



LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PARA
SUBSIDIAR O ESTUDO DE VIABILIDADE DO
APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO (AHE)
DO RIO MADEIRA

PROJETO RIO MADEIRA

AHE JIRAU
RELATÓRIO FINAL

**GEOLOGIA
RECURSOS MINERAIS
GEOMORFOLOGIA
HIDROGEOLOGIA**

CONVÊNIO Nº 15.002
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S/A

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

Ministro de Minas e Energia	Silas Rondeau Cavalcante Silva
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral	Cláudio Scliar

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS

Diretor - Presidente	Agamenon Sérgio Lucas Dantas
Diretor de Geologia e Recursos Minerais	Manoel Barretto da Rocha Neto
Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial	José Mendes Ribeiro
Chefe da Residência de Porto Velho	Luiz Antônio da Costa Pereira

PROJETO RIO MADEIRA

Coordenação Técnica	Gilmar José Rizzotto
Responsável Técnico	José Guilherme Ferreira de Oliveira

EQUIPE EXECUTORA

Geologia	Gilmar José Rizzotto, José Guilherme Ferreira de Oliveira, Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros e João Marcelo Rodrigues de Castro
Recursos Minerais	Antônio Cordeiro, Gilmar José Rizzotto e Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros
Geomorfologia	Amílcar Adamy e Marcelo Eduardo Dantas
Hidrogeologia	Homero Reis de Melo Junior
Geoprocessamento	Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros

CRÉDITO DE AUTORIA

Capítulo 1	Gilmar José Rizzotto, José Guilherme Ferreira de Oliveira, Marcos Luiz do Espírito Santo Quadros, João Marcelo Rodrigues de Castro e Antônio Cordeiro.
Capítulo 2	Amílcar Adamy e Marcelo Eduardo Dantas
Capítulo 3	Homero Reis de Melo Junior
Capa e Editoração Eletrônica	Alclemar Lopes Noé

**LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PARA SUBSIDIAR O
ESTUDO DE VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO
HIDRELÉTRICO (AHE) DO RIO MADEIRA**

**APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DO JIRAU
(AHE) - JIRAU**

**CAPITULO I - GEOLOGIA, RECURSOS MINERAIS E
ATIVIDADE GARIMPEIRA**

CAPITULO II - GEOMORFOLOGIA

CAPITULO III - HIDROGEOLOGIA

LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PARA SUBSIDIAR O ESTUDO DE VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO (AHE) DO RIO MADEIRA

*Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil
Residência de Porto Velho*

R627p

RIZZOTTO, G.J.

Projeto Rio Madeira. Levantamento de informações para subsidiar o estudo de viabilidade do aproveitamento hidrelétrico (AHE) do Rio Madeira. AHE Jirau: relatório final / Coordenado por Gilmar José Rizzotto e José Guilherme Ferreira de Oliveira, organizado por Marcos Luiz E. S. Quadros, João Marcelo R. de Castro, Antônio Cordeiro, Amílcar Adamy, Homero Reis de Melo Junior e Marcelo Eduardo Dantas. - Porto Velho: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2005.

213p.; il.; tab.; mapas.

Executado pela CPRM - Serviço Geológico do Brasil. Residência de Porto Velho.

1. Geologia Regional - Rondônia. 2. Hidrogeologia. 3. Geomorfologia. 4. Recursos Minerais. I. CPRM - Serviço Geológico do Brasil. II. Furnas Centrais Elétricas. III. Título.

CDD 333.7098175

APRESENTAÇÃO

O presente relatório tem o objetivo precípua de cumprir o que preceitua o convênio nº 15.002 de 2004, firmado entre FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. e a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, cujo objeto é a realização do levantamento de informações geológicas, recursos minerais, geomorfológicas e hidrogeológicas, visando subsidiar o Estudo de Viabilidade dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio, os quais abrangem as áreas de Influências Indireta (AII) e Direta (AID) dos referidos empreendimentos, localizados no rio Madeira, à montante da cidade de Porto Velho-Rondônia.

Os resultados deste relatório final, foram construídos a partir da integração de dados obtidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) em trabalhos de campo, desde a década de setenta, juntamente com os dados obtidos durante etapas de campo desenvolvidas nos meses de setembro a novembro de 2004, que resultaram no Relatório Parcial de dezembro/2005, e em maio a julho de 2005 (Relatório de Progresso julho de 2005), assim como com os resultados de análise de laboratório (petrografia, geoquímica de rocha e geocronologia), já como parte do convênio em epígrafe.

O relatório abrange três capítulos temáticos, assim distribuídos: Capítulo I - Geologia, Recursos Minerais e Atividades Garimpeira; Capítulo II - Geomorfologia e Capítulo III - Hidrogeologia.

Os Trabalhos resultaram na elaboração deste relatório final, assim como em mapas digitais em PDF, e em ambiente SIG, os quais são apresentados em três CD's ROM que seguem como anexos no presente relatório.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. METODOLOGIA.....	10
2.1. Aquisição de Documentação Técnica.....	11
2.2. Compilação e Análise Bibliográfica.....	11
2.3. Levantamentos de Campo.....	13
2.4. Geologia Estrutural.....	14
2.5. Geoquímica.....	15
2.6. Petrografia.....	16
2.7. Geocronologia.....	16
3. GEOLOGIA.....	17
3.1. Área de Influência Indireta - Descrições de Unidades Litoestratigráficas.....	17
3.1.1. Complexo Jamari.....	17
3.1.2. Formação Mutum-Paraná.....	19
3.1.3. Granito Serra da Muralha.....	21
3.1.4. Suíte Intrusiva Serra da Providência.....	21
3.1.5. Suíte Metamórfica Nova Mamoré.....	22
3.1.6. Suíte Laje.....	26
3.1.7. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas.....	28
3.1.8. Suíte Intrusiva Rondônia.....	29
3.1.9. Formação Palmeiral.....	30
3.1.10. Coberturas Cenozóicas.....	31
3.1.10.1. Formação rio Madeira.....	31
3.1.10.2. Formação Jaci-Paraná.....	31
3.1.10.3. Cobertura Detrito-Laterítica.....	32
3.1.10.4. Sedimentos Aluvionares Argilosos e Arenosos.....	33
3.1.10.5. Sedimentos Aluvionares Indiscriminados.....	34
3.2. Área de Influência Direta - Descrições das Unidades Litoestratigráficas.....	34
3.2.1. Complexo Jamari.....	35
3.2.2. Formação Mutum-Paraná.....	38
3.2.3. Suíte Intrusiva Serra da Providência.....	40
3.2.4. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas.....	41
3.2.5. Formação Palmeiral.....	42
3.2.6. Suíte Intrusiva Rondônia.....	44

3.2.7. Coberturas Cenozóicas.....	44
3.2.7.1. Formação Rio Madeira.....	44
3.2.7.2. Formação Jaci-Paraná.....	50
3.2.7.3. Cobertura Detrito-Laterítica.....	51
3.2.7.4. Sedimentos Aluvionares Argilosos e Arenosos.....	51
3.2.7.5. Sedimentos Aluvionares Arenosos.....	51
3.2.7.6. Sedimentos Aluvionares Indiscriminados.....	52
3.3. Análise Estrutural Preliminar.....	52
3.3.1. Maciço do Jirau.....	53
3.3.2. Granitos da Suíte Intrusiva Rondônia.....	58
3.3.3. Complexo Jamari.....	61
3.3.4. Formação Palmeiral.....	63
3.3.5. Formação Mutum-Paraná.....	66
3.3.6. Resumo de Análise de Fraturas.....	68
3.3.7. Análise Preliminar de Falhamentos.....	69
3.3.7.1. Formação Palmeiral.....	70
3.3.7.2. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas.....	71
3.3.8. Análise Geral dos Falhamentos.....	72
3.4. Geoquímica.....	75
3.4.1. Complexo Jamari (Anfibolitos).....	75
3.4.2. Formação Mutum-Paraná (Quartzitos e Metatufo).....	80
3.4.3. Suíte Intrusiva Serra da Providência (Maciço Tamborete).....	82
3.4.4. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas.....	88
3.5. Petrografia.....	94
3.6. Geocronologia.....	94
3.6.1. Palinologia.....	94
3.6.1.1. Análise da Amostra JM-52.....	94
3.6.1.2. Análise da Amostra JM-53.....	97
3.6.1.3. Análise da Amostra JG-63 (Taquara 01).....	97
3.6.1.4. Análise da Amostra JG-73 (Taquara 02).....	99
3.6.2. Datação Rádio-carbono.....	100
3.6.3. Datação Pb-Pb.....	101
3.6.3.1. Suíte Intrusiva Serra da Providência (Maciço Tamborete).....	102
3.6.3.2. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas.....	104

4.	ESTRUTURAS E TECTÔNICA REGIONAL.....	106
5.	DINÂMICA FLUVIAL E PROCESSOS ASSOCIADOS.....	111
5.1.	Erosão natural do rio Madeira, atingindo principalmente os seguintes sedimentos:.....	111
5.1.1.	Sedimentos arenosos, argilosos e siltico-argilosos da Formação Jaci-Paraná e Formação Rio Madeira.....	111
5.1.2.	Sedimentos finos (argila e silte), associados com matéria orgânica e restos de troncos de árvores.....	114
5.1.3.	Sedimentos arenosos e siltico-argilosos depositados em barra de canal e em barra de pontal.....	115
5.2.	Erosão causada pela conjugação do sistema natural do rio Madeira e atuação de dragagem garimpeira no leito do rio.....	115
5.3.	Erosão causada pelo rio, mas acelerada pela ação antrópica devido desmatamento nas margens e das matas ciliares.....	116
6.	RECURSOS MINERAIS.....	117
6.1.	Direitos Minerários.....	123
7.	CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO.....	125
8.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	127

ANEXOS

I.1	MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO JIRAU (escala 1:100.000)
I.2	MAPA GEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO JIRAU (escala 1:250.000)
I.3	MAPA DE PONTOS DE AFLORAMENTOS DESCRITOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO JIRAU (escala de 1:100.000)
I.4	MAPA DE PONTOS DE AFLORAMENTOS DESCRITOS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO JIRAU (escala de 1:250.000)
I.5	MAPA DE ATIVIDADE GARIMPEIRA ATUAL NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO JIRAU (escala 1:100.00)
I.6	MAPA DE DIREITOS MINERÁRIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO JIRAU (escala 1:100.000)
I.7	MAPA DE DIREITOS MINERÁRIOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO JIRAU (escala 1:250.000)
I.8	MAPA DE RECURSOS MINERAIS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO JIRAU (escala 1:100.000)

1. INTRODUÇÃO

O presente relatório traz de forma objetiva e concatenada a atualização do conhecimento geológico em conjunto das áreas de influência indireta (AII) e influência direta (AID) do Aproveitamento Hidrelétrico do Jirau-AHE (figura 1), o qual servirá de suporte para a realização dos levantamentos de outros temas, como: solos, geomorfologia, paleontologia e recursos hídricos. Além disso, o detalhamento dos levantamentos geológicos contribuirá sobremaneira para a elaboração das cartas geotécnicas que permitirão uma orientação dirigida na realização de sondagens, fundações e edificações nos locais do aproveitamento hidrelétrico. Este produto foi elaborado e desenvolvido segundo parâmetros coerentes com a moderna geologia de levantamentos, tratamento e expressão cartográfica de dados em ambiente SIG, com base em informações geológicas coletadas em campanhas de campo e na revisão do acervo de dados preexistentes, acumulados ao longo das últimas três décadas.

Desde a descoberta de cassiterita na bacia do rio Machadinho em 1952, a produção deste bem mineral teve seu foco na garimpagem até que no ano de 1970, o governo federal, através de decreto lei e Portarias Ministeriais normatizou a produção e o controle da compra do minério, fomentando a implantação de Empresas de Mineração, que passaram a beneficiar a cassiterita por meio de lavra industrial. Pari passu esta atividade foram realizados vários Levantamentos geológicos e de pesquisa mineral, por instituições do Ministério de Minas e Energia (DNPM, CPRM e Projeto RADAM) nas décadas de setenta e oitenta e, ao nível de detalhe, por várias empresas de mineração, destacando-se a C.R. Almeida Mineração S/A, Mineração Oriente Novo Ltda, Mineração da Amazônia, Comércio e Indústria S.A (MACISA), Ceriumbrás S.A. Estes levantamentos cobriram toda a área da bacia do rio Madeira na região, ou parte desta, foram realizados em escala regional (figura 2).

Em décadas passadas, na AII do Jirau desenvolveram-se vários projetos de pesquisa e exploração mineral, tendo na cassiterita e no ouro os principais alvos de empresas de mineração e de garimpeiros. A cassiterita foi, e ainda é na atualidade explorada na margem esquerda do rio Madeira à montante de Jirau, nas localidades de São Lourenço, Macisa e Ceriumbrás, enquanto que, na AID, o ouro é explorado ao longo do leito principal e terraços do rio Madeira.

A avaliação da produção atual dessa atividade e do potencial mineral da área é fundamental para orientar a atividade garimpeira, além de dar suporte ao possível processo de desapropriação de terras e recomendação aos órgãos competentes para a suspensão de atividades que possam comprometer o funcionamento das futuras usinas.

Esses estudos têm como objetivos precípuos levantar e integrar as informações geológicas em escalas compatíveis com as demandas do planejamento do Aproveitamento Hidrelétrico do Jirau, fornecendo dados técnico-científicos que permitam diagnosticar a influência do empreendimento sobre o meio ambiente. Nesse aspecto, os estudos contemplarão a descrição das unidades litoestratigráficas; a relação direta das rochas que serviram de substrato para a instalação e evolução do rio Madeira; a dinâmica do rio vinculada diretamente com a neotectônica e aos processos erosivos e deposicionais relacionados. Da mesma forma, descreveremos a atividade garimpeira concentrada, principalmente, na AID com os indicativos de produção de ouro e demais aspectos que envolvem essa atividade.

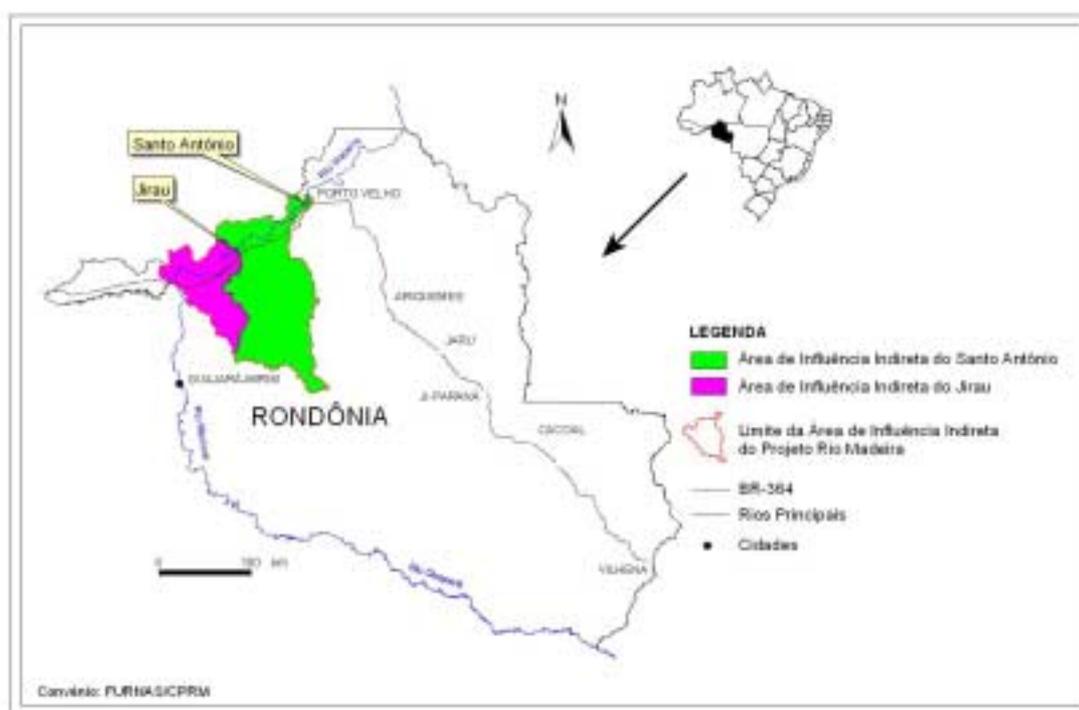


Figura 1 - Mapa de localização dos empreendimentos hidrelétricos no rio Madeira

2. METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos utilizados na execução do projeto, tanto na AII como para a AID, foram agrupados nas seguintes atividades:

2.1. Aquisição de Documentação Técnica

Esta etapa constou da aquisição de imagens de satélite (LANDSAT - TM 7, resolução de 15 m), imagens de radar interferométrico(SRTM) com geração de Modelo Digital de Elevação com resolução de 90 metros e fotografias aéreas (escala 1:110.000). As bases planialtimétricas utilizadas foram aquelas da SEDAM, na escala 1:100.000, onde os dados altimétricos e de drenagem foram restituídos para a AID por FURNAS e LEME Engenharia. A rede de drenagem constitui-se de uma montagem digital da drenagem obtida na restituição, na escala de 1:10.000, complementada pela drenagem digital das bases cartográficas produzidas pela DSG, na escala de 1:100.000, e disponibilizadas pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental-SEDAM. O grau de precisão da base cartográfica disponível foi aferido através de medidas realizadas com GPS, obtidas durante as atividades de campo, onde se constatou pequenas imprecisões com erro de no máximo de 15 a 20 metros.

Utilizou-se, também, as imagens georeferenciadas dos aerolevantamentos geofísicos na escala 1:100.000, cintilometria na Área Rio Madeira, (1977), assim como a cintilometria e magnetometria das Áreas dos Pacaás-Novos e Serra dos Parecis - 1983), ambos executados pela CPRM.

2.2. Compilação e Análise Bibliográfica

Os dados geológicos de trabalhos anteriores foram compilados, analisados e consistidos, os quais permitiram a confecção do mapa geológico preliminar utilizado em trabalho de campo. O material consultado refere-se aos projetos desenvolvidos pela CPRM em anos anteriores que envolvem a AII e AID, assim constituídos: Projeto Rio Madeira/cintilometria (1974); Projeto Noroeste de Rondônia (1975); Projeto Sulfetos de Abunã (1977); Projeto Província Estanífera de Rondônia (1978); Projeto Guajará-Mirim (1980); Projeto Porto Velho-Abunã (1990); Mapa Geológico de Rondônia (1999). Além destes projetos, foram consultados: Mapa Geológico de Rondônia (versões 1998 e SIG CPRM, Folha Porto Velho, SC.20-V-B-V, Escala 1:1.000.000, no prelo), artigos científicos, relatórios de empresas de mineração e teses desenvolvidas na região. Esta atividade compreendeu:

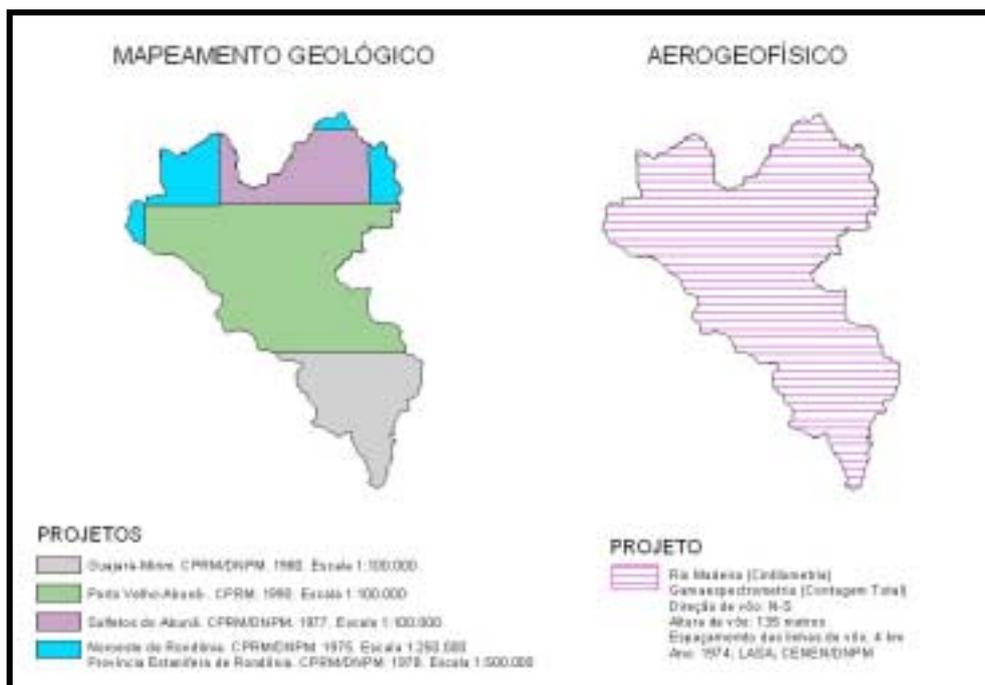


Figura 2 - Mapa de localização dos projetos consultados.

- 1) Atualização da base cartográfica no que diz respeito às vias de acesso, nome dos rios e igarapés e outros detalhes da ação antrópica, com auxílio de imagens de satélite recentes, tarefa que foi desenvolvida paralelamente com as equipes de cartografia da CPRM, FURNAS;
- 2) Elaboração do Mapa de Compilação Geológica, obtido a partir de elementos colhidos em relatórios técnicos, trabalhos publicados, teses de doutorado e dissertações de mestrado. Com isto, foi possível montar a estratigrafia regional, traços estruturais maiores (dobras e falhas), comportamento das principais feições estruturais e distribuição espacial dos depósitos minerais, resultando no Mapa Geológico Preliminar, na escala de 1:250.000 (ANEXO);
- 3) Início da construção de seções estratigráficas em áreas do canal do rio Madeira, identificando-se, ainda que provisoriamente, os níveis estratigráficos de referência que possam ser utilizados para correlações regionais;
- 4) Construção de um banco de dados envolvendo a AII e AID, reunindo os dados de interesse existentes em bases de dados do Serviço Geológico do Brasil tais como AFLO, PETRO, PALEO, CRON, LEXICO e também no Banco de Dados do Projeto GIS Brasil (GEOBANK) que reúne dados de Litoestratigrafia (polígonos), Estruturais (linhas) e de Recursos Minerais (pontos).

Em relação aos recursos minerais e a atividade garimpeira, inicialmente, foram coletados, selecionados e analisados os dados relacionados a essa atividade ao longo do rio Madeira, disponíveis em trabalhos anteriores, notadamente àqueles desenvolvidos pela CPRM desde a década de 80, que consubstanciaram uma primeira avaliação desta atividade, favorecendo a otimização dos trabalhos de campo posteriores. Além disso, foram obtidos junto ao DNPM, todos os processos referentes aos direitos minerários (tabela 9). Estas informações, aliadas aos dados adquiridos nas etapas de campo, recentemente realizadas, permitiram realizar um diagnóstico da garimpagem ao longo dos anos, comparando-as com o momento atual da atividade. Os produtos obtidos por outras instituições públicas ou privadas, também foram submetidos a uma apreciação, de forma a consolidar o conhecimento mais amplo possível da atividade garimpeira.

2.3. Levantamentos de Campo

A obtenção de dados em campo restringiu-se, praticamente, a Área de Influência Direta (AID) e quando necessário, realizou-se alguns perfis na AII para melhor caracterizar a geologia regional e avaliar a continuidade das unidades geológicas e estruturais. A obtenção de dados secundários na AID valeu-se dos trabalhos executados pelo Projeto Porto Velho-Abunã (1990), na escala de 1:100.000 e do Projeto Ouro-Gemas, executado pelo convênio CPRM/DNPM, no período de 1981 a 1991.

Na Área de Influência Indireta e Direta do Jirau foram descritos 325 afloramentos, os quais estão citados na tabela 8 (anexo 2). O levantamento de campo, assim como a amostragem das rochas, foi executado na escala 1:100.000 na AID (Anexo I.3) e na escala 1:250.000 na AII (I.4). 41 amostras de rocha foram, posteriormente, encaminhadas ao laboratório para a confecção de lâminas petrográficas, visando realização de análises petrográficas. Além disso, duas amostras de sedimentos siltico-argilosos, contendo restos vegetais (folhas carbonizadas, polens, restos de troncos e galhos de árvores) foram encaminhadas ao setor de Paleontologia da CPRM para análise e possível identificação.

O levantamento da atividade garimpeira fundamentou-se em entrevista com os garimpeiros que atuam na área, com os quais se obteve os dados de produção de ouro, quantidades de dragas e balsas em atividade, equipamento utilizado, número de pessoas envolvidas com a atividade, além de outros dados especificados nas tabelas 11 e 12 anexas.

2.4. Geologia Estrutural

A metodologia adotada visando a análise estatística dos dados estruturais consistiu, preliminarmente, na uniformização e adequação das medidas de atitudes obtidas em campo ao padrão aceito pelo programa *StereoNet for Windows*, no tratamento estatístico das atitudes de fraturas, e na plotagem de falhamentos, utilizando-se a rede estereográfica de equiárea de Schmidt-Lambert, considerando o hemisfério inferior da esfera, com o objetivo de compreender os aspectos geométricos e cinemáticos dos fraturamentos e falhamentos dos maciços rochosos graníticos e demais unidades que constituem o quadro litoestratigráfico da área do Projeto Rio Madeira, apenas com o objetivo de se tentar estabelecer algumas considerações sobre quadro geométrico e cinemático das estruturas tectônicas de natureza rúptil.

A análise do fraturamento consistiu na definição das principais famílias de fraturas, analisando-se os dados separadamente por unidade litoestratigráfica, e por maciço rochoso; neste último caso, individualizando-se o maciço de Jirau. Preliminarmente, este estudo teve a finalidade de estabelecer a geometria dos fraturamentos e no caso dos maciços do Jirau, o estabelecimento de uma possível cronologia dos eventos de natureza rúptil e os campos de tensões tectônicas que os originaram.

Os dados das atitudes de fraturas oriundos de outras unidades litoestratigráficas foram extraídos de afloramentos rochosos que compõem estas referidas unidades, dispersos por toda as áreas de influências direta e indireta do AHE do Jirau, portanto, não são oriundos de um único afloramento.

Com relação ao maciço do Jirau, as medidas de atitude de fraturas foram obtidas por técnicos de FURNAS e encaminhadas, posteriormente, para estudo dos técnicos da CPRM, que utilizaram o total de 251 medidas para realização da análise estrutural. As demais medidas de atitudes de fraturas das unidades litoestratigráficas analisadas (478 medidas) foram obtidas durante os trabalhos de campo da CPRM nos período entre setembro e novembro de 2004.

Para tratamento estatístico e automático dos dados estruturais e para a elaboração dos estereogramas, utilizou-se o aplicativo *StereoNet for Windows* (Versão 2.06).

Os diagramas resultantes da análise estrutural, assim como os respectivos comentários estão inseridos no item 3.3 (Geologia Estrutural Preliminar) deste relatório.

2.5. Geoquímica

Foram selecionadas trinta e sete (37) amostras, representativas da geologia das AHEs Jirau e Santo Antônio, compreendendo litotipos tais como granitos, calcissilicáticas, anfíbolitos, quartzitos e metatufos, visando a realização de análises geoquímicas de óxidos de elementos maiores e traços, inclusive dos terra raras (ETR), objetivando caracterizar as composições químicas das referidas rochas, assim como a elaboração de diagramas, definição de suas classificações petrológica e geotectônica, além de classificá-las na ambiência metalogenética e a integração destes dados para subsidiar o relatório e a arte final do Sistema de Informações Geográficas (SIG) do Projeto Rio Madeira. Visando a realização das análises geoquímicas, realizou-se a preparação das amostras de rochas obedecendo ao seguinte procedimento: Pesagem de 2 Kg de cada amostra; Britagem, moagem, peneiramento em malha de 200 mesh e quarteamento das amostras para obtenção de uma alíquota de 50 gramas de cada amostra, as quais foram encaminhadas para o laboratório da “Analytical Laboratories LTD-ACME” de Vancouver-Canadá, através da Filial de Goiânia-Goiás, visando a realização das referidas análises.

Os Elementos Maiores foram analisados pelo Método de Fusão-ICP, enquanto os elementos menores (Traços, inclusive os Terras Raras-Lantanídeos) foram analisados por Fusão-ICP/MS.

Vinte (20) amostras das 37 analisadas representam litotipos da AHE do Jirau e são distribuídas conforme segue:

- Maciço Tamburete (Suíte Intrusiva Serra da Providência): JG-85, JM-42, JM-45 A, JM- 51, JM-60, JM-61A;
- Suíte Intrusiva São Lourenço (JM-56 A, JM-57, JM-73, JM-108, JM-86, JM-106, JM-112);
- Formação Mutum-Paraná (JM-19, JM - 43, JM-71);
- Complexo Jamari (JM-35, JM-39, JM-88, JM-64).

Os resultados analíticos foram tratados no software NewPet © 1987-1994 desenvolvido pela *Memorial University of Newfoundland, Department of Earth Sciences (Centre Earth Resources Research)*, e os Diagramas obtidos, assim como os comentários interpretativos são apresentados no item 3.4 sobre a Geoquímica das rochas.

2.6. Petrografia

Visando a realização de Análises Petrográficas das amostras de rochas do Projeto Rio Madeira (AHE do Jirau) foram confeccionadas quarenta seções delgadas no laboratório da CPRM, Manaus-AM, sendo as respectivas descrições petrográficas executadas pelos Geólogos Gilmar Rizzotto (CPRM) e Ruy Paulo Philipp (URGS).

A realização das descrições petrográficas, permitiram uma análise pormenorizada das litologias aflorantes na área do projeto e envolvem as seguintes características: Feições texturais, intensidade de fraturamento, foliações metamórficas, constituição mineralógica, grau de alteração e caracterização litoestratigráfica.

As Planilhas das Análises Petrográficas das quarenta amostras do AHE do Jirau se encontram inseridas neste relatório como anexo 4.

2.7. Geocronologia

Duas amostras, uma pertencente à Suíte Intrusiva Serra da Providência (maciço Tambuerete) e outra pertencente à Suite Intrusiva São Lourenço-Caripunas (maciço do Jirau), foram selecionada para análise geocronológica pelo método Pb-Pb por evaporação em Zircão.

A preparação preliminar da amostra foi realizada no laboratório da CPRM em Porto Velho-RO. Consistindo primeiramente na britagem, pulverização e bateamento, visando obtenção de concentrado de minerais pesados. Posteriormente este concentrado sofreu separação no separador magnético Isodynamic Frantz e em líquidos pesados, a fim de separar os grãos de zircão.

Os cristais de zircão foram encaminhados para o Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-iso) do Centro de Geociências da UFPA, onde foram analisados em um espectrômetro de massa MAT 262 com multicoletor.

A metodologia utilizada por este laboratório segue as adaptações desenvolvidas a partir de Kolber (1987), e o tratatamento dos dados, como apresentado por Gaudette et al. (1998).

As análises isotópicas de Pb foram realizadas em um espectrômetro de massa VG Isomass 54E com monocoletor. As composições isotópicas de Pb foram corrigidas do efeito de discriminação de massa utilizando um fator de $0,12 \pm 0,03$ % por u.m.a . Os cálculos de regressão e idade foram feitos segundo o algoritmo de York (1969) e Ludwid (1980) com base no programa Isoplot (v.2.70) de Ludwid (1993).

Os resultados da técnica Pb-Pb (evaporação de zircão) são apresentados com desvios a 2σ e as correções de Pb comum foram feitas mediante uso do modelo do Pb em estágio duplo suposto por Stacey & Kramers (1975), utilizando a razão $^{204}\text{Pb} / ^{206}\text{Pb}$.

As análises dos resultados obtidos destas datações são apresentadas no item 3.6 (Geocronologia) deste relatório.

