COMO FERRAMENTA PARA O ENSINO DE QUÍMICA E DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Revista Monografias Ambientais**, v. 7, n. 7, p. 1657-1669, 2012.

RODRIGUES, Antônio Fernando da Silva. Estanho. **Balanco Mineral Brasileiro** 2001. Disponível em:

<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/estanho.pdf>.

Acesso em: 29 jun. 2015. ESTANHO. GE 902. In: **Geologia de Lavras e Tratamento de Minérios**. Disponível em:

< <https://ge902estanho2012.wordpress.com/pr>ocessos/metodos-de-lavra>>. Acesso em: 28 jun. 2015.

O MUNDO EM QUE VIVO. In: **Garimpos de Cassiterita**. Disponível em

< <https://omundoemquevivo.wordpress.com/2011/04/05/garimpos-de-cassiterita>>

Acesso em: 27 jun. 2015.

PONTES, Eduardo Pontes e. **ESTANHO**. 2014. Disponível em:

<<http://www.dnpm.gov.br/dnpm/sumarios/sumario-mineral-2014>>. Acesso em: 26 jun. 2015.

RODRIGUES, A. F. S. Estanho. In: **DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL** (Ed.). Balanço mineral brasileiro. Brasília: DNPM, 2009. p.1-29.

LIMA, Paulo César Ribeiro. **Terras-raras: elementos estratégicos para o**

Brasil. Consultoria Legislativa da Câmara dos Deputados. Governo Federal. Brasil.

Recuperado de <http://www2.camara.leg.br/acamara/altosestudos/temas/temas-2013-2014/terrasraras/EstudoMineraisEstratgicoseTerrasRaras.pdf>, 2012.

SANTOS, J. E. da S., et al. **Situar;ao geo-econômica do estanho no Brasil e no Mundo**. Ouro Preto: PLANFAP, 1975. 69 p.

BETTENCOURT, J.S. et al. **Depositos estaniferos secundarios da região central de Rondonia**. Brasília: DNPM, 1988. p. 213-241 (Principais Depositos Minerais do Brasil, v. III, 670 p.)

_____. **Censo demográfico**. 2010 Disponível em:

<<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 08 ago. 2015.

_____. **Mapa geológico**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 08 ago. 2015.

SILVA, João Paulo Souza. Impactos ambientais causados por mineração. **Revista Espaço da Sophia**, n. 8, 2007.

SANTOS, Roberto Araújo de Oliveira. **História econômica da Amazônia: 1800-1920** (São Paulo: T. A. Queiroz, 1980), 358 p. [Biblioteca Básica de Ciências Sociais; série 1: Estudos Brasileiros, 3.

DNPM – Departamento Nacional da Produção Mineral, 2006. **Anuário Mineral Brasileiro**.

BRASIL. Constituição (1967). Decreto nº 227, de 28 de fevereiro de 1967. **Código de Minas: Da Garimpagem, Faiscação e Cata**. Brasília, BR, 28 fev. 1967.

NASCIMENTO, J.A.S. **Projeto banco de informações documentais sobre pequena mineração e mineração artesanal**. CETEM - Centro de Tecnologia Mineral Rio de Janeiro, http://www.iied.org/mmsd/mmsd_pdfs/asm_brazil_port.pdf 2000.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO UTILIZADO NA PESQUISA**1. Sexo:**Feminino masculino **2. Idade:** _____**3. Nacionalidade:** _____**4. Grau de Escolaridade:**Nunca frequentou a escola Ensino Fundamental Incompleto Ensino Fundamental Completo Ensino Médio Incompleto Ensino Médio Completo Ensino Superior Incompleto Ensino Superior Completo Outro

Qual? _____

5. Qual sua função no garimpo?

6. Quantas horas você trabalha por dia?Menos de 7 horas diárias Entre 9 e 10 horas diárias

Entre 7 e 8 horas diárias

Entre 10 e 11 horas diárias

Entre 8 e 9 horas diárias

Mais de 11 horas diárias

7. Quais os tipos de depósitos que são extraídos a Cassiterita?

8. Quais os equipamentos utilizados para extração e concentração da Cassiterita?

9. Como é efetuado o desmonte da Cassiterita?

10. Como é executado o beneficiamento da cassiterita?

APÊNDICE A – PERGUNTAS UTILIZADAS PARA ENTREVISTA COM DONO DO GARIMPO

1) O garimpo dispõe das licenças expedidas pelo DNPM e SEMA? Sim, quais?

2) Qual a vida útil do garimpo?

3) Qual a produção mensal de Cassiterita?

4) Qual a porcentagem retida dos garimpeiros e o dono do terreno?

5) Qual o preço do minério e qual o local de venda?