3. GEOLOGIA

A área dos estudos abrange a porção sudoeste do Cráton Amazônico, o qual mostra uma evolução geológica policíclica iniciada no paleoproterozóico, há aproximadamente 1750 milhões de anos, sendo reativada por eventos tectono-magmáticos superimpostos até 970 milhões de anos atrás, quando então essa parte do Cráton estabilizou-se. A partir daí, os movimentos tectônicos restringiram-se a reativações de falhas pré-existentes, com maior intensidade durante o período Terciário, quando do soerguimento da Cordilheira Andina, tendo os seus reflexos afetado a região sul da Amazônia.

O mapeamento geológico teve como finalidade caracterizar a natureza e forma de ocorrência das unidades litoestratigráficas da região e os principais eventos estruturais a que foram submetidas, com ênfase naquelas com as quais estão associadas as principais ocorrências minerais, além da análise da evolução tectônica da área, objetivando uma melhor definição da dinâmica do rio Madeira, haja vista a ação de fenômenos geológicos recentes (neotectônica) que condicionaram toda a evolução desse rio, desde o período terciário. Sendo assim, a descrição da geologia está apresentada como segue:

3.1. Área de Influência Indireta - Descrições das Unidades Litoestratigráficas

A geologia da AII do Jirau está representada no mapa de escala 1:250.000 (anexo I.2), do qual se originou as informações geológicas aqui apresentadas, com a descrição das seguintes unidades litoestratigráficas, iniciando-se da unidade mais antiga para a mais recente:

3.1.1. Complexo Jamari

Tonalitos e quartzo dioritos são as rochas dominantes do Complexo Jamari, com ocorrências subordinadas de granodioritos, enderbitos, monzogranitos e anfibolitos. Gnaisses calcissilicáticos são raros e ocorrem intercalados aos anfibolitos. Essas rochas ocorrem em forma

de lajeados, em relevo topograficamente arrasado, na porção oeste (Igarapé São Simão e Igarapé Ferreira), a leste da AII, assim como , também, nas cabeceiras do Igarapés Cirilo e do Contra. As rochas do Complexo Jamari foram superimpostas por metamorfismo em condições de pressão e temperatura compatíveis com a fácies anfibolito superior, cuja petrotrama mostra variação na granulção e uma considerável variabilidade nas taxas de deformação, materializada por diferentes intensidades de anisotropia estrutural e um conspícuo bandamento gnáissico.

Foram identificadas, de forma subordinada, rochas de composição básica, deformadas e recristalizadas, sob a forma de xenólitos ou enclaves de formas e dimensões variadas, apresentando-se em diferentes graus de assimilação com relação às encaixantes granitóides e tonalitóides. Igualmente, com caráter muito restrito, ocorrem pequenas exposições de rochas de paraderivação (biotita gnaisses e biotita-granada gnaisses).

Os ortognaisses tonalíticos e quartzo-dioríticos exibem um bandamento máfico/félsico bem definido, com espessuras centimétricas e freqüentes mobilizados quartzo-feldspáticos granatíferos dobrados e boudinados. Apresentam estruturas miloníticas dominantes caracterizadas por porfiroclastos de plagioclásio envoltos por faixas estreitas e irregulares de minerais máficos e esteiras de agregados de quartzo e feldspatos.

O episódio magmático mais antigo em Rondônia está registrado nos ortognaisses tonalíticos, quartzo-dioríticos e enderbíticos, os quais forneceram idades U-Pb de 1750 ± 24 Ma, 1761 ± 3 Ma e 1730 ± 22 Ma, respectivamente (Payolla, 2002; Santos, 2002).



Figura 3 - Feição mesoscópica do gnaiss do Complexo Jamari.

3.1.2. Formação Mutum-Paraná

Constitui-se de uma unidade metavulcano-sedimentar representada por quartzo-metarenitos, metassiltitos (unidade superior), filitos, ardósias, metargilitos, metarenitos arcosianos, quartzitos, metacherts e metatufos a cinza (unidade inferior indivisa). A ocorrência dos litotipos da unidade é restrita a região de São Lourenço, Limeira e Abunã, parte centro-norte e noroeste da AII, margem esquerda do rio Madeira. Formam serras alongadas de direção NW a EW constituindo as principais elevações topográficas da região.

As relações de contato entre essa unidade e o seu embasamento estão marcadas por discordâncias erosivas e por zonas de cisalhamento dúcteis e dúcteis-rúpteis. As zonas de contato com os granitos da Suíte Intrusiva Rondônia são marcadas pela ocorrência de rochas cornubianíticas. Os arenitos da Formação Palmeiral estão sobrepostos por discordância erosiva e angular.

As condições metamórficas são da fácies xisto-verde inferior, não constituindo metamorfismo generalizado, estando associado às principais estruturas de cisalhamento dúcteis de direções N50°-70°W e E-W. Estas estruturas promoveram a quase verticalização dos estratos, enquanto em outras porções da seqüência os estratos encontram-se sub-horizontalizados com transformações metamórficas de grau muito baixo.

As estruturas sedimentares são caracterizadas pelas estratificações cruzadas de baixo a médio ângulos, marcas onduladas simétricas, bidirecionalidade dos estratos em planos distintos e laminação truncada por marcas ondulada. Estas estruturas aliadas aos litotipos da unidade sugerem ambiente de sedimentação marinho raso, epicontinental, com episódios de deposição continental restritos somente a partes da seqüência.

Uma amostra de metatufos félsico (figura 4), a base da seqüência foi datada por *shrimp*, a qual mostrou várias populações de zircões herdados com idades que variam do arqueano ao paleoproterozóico. Entretanto, a população principal apresentou idade concordante em 1731 ± 17 Ma que é tida como idade de cristalização (Santos *et al.* 2001).

Os quartzo-metarenitos da Formação Mutum-Paraná alojam mineralizações de ametista na forma de veios centimétricos a métricos e em bolsões achatados (figura 5). Por vezes chegam a constituir geodos e drusas que estão dispostos ao longo de uma zona de fraturamentos e falhamentos orientada nas direções NW-SE e subordinadamente NE-SW, muito embora ocorram bolsões isolados de distribuição aparentemente aleatória e em cruzamento de fraturas secundárias.



Figura 4 - Feição mesoscópica do metatufo da Formação Mutum-Paraná relativo ao ponto JM-71 (estrada para São Lourenço).



Figura 5 - Quartzo-metarenito da Formação Mutum-Paraná apresentando veios de quartzo hialino e ametista.

3.1.3. Granito Serra da Muralha

Distribui-se num único stock no extremo noroeste da AII ocorrendo na serra homônima, morfologicamente constituindo elevações com forma de “meia laranja”, sobressaindo-se topograficamente das unidades adjacentes. Mostram-se invariavelmente deformados por uma tectônica dúctil desenvolvendo uma foliação milonítica. As rochas são de granulação média a grossa, coloração rósea a acinzentada, textura granoblástica predominante. Composicionalmente predominam os monzogranitos foliados, por vezes exibindo bandamento gnáissico com enclaves de anfibolitos e biotititos. A mineralogia está representada por quartzo, feldspato alcalino, oligoclásio, biotita, hornblenda e acessórios do tipo allanita, apatita, zircão.

A ocorrência de diques anfíbolíticos, de espessura métrica e em contato nítido e retilíneo é comum. Tratam-se de rochas de granulação fina, textura nematoblástica, compostas por andesina e hornblenda, metamorfisadas em grau metamórfico compatível com a fácies anfibolito superior.

3.1.4. Suíte Intrusiva Serra da Providência

As rochas da referida suíte se encontram expostas no centro-leste da AII e são invariavelmente anisotrópicas, granulação média a grossa que variam de equigranulares a inequigranulares, leucocráticas e de coloração rosada a acinzentada. Estão representadas predominantemente por hornblenda-biotita monzogranitos os quais contém fenocristais euédricos a ovalados de microclínio de até 5 cm de diâmetro e freqüentemente encontram-se manteados por uma fina auréola cinza-esbranquiçada de plagioclásio. A presença de enclaves máficos quartzodioríticos é freqüente nestas rochas, assim como feições de mistura mecânica de magmas (*mingling*), também, são comuns. Os sienogranitos mostram textura granofírica, com cavidades miarolíticas preenchidas por quartzo e fluorita. O magmatismo Serra da Providência foi episódico e manifestou-se, possivelmente, por um período superior a 50 Ma onde a fase intrusiva mais antiga, representada por biotita sienogranito porfirítico, tem idade U-Pb de 1606 ± 24 Ma, seguido por um hornblenda-biotita monzogranito de idade U-Pb de 1573 ± 15 Ma (Bettencourt *et al.* 1999). Outra fase magmática posterior representada por biotita sienogranito pórfiro tem idade de 1554 ± 47 Ma, enquanto que as fases finais do magmatismo, representadas por quartzo-sienito do maciço União, forneceram idade de 1532 ± 5 Ma (Bettencourt *et al.* 1999).

3.1.5. Suíte Metamórfica Nova Mamoré

A associação de rochas polideformadas, gnaissificadas e migmatitizadas que ocorrem bem expostas na região central de Rondônia, entre as cidades de Ariquemes e Presidente Médici, e na região oeste-noroeste entre as cidades de Guajará-Mirim, Nova Mamoré e Nova Califórnia, foram agrupadas no Complexo Gnaissico-migmatítico Jaru por Scandolara *et al.*, (1999). Esses autores, em trabalhos de mapeamento geológico desenvolvido em escala regional reconheceram uma íntima associação de rochas gnáissicas, migmatitos, granitos de anatexia e anfibolitos, inicialmente reunidos no Complexo Xingu (Leal *et al.*, 1978) e, logo em seguida, no Complexo Jamari (Isotta *et al.*, 1978).

No presente trabalho, foi executado o mapeamento geológico na área de influência indireta do empreendimento do Jirau e Santo Antônio, numa ampla região que se estende ao oeste-noroeste de Rondônia.

Mais precisamente, a região nos domínios do município de Nova Mamoré, que compreende o rio Madeira à oeste, o rio Formoso à leste, a Serra dos Pacaás Novos a sul e as cabeceiras do rio Azul a norte, apresenta uma geologia baseada fundamentalmente em uma seqüência de rochas paraderivadas (figura 6), as quais envolvem biotita paragnaisse quartzo-feldspáticos, granada-biotita-quartzo paragnaisse com bandamento regular e uniforme, granofels quartzo-feldspáticos, gnaisses calcissilicáticos bandados, granofels calcissilicáticos e sillimanita-granada-biotita-quartzo xistos. Esses litotipos foram agrupados, no presente trabalho, numa nova unidade litoestratigráfica, sob a denominação de Suíte Metamórfica Nova Mamoré.



Figura 6 - Aspecto geral do biotita-quartzo paragnaisse bandado (1) com mobilizados anatéticos quartzo-feldspáticos (2).

A alternância repetitiva e homogênea de litotipos desta seqüência de metamorfitos sugere como protólito turbiditos de plataforma continental.

O grau metamórfico nessa unidade é de fácies anfibolito superior (zona da sillimanita), de pressão intermediária a alta, fato esse evidenciado pela paragênese metamórfica com sillimanita + granada + biotita + quartzo + feldspato-K (figura 6). Zonas de fusão penetrativas ocorrem de forma generalizada, gerando feições migmatíticas, as quais são muito freqüentes ao longo da área. Nesse sentido, as porções neossomáticas dos paragnaisse são constituídas por veios pegmatóides (leucossoma) representado pela associação de Feldspato Potássico (porfiroblastos) + quartzo + biotita (figura 7), que ocorrem desde a escala macroscópica até mesoscópica, formando lentes alongadas segundo o fluxo metamórfico. Da mesma forma, mostram-se intercaladas ao longo do bandamento gnáissico e também formando bolsões e, em zonas de maior concentração de fluidos metamórficos, chegam até gerar morrotes isolados de granito “S”. Outra feição importante é a intensa sulfetação (pirita) nos paragnaisse (Corte do Iata) e nos fundidos pegmatóides ao sul da área de estudo (figura 8).



Figura 7 – Paragnaisse com porfiroblastos de granada (1) e lentes de mobilizados graníticos leucocráticos (2).

Os xistos, por serem mais facilmente susceptíveis à alteração pelos processos intempéricos nas condições de clima equatorial, afloram somente ao longo dos canais de drenagem e mais raramente, em pequenas e isoladas colinas em relevo arrasado. Composicionalmente, são constituídos por biotita, quartzo, sillimanita e raramente com granada (figura 10). Os

mobilizados quartzo-feldspáticos intercalados na xistosidade exibem dobras ptigmáticas e intrafoliais que podem evoluir para dobras em bainha.



Figura 8 - Zona de alteração de sulfetos (1) tendo o paragnaisse (2) como encaixante.

Raros diques de anfibolitos ocorrem intercalados a seqüência, sugerindo que a abertura de uma bacia pretérita foi insuficiente para a formação de um oceano. Os diques encontram-se geralmente boudinados, dobrados e rotacionados indicando zonas de forte *strain*. São comumente de granulação fina, textura granonematoblástica, que raramente formam corpos expressivos na área estudada (figura 9).



Figura 9 - Lentes de anfibolito (1) dobrado intercalado no paragnaisse (2).



Figura 10 - Sillimanita-biotita-quartzo xisto em avançado estágio de alteração intempérica.

A tectônica que afetou essa unidade é predominantemente representada por empurrão frontal a oblíquo, onde na porção sul da área, predomina rampas frontais de baixo ângulo de mergulho das camadas (35 a 50°), mergulhando para sudeste e com vergência para NW, sugerindo transporte de massa de SE para NW. O bandamento gnáissico é repetitivo, de direção N50E a N70E, com inflexões para N60W, em zonas de dobramento. Talvez, o bandamento NW represente a superfície S_n regional, enquanto que o bandamento/xistosidade NE represente a superfície S_{n+1} . A paragênese metamórfica na porção sul da área é com abundância de granada, tanto nos paragnaisses como nos granito S, sugerindo zona de maior pressão.

Seguindo-se para a zona centro-norte da área de distribuição desta unidade (anexo I.2), o bandamento torna-se mais empinado, tendendo à verticalidade, mas com a lineação mantendo-se ainda frontal a oblíqua. A pressão da deformação/metamorfismo é pouco mais baixa, evidenciada pela paragênese com pouca ou nenhuma granada, e sim com sillimanita.

Já ao norte da área, predomina o dobramento, onde observam-se padrões de interferência de dobras domo-e-bacia e dobras em bainha. O forte paralelismo das estruturas comum ao centro-sul da área, ao norte, quase que desaparece e passa a predominar as estruturas dobradas. Isso pode indicar o distanciamento do front tectônico em direção ao norte.

A presença destes litotipos se estendem, também, para a região sudeste do Entorno do Santo Antônio (AII), no interflúvio entre os rios Jaci-Paraná e Rio Candeias (município de

Buritis), onde se encontram em contato com litotipos da Suíte Intrusiva Alto Candeias, o que permitiu estender, a ocorrência desta unidade para esta região.

A distribuição geográfica desta unidade está mostrada no Mapa Geológico da Área de Influência Indireta do Jirau (Anexo I.2).

3.1.6 - Suíte Laje

Vários corpos de granitos leucocráticos ocorrem de forma intrusiva nos paragneisses e xistos, os quais derivam destes litotipos por fusão parcial ou anatexia. Distribuem-se amplamente no interior do domínio da Suíte Metamórfica Nova Mamoré, tendo como área-tipo, as cabeceiras do rio Laje, próximo do limite sul da área de influência indireta do Jirau. Esses corpos graníticos foram cartografados e individualizados no presente trabalho, constituindo uma nova unidade litostratigráfica, os quais doravante serão enquadrados na Suíte Laje.

Esses granitos são leucocráticos, invariavelmente foliados, sintectônicos, com mineralogia a base de $FK + Qzo + Gd + Bt \pm Pg$, podendo ser considerados como granitos de anatexia, os quais são derivados da fusão dos metamorfitos da Suíte Metamórfica Nova Mamoré. A granulação é média, equigranulares, de textura granoblástica e porfiroblástica. A coloração varia de acinzentada-clara até esbranquiçada, com pontuações pretas definidas por aglomerados de biotita ou avermelhadas, definidas por porfiroblastos de granada (figura 11). A característica principal dos granitos da suíte é a persistente homogeneidade textural.

A maioria dos corpos graníticos apresenta foliação de fluxo magmático (figura 12) representada pelo alinhamento de k-feldspato, de forma prismática, além de restitos alinhados de biotita.

Nos corpos graníticos é relativamente comum a presença de xenólitos subarredondados a angulosos de paragneisses e gnaisses calcissilicáticos, além de restitos de aglomerados de biotita. Em alguns corpos graníticos da suíte ocorrem grande quantidade de sulfetos (calcopirita e pirita oxidada) (figura 13).

Dados isotópicos inéditos de U-Pb em zircão da amostra MQ-23, conseguidos pela metodologia Shrimp (Santos, J.O. 2005, inf. verbal), forneceram idade de 1340 ± 5 Ma. Essa idade é interpretada como sendo a idade do clímax metamórfico regional e também como a idade de cristalização dos granitos anatóticos da Suíte Laje. Nesse sentido, é aqui considerado que o pico metamórfico da Orogenia Rondoniana-San Ignácio é fornecido pela idade acima referida.



Figura 11 - Granito leucocrático com porfiroblastos de granada



Figura 12 - Foliação de fluxo magmático característica dos granitos do tipo S da Suíte Laje.



Figura 13 - Leucogranito contendo sulfetos oxidados, os quais geram zonas manchadas na rocha.

3.1.7. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas

Esta unidade consiste de uma variedade de granitos rapakivi, tais como, piterlitos e raros wiborgitos, junto com granitos equigranulares a porfíricos, granitos pórfiros subvulcânicos, aplitos e quartzo-sienitos. As rochas da suíte afloram na margem esquerda do rio Madeira, na região de Mutum-Paraná, São Lourenço, Jirau, Caripunas e Fortaleza do Abunã, onde as mesmas encontram-se parcialmente encobertas pelos arenitos e conglomerados da Formação Palmeiral e por sedimentos detrito-lateríticos holocênicos. O maciço principal é o da região de São Lourenço, o qual possui dimensões de 60 x 20 km, mostrando características de posicionamento epizonal.

As fácies mais evoluídas são hipersolvus e representadas por biotita-sienogranitos e biotita-ortoclásio granitos eqüigranulares. As variedades porfíricas são dominantes com a presença esporádica de enclaves microgranulares de composição diorítica. Apresentam como mineralogia principal o ortoclásio micropertítico, hornblenda ferro-titanífera (hastingsita) e biotita. Possuem como acessórios o zircão, ilmenita, magnetita e titanita. Já os granitos de Caripunas apresentam caráter subsolvus e estão fortemente afetados por processos de alteração pós-magmática nas quais ocorrem associadas mineralização de cassiterita.

Estruturas deformacionais são pouco expressivas, predominando um sistema de cisalhamento rúptil regional com direção N70°E e rúptil-dúctil E-W/NW-SE.

Os granitos rapakivi são predominantemente metaluminosos a levemente peraluminosos, enquanto que os ortoclásio granitos são de natureza peralcalina. Tratam-se de rochas subalcalinas com conteúdo de SiO₂ entre 67 a 76 %, Na₂O + K₂O (7,9-9,8 %), FeO_t/FeO_t + MgO (0,88-0,99), A/CNK (0,88-1,05), K/Rb (39-213), La/Yb (2,18-15,6) e Eu/Eu* (0,11-0,60).

Os dados isotópicos U-Pb em zircão das rochas da suíte indicaram as seguintes idades: 1314 ± 13 Ma para o biotita sienogranito equigranular; 1312 ± 3 Ma no granito pórfiro e 1309 ± 13 Ma para o hornblenda-biotita sienogranito (Bettencourt *et al.* 1999).

Mineralizações de cassiterita e wolframita em *greisen* e veios de quartzo, além de depósitos secundários em paleoplacer estão relacionadas espacialmente aos biotita-sienogranitos equigranulares e aos ortoclásio granitos.

3.1.8. Suíte Intrusiva Rondônia

Essa unidade foi originalmente descrita por Kloosterman (1968) como “*Younger Granites of Rondônia*”, sendo sua localidade-tipo nas cabeceiras do rio Candeias. Posteriormente, Bizzi *et al.* (2002) englobaram na Suíte Intrusiva Rondônia os granitos e rochas afins amplamente distribuídos na porção centro-norte de Rondônia.

Na AII, na vila Macisa e no alto curso do rio São Lourenço, aflora sienogranito epizonal mineralizado em cassiterita. Apresenta forma subcircular com 15 km de diâmetro, de características subvulcânicas e intrusivos nas rochas da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas. Estruturas vulcânicas e subvulcânicas do tipo diques anelares ocorrem raramente.

As rochas da Suíte Rondônia são separadas em dois tipos principais conforme as características petrográficas e químicas: subsolvus subalcalinas e hipersolvus alcalinas. As relações de campo sugerem que as rochas alcalinas são mais jovens que as subalcalinas adjacentes.

As rochas subsolvus subalcalinas são representadas por sienogranitos equigranulares, monzogranitos porfíricos e ortoclásio granitos dominantes, além de topázio-albita granitos e topázio-quartzo-feldspato pórfiros subordinados. Ortoclásio sienitos, microssienitos, ortoclásio microgranitos e feldspato-quartzo pórfiros caracterizam as rochas hipersolvus alcalinas. Os sienogranitos e monzogranitos são as fases mais precoces, as quais apresentam feições rapakivíticas. Possuem megacristais de feldspato alcalino perfitico, por vezes manteados por um agregado policristalino de oligoclásio-albita. Os acessórios mais típicos são magnetita, zircão,

apatita, allanita, esfeno e fluorita. Os microgranitos mostram intercrescimento granofírico na matriz juntamente com raros fenocristais de feldspato alcalino e biotita. Fluorita é o acessório mais abundante, além de allanita e zircão. Os minerais máficos do tipo augita e/ou hornblenda são comuns nos sienitos e microssienitos enquanto a biotita e anfibólio sódico estão presentes nos granitos alcalinos. Nos primeiros, os cristais oclares de quartzo encontram-se manteados por piroxênios e/ou anfibólios. Fluorita, zircão, allanita e opacos são os acessórios principais.

Os dados geocronológicos em maciços graníticos de áreas distintas forneceram idades que variam de 998 ± 5 Ma a 974 ± 6 Ma. As mineralizações primárias de Sn, W, Nb-Ta, Be, F e sulfetos estão espacialmente associadas com os protolitionita-albita leucogranitos. O minério encontra-se nos pegmatitos com topázio e berílio, corpos de greisen com quartzo, mica litinífera e topázio, topázio-protolitolita-albita riolitos com cassiterita e veios de quartzo com cassiterita, wolframita, berílio e sulfetos de Cu-Pb-Zn e Fe.

3.1.9. Formação Palmeiral

A Formação Palmeiral foi definida, inicialmente, por Lobato *et al.* (1966), tendo como área-tipo os afloramentos nas redondezas da vila de Palmeiral, situada nas margens do rio Madeira. Na AII, a Formação Palmeiral está restrita a porção nordeste da referida área e é representada por conglomerados oligomíticos e arenitos arcossianos finos a médios.

Regionalmente, a Formação Palmeiral é constituída essencialmente de ortoconglomerados, quartzo-arenitos e arenitos arcossianos. Bahia (1997) individualizou seis litofácies, as quais compreendem ortoconglomerado maciço ou com estratificação incipiente, arenito com estratificação horizontal, arenito com estratificação cruzada acanalada, arenito com estratificação cruzada tabular, arenito com estratificação cruzada sigmoidal e arenito maciço. Os conglomerados são do tipo oligomíticos, constituídos essencialmente de seixos e calhaus arredondados e achatados de quartzo-arenito, quartzo leitoso e subordinadamente de sílex, quartzito e granito pórfiro. Os seixos ocorrem estratificados e imbricados. Os arenitos variam de finos a médios, ocorrendo subordinadamente frações grossas, com grau de seleção moderado a bem selecionado. O arcabouço dos arenitos é geralmente fechado, com porções de arcabouço aberto devido a presença abundante de matriz. São compostos por grãos de quartzo, sílex e, eventualmente, feldspatos e vulcanitos, além de filossilicatos (caulinita e illita) e níveis de manganês (Bahia, 1997).

A análise das paleocorrentes nos diversos compartimentos de ocorrência da Formação Palmeiral, utilizando-se das medidas de atitudes de *foresets* da estratificação cruzada 2D, dos

eixos de estratos curvados da estratificação 3D, de imbricação dos seixos oblatos nos conglomerados e da orientação do eixo maior de seixos prolatos, mostram um sentido de paleofluxo de NNE para SSW (Bahia, 1997). A idade das rochas sedimentares da Formação Palmeiral foi atribuída inicialmente a interface Meso/Neoproterozóico, baseada na relação de intrusão das rochas máficas da Formação Nova Floresta, datadas em torno de 1000 Ma. Dados recentes obtidos pelo método U-Pb (*shrimp*) em zircões detríticos, forneceram idade máxima da sedimentação em 1030 Ma. Na área-tipo (vila Palmeiral) o zircão mais jovem tem 1154 Ma.

3.1.10. Coberturas Cenozóicas

3.1.10.1. Formação Rio Madeira

Sob essa denominação são englobados os depósitos essencialmente fluviais originados pelo rio homônimo que se distribuem, preferencialmente, em ambas as margens do referido rio e no interior da Bacia de Abunã. Depósitos semelhantes, também, ocorrem ao longo dos rios Mutum e Cotia. A Formação Rio Madeira é representada por sedimentos inconsolidados a semi-consolidados, parcialmente ferruginizados, constituídos por cascalhos e areias de granulação grossa, mal selecionados, estratificados, intensamente ferruginizados, além de argilas maciças a laminadas com restos vegetais na base, depositados no leito ativo e planície de inundação do rio Madeira durante a sua evolução, originando depósitos do tipo barra de canal longitudinal e transversal, barra em pontal, depósitos de diques marginais e mais raramente, bacias laterais de inundação.

Uma descrição mais pormenorizada desta unidade será realizada no item 3.2.7.1 neste relatório.

O Mapa Geológico da Área de Influência Indireta na escala de 1:250.000 (anexo I.1) apresenta a distribuição cartográfica desta unidade abrangendo, principalmente, os interflúvios dos rios Madeira, Mutum-Paraná e Cutia.

3.1.10.2. Formação Jaci-Paraná

Os sedimentos arenosos, siltico-argilosos e argilosos que recobrem rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares proterozóicas eram associados à Formação Solimões. Adamy *et al.*, (1990) denominaram de Formação Jaci-Paraná para os depósitos arenosos, siltosos e argilosos eminentemente de origem fluvial que tem como área-tipo o baixo curso do rio Jaci-Paraná. Esses

depósitos ocorrem na porção norte-nordeste da AII, além de pequenas “ilhas” a sudoeste da referida área. Encontram-se depositados discordantemente sobre rochas do Complexo Jamari, granitos São Lourenço-Caripunás e dos arenitos Palmeiral.

Os depósitos sedimentares (terraços arenosos) são predominantemente inconsolidados, porém cimentados por óxidos-hidróxidos de ferro, o que fornece aos sedimentos um elevado grau de endurecimento. As areias são normalmente imaturas, por vezes conglomeráticas, quartzosas, mal selecionadas, possuindo grãos angulosos a subarredondados. Também ocorrem areias feldspáticas de matriz argilosa e espessos pacotes de areia ferruginosa. As estruturas sedimentares são bastante variáveis ocorrendo estratificação cruzada de pequeno porte, plano-paralela horizontal, cruzada acanalada e pacotes maciços. Camadas pouco espessas (10 a 60 cm) de silte-argiloso e argila, de cor cinza-amarelada, ocorrem intercaladas as areias, exibindo granodecrescência ascendente na granulometria. Além disso, em alguns locais (pediplanos), observam-se areias finas em pequenas camadas intercaladas com sedimentos siltico-argilosos.

Fazendo parte desta formação ocorrem lateritos imaturos em pacotes espessos capeando as mais variadas rochas da região, principalmente no médio-alto curso do rio Cotia. Constituem horizontes bem definidos distribuídos na seguinte forma: horizonte concrecionário, horizonte mosqueado, horizonte pálido e rocha-mãe na parte basal. O horizonte concrecionário ou ferruginoso não chega a formar crosta e as estruturas primárias são raras. Na sua parte superior ocorre uma zona esferulítica constituída por concreções e nódulos de óxi-hidróxidos de ferro e zona colunar na parte inferior constituída por estruturas alongadas colunares.

No horizonte mosqueado (plintito) que está posicionado abaixo do horizonte concrecionário em contato gradacional, constitui-se de argila variegada com pequenos nódulos esbranquiçados a rosados de gibbsita. O horizonte pálido é de espessura variável e ocorre entre o mosqueado e rocha-mãe. Apresenta estruturas primárias preservadas, coloração branca-amarelada caracterizada pela quase ausência de óxi-hidróxidos de ferro.

3.1.10.3. Cobertura Detrito-Laterítica

Os sedimentos detrito-lateríticos ocorrem preferencialmente no vale do rio Madeira, numa extensa área aplainada, com interflúvios tabulares e associados a pequenas elevações dominadas pelo horizonte concrecionário do perfil laterítico. Constituem-se, em grande parte, de depósitos colúvio-aluvionares areno-argilosos. Esses depósitos, na sua base, são constituídos por seixos provenientes dos próprios lateritos concrecionários, formando corpos do tipo *stone-layer* e, no topo, por material argiloso proveniente do horizonte mosqueado. As superfícies aplainadas

são constituídas predominantemente por solos argilo-arenosos, de baixa maturidade textural e mineralógica, de tonalidade avermelhada, ricos em concreções ferruginosas, além de níveis de argilas coloridas e areias inconsolidadas provenientes, em grande parte, do desmantelamento dos arenitos da Formação Palmeiral.

Os lateritos imaturos, quando desmantelados, também passam a constituir parte das coberturas detrito-lateríticas modelando grande parte do relevo atual. Em certas áreas, onde a parte superior está mais espessa e endurecida e houve maior entalhamento da drenagem, observa-se a formação de um relevo tendendo a platôs.

3.1.10.4. Sedimentos Aluvionares Argilosos e Arenosos

Ocorrem associados às calhas dos cursos d'água de maior porte, como os rios Madeira, Mutum e Cotia. Na região entre Guajará-Mirim e Porto Velho os sedimentos desta unidade encontram-se encaixados no embasamento cristalino e nos prováveis depósitos pleistocênicos, sendo constituídos por sedimentos aluviais oriundos de barras de acreção lateral de margem de canal, que não ultrapassam 5 km de largura, exceto em locais isolados como a planície aluvial do rio Abunã (Bacia do Abunã). O padrão de sedimentação fluvial holocênico do Sistema Fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira é caracterizado por depósitos de acreção lateral e de carga de fundo, que incluem barras em pontal, barras de meio de canal e depósitos de carga de fundo. Associado ao ambiente fluvial ocorre o ambiente lacustre, representado por lagos residuais, formados pela migração das cristas de acreção lateral das barras, além de lagos represados.

Os depósitos residuais de canal são compostos por sedimentos de granulometria grossa, conglomeráticos, variavelmente mal selecionados, cimentados por óxi-hidróxidos de ferro e precipitados como acumulação nas partes mais profundas dos leitos dos rios. Nos rios de menor porte esses depósitos são menos representativos e estão cobertos por ondas migrantes de leito de canal.

Os depósitos de barra de meandro ou barra em pontal são constituídos por sedimentos arenosos, siltico-argilosos e conglomeráticos, interestratificados e com baixa a média seleção granulométrica, apresentando-se sobrejacentes aos depósitos residuais de canal. De maneira geral, as barras de meandro caracterizam-se por materiais que estão dispostos segundo uma granodrecrescência vertical, iniciando com camadas arenosas que apresentam estratificação cruzada acanalada e tangencial, estratos horizontalizados nas zonas medianas e camadas de sedimentos finos, siltico-argilosos, no topo.

Os depósitos de barras de canal são acumulações arenosas aflorantes em épocas de estiagem. Os sedimentos gradam na fração areia a seixo, com baixa seleção dos grãos, podendo evoluir até areia fina mais selecionada. Apresentam estratificação cruzada de médio porte, em geral com sedimentação granodecrescente.

Os depósitos de diques marginais constituem-se em cordões sinuosos, cuja altura maior desenvolve-se perto da margem do canal, onde formam bancos íngremes e estreitados em direção às bacias de inundação marginais. Desenvolvem-se sobre as barras e formam-se quando a corrente transborda sobre os bancos. Caracterizam-se pela alternância de camadas de areias finas com sedimentos siltico-argilosos, estes últimos em maior proporção do que aquela encontrada nas barras de meandro.

3.1.10.5. Sedimentos Aluvionares Indiscriminados

Os sedimentos inconsolidados a parcialmente consolidados desta unidade ocorrem, predominantemente, ao longo de uma extensa planície fluvial, denominada de Bacia do Abunã (Souza Filho *et al.* 1998). Ocorrem, também, fora dos limites da AII, na região de Nova Califórnia e Porto Velho, estendendo-se para nordeste ao longo da margem direita do rio Madeira e do vale do baixo curso do rio Machado. Os sedimentos representam depósitos de leques aluviais, coluviais, planícies de inundação e lagos e são constituídos por areia, silte, argila, cascalho, além de laterita imatura. No trecho do Alto-Estrutural Guajará-Mirim-Porto Velho, os depósitos de planície de inundação são restritos a faixas localizadas próximas ao canal principal do rio Madeira, com exceção na região de Abunã, onde o rio inflete bruscamente para NE, assumindo uma direção aproximada de N60°E, originada em função da queda brusca do gradiente topográfico, provavelmente relacionado a abatimentos de blocos (Bacia do Abunã), sendo estes depósitos de provável idade holocênica.

O ambiente de planície de inundação constitui áreas planas cujos depósitos sedimentares recentes encontram-se densamente vegetados por floresta aluvial e áreas de cerrado.

3.2. Área de Influência Direta - Descrições das Unidades Litoestratigráficas

A geologia da Área de Influência Direta (AID) está representada no mapa de escala 1:100.000 (anexo I.1), a qual foi executada a partir da re-interpretação de dados já existentes e, principalmente, de dados adquiridos durante as campanhas de levantamento geológico em campo.

3.2.1. Complexo Jamari

Na AID as rochas metaígneas (anfíbolitos, gnaisses monzograníticos e granodioríticos) e paraderivadas (gnaisses calcissilicáticos) do Complexo Jamari afloram predominantemente na margem direita do rio Madeira e no leito dos principais afluentes (rio Cotia, Mutum e cabeceiras do igarapé do Contra). Os anfíbolitos geralmente ocorrem na forma de lajeados, formando corpos alongados segundo a foliação regional. Afloram no leito do rio Cotia, rio Mutum-Paraná e no leito de outros igarapés afluentes dos rios citados. Apresentam granulação fina, coloração cinza-escuro a preta, textura nematoblástica, com forte anisotropia estrutural evidenciada por uma foliação metamórfica penetrativa associada a dobramentos ptigmáticos centimétricos. É comum a presença de sulfetos do tipo arsenopirita e pirita disseminados na rocha (figura 14).



Figura 14 - Lente de anfíbolito no leito do rio Mutum-Paraná (afloramento JM-39).

Incluídos no Complexo Jamari estão os gnaisses calcissilicáticos bandados, que ocorrem como lentes e corpos alongados, constituindo formas topográficas positivas, os quais ocorrem geralmente associados aos anfíbolitos. Afloramentos expressivos dessa unidade ocorrem ao longo da BR-364, próximo do rio Mutum e do distrito de Mutum-Paraná, além de outro afloramento no leito do médio curso do rio Cotia. São rochas de granulação fina, com bandamento milimétrico a centimétrico, por vezes dobrado, constituído por bandas claras de quartzo e plagioclásio e, por bandas escuras de anfíbólio, piroxênio e granada. Níveis

milimétricos de magnetita também são frequentes, assim como dobras ptigmáticas constituídas essencialmente de níveis de quartzo granoblástico (figura 15).



Figura 15 - Gnaiss calcissilicático bandado exibindo dobras ptigmáticas.

Os gnaisses monzograníticos ocorrem em ambas às margens do rio Madeira, entre a cachoeira do Tamborete e a balsa de Abunã, além do alto topográfico que constitui as nascentes dos afluentes da margem direita do rio Mutum. São monzogranitos miloníticos que possuem como principal característica a presença constante de diques aplíticos sinplutônicos decamétricos concordantes com a estruturação da rocha encaixante monzogranítica (figura 16), que em zonas de mais alta deformação formam um bandamento gnáissico característico.

Na margem esquerda do rio Madeira alguns afloramentos de gnaisses monzograníticos mostram-se fortemente intemperizados, com formação de saprólitos e argilas lateritizadas de cores variegadas, predominando a coloração vermelho-amarelada, formando uma textura “pele de onça” (figura 17). A granulação dos monzogranitos miloníticos é média a grossa, mostrando anisotropia estrutural materializada por uma conspícua foliação metamórfica, a qual promoveu o estiramento dos constituintes quartzo-feldspáticos e alinhamento dos minerais ferro-magnesianos, em condições metamórficas da fácies anfíbolito. Nas zonas de deformação concentrada, os granitos miloníticos gradam para rocha com aspecto xistoso em função da intensa deformação e cominuição dos minerais.



Figura 16 - Diques sin-plutônicos encaixados em metamonzogranitos milonitizados.



Figura 17 - Saprolito de metamonzogranito pertencente ao Complexo Jamari.

3.2.2. Formação Mutum-Paraná

Os litotipos dessa unidade ocorrem, preferencialmente, ao longo do leito do rio Madeira, na sua margem esquerda, entre a Vila de Palmeiral até as imediações da cachoeira do Tamborete ou Pederneiras. A seção-tipo ocorre no distrito de Mutum, no perfil que vai por estrada do porto de Bom Futuro (margem esquerda do rio Madeira) até a mina de São Lourenço. Esta unidade metavulcano-sedimentar foi dividida, no presente trabalho, por uma fácies indivisa inferior que constitui-se de uma intercalação repetitiva, em escala centimétrica a decamétrica de filitos, quartzitos, metassiltitos e metatufos e uma fácies superior de quartzo-metarenitos. Apesar do pacote vulcano-sedimentar apresentar-se em camadas inclinadas tendendo à verticalidade, estima-se uma espessura mínima para o mesmo em 160 metros. A parte basal é composta por quartzitos puros, coloração cinza-claro a esbranquiçado (figura 18), rosa a arroxeadado, com raras lentes centimétricas intercaladas de composição pelítica, granulometria bastante fina, textura granoblástica e compostos predominantemente por quartzo microcristalino e raras palhetas de muscovita, além de pintas de pirita disseminadas pela rocha. A principal característica desses quartzitos é o intenso grau de fraturamento ao qual foi submetido, apresentando fraturas, predominantemente fechadas, em direções aleatórias, porém, as fraturas principais ocorrem segundo o plano da foliação metamórfica, aproximadamente EW.

Sobrepostos aos quartzitos ocorrem metassiltitos creme-esverdeados, finamente laminados, com crenulação das camadas primárias. A granulometria é muito fina, sendo a mineralogia representada por quartzo microcristalino e sericita, a qual fornece um aspecto sedoso à rocha. Sobrepostos estratigraficamente aos metassiltitos ocorre uma intercalação de metapelitos e metarenitos finos. Os metarenitos exibem estratificação cruzada tangencial de pequeno porte, granulometria fina e coloração cinza a rósea. Os metassiltitos são cinza escuros e apresentam estruturas assemelhadas a *wavy* e *linsen* arenosas em camadas pelíticas, além de aparente bidirecionalidade dos estratos.

As rochas vulcânicas ou vulcanoclásticas da unidade são representadas por metatufos à cinza, de coloração cinza chumbo e variações para cores creme-rosada, talvez refletindo uma variação composicional (figura 19). Presença de amígdalas milimétricas preenchidas por sílica microcristalina. Apresentam uma xistosidade superimposta ao acamadamento primário e recristalização metamórfica em condições da fácies xisto verde. Superpostos por todo o pacote metavulcano-sedimentar indiviso ocorrem quartzo-metarenitos sacaroidais, em camadas maciças espessas, de coloração esbranquiçada, granulometria fina, textura granoblástica e incipiente

foliação metamórfica. Constituem relevo em forma de mesetas alongadas no topo das principais elevações da área.



Figura 18 - Quartzito da Formação Mutum-Paraná exibindo alto ângulo de mergulho do plano de foliação metamórfica.



Figura 19 - Afloramento mostrado contato de granito pórfiro intrusivo (1) em metaturfo da Formação Mutum-Paraná. (2) A interface granito-metaturfo e marcada por uma zona de falha.

3.2.3. Suíte Intrusiva Serra da Providência

Os monzogranitos e sienogranitos que fazem parte dessa suíte constituem o divisor de águas que limita as microbacias dos igarapés do Contra e do Cirilo, dentro da área de influência direta. Os granitos apresentam expressões topográficas fortemente positivas formando relevo tipo “meia laranja”, ocorrendo normalmente em grandes blocos e matacões subarredondados, fortemente afetados pelo processo intempérico resultando em perfis de solo relativamente espessos. Os monzogranitos possuem granulação grossa, isotrópicos e homogêneos, coloração rosada e exibem com frequência a textura rapakivi, representada por fenocristais de até 5cm de feldspato alcalino rosado envoltos por fina auréola de plagioclásio esbranquiçado (figura 20). Contatos com outras unidades litoestratigráficas não foram evidenciados devido ao espesso manto de intemperismo que recobre as rochas dessa região. Entretanto, em determinados locais de relevo acentuado, observa-se restos de arenitos da Formação Palmeiral sobrepostos aos granitos. Apresenta baixo grau de fraturamento e as fraturas presentes estão seladas com preenchimento por veios de quartzo leitoso.



Figura 20 - Textura Rapakivi característica dos monzogranitos da Suíte Serra da Providência

3.2.4. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas

As rochas graníticas da referida unidade são as que apresentam maior expressão em área, considerando os limites da AID. Os principais afloramentos distribuem-se ao longo da cachoeira do Jirau e imediações e na cachoeira do Paredão e adjacências. Na cachoeira do Jirau afloram granitos pórfiros subvulcânicos de cor vermelho escuro, isotrópicos, intensamente fraturados e falhados por uma tectônica rúptil (figura 21). Apresentam textura granular porfirítica, representada por pórfiros de feldspato alcalino e quartzo hexagonal dispersos em matriz fanerítica fina constituída por agregado microcristalino de quartzo, feldspato alcalino, plagioclásio e biotita. Os pórfiros de feldspato alcalino, por vezes, apresentam-se manteados por fina auréola de plagioclásio evidenciando a textura rapakivi. Os granitos pórfiros exibem contato retilíneo e intrusivo em metatufos da Formação Mutum-Paraná, como o observado no afloramento JG-19, Vila Palmeiral (figura 22), onde estão sotopostos aos conglomerados da Formação Palmeiral (picada nº 01 de FURNAS). Nas regiões peneplanizadas os granitos pórfiros encontram-se fortemente intemperizados, aflorando somente o saprólito dos mesmos, porém em alguns locais ocorrem feições estruturais e texturais preservadas. Afloramentos com estas características ocorrem ao longo da estrada que liga a vila do Jirau a União Bandeirantes.



Figura 21 - Feição mesoscópica característica dos granitos porfiríticos da Suíte São Lourenço-Caripunas.

Na cachoeira do Paredão e adjacências e ao longo do igarapé Baunilha, afloram sienogranitos de granulação grossa, isotrópicos, coloração rosada, feições rapakivíticas frequentes, os quais representam uma fácies da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas. Possivelmente, esses granitos são transicionais com os granitos pórfiros conforme pode ser observado em afloramentos próximo de São Lourenço, na AII. Os sienogranitos apresentam fenocristais ovalados de feldspato alcalino envoltos por finas auréolas de plagioclásio caracterizando a textura rapakivi. Os minerais máficos estão representados por biotita e, mais raramente, anfibólio. Diques aplíticos, provavelmente sin-plutônicos, são comuns, os quais apresentam dimensões métricas a decamétricas. Na borda norte do maciço, no leito do rio Madeira, o mesmo apresenta uma faixa milonítica, de espessura métrica, em contato por falha com os quartzitos da Formação Mutum-Paraná.

3.2.5. Formação Palmeiral

As rochas sedimentares que constituem a unidade acima referida encontram-se expostas no centro-norte da AID. Expressivos pacotes de conglomerados suportados por clastos (figura 22), que fazem parte da porção basal da unidade, ocorrem na serra dos Caripuninhas (margem esquerda do rio Madeira), no início da estrada secundária que liga a BR-364 ao assentamento São Francisco, além de vários outros afloramentos próximos à cachoeira do Jirau, os quais ocorrem na forma de mesetas, representando apenas restos dessa unidade sobrepostos aos granitos pórfiros da Suíte São Lourenço-Caripunas. Os conglomerados são do tipo oligomíticos, maciços, constituídos essencialmente de seixos e calhaus arredondados, ovalados e achatados, predominantemente de quartzo-arenito, quartzito, quartzo leitoso e raramente de sílex e granito pórfiro. A matriz é bastante endurecida e composta por areia mal selecionada e imatura, além de grânulos de quartzo. Os seixos ocorrem geralmente estratificados e imbricados. Através do desmantelamento do pacote conglomerático são gerados depósitos de encostas constituídos pelos seixos e calhaus que servem de material para revestimento de estradas.

Na parte superior do pacote sedimentar e, por vezes interdigitados, ocorrem arenitos arcóseos de granulometria fina a média, subordinadamente frações grossas, com grau de seleção moderado a bem selecionados. O arcabouço dos arenitos é geralmente fechado, com porções de arcabouço aberto devido a presença abundante de matriz. São compostos por grãos de quartzo, sílex e, eventualmente, feldspatos, além de caulinita e illita. Raros níveis de manganês, ocorrem preenchendo fraturas. No trecho da BR-364, entre o Jirau e a Vila do Palmeiral, os arenitos ocorrem como “ilhas” por sobre as rochas cristalinas da região formando um relevo em

forma de mesetas de topo plano. No leito do rio Madeira, da cachoeira do Jirau até a montante da ilha Praia do Avião e também na Vila do Palmeiral, ocorrem diversos afloramentos do arenito arcossiano apresentando estruturas do tipo estratificação cruzada acanalada, estratificação cruzada tabular, estratificação cruzada sigmoidal e arenito maciço (figura 23).



Figura 22 - Características mesoscópicas dos conglomerados da Formação Palmeiral.

Ocasionalmente, ocorrem estreitas lentes constituídas de seixos de quartzo interdigitadas com as camadas de arenito. Nessa situação, o arenito apresenta a granulometria que varia de média a grossa, enquanto que nos pacotes superiores da unidade, a granulometria do arenito é fina com contribuição expressiva de silte.

O processo intempérico e erosivo instalado sobre os arenitos da Formação Palmeiral promoveu o dismantelamento quase que total destas rochas. Esse fato pode ser observado na região de relevo peneplanizado, entre Campo Lima e Jirau, pela BR-364, onde restam apenas pequenas colinas sustentadas por arenitos e lentes interdigitadas de conglomerados. Como resultado desse processo, observa-se o desenvolvimento de uma cobertura arenosa, friável, com pouca ou nenhuma cobertura vegetal (afloramento JG-142).



Figura 23 - Arenito arcosiano com estratificação cruzada planar.

3.2.6. Suíte Intrusiva Rondônia

Essa unidade está representada, na AID, por apenas dois pequenos corpos com pouca expressão topográfica, os quais afloram no médio curso do rio São Lourenço e próximo das cabeceiras do igarapé do Contra. São sienogranitos de características subvulcânicas, isotrópicos, equigranulares de granulação média, coloração rosada, apresentando com frequência processo de esfoliação esferoidal. Granitos composicionalmente classificados como quartzo-feldspato pórfiros, ocorrem na borda leste do maciço São Lourenço, os quais podem ser considerados como uma fácies de borda dos sienogranitos. Esses granitos quando intemperizados geram um material bastante argiloso, de coloração amarelo-avermelhado, que constituem depósitos coluvionares.

3.2.7. Coberturas Cenozóicas

3.2.7.1. Formação Rio Madeira

Sob essa denominação são englobados os depósitos essencialmente fluviais originados pelo rio homônimo que se distribuem, preferencialmente, em ambas as margens do referido rio e no interior da Bacia de Abunã. Depósitos semelhantes também ocorrem ao longo dos rios

Mutum e Cotia. A Formação Rio Madeira é representada por sedimentos inconsolidados a semi-consolidados, parcialmente ferruginizados, depositados no leito ativo e planície de inundação dos rios, originando depósitos do tipo barra de canal longitudinal e transversal, barra em pontal, depósitos de diques marginais e mais raramente, bacias laterais de inundação.

Nos estudos relativos a AID procurou-se estabelecer uma montagem na estratigrafia da unidade, com a execução de perfis em ambas as margens do rio Madeira e de alguns de seus afluentes de maior porte, na tentativa de se fazer um empilhamento crono-estratigráfico da seqüência sedimentar da Formação Rio Madeira. Entretanto, encontraram-se dificuldades em função da descontinuidade dos afloramentos e da própria dinâmica do rio, o qual está em constante processo de erosão e deposição por sobre as camadas da referida unidade.

A seqüência estratigráfica que melhor representa a Formação Rio Madeira é composta pelas seguintes camadas: camada inferior de argila plástica cinza grafite a cinza claro, fossilífera, com contribuição variável de silte e areia fina, além de raros grânulos de quartzo (figura 24). Essa camada, em alguns locais, assenta-se direta e discordantemente sobre o saprólito granítico do Complexo Jamari ou sobre os granitos da Suíte São Lourenço-Caripunas. Raramente apresenta estruturas sedimentares do tipo laminação plano-paralela ocorrendo geralmente de forma maciça. O conteúdo fossilífero observável a olho nú é representado por folhas carbonizadas, restos de vegetais (galhos) e partes de troncos de árvores. A camada de argila plástica, por ser impermeável, serviu de anteparo geoquímico ao processo de ferruginização dos sedimentos. No entanto, na mesma não se observam níveis endurecidos por óxi-hidróxidos de ferro como nas camadas arenosas sobrepostas.



Figura 24 - Camada de argila plástica cinza-escuro contendo restos de vegetais fósseis

Logo acima da camada de argila, separada geralmente por uma camada de areia fina endurecida por oxi-hidróxidos de Ferro, ocorre uma camada de cascalho endurecido e soldado por siderita, óxidos e hidróxidos de ferro, de espessura variável, composto por seixos angulosos de quartzo-arenito, quartzito e quartzo leitoso. Essa camada cascalhífera é denominada pelos garimpeiros de “mucururu” e é onde se concentra o teor mais elevado de ouro, além de ser a camada-guia dos fósseis pleistocênicos. A matriz é de cor cinza, de granulometria areia fina a média, também endurecida por lateritização. Essa camada cascalhífera não apresenta estruturas sedimentares definidas, formando um pacote maciço e, por vezes, assenta-se diretamente sobre os saprólitos das rochas cristalinas da região.

Sobreposta ao cascalho ocorre uma camada de areia ferruginizada, endurecida e cimentada por óxi-hidróxidos de ferro, os quais emprestam uma coloração ocre-amarronzada ao sedimento. O endurecimento (ferruginização) das areias se dá predominantemente ao longo dos planos de estratificação, desta forma, preservando-os e mantendo as estruturas sedimentares. Os *sets* são separados por uma chapa endurecida, horizontalizada, e composta por sedimento cimentado por óxi-hidróxidos de Ferro. A areia é de granulometria grossa, com níveis de grânulos e até seixos dispersos, mal selecionada, possuindo grãos subarredondados, exibindo, por vezes, granodecrescência ascendente para areia fina. As estruturas mais comuns nesse tipo de camada são a estratificação cruzada de médio porte, plano-paralela e cruzada acanalada (figura 25).



Figura 25 - Camadas (*sets*) de espessura de 30 cm de areia cimentada por óxi-hidróxidos de ferro.

Em alguns locais, existem intercalações de camada centimétrica de argila plástica laminada nas camadas de areia. A laminação é milimétrica a centimétrica, plano-paralela, onde a argila apresenta cor vermelha-amarelada, ferruginizada, pois essa camada serve como isolante à percolação de óxi-hidróxidos de ferro.

Na parte superior ou topo da seqüência sedimentar da Formação Rio Madeira, encontra-se depositado um expressivo pacote de argila-siltosa amarelada, por vezes mosqueada, maciça, capeada por níveis de espessura centimétrica e endurecidos por óxi-hidróxidos de Ferro. Fenômenos de bioturbação ocorrem em alguns locais dessas camadas. Constituem-se em cordões sinuosos onde formam bancos íngremes e estreitados em direção às bacias de inundação marginais. Podem representar depósitos de diques marginais. Desenvolvem-se sobre as barras e formam-se quando a corrente transborda sobre os bancos.

A variação nos tipos de seqüências sedimentares da Formação Rio Madeira pode ser evidenciada nas seções e perfis esquemáticos representados nas figuras de 26 a 30 que seguem anexas, sem entretanto, tecerem considerações sobre os tipos de ambientes em que se deu a sedimentação.

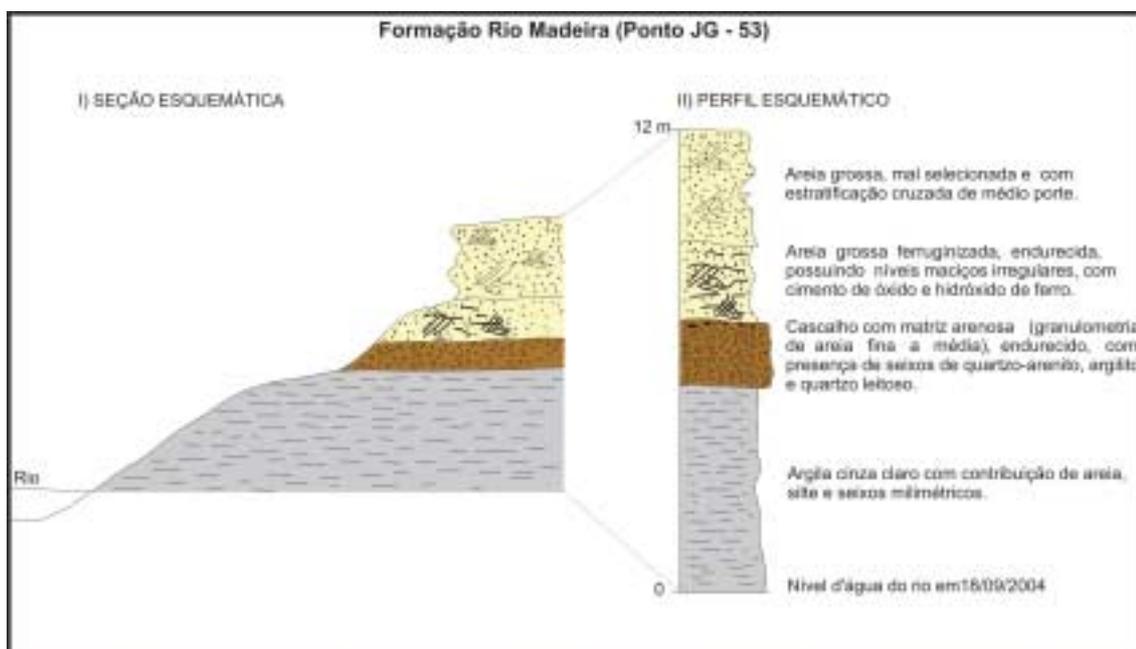


Figura 26 - Perfil esquemático de uma seção completa dos sedimentos que constituem a Formação Rio Madeira.

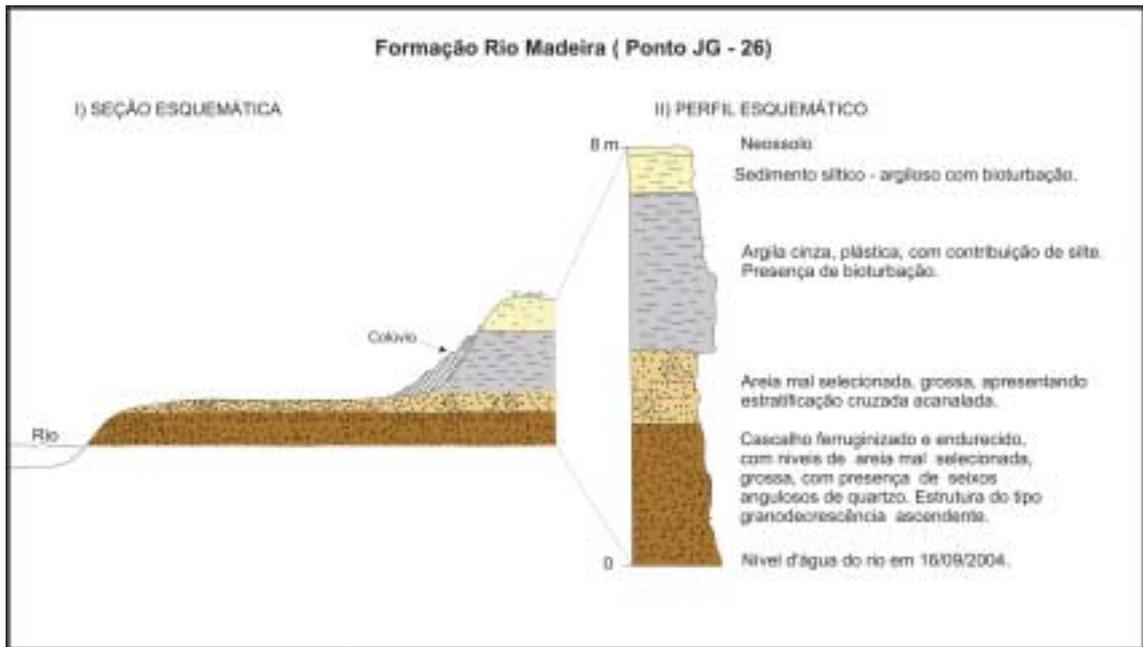


Figura 27 - Perfil esquemático de outra seção da Formação Rio Madeira

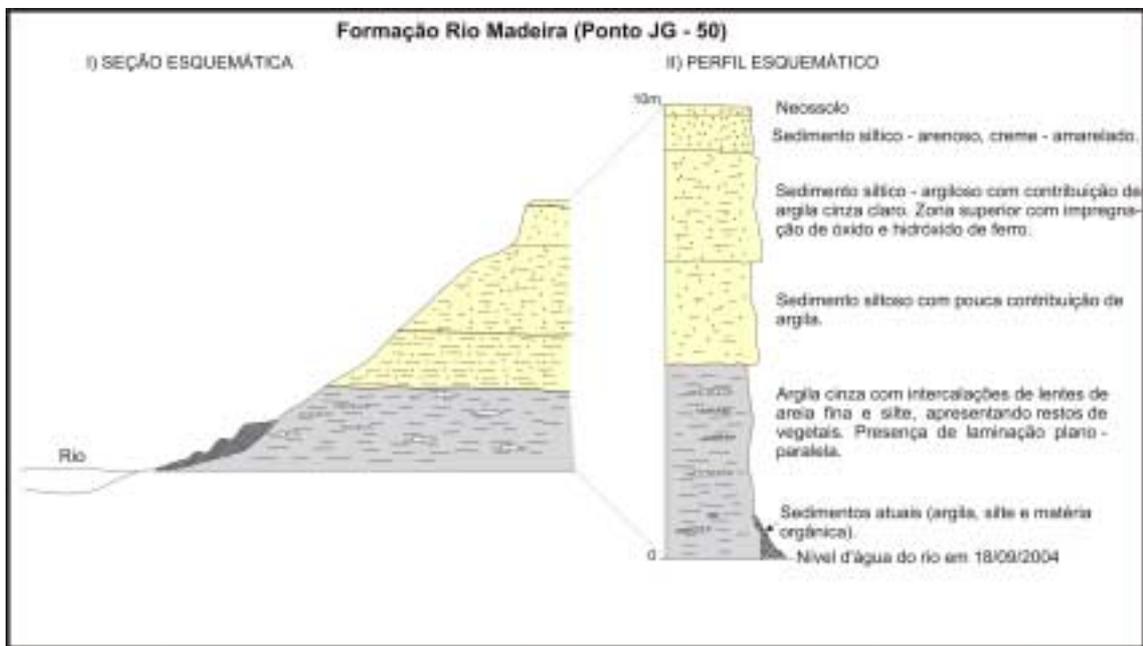


Figura 28 - Perfil esquemático de outra seção da Formação Rio Madeira

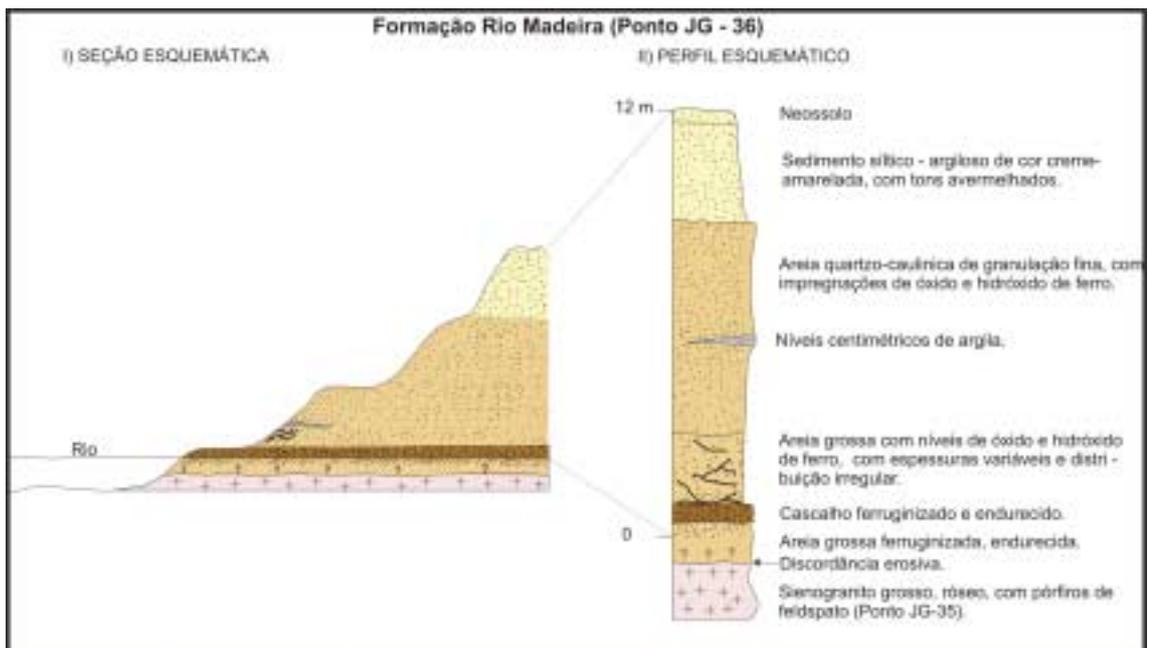


Figura 29 - Empilhamento estratigráfico dos sedimentos da Formação Rio Madeira

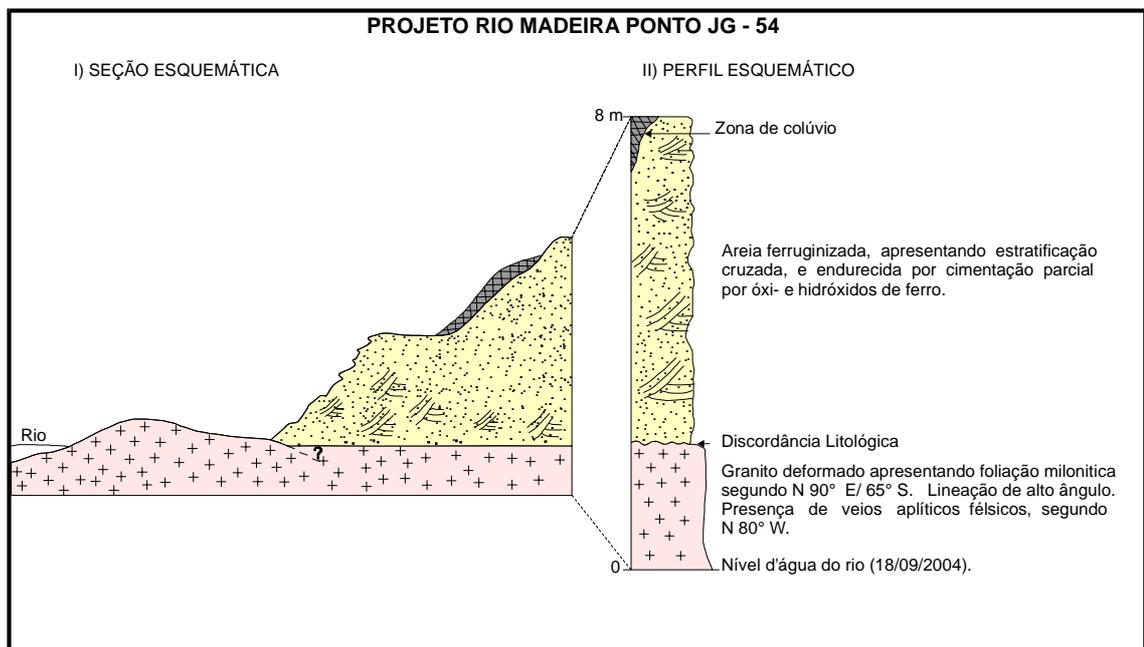


Figura 30 - Perfil da Formação Rio Madeira mostrando os sedimentos arenosos assentados diretamente sobre rocha granítica pertencente à Suíte Intrusiva Serra da Providência.

3.2.7.2. Formação Jaci-Paraná

Os sedimentos inconsolidados que fazem parte desta unidade distribuem-se nas áreas topograficamente arrasadas na margem esquerda do rio Madeira, entre a foz do rio São Lourenço e a serra Três Irmãos, além de uma área reduzida a jusante da cachoeira do Jirau. Tratam-se na sua grande maioria de depósitos colúvio-aluviais associados geneticamente a processos erosivos e deposicionais relacionados a ciclicidade climática pretérita, com alternância de clima seco e úmido.

Os depósitos de areia são pouco espessos, com níveis conglomeráticos na parte basal do pacote e que representam depósitos aluvionares que ocorrem em paleomeandros. As areias são imaturas, granulometria fina, friáveis, de grãos subangulosos a subarredondados. As estruturas sedimentares mais freqüentes são a maciça e plano-paralela horizontal. Camadas de silte e argila desenvolvem-se nas camadas superiores dos depósitos (figura 31). Correspondem a depósitos de transbordamento, de bacias laterais de inundação ou depósitos associados a preenchimento dos baixios.

De maneira geral, os sedimentos são siltico-argilosos a argilosos, de coloração acinzentada a amarelada, mostrando granodecrescência ascendente. Estruturalmente, esses depósitos são maciços, com raras laminações plano-paralelas.

Por vezes, esses depósitos mostram-se capeados por uma crosta laterítica não muito espessa (0,15 a 0,80m) em níveis irregulares e descontínuos e não raramente desmantelados. Capeando essa unidade é comum se encontrar latossolos amarelados com freqüentes “linhas de pedra” originadas da erosão da camada laterítica.

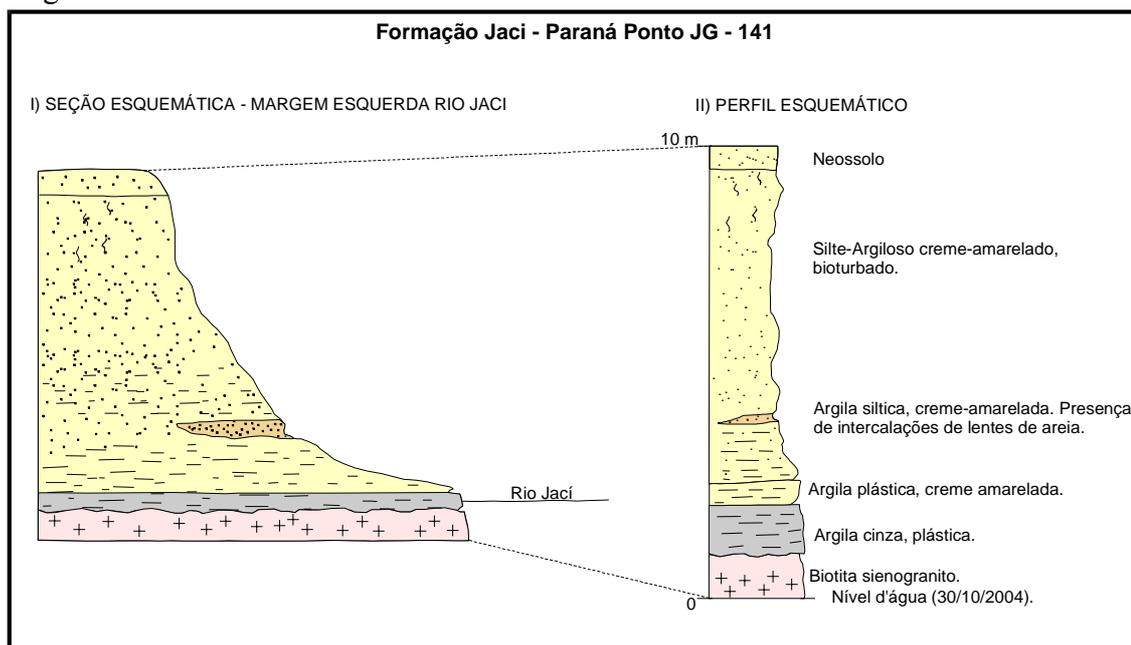


Figura 31 - Seção esquemática dos sedimentos que constituem a Formação Jaci-Paraná.

3.2.7.3. Cobertura Detrito-Laterítica

Essa cobertura ocupa uma extensa área aplainada, com interflúvios tabulares, que se estende no centro-sul e leste da AID e a oeste por sobre as rochas arrasadas topograficamente do Complexo Jamari. Os sedimentos detrito-lateríticos constituem-se, em grande parte, de depósitos colúvio-aluvionares areno-argilosos com níveis nodulares lateríticos e recobertos por grânulos e seixos de laterito desmantelado. Esses depósitos, na sua base, são constituídos por seixos provenientes dos próprios lateritos concrecionários, formando corpos do tipo *stone-layer* e, no topo, por material argiloso proveniente do horizonte mosqueado. As superfícies aplainadas são constituídas predominantemente por solos argilo-arenosos, de baixa maturidade textural e mineralógica, de tonalidade avermelhada, ricos em concreções ferruginosas, além de níveis de argilas coloridas. As areias inconsolidadas são provenientes, em grande parte, do desmantelamento dos arenitos da Formação Palmeiral.

Os lateritos imaturos, quando desmantelados, também passam a constituir parte das coberturas detrito-lateríticas modelando grande parte do relevo atual. Em certas áreas, onde a parte superior está mais espessa e endurecida e houve maior entalhamento da drenagem, observa-se a formação de um relevo tendendo a platôs.

Está englobado nessa unidade litoestratigráfica o material argilo-arenoso com fragmentos subangulosos de laterito, que compõe o espesso manto de intemperismo, resultado do retrabalhamento do perfil laterítico, aliado ao processo pedogenético sobre as rochas subjacentes.

3.2.7.4. Sedimentos Aluvionares Argilosos

Ocorem principalmente recobrimo sedimentos da Formação Rio Madeira na Bacia do Abunã e em menor proporção na região nordeste da AII do Jirau. Constituem sedimentos finos (argilas e contribuição de silte), subatuais e atuais apresentando colorações cinza, creme amarelada e amarela-vermelhada.

3.2.7.5. Sedimentos Aluvionares Arenosos

Ocupam porções lineares formando as planícies de inundações das cabeceiras dos rios Cutia, Mutum-Paraná e Jacu, assim como do igarapé Água Azul (Anexo I.2).

3.2.7.6. Sedimentos Aluvionares Indiscriminados

Sua distribuição está restrita às margens e leito do Madeira, ocorrendo a montante da Cachoeira do Jirau tendo papel importante na acreção das ilhas e formação de barras de areia que alteram o curso do rio. Tratam-se de sedimentos arenosos, silty e argilosos, de coloração variando de cinza escuro, com tonalidade, levemente amarelada e acinzentada (figura 32). Estes sedimentos recobrem de maneira mais comum, os corpos graníticos aflorantes no leito e margens do rio.



Figura 32 - Sedimentos finos atuais recobrimo sedimentos mais antigos da Formação Rio Madeira, e em via de desmoronamento.

3.3. ANÁLISE ESTRUTURAL PRELIMINAR

A área do Projeto Rio Madeira encontra-se inserida no contexto sudoeste do Cráton Amazônico, região que foi palco de sucessivas movimentações tectônicas de natureza dúctil, dúctil-rúptil e eminentemente rúptil, com reativações das anisotropias do embasamento cristalino e surgimento de novas direções de fraqueza estrutural.

A análise estrutural preliminar da área do projeto teve como objetivo principal a caracterização geométrica das estruturas tectonogênicas (fraturamentos e falhamentos) impressas nos maciços rochosos ali ocorrentes, principalmente nos maciços de Jirau e Santo Antônio e àquelas impressas nas demais unidades litoestratigráficas.

Na região do vale do rio Madeira, mais especificamente na área de influência dos Aproveitamentos Hidrelétricos (AHES) de Jirau e Santo Antônio, diversas estruturas tectonogênicas foram descritas nos trabalhos de campo, tais como foliações, planos de acamamento basculados, falhas, fraturas, lineações de estiramento mineral e de fluxo magmático.

A natureza e o arranjo espacial das estruturas foram analisadas separadamente, na tentativa de se estabelecer o quadro geométrico-cinemático de cada unidade litoestratigráfica e o seu contexto à nível da evolução dos eventos ocorridos no Setor Sudoeste do Cráton Amazônico.

3.3.1. Maciço do Jirau

As rochas aflorantes na cachoeira do Jirau estão inseridas na Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas, sendo caracterizadas como granito porfírico (subvulcânico). Este maciço apresenta estruturas planares caracterizadas por diversas fraturas. Para análise estrutural deste maciço, foram utilizadas as medidas de campo obtidas por técnicos de FURNAS ao longo da Cachoeira do Jirau no rio Madeira.

As fraturas foram tratadas estatisticamente utilizando-se os diagramas de planos de fraturas (figura 33) e no de pólos de fraturas (figura 34), representados a seguir, os quais demonstram que as fraturas estão distribuídas por todos os quadrantes, mostrando que não existe um único padrão de fraturas, e sim vários.

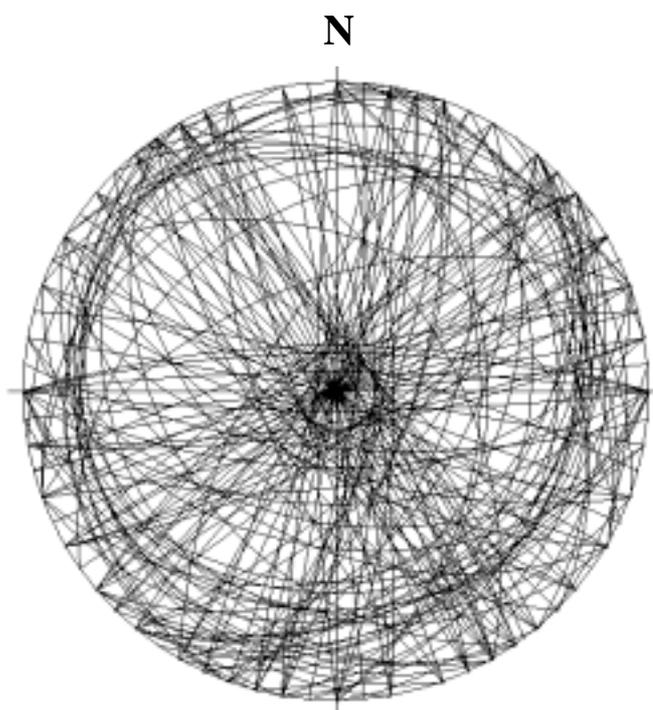


Figura 33 - Estereograma de planos de fraturas do Maciço Jirau (total de 251 medidas).

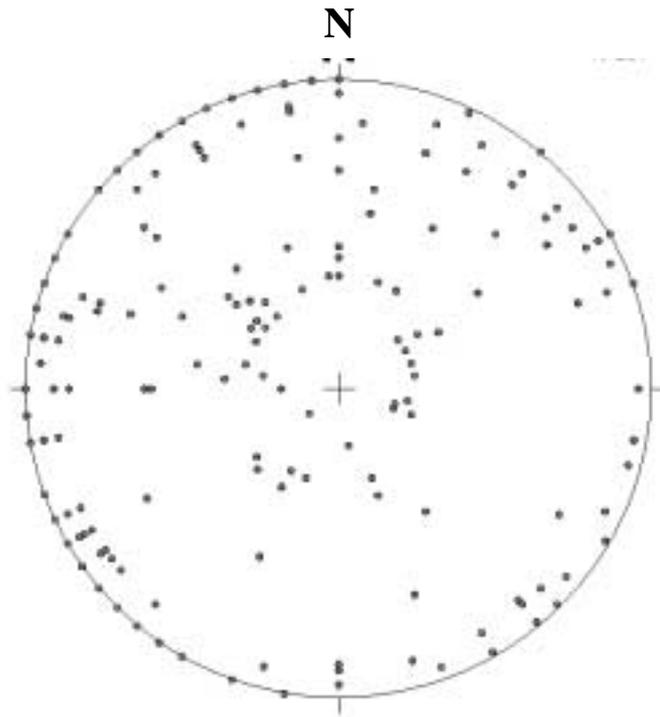


Figura 34 - Estereograma de pólos de planos de fraturas do Maciço Jirau.

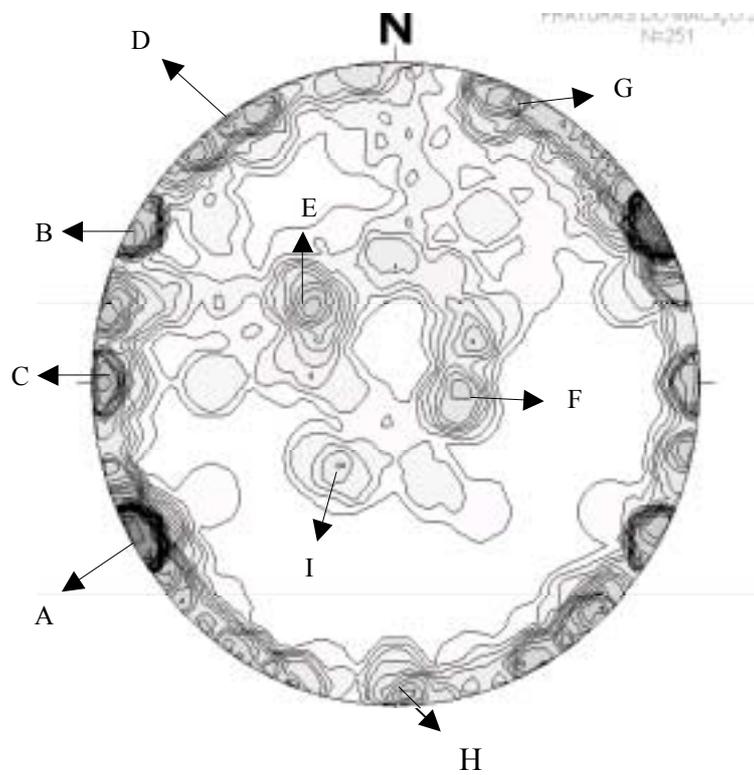


Figura 35 - Estereograma de contorno de densidade de pólos de planos de fraturas do Maciço Jirau.

No diagrama de contornos de pólos de fraturas (figura 35) foram identificadas nove famílias de fraturas (Figura 36) (A até I), cujas características são discriminadas a seguir:

Direções principais: A=N30W;75-90NE ou 75-90SW; B=N30E;75-90SE ou 75-90NW; e C=N-S;75-90E ou 75-90W;

Direções secundárias: D=N40-65E;80-90NW ou 80-90SE; E=N40E;30SE, F=N07E;18-20NW;G=N65W;85SW; H=N87E;86NW e I=N55W;27NE;

As Famílias E, F e G são, provavelmente, fraturas de alívio de pressão do Maciço Jirau.

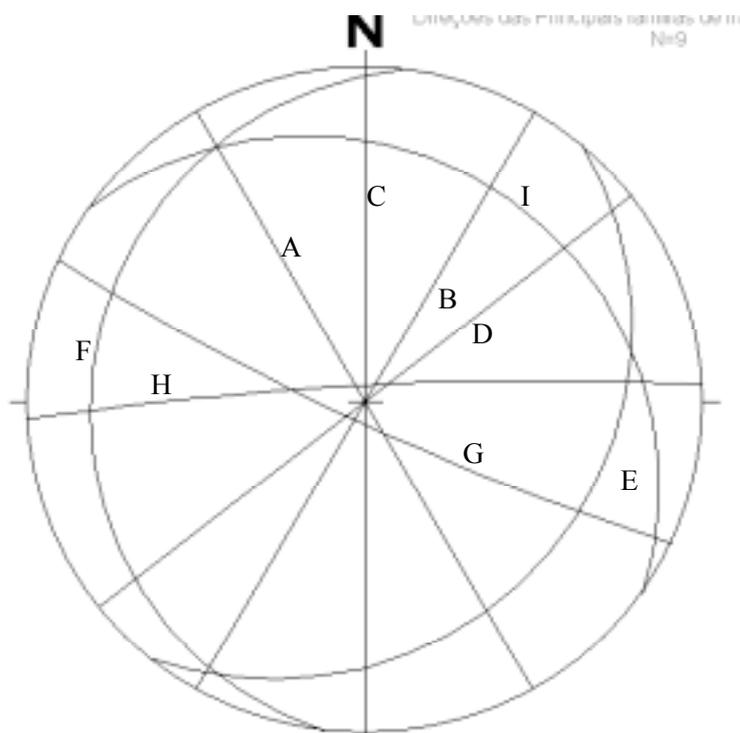


Figura 36 - Estereograma com as principais direções de famílias de fraturas do Maciço Jirau.

As famílias A, B e C definem um triângulo de intersecção, demonstrando que as mesmas possivelmente foram geradas sob um mesmo regime de tensão, ou seja, são fraturas conjugadas. Da mesma forma, pode-se determinar a posição espacial de σ_1 , σ_2 e σ_3 , onde σ_2 é determinado pelo triângulo de intersecção, σ_1 é definido pela bissetriz do ângulo agudo formado entre os planos das famílias A e C (par conjugado) e σ_3 é deduzido a partir da orientação de uma reta perpendicular a um plano que contenha tanto σ_1 como σ_2 . Deste modo, as atitudes dos eixos de tensão que geraram as fraturas do Maciço Jirau são: $\sigma_1 = 05^\circ/270$ Az, $\sigma_2 = 85^\circ/90$ Az e $\sigma_3 = 15^\circ/185$ Az (aproximado) (figura 37).

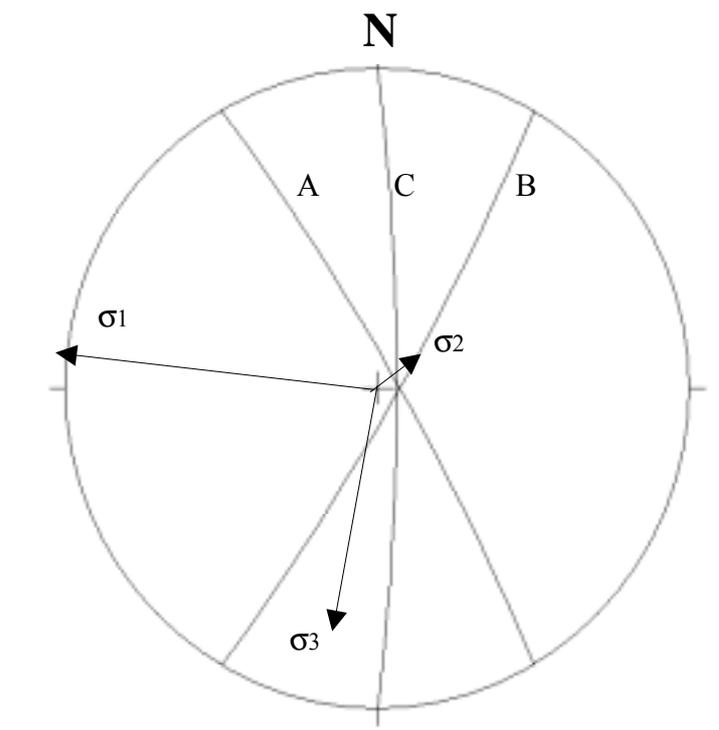


Figura 37 - Estereograma com as três direções principais de famílias de fraturas do Maciço Jirau e os eixos de tensão.

Estes eixos indicam a atuação de um evento deformacional de natureza rúptil após a cristalização do maciço granítico de Jirau, onde o eixo de tensão σ_3 ou x está posicionado em torno de SSW-S (próximo da horizontal), σ_2 ou y próximo da vertical e σ_1 ou z posicionado em torno de WNW-W (próximo da horizontal). Tal situação, indica que as fraturas de direção próximas a EW são fraturas de extensão ou fraturas abertas, enquanto que àquelas de direção que se aproxima de NS, são consideradas como fraturas fechadas ou de compressão (figura 38, 39 e 40).



Figura 38 - Detalhe do sistema de fraturas do granito na cachoeira do Jirau (JM-108), onde observam-se fraturas principais de direção N40°E;80°NW, N25°W;60°NE.



Figura 39 - Detalhe em afloramento do granito na Cachoeira do Jirau, mostrando sistema de fraturas conjugadas, fechadas e sem preenchimento mineral.



Figura 40 - Detalhe em afloramento do granito na Cachoeira do Jirau, mostrando intenso sistema de fraturas abertas.

3.3.2. Granitos da Suíte Intrusiva Rondônia

Os dados referentes às atitudes de fraturas dos granitos da Suíte Intrusiva Rondônia, num total de 46 medidas, são oriundos de diversos afloramentos desta unidade litoestratigráfica, espalhados pelas áreas de influência direta e indireta de Jirau e Santo Antônio.

Entretanto, essas atitudes foram plotadas nos estereogramas de planos de fraturas (figura 41) e de pólos de fraturas (figura 42), os quais revelaram dois conjuntos de fraturas, sendo o primeiro com predominância de fraturas subverticais, com direções tanto para NE como para NW e um segundo conjunto de fraturas NW com caimentos para NE e subordinadamente SW.

O diagrama de pólos de fraturas revelou uma concentração de pólos nos quadrantes NE e SW, sendo que no SW predominam pólos de fraturas que mergulham em alto ângulo para NE. O diagrama de contorno de pólos de fraturas (figura 43) definiu máximos de pólos que sugerem a existência de sete famílias de fraturas (figura 44). As principais direções de fraturas nos granitos da Suíte Intrusiva Rondônia estão representadas pelas famílias A=E-W;80-90S; B=N05W;85-90NE ou 85-90SW e C=N40W;84-90SW ou 84-90NE. As direções secundárias estão representadas pelas famílias D=N60W; 85-90NE; E=N72E;80-90SE; F=N42E;80-90SE; e G=N65W;67NE.

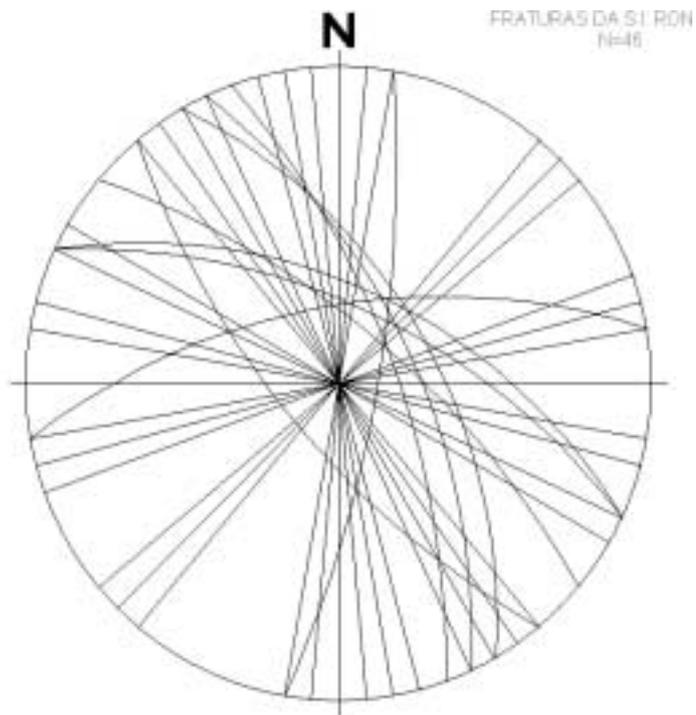


Figura 41 - Estereograma de planos de fraturas nos granitos da Suíte Intrusiva Rondônia.

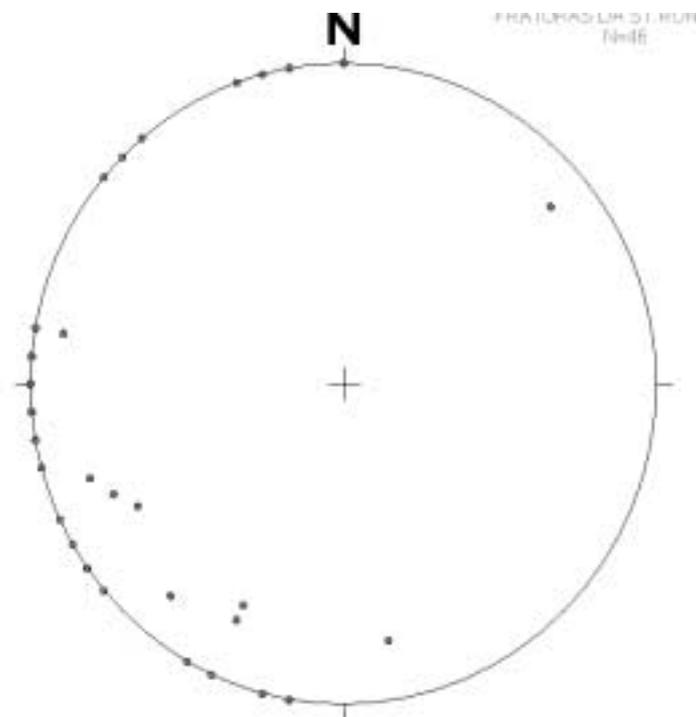


Figura 42 - Estereograma de pólos de planos de fraturas dos granitos da Suíte Intrusiva Rondônia.

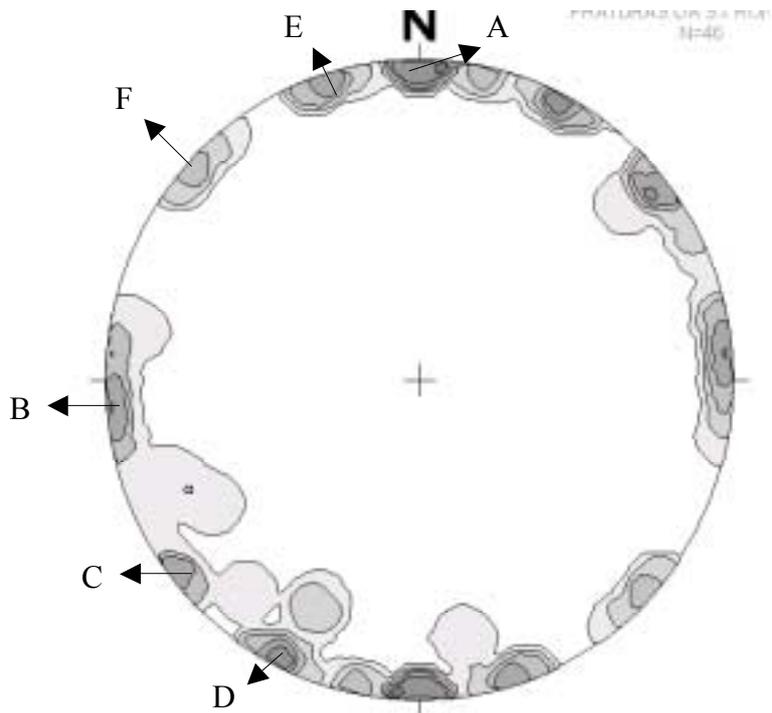


Figura 43 - Estereograma de contorno de pólos de fraturas dos granitos da Suíte Intrusiva Rondônia.

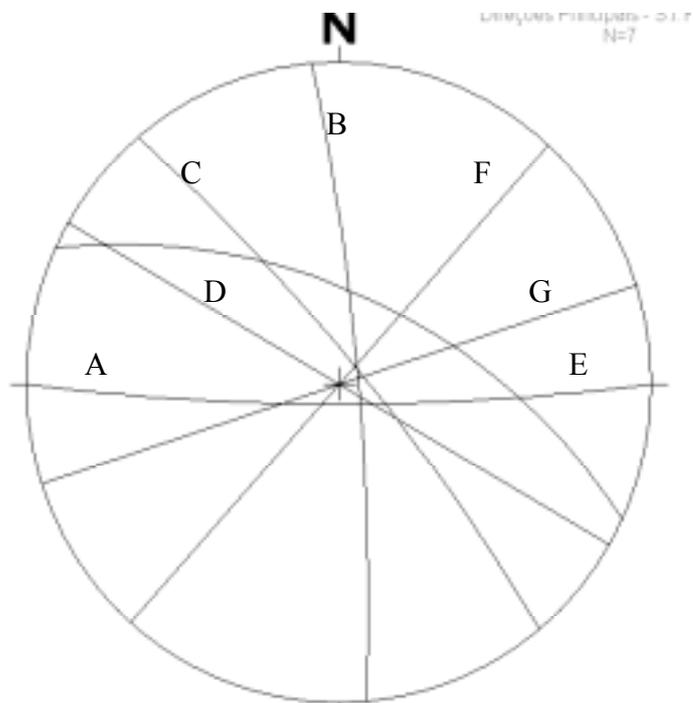


Figura 44 - Estereograma com as principais direções de famílias de fraturas nos granitos da Suíte Intrusiva Rondônia.

3.3.3. Complexo Jamari

Os dados de atitudes de fraturas do Complexo Jamari (total de 30) são oriundos de diversos afloramentos desta unidade litoestratigráfica, espalhados pelas áreas de influência direta e indireta de Jirau e Santo Antônio, fato este que dificulta tratamento estatístico nos diagramas. Outro fator complicador é devido ao fato de que por ser a unidade mais antiga ocorrente na área do Projeto esta, certamente, apresenta um registro complexo dos eventos de natureza dúctil e rúptil, com situações de superposição de eventos e recorrências.

As atitudes de fraturas deste Complexo foram plotadas nos estereogramas de plano de fratura (figura 45) e de pólos de fratura (figura 46), os quais revelaram dois conjuntos, sendo o primeiro com predominância de fraturas subverticais com direções para NE e NW e um segundo conjunto de fraturas NW e NE com caimentos com médio a alto grau para NE e subordinadamente SE.

O diagrama de pólos de fraturas (figura 47) revelou uma concentração de pólos nos quadrantes NE e SW. O diagrama de contorno de pólos de fraturas (figura 47) definiu máximos de pólos, porém não bem definidos, que sugerem a existência de três famílias de fraturas no Complexo Jamari, representadas pelas famílias (figura 48): A=N08E;85-90SE; B=N41E;85-90SE e C=N66W;85-90NE.

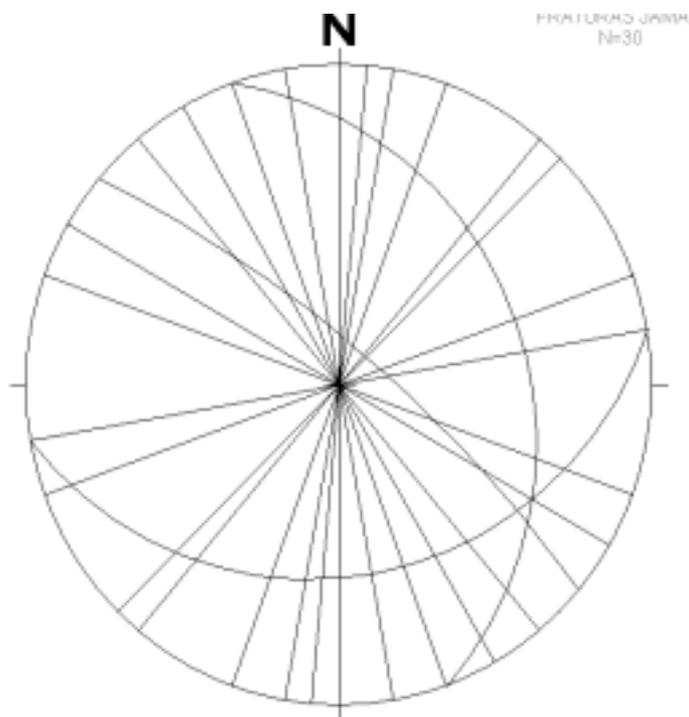


Figura 45 - Estereograma de planos de fraturas nas rochas do Complexo Jamari.

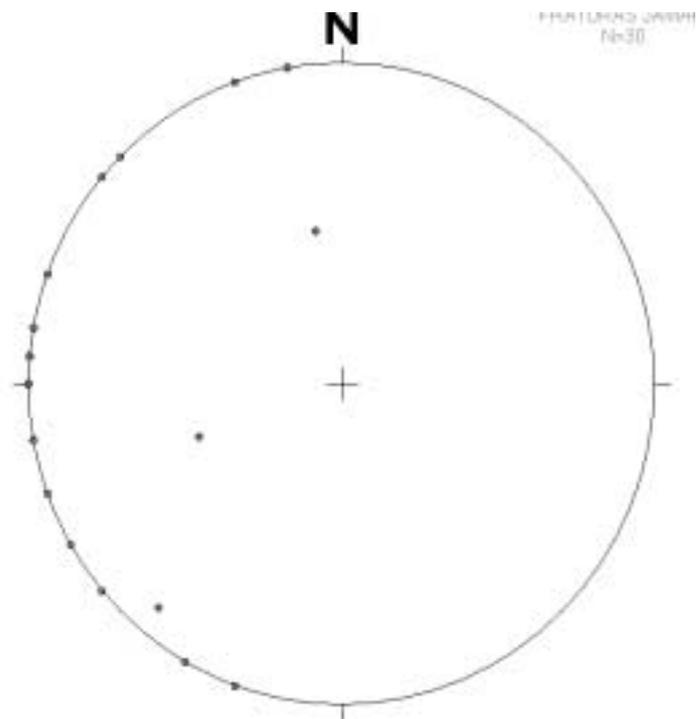


Figura 46 - Estereograma de pólos de planos de fraturas nas rochas do Complexo Jamari.

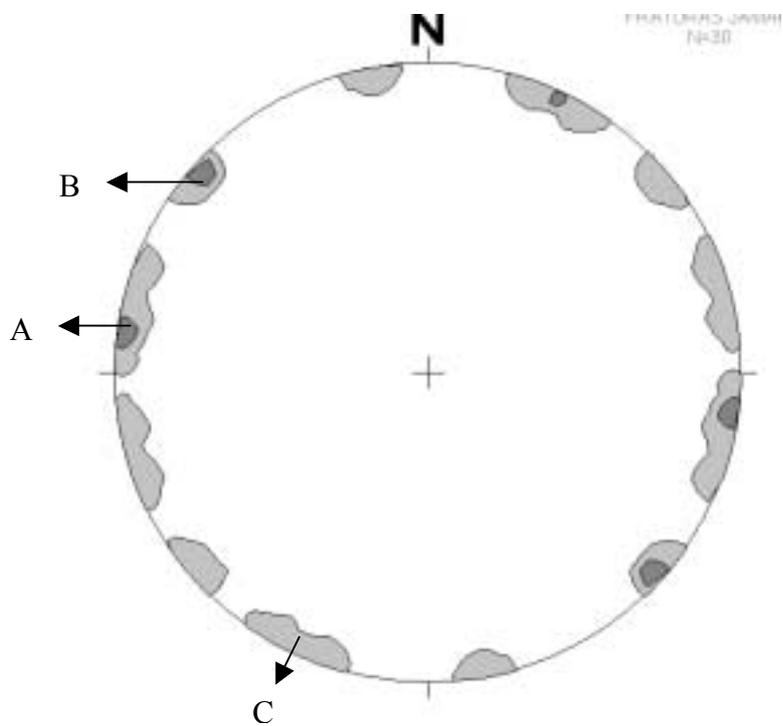


Figura 47 - Estereograma de contorno de densidade de pólos de planos de fraturas do Complexo Jamari.

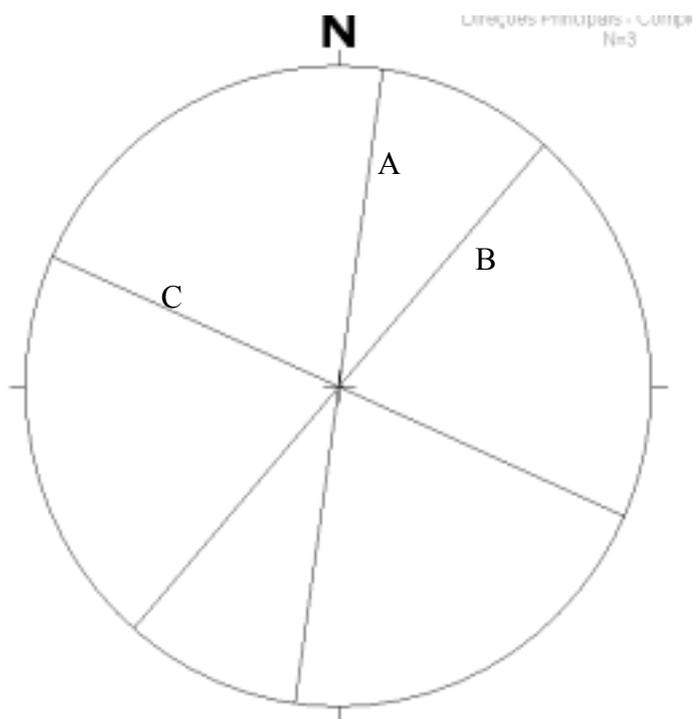


Figura 48 - Estereograma com as principais direções de famílias de fraturas no Complexo Jamari.

Salienta-se que a família de fraturas C é concordante com o plano de foliação metamórfica regional, ou seja, as fraturas foram desenvolvidas por sobre um plano de fraqueza estrutural pré-existente.

3.3.4. Formação Palmeiral

Os dados de atitudes de fraturas nas rochas sedimentares da Formação Palmeiral (total de 69), são proveniente, também, de diversos afloramentos desta unidade litoestratigráfica, principalmente no trecho do rio Madeira e na BR-364 na região da Vila Palmeiral e da região do Jirau, o que dificultou o tratamento estatístico nos diagramas em função dos dados terem uma ampla distribuição regional.

As atitudes de fraturas foram plotadas nos estereogramas de plano de fratura (figura 49) e de pólos de fraturas (figura 50), os quais revelaram uma dispersão nas direções das fraturas.

O diagrama de contorno de pólos de fraturas (figura 51) mostra, estatisticamente, máximos de pólos que sugerem a existência de cinco famílias de fraturas (figura 52) conforme é mostrado a seguir:

- As principais direções de fraturas:
A=N10E;80-90SE ou 80-90NW;

B=N28W;85-90NE ou 85-90SW;

C=N39E;80-90SE ou 80-90NW;

- As direções secundárias:

D=N66W;85-90NE;

E=E-W;85-90S ou 85-90N.

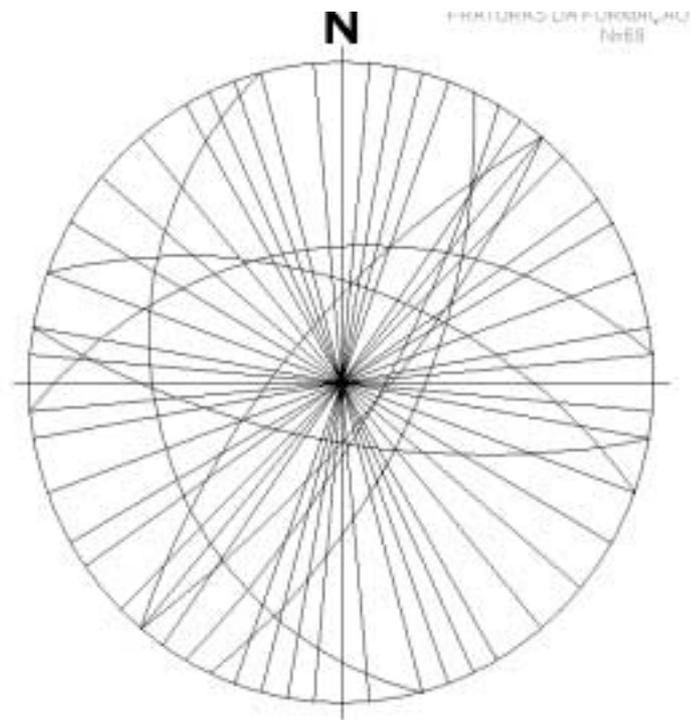


Figura 49 - Estereograma de planos de fraturas nas rochas da Formação Palmeiral.

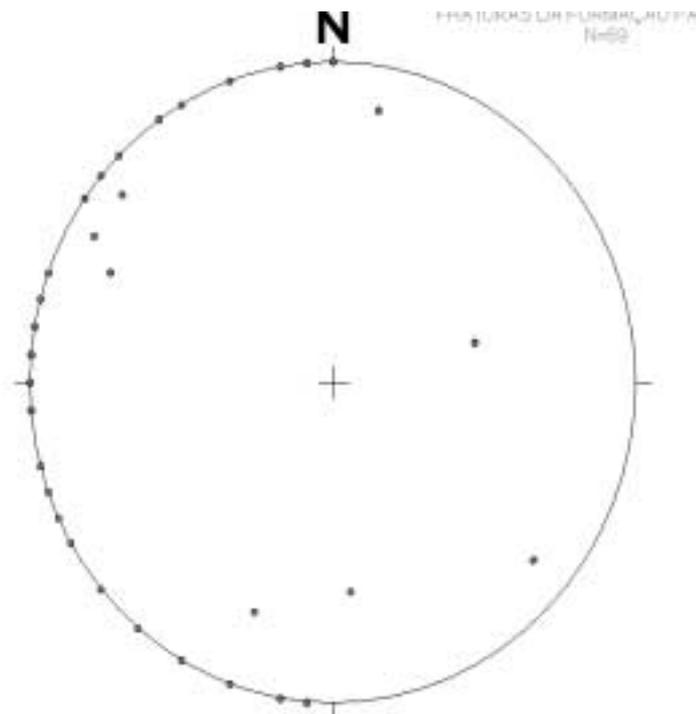


Figura 50 - Estereograma de pólos de plano planos de fraturas nas rochas da Formação Palmeiral.

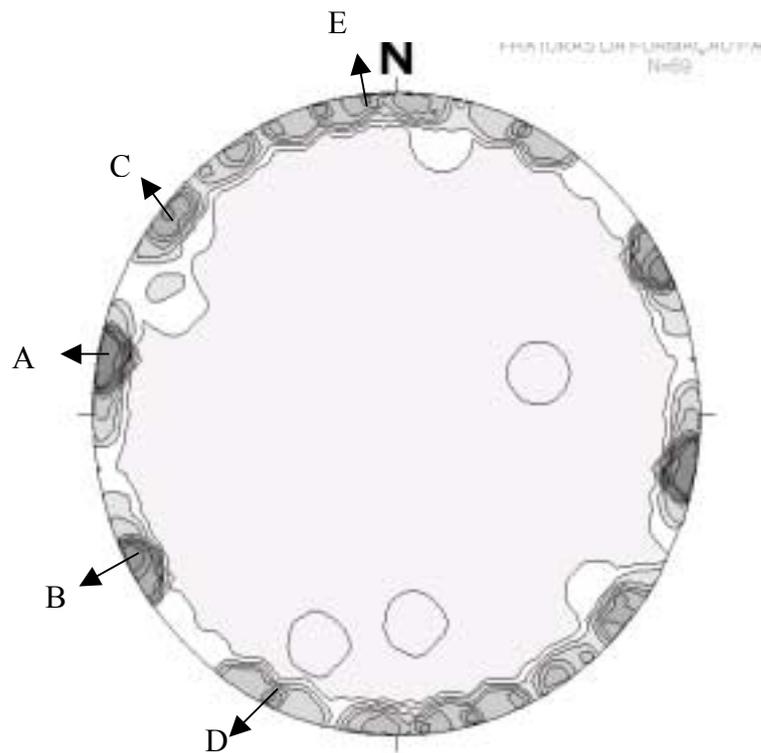


Figura 51 - Estereograma de contorno de densidade de pólos de planos de fraturas da Formação Palmeiral.

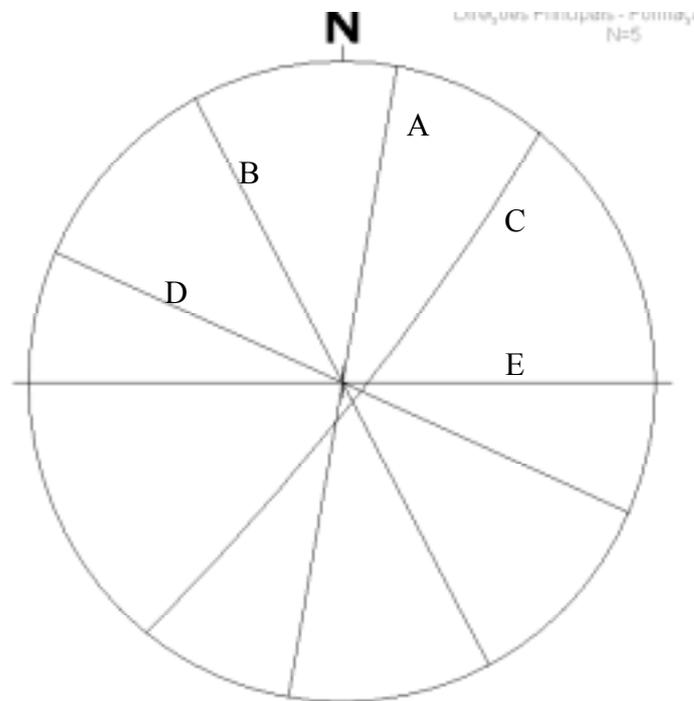


Figura 52 - Estereograma com as principais direções de famílias de fraturas na Formação Palmeiral.

3.3.5. Formação Mutum-Paraná

Os dados de atitudes de fraturas nas rochas da Formação Mutum-Paraná são oriundos, principalmente, de diversos afloramentos desta unidade litoestratigráfica que ocorrem no trecho do rio Madeira entre Prainha e a Cachoeira Pederneiras (Tamborete) e aqueles da região da estrada para São Lourenço, totalizando 31 medidas de atitudes de fraturas.

As atitudes de fraturas foram plotadas nos estereogramas de plano de fratura (figura 53) e de pólos de fraturas (figura 54), os quais revelaram um padrão de fraturamentos subverticais nas direções NW e NE.

Através do diagrama de contorno de pólos de fraturas (figura 55), definiu-se estatisticamente máximos de pólos que sugerem a existência de cinco famílias de fraturas (figura 56), conforme é resumido a seguir:

Principais direções de famílias de fraturas na Formação Mutum-Paraná:

A=N42E;84-90SE;

B=N35W;85-90NE;

C=N70E;85-90SE.

As direções secundárias de fraturas na Formação Mutum-Paraná são:

D=N20W;85-90NE;

E=N61W;85-90NE.

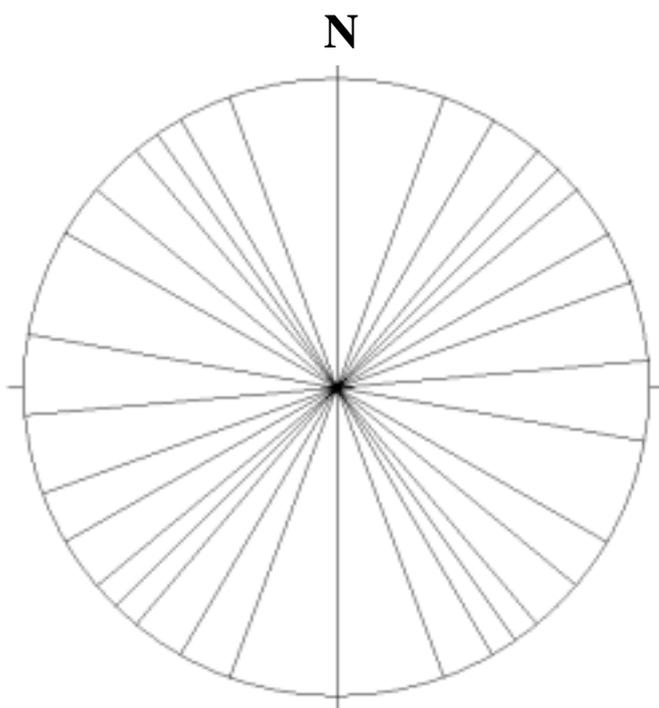


Figura 53 - Estereograma de planos de fraturas nas rochas da Formação Mutum-Paraná.

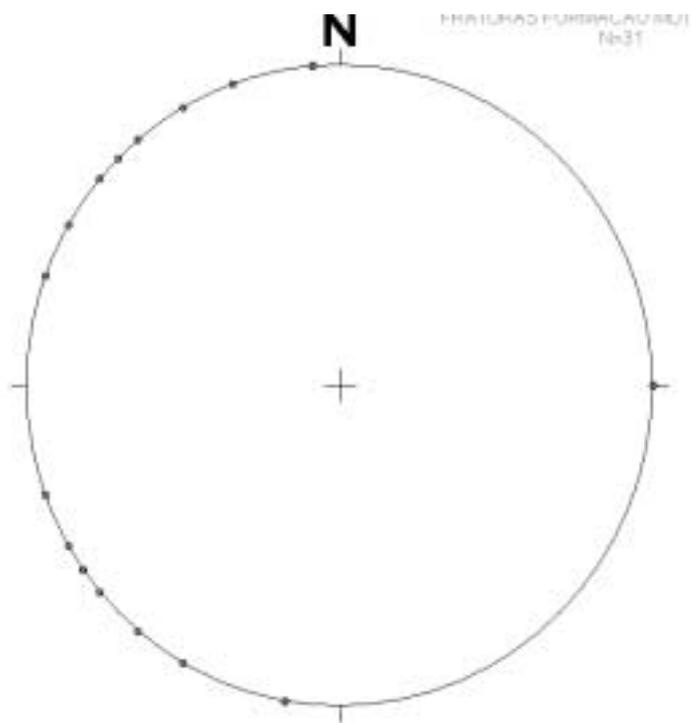


Figura 54 - Estereograma de pólos de plano planos de fraturas nas rochas da Formação Mutum-Paraná.

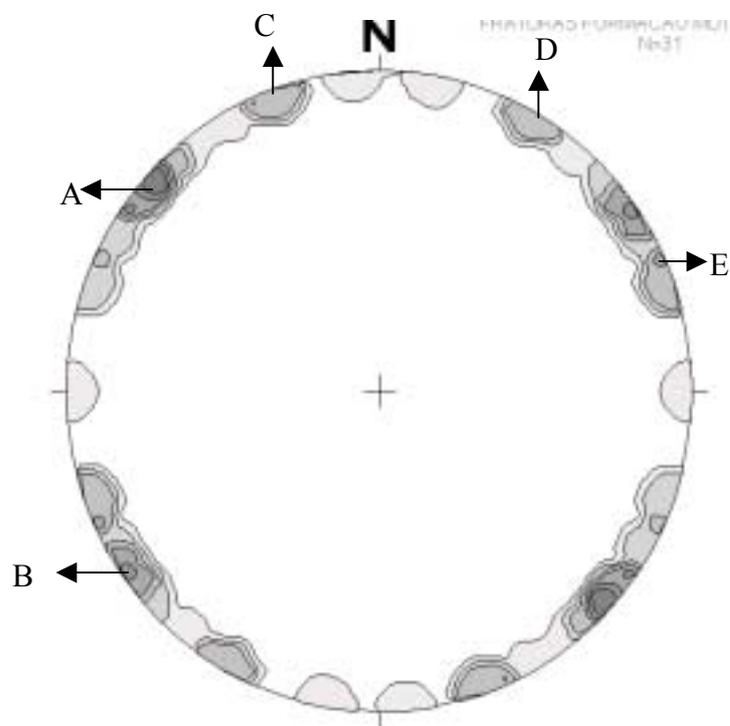


Figura 55 - Estereograma de contorno de densidade de pólos de planos de fraturas da Formação Mutum-Paraná.

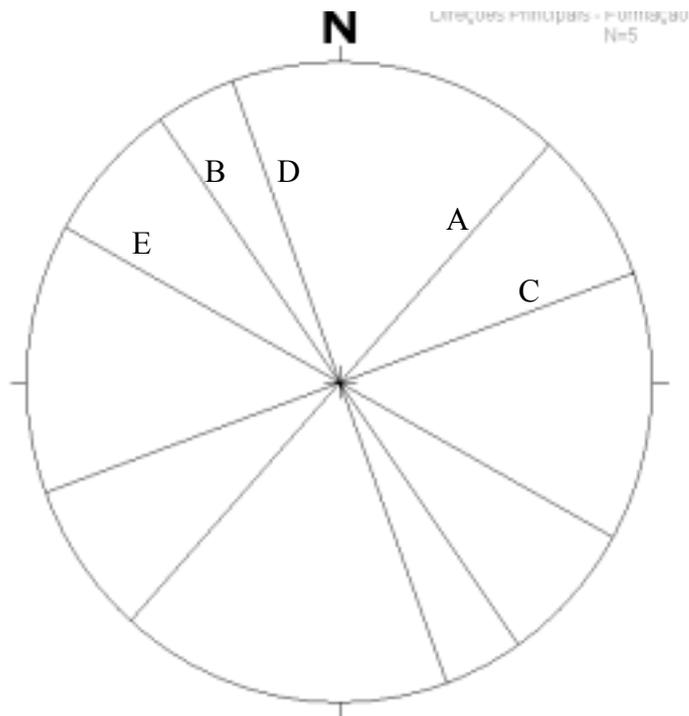


Figura 56 - Estereograma com as principais direções de famílias de fraturas na Formação Mutum-Paraná.

3.3.6. Resumo de Análise de Fraturas

A tabela 1 a seguir, apresenta as famílias de fraturas por unidade litoestratigráfica, organizadas de acordo com o seu grau de importância, que reflete a quantidade de medidas de atitudes, cujas concentrações máximas foram definidas nos estereogramas de contorno de densidade de pólos de fraturas.

QUADRO DE RESUMO DAS PRINCIPAIS FAMÍLIAS DE ATITUDES ESTRUTURAIS

UNIDADE/MACIÇO	PRINCIPAIS FAMÍLIAS	FAMÍLIAS SECUNDÁRIAS 1	FAMÍLIAS SECUNDÁRIAS 2
SUÍTE INTRUSIVA SÃO LOURENÇO CARIPUNAS – MACIÇO JIRAU	A=N30W 75-90NE ou 75-90SW B=N30E 75-90SE ou 75-90NW C=N-S 75-90E ou 75-90W	D=N40-65E 80-90NW ou 80-90SE E=N40E 30SE F=N07E 18-20NW	G=N65W 85SW H=N87E 86NW I=N55W 27NE
SUÍTE INTRUSIVA RONDÔNIA	A=E-W 80-90S B=N05W 85-90NE ou 85-90SW C=N40W 84-90SW ou 84-90NE	D=N60W 85-90NE E=N72E 80-90SE F=N42E 80-90SE G=N65W 67NE	
COMPLEXO JAMARI	A=N08E 85-90SE B=N41E 85-90SE C=N66W 85-90NE		
FORMAÇÃO PALMEIRAL	A=N10E 80-90SE ou 80-90NW B=N28W 85-90NE ou 85-90SW C=N39E 80-90SE ou 80-90NW	D=N66W 85-90NE E=E-W 85-90S ou 85-90N	
FORMAÇÃO MUTUM-PARANÁ	A=N42E 84-90SE B=N35W 85-90NE C=N70E 85-90SE	D=N20W 85-90NE E=N61W 85-90NE	

Tabela 1 - Quadro com a síntese das principais famílias de fraturas obtidas nos estereogramas.

3.3.7. Análise Preliminar de Falhamentos

As falhas que seccionam as rochas que ocorrem na região do Projeto Rio Madeira foram analisadas estatisticamente, levando-se em conta o número reduzido de medidas estruturais, em função da ausência de exposições no campo. Trata-se de análises estatísticas ainda preliminares, apenas como uma tentativa de se começar a esboçar o arcabouço estrutural, principalmente geométrico, da região em foco, sem avançar muito no contexto cinemático e evolutivo dos falhamentos.

As falhas observadas no campo são do tipo normais ou de gravidade e do tipo transcorrente. As falhas transcorrentes podem ser observadas nas rochas graníticas da Suíte Intrusiva Santo Antônio, em afloramentos na Pedreira da RONDONMAR na margem direita do rio Madeira, as quais apresentam um certo paralelismo com o Sistema de Lineamentos Transcorrentes Madre de Dios-Itacoatiara, que se estende desde a Bolívia até a região de

Itacoatiara no Amazonas, controlando os sistemas de drenagens que compõem a bacia hidrográfica do Rio Madeira e a distribuição dos depósitos sedimentares associados.

Analisando-se os sensores remotos disponíveis (imagens de satélite, radar e fotografias aéreas) foi possível, aliado as observações de campo, individualizar as seguintes direções preferenciais de falhamentos: N40°E, N60°-70°E, N20-30W, N60-70°W.

3.3.7.1. Formação Palmeiral

A Formação Palmeiral é composta por rochas sedimentares siliciclásticas depositadas por um sistema fluvial entrelaçado de idade neoproterozóica, em uma bacia de sedimentação, provavelmente do tipo Intracratônica. Movimentações tectônicas posteriores e de natureza eminentemente rúptil afetaram as rochas desta unidade, submetendo-a a processos de subsidência e soerguimentos, controlados por grandes falhamentos, onde parte das rochas desta unidade foi submetida a processos erosivos. A distribuição espacial das rochas desta unidade, individualizadas nos mapas geológicos e com o suporte dos dados de campo, evidencia um forte controle estrutural desta unidade, com contatos em parte demarcados por falhamentos regionais. Tais evidências, foram observadas em alguns afloramentos, com destaque ao de sigla JG-79 (BR-364, ramal para o Assentamento São Francisco) onde ocorre uma falha mostrando uma zona cataclástica orientada segundo a direção N40°E, em rocha fortemente cominuída, cujo protólito trata-se de um arenito da Formação Palmeiral.

As atitudes de falhas medidas no campo, num total de 4, são ainda insuficientes para uma análise estatística, entretanto os dados foram plotados no estereograma de planos de falhas, onde é possível identificar duas direções principais, sendo uma com direção N50-70W, com mergulhos em alto ângulo para NE, algumas até subverticais e a outra já referida anteriormente de atitude N40E (figura 57).

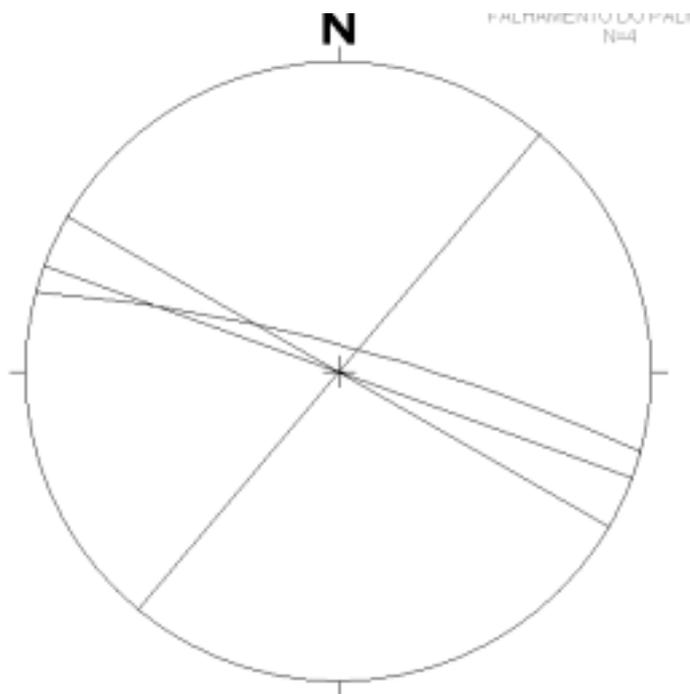


Figura 57 - Estereograma de planos de falhas nas rochas da Formação Palmeiral.

3.3.7.2. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas

Na Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas as falhas quando plotadas nos estereogramas de planos de falhas permitem tecer as seguintes considerações: As falhas, concentram-se preferencialmente entre N20-40°E e N60-70°W, ambas sub-verticais; ocorrência de dois falhamentos de direções N10E e N10W, com caimento em alto ângulo para SE e SW, respectivamente, demonstram que existe uma pequena tendência a materializar um sistema N-S (figura 58).

No trecho do rio Madeira que se estende desde a localidade de Jaci-Paraná até a ilha Mutum, próximo do distrito de Mutum-Paraná, evidencia-se uma zona com forte cataclase superposta nas rochas da Suíte São Lourenço-Caripunas, resultante dos falhamentos sub-paralelos de direção dominante N40E e secundariamente EW. Inclusive, pequenos trechos do percurso do rio Madeira estão encaixados ao longo destas falhas.

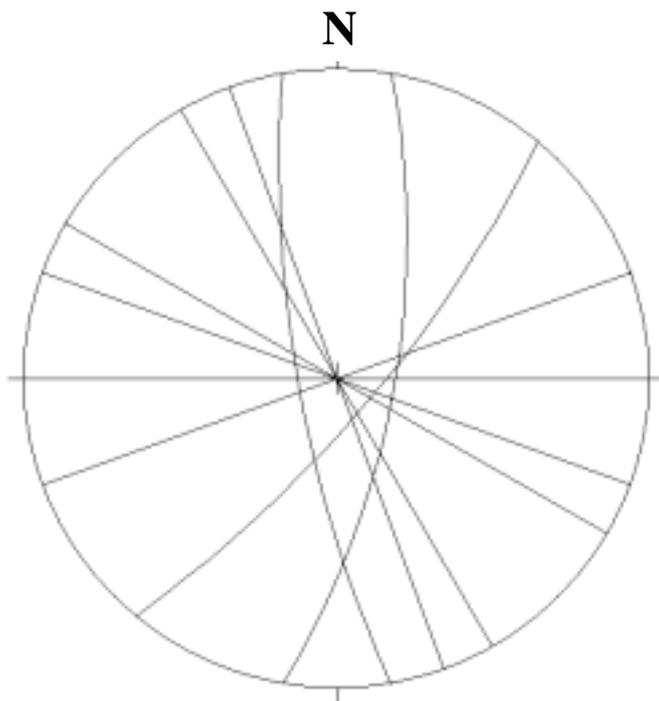


Figura 58 - Estereograma de planos de falhas nas rochas da Suíte Intrusiva São Lourenço.

3.3.8. Análise Geral dos Falhamentos

Com a finalidade de compreender a geometria geral das falhas observadas nos trabalhos de campo na área do Projeto Rio Madeira, procedeu-se com o tratamento estatísticos, das atitudes de falhas medidas no campo, nos estereogramas de planos de falhas, de pólos de planos de falhas e de contorno de pólos. Para a elaboração dos estereogramas não foi levado em consideração em qual unidade litoestratigráfica a falha foi instalada e qual o evento de natureza rúptil e rúptil-dúctil que a originou.

Portanto, as atitudes de falhas foram plotadas nos estereogramas de plano de falha, de pólos de plano de falhas e de contorno de densidade de pólos de plano de falha, num total de 30 atitudes de falhas (figuras 59, 60, 61 e 62), permitindo desta forma tecer algumas considerações preliminares: as principais direções de falhamentos identificadas foram A=N43E;85SE; B=N71W;85-90 NE ou SW; e C=N30W;90 (Subvertical); subordinadamente ocorrem falhamentos de direções N-S e E-W subverticais; os falhamentos de direção NE provavelmente estão relacionados as direções principais dos Lineamento Madre de Dios-Itacoatiara (figura 62); as demais direções correspondem, possivelmente, a direções conjugadas deste grande lineamento, sem entrar do mérito de se tratarem de novas direções de fraqueza e de reativação de estruturas pré-existentes.

Com base nas três principais direções de falhamento, procedeu-se com a plotagem das mesmas no estereograma de plano de falha com o objetivo de estabelecer a posição espacial dos eixos de tensão σ_1 , σ_2 e σ_3 (figura 63), onde σ_1 possui atitude em torno de 10/N50-60W, σ_2 é aproximadamente suvertical e σ_3 apresenta atitude de 15/S45-55W.

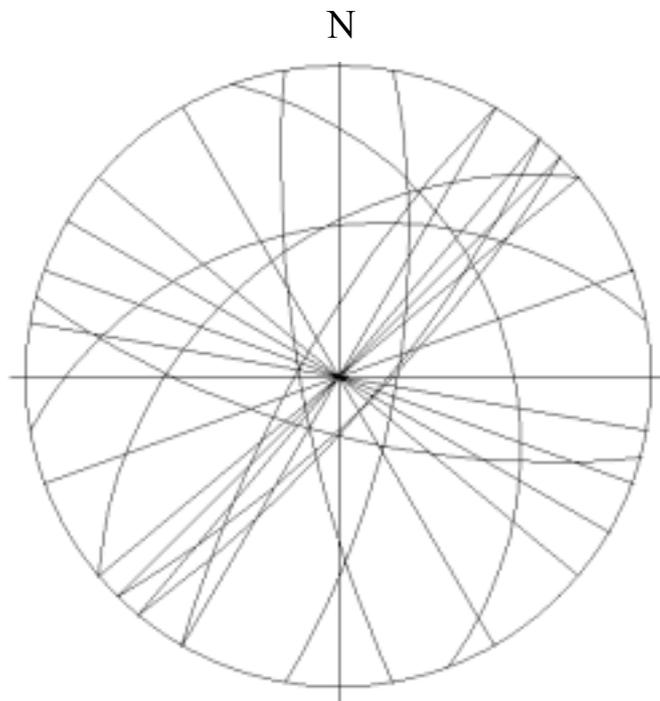


Figura 59 - Estereograma de atitudes de planos de falhas da área de influência direta de Jirau e Santo Antônio.

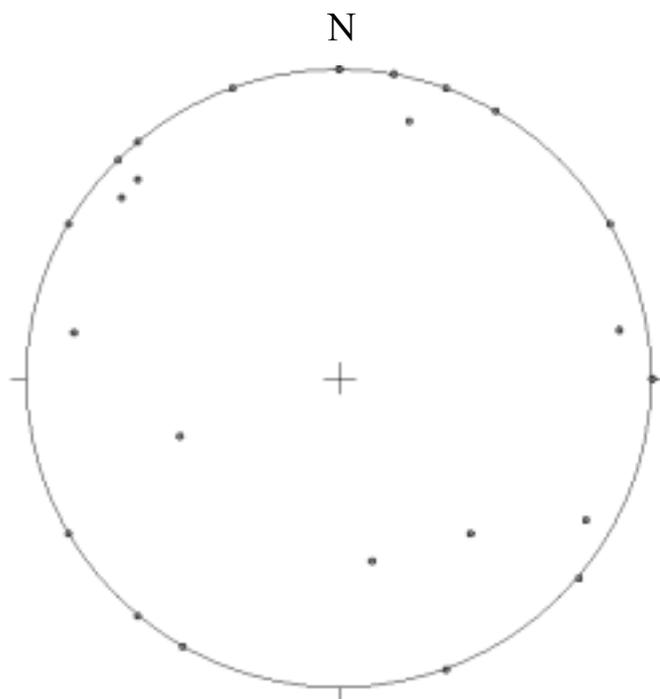


Figura 60 - Estereograma de atitudes de pólos de planos de falhas da área de influência direta de Jirau e Santo Antônio.

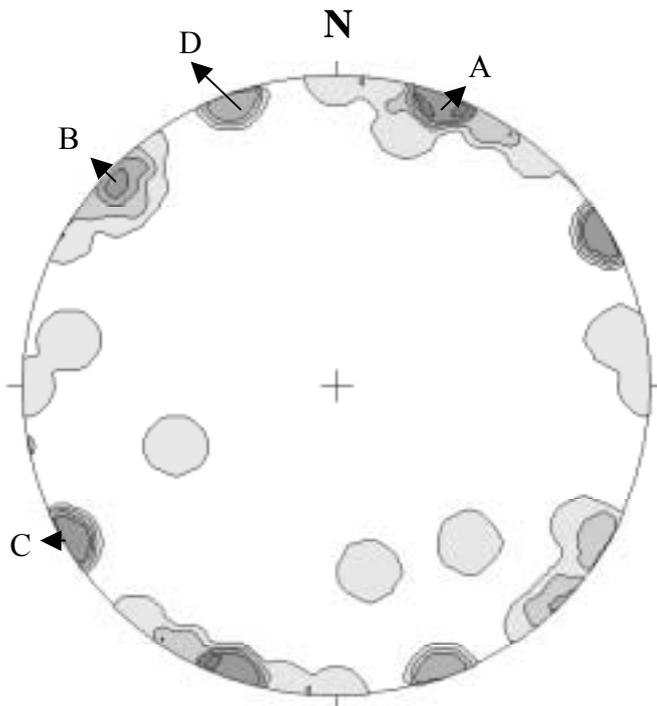


Figura 61 - Estereograma de contorno de pólos de plano de falhas da área de influência direta de Jirau e Santo Antônio, com as principais direções de falhamentos: A=N43E;85SE; B=N71W;85-90 NE ou SW; e C=N30W;90 (Subvertical).

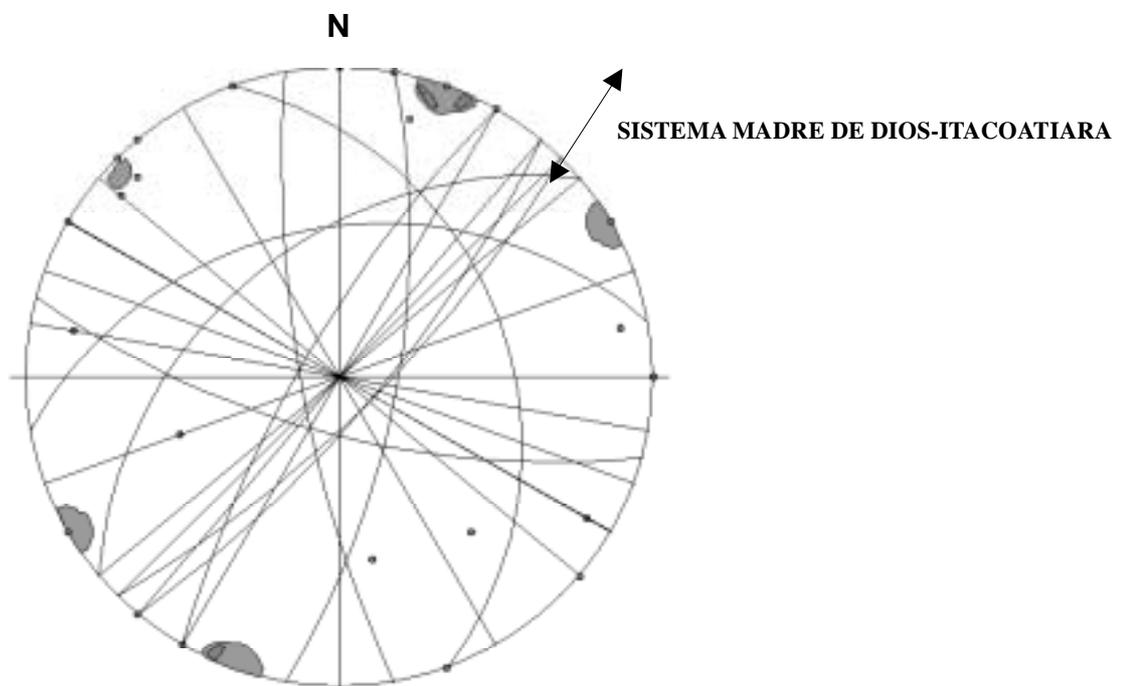


Figura 62 - Estereograma com planos de falhas, pólos de falhas e de contorno de polos de plano de falhas da área de influência direta de Jirau e Santo Antônio. As falhas, como no exemplo da figura 16 (Pedreira da Rondomar), de direção NE podem estar associadas à evolução do Sistema Madre de Dios-Itacoatiara (Lineamento Madre de Dios-Itacoatiara). As demais constituem falhas conjugadas do sistema principal.

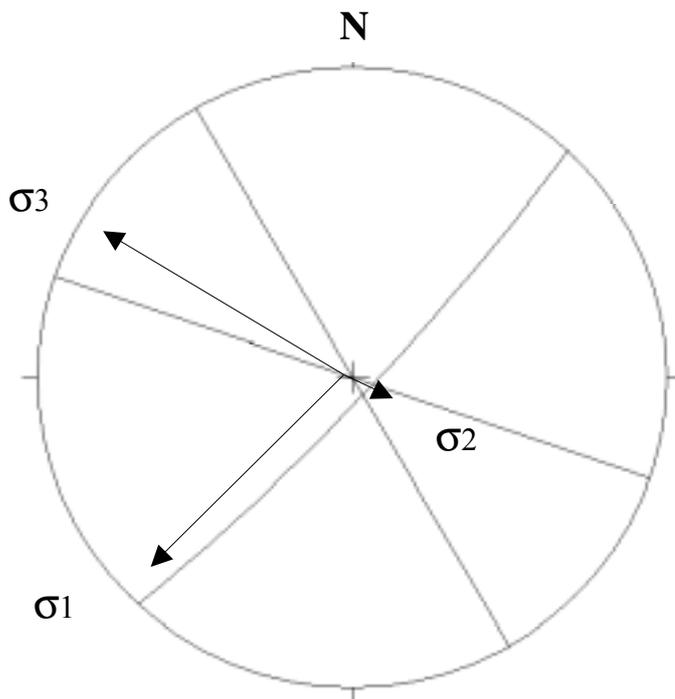


Figura 63 - Estereograma com as três principais direções de falhamentos na área do Projeto Rio Madeira e os eixos de tensão σ_1 , σ_2 e σ_3 .

3.4. GEOQUÍMICA

As análises químicas dos elementos maiores, elementos-traço e terras raras foram realizadas no *ACME - Analytical Laboratories LTD (Vancouver-Canadá)*, onde os primeiros foram analisados por Fusão-ICP e os dois últimos por Fusão-ICP/MS. Foram analisadas 19 amostras da AID do Jirau sendo que a maioria representa granitos das diversas suítes graníticas da região e, subordinadamente, anfibolitos, quartzitos conforme é destacado nas tabelas referentes a cada unidade que se seguem:

3.4.1. Complexo Jamari (Anfibolitos)

Tendo como base os estudos de campo e análises petrográficas, foram selecionadas 3 amostras mais representativas das rochas máficas, tidas como pertencentes ao Complexo Jamari.

Caracteristicamente, os anfibolitos possuem teores de SiO_2 variando entre 47,32 a 49,74%, TiO_2 (0,94 - 1,45%), Al_2O_3 (< 15%), MgO (6,54 - 7,28%), que associados aos altos teores de Fe, indicam que são compatíveis com toleítos de fundo oceânico, conforme os dados da tabela 2.

COMPLEXO JAMARI - (ANFIBOLITO)

	JM	JM	JG
	35	39	88
SiO₂	49,74	48,13	47,32
Al₂O₃	14,49	14,25	13,59
Fe₂O₃	13,57	13,21	16,6
MgO	6,54	6,57	7,28
Cão	9,46	13,47	10,51
Na₂O	2,44	1,8	2,19
K₂O	1,09	0,12	0,36
TiO₂	1,45	0,94	1,46
P₂O₅	0,2	0,24	0,09
MnO	0,17	0,22	0,2
Cr₂O₃	0,028	0,023	0,035
Sc	33	51	39
LOI	0,6	0,9	0,2
Total	99,8	99,89	99,86
V	245	223	343
W	0,4	0,2	0,2
Zr	113,4	22	47
Y	35	24,6	28,8
La	15,2	3,3	3,6
Ce	36,7	9,2	11,1
Pr	4,62	1,44	1,53
Nd	19,7	7,9	8,6
Sm	4,8	2,6	3
Eu	1,59	1,13	1,12
Gd	5,66	3,5	4,02
Tb	0,95	0,61	0,68
Dy	5,68	4,18	4,61
Ho	1,12	0,84	0,93
Er	3,37	2,41	2,86
Tm	0,47	0,34	0,4
Yb	3,26	2,31	2,92
Lu	0,49	0,35	0,46
Ba	390,8	45,8	44,7
Cs	2,1	1,6	<1
Ga	19,9	15,2	20,1
Hf	3,1	0,7	1,6
Nb	4	1	2,7
Rb	25	3,6	4,3
Sn	1	<1	<1
Sr	268,6	198,5	141,3
Ta	0,2	<1	0,2
Th	1,1	0,3	0,2
U	0,3	0,2	0,2
Mo	2,2	1,8	1,4
Cu	44,6	70,6	56
Pb	0,9	0,3	0,2
Zn	51	14	32

Tabela 2 - Composição química representada por elementos maiores, elementos-traço e terras raras dos anfibolitos do Complexo Jamari

No diagrama classificatório de LeMaitre (1989), todas as amostras ocupam o campo dos basaltos (figura 64).

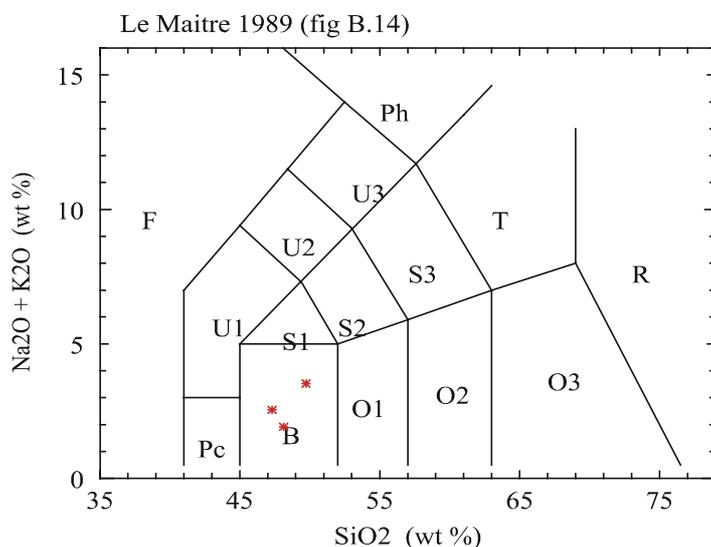


Figura 64 - Distribuição das amostras de anfibólitos do Complexo Jamari que ocupam o campo dos basaltos.

Em diagramas de classificação química como $\text{SiO}_2 \times (\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ (figura 65) e AFM (figura 66), os anfibólitos são subalcalinos, que mostram um incipiente *trend* de enriquecimento em ferro, comum em rochas da série toleítica.

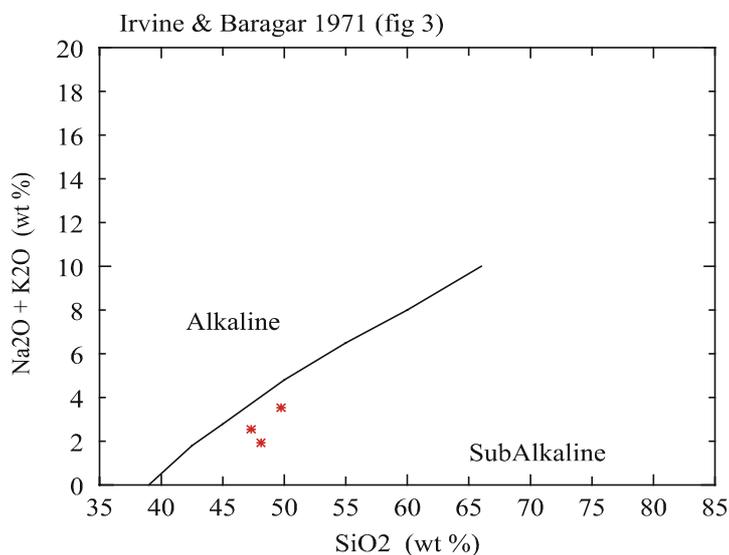


Figura 65 - Diagrama de Irvine & Baragar (1971) mostrando a distribuição dos anfibólitos.

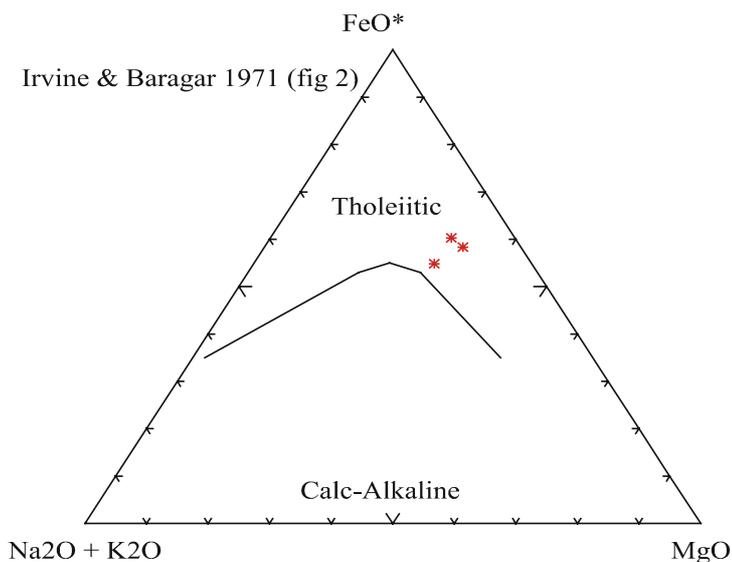


Figura 66 - Diagrama AFM para os anfibolitos do Complexo Jamari

O padrão de distribuição de ETR (figura 67) mostra um espectro caracterizado por: i) moderado fracionamento ($LaN/LuN = 7,8-9,4$); ii) ausência de anomalias negativas de Eu; iii) baixos teores e horizontalização dos ETRP (YbN entre 10 e 13). O discreto enriquecimento em La e Ce da amostra JM-35 deve-se a presença de titanita e epidoto.

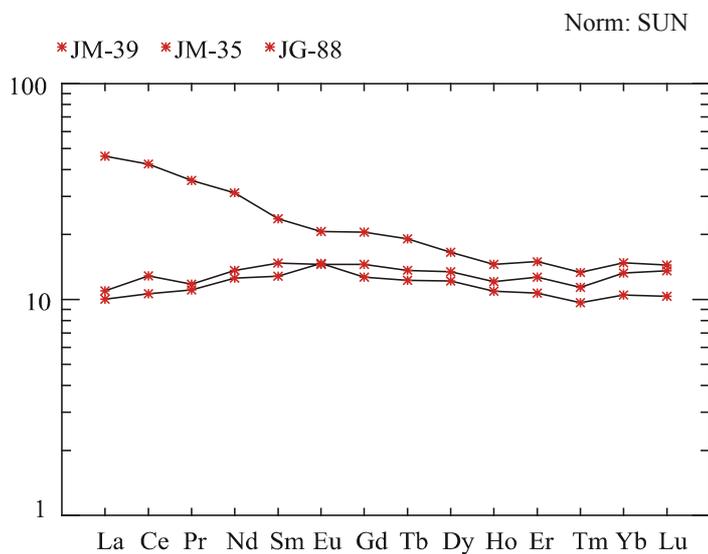


Figura 67 - Padrão de distribuição dos ETR para os anfibolitos do Complexo Jamari

A relativa horizontalização nos diagramas multielementais normalizados ao condrito (figura 68), ausência de anomalias negativas TNT (Ti-Nb-Ta) e o discreto enriquecimento nos elementos incompatíveis Zr-Rb-Ba, corroboram para uma origem semelhante a dos modernos N-MORB's, assim como no diagrama de Meschede (1986) (figura 69), as amostras ocupam o campo dos basaltos tipo N-MORB

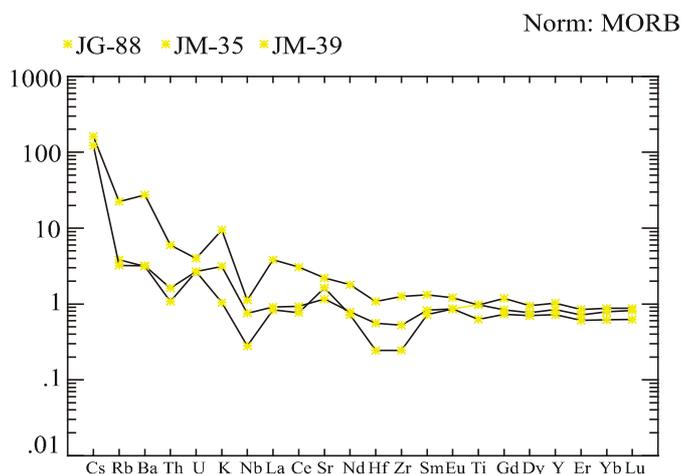


Figura 68 - Diagrama multielemental normalizado ao condrito para as amostras de anfibólito.

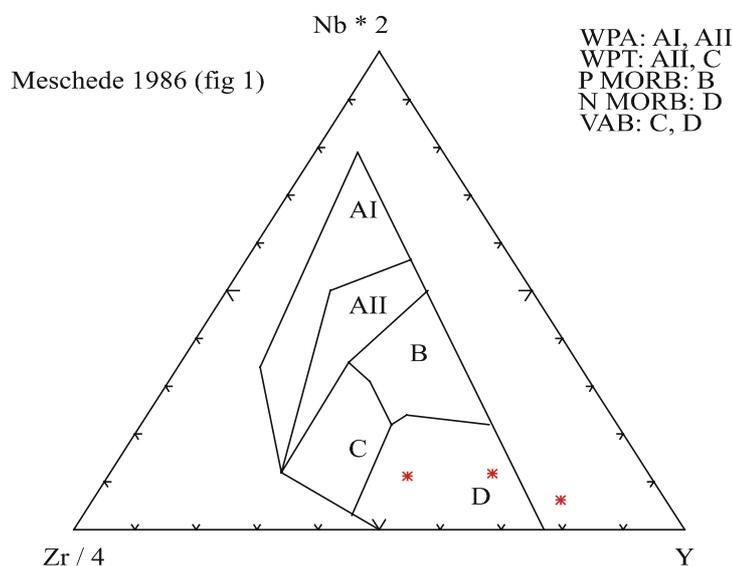


Figura 69 - Diagrama de Meschede (1986) mostrando a distribuição dos anfibólitos do Complexo Jamari

Uma amostra de gnaiss calcissilicático (JM-64) pertencente ao Complexo Jamari foi tratada conjuntamente com as amostras JM-19, JM-43 e JM-71, pertencente a Formação Mutum-Paraná. As análises geoquímicas das respectivas amostras são encontradas no item 3.4.2 deste relatório.

3.4.2. Formação Mutum-Paraná (quartzito e metatufo) e Complexo Jamari (gnaisse calcissilicático)

Foram analisadas poucas amostras de rochas de paraderivação das unidades acima referidas, pois o objetivo principal era verificar o potencial metalogenético das mesmas. Sendo assim, analisaram-se duas amostras de quartzito, uma de metatufo e outra de gnaisse calcissilicático. Na tabela 3 são apresentadas as composições químicas destas rochas, onde não se observa nenhuma anomalia interessante que seja objeto de análise pormenorizada. Ou seja, os teores dos elementos químicos estão dentro dos padrões do *background* geoquímico regional.

	COMPLEXO JAMARI (CALCISSILICÁTICA)	FORMAÇÃO MUTUM-PARANÁ (QUARTZITO)		(METATUFO)
	JM 64	JM 19	JM 43	JM 71
SiO ₂	50,13	97,46	96,64	69,98
Al ₂ O ₃	12,8	0,89	1,27	12,32
Fe ₂ O ₃	11,99	0,9	0,95	4,74
MgO	4,35	0,05	0,02	2,23
Cão	15,26	0,01	0,01	2,92
Na ₂ O	2,95	0,01	0,01	1,92
K ₂ O	0,42	0,18	0,08	4,03
TiO ₂	1,34	0,05	0,04	0,63
P ₂ O ₅	0,19	0,04	0,02	0,14
MnO	0,17	0,03	0,05	0,05
Cr ₂ O ₃	0,019	0,005	0,005	0,021
Sc	31	1	1	11
LOI	0,2	0,3	0,8	0,8
Total	99,83	99,91	99,9	99,79
V	254	<5	10	63
W	1,3	0,3	0,5	2,3
Zr	103,5	57,2	31,1	263,2
Y	39,6	5,9	3,9	37,7
La	11,9	11,1	26,6	32,2
Ce	27,7	23,8	47,4	70,2
Pr	3,88	2,75	5,64	8,36
Nd	18,4	9,7	17	33,3
Sm	5	1,8	2,2	6,7
Eu	1,52	0,32	0,34	1,15
Gd	5,8	1,34	1,26	6,04
Tb	0,97	0,2	0,21	1,03
Dy	6,14	1,14	1,03	5,83
Ho	1,26	0,18	0,14	1,17
Er	3,6	0,57	0,35	3,52
Tm	0,49	0,08	0,05	0,56
Yb	3,7	0,65	0,36	3,7
Lu	0,52	0,09	0,06	0,59
Ba	87,2	72,1	100,9	639,6
Cs	0,6	0,5	0,3	28,7
Ga	17,9	1,6	1,9	15,5

Hf	3,2	1,7	1,9	8,1
Nb	4,5	1,6	2,4	11,8
Rb	10,9	12,8	7,5	307,4
Sn	2	<1	1	11
Sr	244,2	6,8	16,8	149,6
Ta	0,3	0,1	0,3	0,8
Th	1,5	2,7	3,3	11,8
U	1,1	0,7	0,7	3,8
Mo	1,3	3,3	2,3	4,4
Cu	66,9	8,5	8,6	35,9
Pb	0,4	0,9	3,4	4,8
Zn	33	3	5	74

Tabela 3 - Composição química representada por elementos maiores, elementos-traço e terras raras dos quartzito e metatufos da Formação Mutum-Paraná e gnaiss calcissilicático do Complexo Jamari.

No diagrama multielemental para as amostras dos paragnais, quartzitos e metatufo, tendo os valores normalizados pelos folhelhos continentais pós-Arqueanos (PACS) propostos por Taylor & McLennan (1985), mostram similaridades com os folhelhos de margem passiva ou de bacia intracratônica coerente com a interpretação obtida através dos elementos maiores. As anomalias negativas de Ti e Ni comprovam a natureza sedimentar dos quartzitos. Também, mostram um empobrecimento dos elementos ferromagnesianos (Sc, V, Cr) (figura 70).

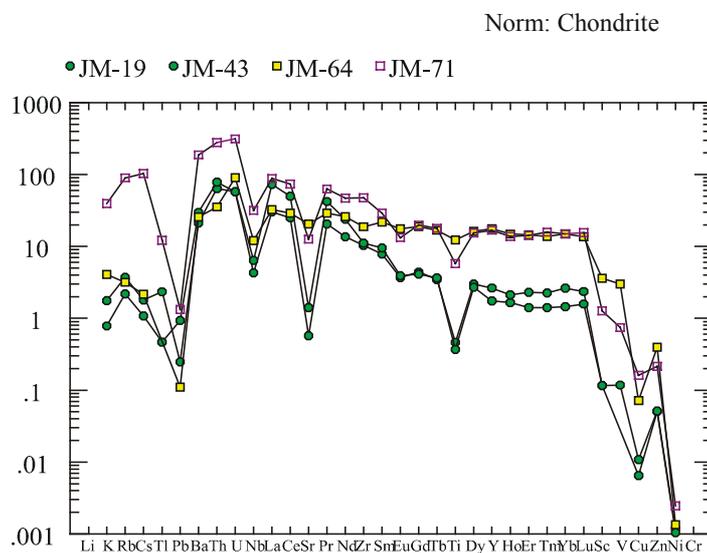


Figura 70 - Diagrama multielemental normalizado ao condrito para as amostras de quartzitos (JM-19 e JM-43); metatufo (JM-71) e calcissilicática (JM-64).

No diagrama ETR o moderado empobrecimento de ETRP, por sua vez, indica mistura com fonte não continental (dacítica) (figura 71). De um modo geral, assemelham-se ao padrão “calcio-alcálico” representativo da sedimentação pós-arqueana derivada da erosão de uma fonte mista vulcanogênica dacítica e de uma fonte granítica subalcalina normal, potássica, não empobrecida (Taylor & McLennan, 1985). De outra forma, o padrão de ETR dos quartzitos é muito semelhante ao envelope de ETR das grauwacas fanerozóicas intermediárias em quartzo, as quais são derivadas de uma variedade de fontes incluindo orógenos reciclados, bloco continental e arco magmático dissecado.

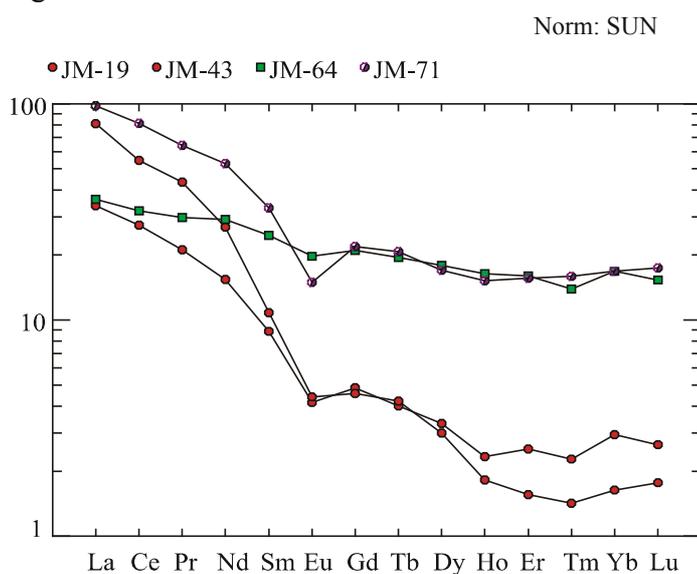


Figura 71 - Diagrama ETR para as amostras de quartzitos (JM-19 e JM-43); metatufo (JM-71) e calcissilicática (JM-64).

3.4.3. Suíte Intrusiva Serra da Providência (Maciço Tamburete)

Com base nos estudos de campo e petrográficos foram selecionadas seis amostras representativas das rochas graníticas do Maciço Tamburete aflorantes na cachoeira homônima e adjacências e duas nas proximidades da ilha Santana (JG-123A e JG-190). Foram excluídos dos objetivos deste trabalho os aplitos e rochas pegmatóides. A tabela 4 mostra os resultados geoquímicos dos elementos maiores, traços e terra raras.

Maciço Tamburete (SUITE INTRUSIVA SERRA DA PROVIDÊNCIA)

	JG 85	JM 42	JM 45A	JM 51	JM 60	JM 61A	JG 123A	JG 190
SiO ₂	70,76	72,27	70,67	68,85	74	69,25	69,23	69,75
Al ₂ O ₃	13,29	13,08	12,74	14,19	12,76	13,1	13,9	13,8
Fe ₂ O ₃	3,3	3,16	5,64	4,16	1,96	5,44	4,67	4,27
MgO	0,69	0,49	0,79	0,73	0,22	0,65	0,28	0,26
Cão	1,07	1,74	2,05	1,95	1,21	1,72	1,02	1,41
Na ₂ O	2,8	2,85	3,23	3,16	2,99	2,8	3,42	3,56
K ₂ O	6,53	4,98	2,44	5,36	4,75	5,01	5,63	5,31
TiO ₂	0,51	0,41	0,63	0,59	0,23	0,69	0,47	0,38
P ₂ O ₅	0,18	0,11	0,16	0,16	0,02	0,14	0,12	0,1
MnO	0,05	0,06	0,13	0,06	0,04	0,09	0,06	0,08
Cr ₂ O ₃	0,003	0,004	0,002	0,004	0,005	0,002	0,002	0,003
Sc	5	5	10	8	3	11	8	7
LOI	0,5	0,5	1,3	0,5	0,6	0,8	1	0,8
Total	99,68	99,75	99,78	99,71	99,77	99,69	99,81	99,73
V	31	15	34	39	6	23	<5	<5
W	0,5	0,6	1	0,5	0,1	2	0,6	0,4
Zr	384,1	246,5	274	312	187,9	476,3	573	472,6
Y	65	59,9	49,1	102,6	53,5	87,1	116,2	79
La	123,5	79,8	31,5	118,1	48,1	60,1	86,8	84,4
Ce	260,1	177,9	88,9	263,8	104,9	132,9	218,3	201,3
Pr	26,14	18,42	10	27,1	11,21	15,38	25,71	22,38
Nd	91,8	65,7	37,1	97,2	39,5	62,4	102,5	86,1
Sm	15,1	11,6	8	16,9	7,5	13,2	21,2	16,1
Eu	2,26	1,6	0,99	1,62	1,22	2,68	2,29	2,01
Gd	10,59	9,26	6,2	13,24	6,24	12,75	18,34	13,59
Tb	1,79	1,63	1,17	2,47	1,09	2,18	3,24	2,29
Dy	10,23	9,4	7,61	15,05	7,13	12,94	19,23	13,45
Ho	1,92	1,82	1,56	3,01	1,51	2,67	3,45	2,53
Er	5,97	5,39	4,89	9,58	4,81	7,7	10,93	7,63
Tm	0,87	0,85	0,86	1,48	0,75	1,12	1,6	1,08
Yb	6,43	5,77	6,46	10,39	5,39	7,72	10,45	7,42
Lu	0,89	0,81	1	1,56	0,9	1,16	1,57	1,11
Ba	1052,4	712,3	603,6	854,6	793,4	1091,8	756	714,8
Cs	2,8	2,6	3,8	3,1	0,8	2,3	3,2	3,6
Ga	22,4	19,7	19,7	19	14,6	19,9	25,8	24,1
Hf	10,7	7,8	8,8	9,3	6,1	14,3	15,9	13,7
Nb	38,8	16	25,2	34,4	13,5	22,2	57,6	44,5
Rb	330,3	216,8	172,2	216,1	194,9	261,3	160,3	164,9
Sn	5	5	9	6	3	6	9	5
Sr	172,9	169,9	106,7	183,6	107,6	98,6	82,4	90,1
Ta	3	1,4	2,6	3,6	1,7	1,5	3,6	2,4
Th	57,2	25,2	22,6	66	55,4	20,2	15,8	13,3
U	14,1	5,7	10	18,6	21,9	5,4	6	3,5
Mo	5,3	4,5	1,3	2	6,2	1,5	5,1	3,5
Cu	8,8	8,8	29,1	8,8	7	4,9	11,8	10,6
Pb	9,4	14,7	5,7	14	11,9	11,5	13,7	11,3
Zn	57	58	52	69	31	95	96	91

Tabela 4 - Elementos maiores, elementos-traço e terras raras das rochas graníticas do Maciço Tamburete.

Observando estes dados químicos nota-se que o conteúdo dos teores de SiO₂ varia de 68,85 a 74,0 %. Utilizando-se o diagrama classificatório de Debon & Le Fort, (1983), todas as amostras plotam no campo dos granitos (Figura 72).

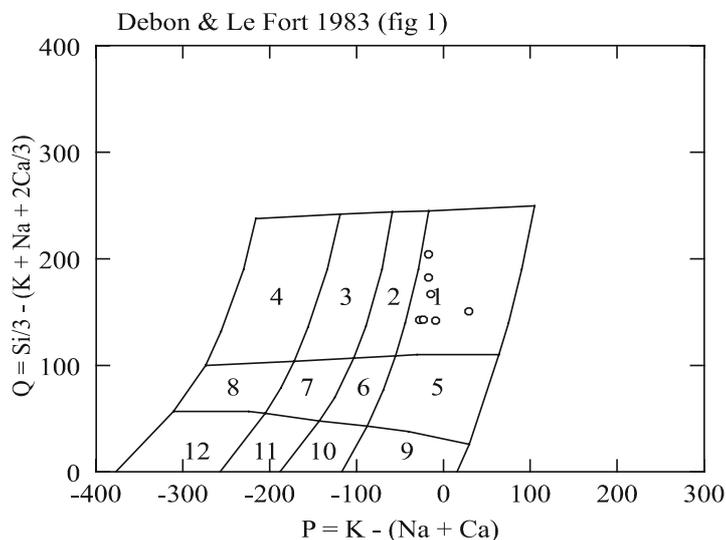


Figura 72 - Diagrama classificatório aplicado para as amostras do maciço tamburete. Campo 1- Granitos.

Os granitos da suíte são subalcalinos (figura 73), metaluminosos a fracamente peraluminosos (figura 74), com teores de alcalis (K₂O + Na₂O) maiores que 7,5 %, as razões FeOt / FeOt + MgO normalmente são superiores a 0,87. São depletados em MgO (< 0,8%), Al₂O₃(<14%), Sr (< 183 ppm).

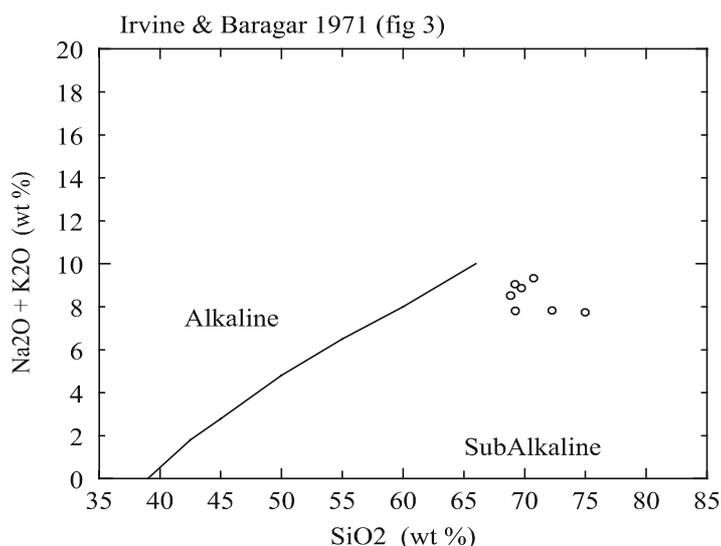


Figura 73 - Diagrama SiO₂ x Alcalis ilustrando a distribuição das amostras da suíte.

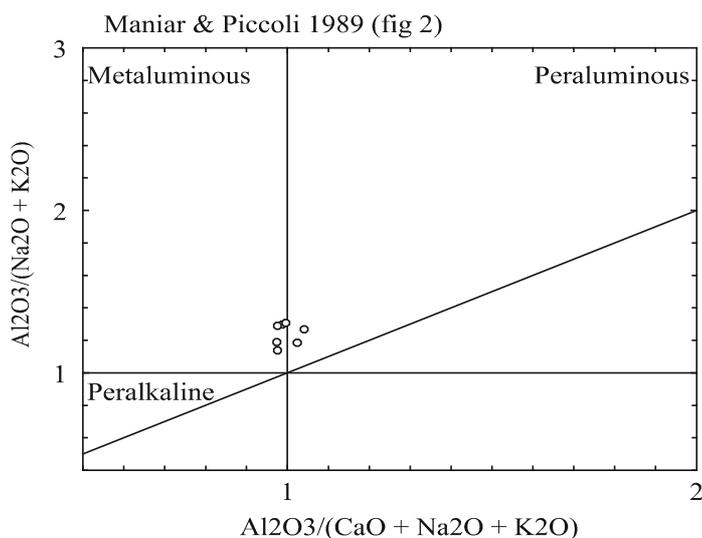


Figura 74 - Diagrama de Maniar & Piccoli (1989) mostrando a distribuição dos granitos do Maciço Tamburete

No diagrama multicatiônico R1-R2 utilizado por Batchelor & Bowden (1985) (figura 75), a maioria das amostras ocupam o campo dos granitos tardi-orogênicos.

Utilizando-se o diagrama Q-Ab-Or (Ebadi and Johannes, 1991), grande parte das amostras agrupam-se no campo de pressão baixa (2 Kb) e são coincidentes com o campo definido pela média das análises químicas das amostras dos granitos rapakivi da Finlândia (figura 76).

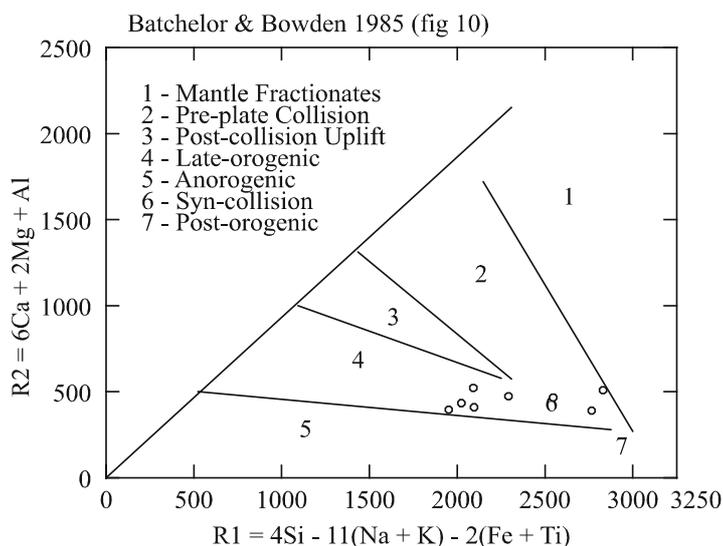


Figura 75 - Diagrama multicatiônico ilustrando o comportamento das amostras em função do ambiente tectônico.

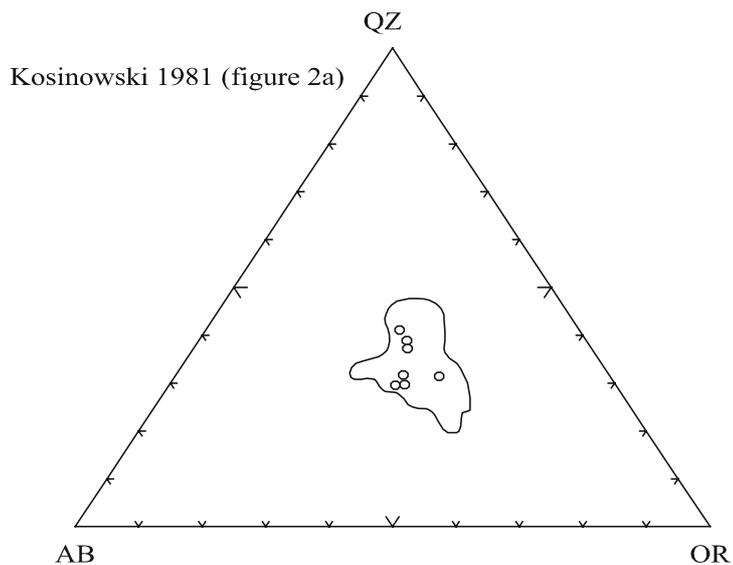


Figura 76 - Diagrama Qz-Ab-Or mostrando a distribuição das amostras do Maciço Tamburete. Campo delimitado pelos granitos rapakivi da Finlândia.

O conteúdo de ETRL é elevado (100 a 400 vezes o condrito) e os ETRP apresentam um moderado a alto enriquecimento (20 a 40 vezes o condrito) além de uma anomalia negativa de Európio (figura 77).

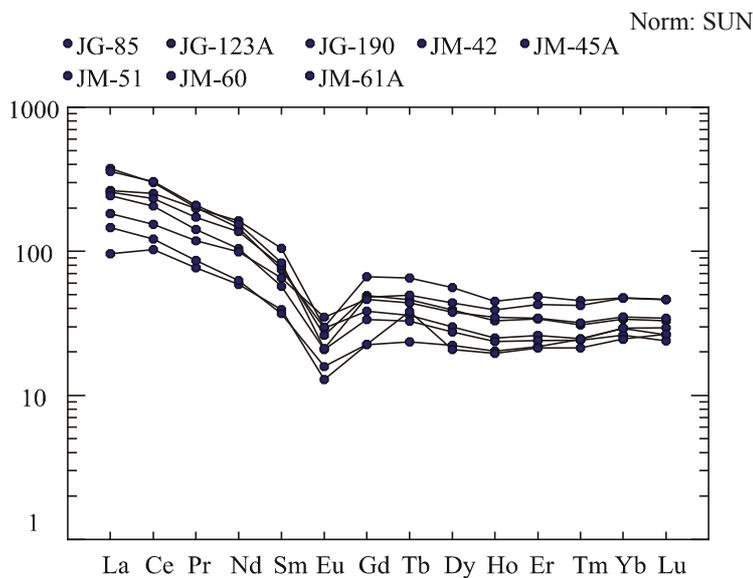


Figura 77 - Padrão de distribuição dos ETR para a Suíte Serra da Providência

Assim, essa suíte granítica não apresenta somente analogia textural com os granitos rapakivi, mas também uma assinatura geoquímica perfeitamente compatível com os granitos do tipo A (figura 78) e são de ambiente intraplaca (figura 79).

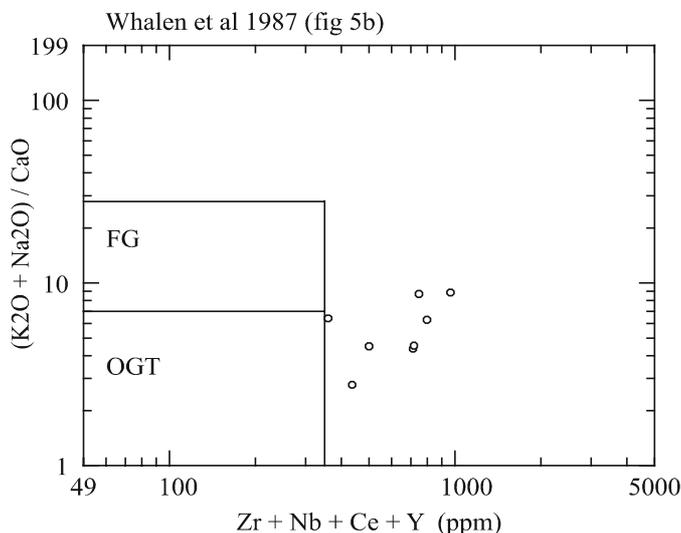


Figura 78 - Diagrama comparativo entre álcalis x elementos-traço. As amostras agrupam-se no campo dos granitos tipo-A.

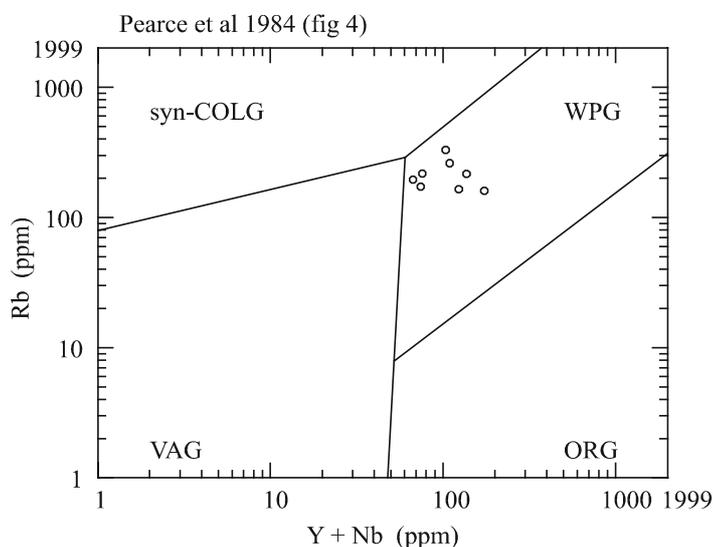


Figura 79 - Diagrama discriminante do ambiente tectônico.

Os granitos metaluminosos fracamente peraluminosos constituem os termos de maior potencialidade metalogenética. Entretanto, as amostras dos granitos do Maciço Tamburete, quando plotadas no diagrama Rb-Ba-Sr (El Bouseily & El Sökkary, 1975), situam-se no campo dos granitos normais, não-especializados em Sn, W e Mo (figura 80).

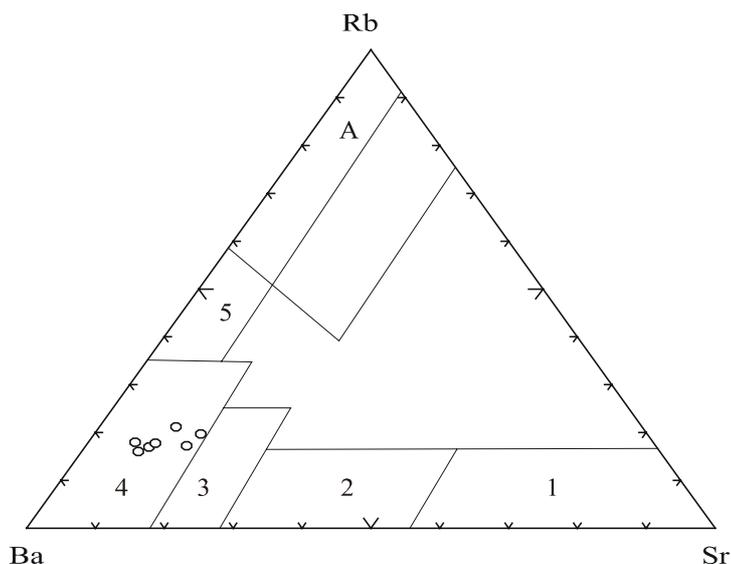


Figura 80 - Diagrama Rb-Ba-Sr (El Bouseily & El Sokkary, 1975) modificado por Biste (1981), com as amostras do Maciço Tamburete. Campos: 1-Diorito-; 2- Granodiorito; 3- Granito Anômalo; 4- Granito Normal; 5- Granito fortemente diferenciado; A- Granitos associados a depósitos de Sn, W e Mo.

3.4.4. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas

Foram analisadas 7 amostras de rochas graníticas da referida suíte, as quais englobam os granitos do maciço do Jirau (2), maciço Fortaleza do Abunã (2), maciço do Caldeirão (2) e maciço São Lourenço (1).

A tabela 5 apresenta as composições químicas mais representativas dos granitos da Suíte São Lourenço-Caripunas. Observando os dados químicos, nota-se que a variação dos teores de SiO₂ é distribuída no intervalo de 69 a 76,58%.

SUÍTE INTRUSIVA SÃO LOURENÇO-CARIPUNAS

	JM 56A	JM 57	JM 73	JM 86	JM 106	JM 108	JM 112
SiO ₂	76,46	76,29	71,4	69	75,18	69	76,58
Al ₂ O ₃	11,72	12,49	12,95	13,39	12,77	14,32	12,44
Fe ₂ O ₃	2,08	1,52	3,91	4,58	1,62	3,31	1,41
MgO	0,03	0,02	0,31	0,32	0,02	0,87	0,07
Cão	0,76	0,62	0,94	1,8	0,7	1,99	0,03
Na ₂ O	2,8	3,38	2,48	3,29	3,4	2,99	3,2
K ₂ O	5,09	4,73	5,84	5,24	5,16	4,59	5,2
TiO ₂	0,14	0,08	0,4	0,48	0,16	0,45	0,12
P ₂ O ₅	0,01	0,01	0,07	0,14	0,04	0,12	0,01
MnO	0,03	0,02	0,04	0,08	0,05	0,07	0,02
Cr ₂ O ₃	0,003	0,004	0,012	0,006	0,003	0,005	0,004
Sc	1	2	5	7	2	9	2

LOI	0,7	0,7	1,5	0,7	0,7	1,5	0,5
Total	99,81	99,86	99,85	99,82	99,98	99,84	99,85
V	<5	<5	5	7	6	28	<5
W	3,6	5,6	2,8	1,3	0,7	1,7	2,1
Zr	262,4	169,2	573	521,9	131,8	220,2	115,5
Y	101	194,5	83,3	64,7	39,3	36,9	94,5
La	91	68,9	73,5	70,2	43,8	45	53,7
Ce	202,4	163,9	164,1	157,3	94,1	97,2	112,6
Pr	21,42	17,91	18,49	17,61	9,98	10,63	12,32
Nd	75,5	62,3	69,2	65,8	35,2	40,1	42,7
Sm	14,6	14,5	12,6	12,2	6,4	7,7	7,9
Eu	0,73	0,27	1,47	2,04	0,47	1,62	0,39
Gd	11,74	14,89	10,91	9,45	5,01	6,26	7,45
Tb	2,19	3,33	2,06	1,75	0,89	0,96	1,43
Dy	13,89	22,62	12,33	10,38	5,49	5,86	10,02
Ho	2,81	5,14	2,53	2,01	1,21	1,19	2,53
Er	9,06	18,61	8	6,35	3,94	3,65	8,73
Tm	1,42	3,19	1,26	1,01	0,66	0,55	1,36
Yb	10,21	23,69	8,45	6,74	4,84	4,21	9,19
Lu	1,49	3,65	1,29	1,1	0,68	0,59	1,42
Ba	217,8	60,3	655,2	966,3	346	1141,1	115
Cs	8,7	9,2	7,7	4,1	3,7	4,5	3,1
Ga	24,9	29,5	22,6	20,8	17,7	16,9	17,5
Hf	10,5	9,7	17	15,1	4,9	6,3	4,5
Nb	39,7	63,7	31	28,9	16,1	13,2	16,2
Rb	420,4	564,9	296,6	194,4	247,8	161,3	255,8
Sn	12	14	50	4	3	2	3
Sr	27,3	11,3	56,3	99,8	75,5	210,1	28,4
Ta	4,4	5,8	2,3	1,9	1,5	0,8	1,7
Th	31,4	60,4	25,9	20,8	26,5	15,6	27,7
U	12,4	28,7	10,4	6,7	10,3	3,6	12,3
Mo	5,9	6,9	3,6	6,3	2,6	2,6	4,7
Cu	6,1	9	14,2	11,3	6,1	12,2	7,4
Pb	32,2	34,4	23,9	15,3	24,2	9,7	21,1
Zn	109	48	77	67	34	31	21

Tabela 5 - Composição química representada por Elementos maiores, elementos-traço e terras raras das rochas graníticas da Suíte Intrusiva São Lourenço- Caripunas.

As amostras da suite quando lançadas no diagrama triangular An-Ab-Or, plotam, na sua maioria, no campo dos granitos (figura 81).

Os teores de álcalis ($K_2O + Na_2O$) são elevados, variando num intervalo restrito entre 7,58 a 8,56 %, enquanto que as razões $FeO (total) / FeO(total) + MgO$ normalmente são superiores a 0,90.

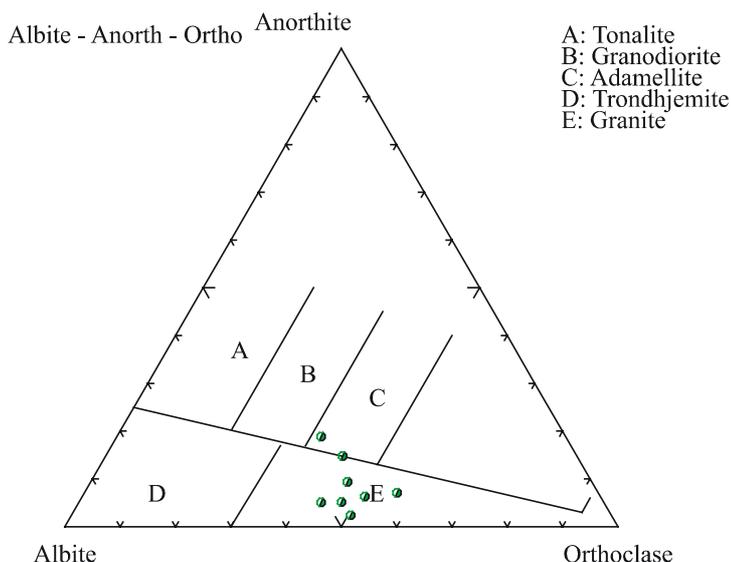


Figura 81 - Diagrama Ab-An-Or mostrando a distribuição das amostras da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas.

De outra forma, a relação álcalis / alumina, expressa pelo índice agpaítico, é geralmente representada por valores entre a 0,64 a 0,67, indicando rochas de caráter subalcalino. Na relação $(K_2O + Na_2O)$ versus SiO_2 as amostras distribuem-se no campo subalcalino (figura.82)

Utilizando-se o índice de Shand (figura 83), os granitos restringem-se a uma composição fracamente peraluminosa com tendência a metaluminosa.

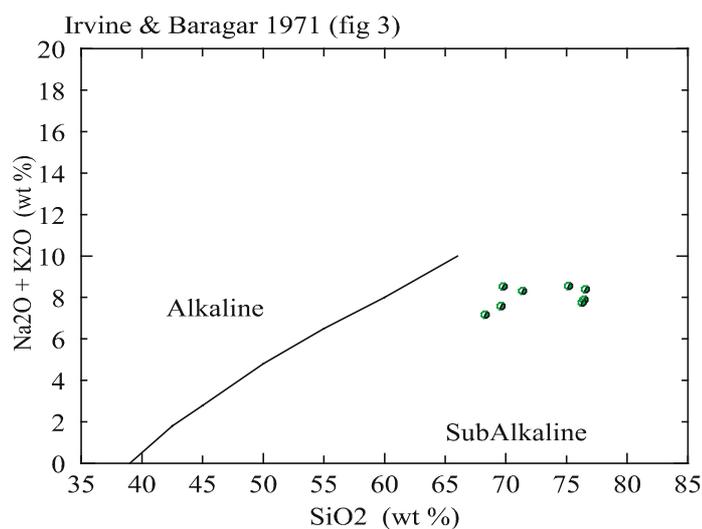


Figura 82 - Diagrama de Irvine & Baragar (1971) mostrando o agrupamento das amostras da suite no campo subalcalino.

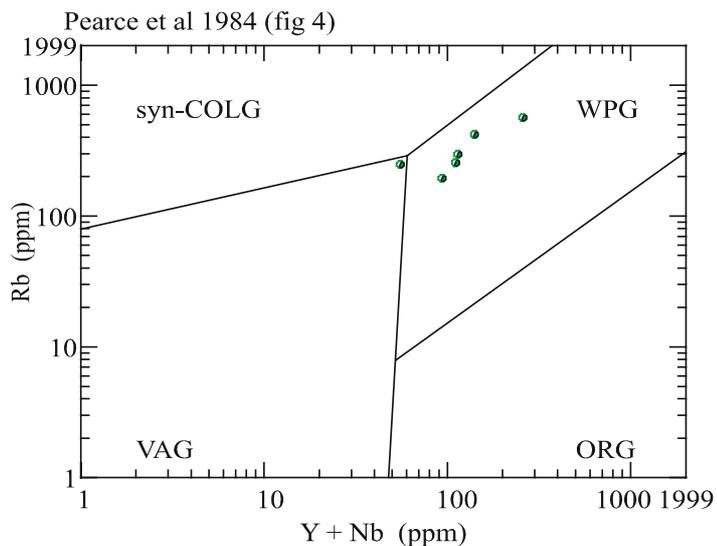


Figura 83 - Características dos granitos da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas baseado no Índice de Shand (Maniar & Piccoli, 1989).

O comportamento de seus elementos-traço denota enriquecimento em Ga, Zr, Rb, Y e Nb. Estas características são compatíveis com os granitos do tipo A (figura. 84). No diagrama discriminante de ambiente tectônico, os granitos enquadram-se no ambiente intra-placa (figura 85)

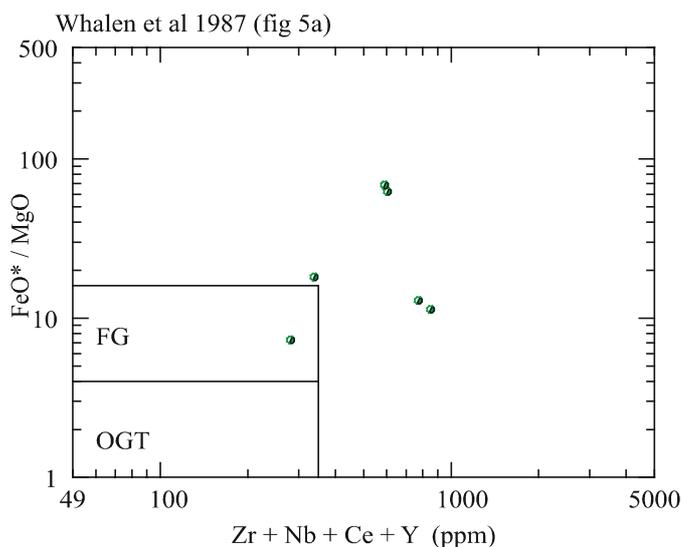


Figura 84 - Diagrama de álcalis x elementos-traço. As amostras agrupam-se no campo dos granitos tipo-A.

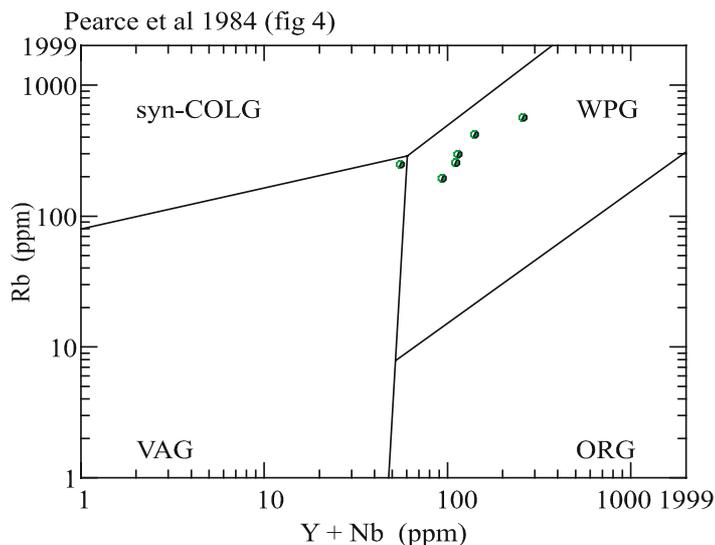


Figura 85 - Diagrama discriminante do ambiente tectônico, onde os granitos distribuem-se no campo intra-placa.

O comportamento dos elementos terras-raras leves mostram um forte enriquecimento (150 a 300 vezes o condrito) e um moderado a alto conteúdo dos elementos terras-raras pesados (20 a 40 vezes o condrito), além da pronunciada anomalia negativa de Európio (figura 86).

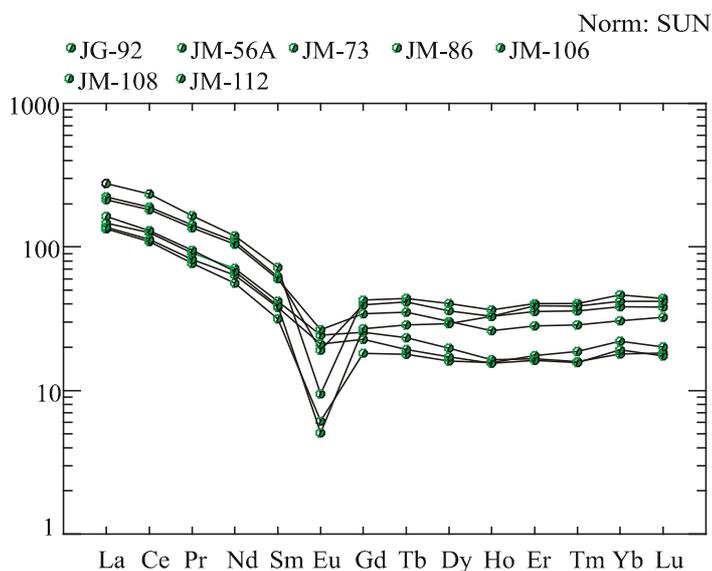


Figura 86 - Padrão de distribuição dos ETR para os granitos do Maciço Caracol

No diagrama multicatiônico R1-R2 (figura 87) utilizado por Batchelor & Bowden (1985), as amostras ocupam o campo dos granitos tardi a pós-orogênicos. Dados estes que são corroborados pelas características texturais e estruturais, principalmente tratando-se das rochas do maciço Jirau.

As características metalogenéticas desta suíte são bastante variadas quando comparados no diagrama triangular de Rb-Ba-Sr (El Bouseily & El Sokkary, 1975). Desta forma, um grupo de amostras se mostram potencialmente favoráveis a mineralizações de Sn, W e Mo, enquanto que as outras, plotam no campo dos granitos normais e granitos fortemente diferenciados (figura 88).

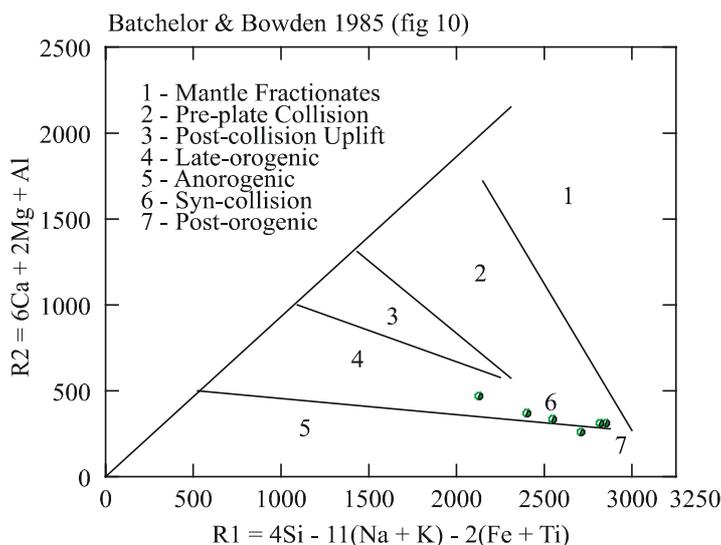


Figura 87 - Diagrama multicatiônico ilustrando o comportamento das amostras em função do ambiente tectônico

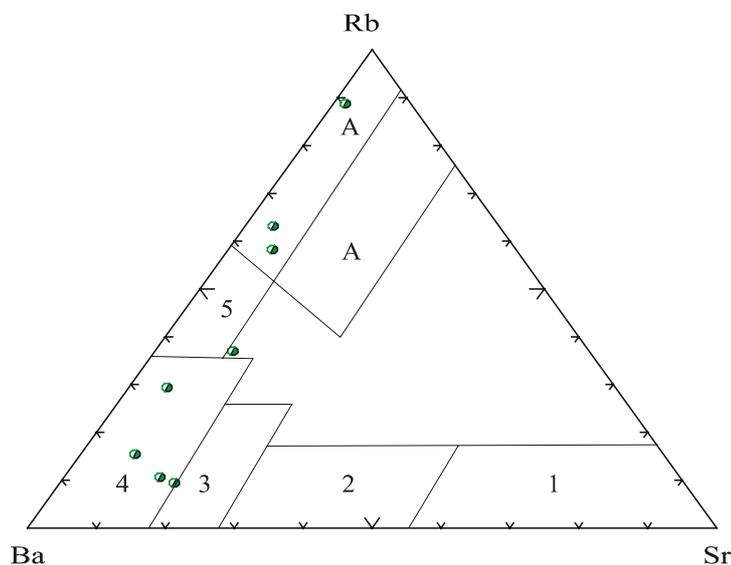


Figura 88 - Diagrama Rb-Ba-Sr (El Bouseily & El Sokkary, 1975) modificado por Biste (1981), com as amostras da Suíte. Campos: 1-Diorito; 2- Granodiorito; 3- Granito Anômalo; 4- Granito Normal; 5- Granito fortemente diferenciado; A- Granitos associados a depósitos de Sn, W e Mo.

3.5. PETROGRAFIA

Foram selecionadas quarenta amostras de rochas da AHE do Jirau para confecção de lâminas delgadas e realização de análises petrográficas detalhada, cujas planilhas estão inseridas como anexo 4 neste relatório.

3.6. GEOCRONOLOGIA.

3.6.1. Palinologia

Foram realizadas análises paleontológicas em duas amostras de sedimentos siltico-argilosos da Formação Rio Madeira visando caracterizar os seus conteúdos paleoflorísticos, assim como a sua datação. A preparação das amostras e os estudos foram realizados pelas paleontólogas Norma Maria da Costa Cruz e Célia Maria da Silva, do LAMIN - Laboratório de Análises Minerais do Serviço Geológico do Brasil - CPRM do Rio de Janeiro. Os resultados obtidos são descritos a seguir:

3.6.1.1. Análise da Amostra JM-52

Esta amostra está localizada na margem direita do rio Madeira, distrito de Abunã, e foi coletada no barranco do rio, num pacote de sedimentos argilo-siltosos, finamente laminados de tons cinza e creme-amarelado, apresentando fraturas e restos de matéria orgânica, presente numa camada de argila cinza escura compacta, intercalada aos referidos pacotes siltosos da base do barranco (figuras 89, 90, 91). Estes sedimentos representam paleoambiente de planície de inundação.

A amostra revelou-se extremamente rica em matéria vegetal. A palinoflora obtida demonstrou, além da abundância de exemplares, grande diversidade de formas. Entre os elementos obtidos, os angiospermas foram os elementos predominantes, seguidos pelas pterófitas, gimnospermas e algas. Fragmentos orgânicos carbonizados foram observados com frequência. Os elementos mais significativos são listados na tabela 6, a seguir:

ANGIOSPERMAS	Monocotiledôneas	Cyperaceae Palmae Amaryllidaceae
	Dicotiledôneas	Ulmaceae Melastomataceae Malpighiaceae Solanaceae Eupobiaceae Lythraceae Chloranthaceae Apocynaceae Ericaceae Polemoniaceae Papilionaceae Bignoniaceae Sapotaceae
GIMNOSPERMAS		Ephedraceae
PTEROPHYTA		Ophioglossaceae Selaginellaceae Cyatheaceae Lycopodiaceae Polypodiaceae Parkeriaceae
ALGAE		Zygnemataceae

Tabela 6 - Resultados da análise palinológica da amostra JM-52.



Figura 89 - Sedimento argilo-siltoso da Formação Rio Madeira apresentando restos de folhas e fragmentos de madeira carbonizada (JM-52). No centro da foto, observa-se parte de uma folha envolvida por película carbonosa.



Figura 90 - Sedimento argilo-siltoso da Formação Rio Madeira (JM-52), rico em matéria vegetal (poléns, esporos e fragmentos orgânicos). Presença de fraturas com percolação de oxi-hidróxido de ferro.



Figura 91 - Outro aspecto do sedimento argilo-siltoso fossilífero (JM-52), mostrando inclusive intenso fraturamento, reflexo da neotectônica que afetou a região no Quaternário.

3.6.1.2. Análise da Amostra JM - 53

No ponto de afloramento em epígrafe, localizado na margem direita do rio Madeira, à montante do distrito de Abunã, foi coletada uma amostra de argila numa camada sotoposta a uma camada de areia ferruginizada (figura 92 e 93). O pacote sedimentar neste ponto tem como substrato um granito saprolitizado. De acordo com a análise paleontológica (microscopia) “somente foi observada a presença de fragmentos totalmente carbonizados, impossibilitando a determinação de idade geocronológica” (Cruz, 2005).



Figura 92 - Detalhe da camada de argila laminada sotoposta a camada de areia ferruginizada referente à amostra JM-53.

3.6.1.3. Análise da Amostra JM-63 (Taquara 01)

A amostra foi coletada na cava do garimpo de ouro do Taquara (figura xx), localizado na Fazenda Três Figueiras, está inserida num contexto cuja geologia se caracteriza pela presença de um pacote sedimentar de natureza argilo-siltosa, com restos vegetais (amostra JM-63). A espessura do pacote é de cerca de 15 metros (exposta na cava de garimpo), o qual apresenta coloração cinza, sobreposto por uma camada de sedimento siltoso, laminado, oxidado, de coloração creme-amarelada, sem presença de restos e/ou fragmentos de vegetais (figura. 93).

A análise palinológica realizada na amostra apud (CRUZ, 2005) apresentou o seguinte resultado:

“Palinoflora constituída de fragmentos de cutículas vegetais, esporos de fungos, pólen e algas. Predominância de tecidos vegetais e esporos de fungos. Pólen, esporos de pterófitas e algas em razoável número foram identificados”, conforme descrito na tabela 7 a seguir:

	Monocotiledôneas	Cyperaceae Orchidaceae (?) Bromeliaceae
ANGIOSPERMAS		
	Dicotiledôneas	Ericaceae Rubiaceae Betulaceae
GIMNOSPERMAS		Podocarpaceae (?)
PTEREÓFITAS		Lycopodiaceae Hymenophyllaceae
ALGAE		Zygnemataceae Spirogya sp Mongeotia sp

Figura 7: Resultado da análise palinológica da amostra JM-63

Portanto, a palinoflora obtida sugere ambiente continental, úmido, de idade Pleistocênica Superior a Holocênica.



Figura 93 - Detalhe da camada de argila cinza, nível inferior, com restos e/ou fragmentos de vegetais de idade provável pleistocênica superior a holocênica, sobreposta por uma camada de silte laminado, creme-amarelado e oxidado.

3.6.1.4. Análise da Amostra JG-73 (Taquara 02)

A amostra representa um fragmento de caule carbonizado, que foi coletada no ponto de afloramento JG-73, sendo obtido numa cava de garimpo de ouro, a uma profundidade superior a 15 metros, quando do desmonte da camada argilosa fossilífera com bico jato pelos garimpeiros, sobrejacente à camada de cascalho aurífero (figura 94).

Segundo Cruz (2005) “não foi possível a identificação taxonômica do fragmento de caule”, no laboratório do LAMIN-CPRM. Em vista deste fato a amostra foi encaminhada para datação pelo método Radiocarbono. Salienta-se que a camada argilo-siltosa, fossilífera, do garimpo do Taquara (figura 94), contém inúmeros fragmentos de caule, troncos de vegetação pretérita, além de ossos da mega fauna amazônica.



Figura 94 - Detalhe mostrando sedimentos expostos na cava de garimpo de ouro do Taquara em via de desmonte hidráulico (14/09/2004), visando retirada de material estéril, a fim de alcançarem a camada de cascalho aurífero.

Embora as amostras (JM-63 e JG-73), estejam fora da AII do Jirau e do Projeto Rio Madeira, as suas coletas se constituíram de grande importância tendo em vista a realização de correlações geológicas dos sedimentos expostos nas cavas do garimpo, com os sedimentos da Formação Rio Madeira presente nas margens do rio homônimo na AID do Jirau, assim como possibilitou a caracterização palinológica dos vegetais, presentes nos referidos sedimentos,

informações que vieram colaborar para a interpretação e a compreensão do ambiente e da idade destes depósitos sedimentares (figura 95).



Figura 95 - Detalhe de um fragmento de raiz de uma árvore pretérita encaixada no sedimento siltico-argiloso, creme - amarelado, referente ao ponto JM-63.

3.6.2. Datação Radiocarbono

Foram executadas análises geocronológicas pelo método radiocarbono de duas amostras: uma de fragmentos de folhas, pólenes e esporos contidos em camada de argila da Formação Rio Madeira (JM-52), e outra, de um fragmento de tronco de madeira carbonizada (JG-73), que estava depositado na camada argilosa basal da Formação Rio Madeira.

A amostra JM-52 está localizada no barranco do rio Madeira, a montante de Abunã, e está associada a sedimentos que sugerem, dado o seu conteúdo palinológico (Cruz, 2005), uma idade Pleistocênica Superior à Holocênica. Entretanto, a amostra JG-73 não permitiu a datação (correlação) pelo método palinológico, pois a mesma estava parcialmente carbonizada, além de manter certa semelhança com as florestas atuais. Portanto, para um correto posicionamento cronoestratigráfico da Formação Rio Madeira executou-se a análise radiométrica pelo método ^{14}C , resultando nas idades indicadas na tabela 8.

Sample Data	Measured Radiocarbon Age	$^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ Ratio	Conventional Radiocarbon Age(*)
Beta - 202981 SAMPLE : JM-52 ANALYSIS : AMS-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT : (organic sediment): acid washes 2 SIGMA CALIBRATION : (result is outside of the calibration range)	27360 +/- 200 BP	-28.3 ‰	27310 +/- 200 BP
Beta - 202982 SAMPLE : JG-73 ANALYSIS : Radiometric-Standard delivery MATERIAL/PRETREATMENT : (wood): acid/alkali/acid 2 SIGMA CALIBRATION : (result is outside of the calibration range)	> 46440 BP	-32.8 ‰	> 46310 BP

Tabela 8 - Dados isotópicos radiocarbônicos das amostras JM-52 e JG-73.

Os dados de ^{14}C revelaram idades de 27310 ± 200 e > 46310 anos A.P. Entretanto, a primeira idade deve ser considerada como a idade mais provável da deposição dos sedimentos da Formação Rio Madeira, ou seja, do Período Quaternário- Época Pleistoceno Superior. A segunda idade pode ser interpretada, com ressalva, como idade máxima da deposição.

3.6.3. Datação Pb-Pb

São apresentados e discutidos os resultados das análises isotópicas de duas amostras de granitos associados, respectivamente, às Suítes Intrusivas Serra da Providência e São Lourenço-Caripunas, localizadas na área de influência direta do Jirau. Esse estudo foi realizado no Laboratório de Geologia Isotópica (Pará-Iso) do Centro de Geociências da UFPA pelo método de evaporação de chumbo em monocristais de zircão. O objetivo principal foi definir a idade de cristalização das rochas para permitir o correto empilhamento estratigráfico, além de balizar temporalmente os eventos posteriores que as afetaram e também, verificar a contemporaneidade dessas rochas com àquelas de características semelhantes que ocorrem na área de influência indireta. Adicionalmente, obter informações sobre a formação e evolução da crosta continental da região.

As rochas ígneas e metaígneas que servem de substrato ao rio Madeira estão inseridas na Faixa Orogênica Policíclica Guaporé (Scandolara *et al.*, 1998), que envolve um amplo segmento litosférico, palco de deformações policíclicas, relações metamórficas complexas, granitização significativa, migmatização e retrabalhamento crustal, produto de uma evolução segundo processos superimpostos no curso de um ou mais ciclos orogênicos.

A incorporação de novos dados de campo e geocronológicos nessa área de pouca densidade de informação até então, permitirão avançar no entendimento evolutivo dessa porção do Cráton Amazônico.

Desta forma, três amostras (JM-51, JM-86, JG-139), receberam uma preparação prévia no laboratório da CPRM de Porto Velho (britagem, moagem, peneiramento, bateamento e separação magnética visando à recuperação de zircão). Os três concentrados de zircão foram encaminhados para realização de análises geocronológicas pelo método Chumbo-Chumbo em Zircão para o Laboratório de Isotopia do Centro de Geociências da UFPA. Segue a relação das amostras:

Nº da Amostra	Litologia	Localização
JM - 51	Metasienogranito	Cachoeira do Tamborete
JM - 86	Granito porfirítico	Cachoeira do Jirau
JG -139	Sienogranito	Cachoeira S. Antônio

Os resultados analíticos são mostrados nas tabelas específicas de cada amostra (tabelas 9 e 10) e a localização das amostras no mapa de pontos de Afloramentos (anexo I.1).

Os gráficos foram gerados com auxílio do programa ISOPLOT versão 3.10b 2004 do Ludwig, porém as idades apresentadas foram realizadas e calculadas com o programa do Laboratório de Isotopia da UFPA-Centro de Geociências (Pará-Iso). Não são apresentados os resultados de etapa ou de grão com razão $206\text{Pb}/204\text{Pb} < 2500$, pois não foram utilizadas no cálculo.

3.6.3.1. Suíte Intrusiva Serra da Providência (Maciço Tamburete)

Uma amostra deste granito foi selecionada para determinação geocronológica pelo método Pb-Pb. A amostra JG-57A representa um sienogranito deformado, apresentando moderada taxa de deformação, com matriz milonítica, intensamente microgranulada. Porfiroclastos predominantemente de microclínio que se mostram envolvidos por biotita sigmoidal. Estruturas em ribbon são frequentes, além de estiramento e imbricação dos cristais de quartzo nas proximidades dos porfiroclastos de feldspato alcalino. O grau metamórfico é da fácies anfíbolito inferior, preservando a textura magmática.

Onze frações de zircão dessa unidade forneceram duas idades distintas, conforme mostram a tabela 9 e a figura 96.

Zircão	T(°C)	N° de razões	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2 σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2 σ	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2 σ	Idade (Ma)	2 σ
JG57A/1	1450	16	12500	0,21402	1347	0,09596	0,00015	0,09487	24	1526	5
JG57A/2	1450	32	15152	0,18438	362	0,09612	0,00024	0,09520	40	1532	8
JG57A/3	1450	6	3690	0,12107	236	0,09854	0,00028	0,09479	31		
	1500	18	15625	0,19950	106	0,09636	0,00033	0,09541	26	1536	5
JG57A/5	1450	4	10204	0,17802	86	0,09737	0,00037	0,09602	37	1548	7
JG57A/6	1450	14	6494	0,16400	84	0,09768	0,00023	0,09533	55	1535	11
JG57A/7	1450	4	26316	0,22941	934	0,09562	0,00023	0,09509	23		
	1480	6	12987	0,22832	116	0,09720	0,00077	0,09613	78	1551	15
JG57A/8	1450	8	9434	0,14676	81	0,09768	0,00025	0,09621	27		
	1500	38	35714	0,16046	63	0,09670	0,00035	0,09628	39	1553	4
JG57A/9	1450	36	12987	0,29311	358	0,09650	0,00037	0,09535	36	1535	7
JG57A/11	1500	18	8929	0,16466	154	0,09684	0,00016	0,09527	28	1534	5
Mean Age (grains 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9 and 11 - 190 ratios - USD = 3.2)										1538	6
Mean Age (grains 1, 2, 3, 6, 9 and 11 - 134 ratios - USD = 1.5)										1532	4
Mean Age (grains 5, 7 and 8; - 56 ratios - USD = 0.6)										1552	4

Tabela 9 - Resultados analíticos Pb-Pb dos cristais de zircão da amostra JG-57A.

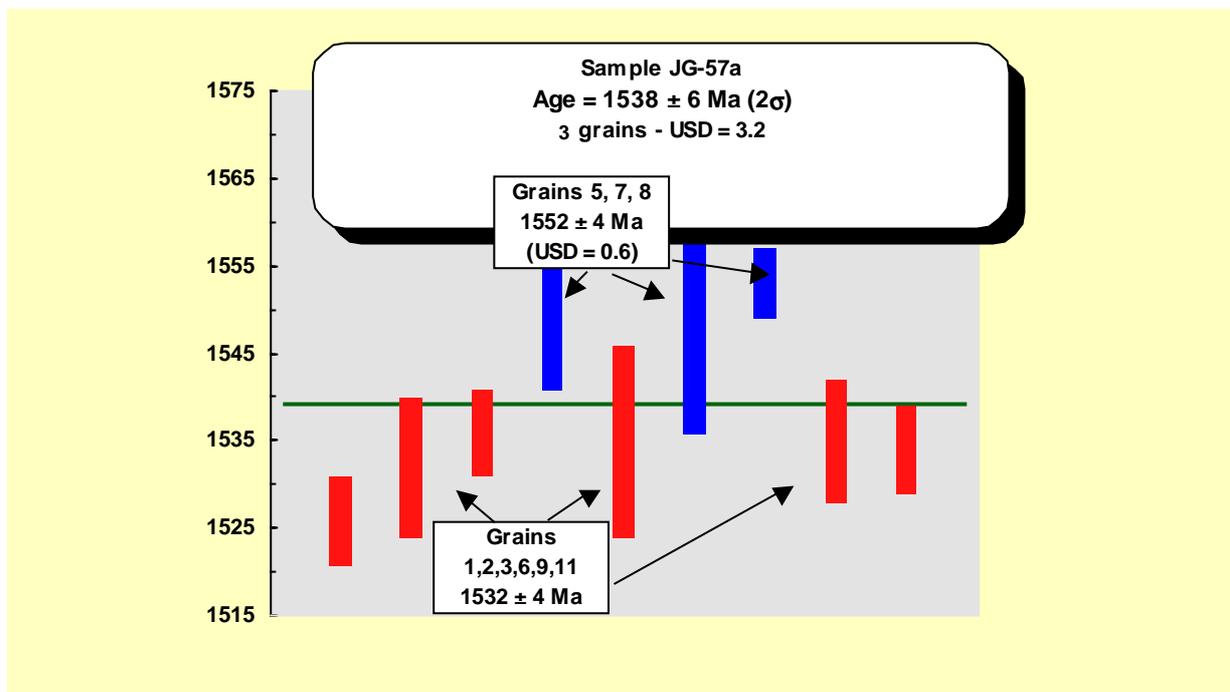


Figura 96 - Diagrama com as média das idades conseguidas para a amostra JG-57A.

A idade média de 1538 Ma, calculada a partir de todos os grãos apresenta uma usd um pouco elevada. Portanto, é provável que a idade de 1552 ± 4 Ma, calculada a partir dos 4 grãos com idades mais elevadas, deva ser considerada com idade de cristalização da rocha. A idade de 1532 Ma, calculada a partir dos outros 6 grãos, é devido à perda de Pb radiogênico, promovida por um evento metamórfico posterior superimposto. Este evento posterior é interpretado como sendo aquele da Orogenia Rondoniana-San Ignácio (~1340 Ma).

Portanto, o maciço Tamburete apresenta idade de cristalização (1552 ± 4) Ma similar aos granitos da Serra da Providência (1557 Ma), os quais se encontram amplamente distribuídos no Estado de Rondônia.

3.6.3.2. Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas

Uma amostra de sienogranito do maciço Jirau (JM-86), pertencente a esta suíte e coletado na cachoeira homônima, foi selecionada para determinação geocronológica pelo método Pb-Pb.

A rocha é de cor vermelho-escuro, porfirítica, isotrópica, apresentando fenocristais equidimensionais de feldspato potássico e cristais ovalados a subarredondados de quartzo, ambos imersos em matriz fanerítica fina marrom-avermelhada, constituída por um agregado diminuto de quartzo e feldspatos (albita dominante). Os cristais de plagioclásio ocorrem em pequena proporção e, por vezes, mostram-se argilizados. O máfico dominante é a biotita, porém, ocorrendo em percentual muito baixo. A textura rapakivi é relativamente comum e seus aspectos texturais indicam cristalização em condições epizonais.

Foram analisadas seis frações de zircão do sienogranito porfirítico do maciço Jirau as quais forneceram idade de 1322 ± 2 Ma (usd=0,6), interpretada como idade de cristalização da rocha. Na tabela 10 estão apresentados os dados analíticos e a idade média dos cristais de zircão pode ser visualizada no gráfico da figura 96.

Zircão	T(°C)	No. da razão	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2 σ	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$	2 σ	$(^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb})_c$	2 σ	Idade (Ma)	2 σ
Amostra JM-86											
JM86/1	1450	8	3774	0,12235	76	0,08899	0,00024	0,08527	51	1323	5
	1500	34	6135	0,12225	41	0,08747	0,00033	0,08530	23		
JM86/2	1450	32	18182	0,13318	33	0,08605	0,00014	0,08518	22	1320	5
JM86/6	1450	36	13158	0,13011	51	0,08635	0,00027	0,08530	28	1323	3
	1500	32	10870	0,12585	55	0,08653	0,00022	0,08532	18		
JM86/8	1450	8	> 1000000	0,10734	857	0,08472	0,00171	0,08472	171		

JM86/9	1500	34	10753	0,11099	52	0,08654	0,00023	0,08524	36	1321	8
JM86/10	1500	36	2538	0,09879	32	0,08952	0,00015	0,08417	38		
JM86/12	1500	10	6289	0,11805	60	0,08682	0,00045	0,08463	86		
JM86/13	1450	18	4785	0,14385	191	0,08712	0,00022	0,08395	53		
	1500	12	15385	0,12105	105	0,08651	0,00044	0,08567	77	1331	17
JM86/14	1450	32	3676	0,14193	111	0,08919	0,00047	0,08537	40	1324	9
Mean Age (grains 1, 2, 6, 9, 13 and 14; - 220 ratios - USD = 0.6)										1322	2

Tabela 10 - Resultados analíticos Pb-Pb dos cristais de zircão da amostra JM-86.

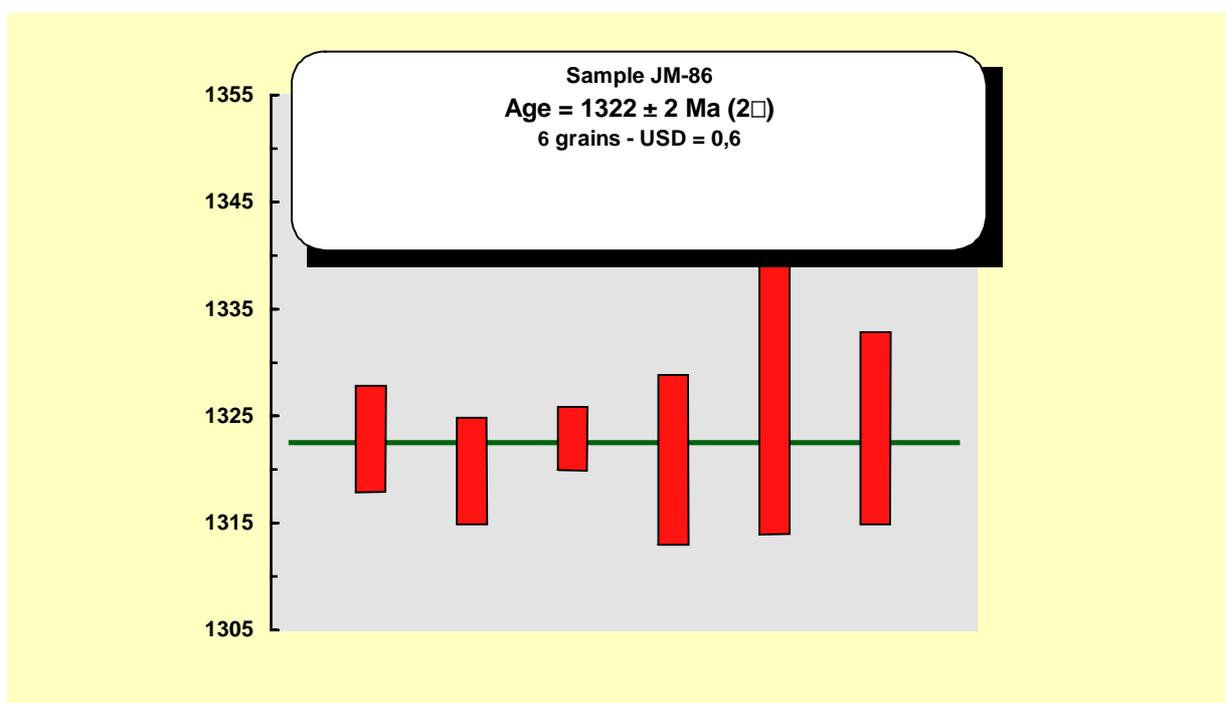


Figura 97 - Diagrama com a média das idades, calculadas a partir de todos os grãos, conseguidas para a amostra JM-86.

Dados pré-existentes da literatura geológica regional já indicaram idades semelhantes para granitos que ocorrem na região de São Lourenço, a aproximadamente 30 quilômetros a oeste do maciço Jirau. Os dados isotópicos U-Pb em zircão, apresentados por Bettencourt *et al.* (1999), para rochas graníticas de São Lourenço indicaram as seguintes idades: 1314 ± 13 Ma para um biotita sienogranito equigranular; 1312 ± 3 Ma de um riolito pórfiro e 1309 ± 13 Ma para um hornblenda-biotita sienogranito. Essas rochas foram reunidas na Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas pelos autores acima referidos.

Portanto, o maciço Jirau, com idade de 1322 ± 2 Ma, pode fazer parte da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas e esse magmatismo granítico representa os estágios finais da Orogenia Rondoniana-San Ignácio, ou seja, na fase de estabilização cratônica do sudoeste do Cráton Amazônico. Este fato é corroborado pelos dados geoquímicos da suíte, apresentados no item 3.4 - geoquímica deste relatório, os quais indicam posicionamento pós-orogênico para os granitos São Lourenço-Caripunas.

4. ESTRUTURAS E TECTÔNICA REGIONAL

As áreas dos empreendimentos hidrelétricos do rio Madeira, situando-se em relação ao ambiente tectônico, estão inseridas na borda sudoeste do Cráton Amazônico, o qual foi afetado parcialmente pela Orogenia Andina durante o Terciário. Reativações subseqüentes se fizeram sentir, e também como ocorre atualmente, nesta porção do Cráton, com efeitos diretos por sobre as rochas do substrato onde se instalou o rio Madeira.

A compreensão destes processos que estruturaram o arcabouço neotectônico da Amazônia é de fundamental importância para o entendimento dos aspectos evolutivos relacionados à sedimentogênese das coberturas cenozóicas e a dinâmica fluvial dos principais rios amazônicos. Desta forma, o quadro neotectônico da região de Rondônia é constituído por um sistema de falhas e grandes lineamentos estruturais que controlam a rede de drenagem atual, os quais estão representados, no Vale do rio Guaporé, pelo Lineamento Transtensivo Surpresa-Pimenteiras, orientado segundo uma direção NW-SE, na região entre as localidades de Guajará-Mirim e Abunã pelo Lineamento Compressivo Guajará-Mirim-Abunã (Souza Filho *et al.*, 1997), de direção N-S, pelo Megalineamento Transtensivo Dextral Madre de Dios-Itacoatiara, de direção SW-NE (Igreja & Catique, 1997) desde a localidade de Abunã (RO) até Itacoatiara (AM) e pelo Lineamento Calama-Tabajara (Scandolaro, 1998), na região nordeste do Estado de Rondônia, de direção NW-SE (figura 98).

A evolução paleogeográfica cenozóica teve o seu começo efetivo a partir dos movimentos neotectônicos que se desenvolveram após o Oligoceno, com a geração de vários tipos de estruturas que afetaram as rochas pré-cambrianas, paleozóicas e mesozóicas que constituem o arcabouço litológico regional, controlando a deposição de sedimentos e influenciando decisivamente no desenvolvimento dos sistemas de relevo e drenagem hoje observados.

O modelo neotectônico admitido para o Pleistoceno ao Holoceno considera a atuação de um vetor compressivo NW/SE (figura 99), responsável pelo estabelecimento de um binário

transcorrente dextral com direção geral E-W, lineamentos transtensivos dextrais NE-SW, falhas normais de direções em torno de NW-SE e falhas inversas NE-SW (scandolaria *et al.*, 1999), resultando, nessa última etapa, o abatimento expressivo de várias regiões (baixo Madeira, região do baixo rio Ji-Paraná e todo o vale do rio Guaporé), com marcantes anomalias na morfologia e morfometria das redes de drenagem que constituem os sistemas deposicionais fluviais destes domínios.

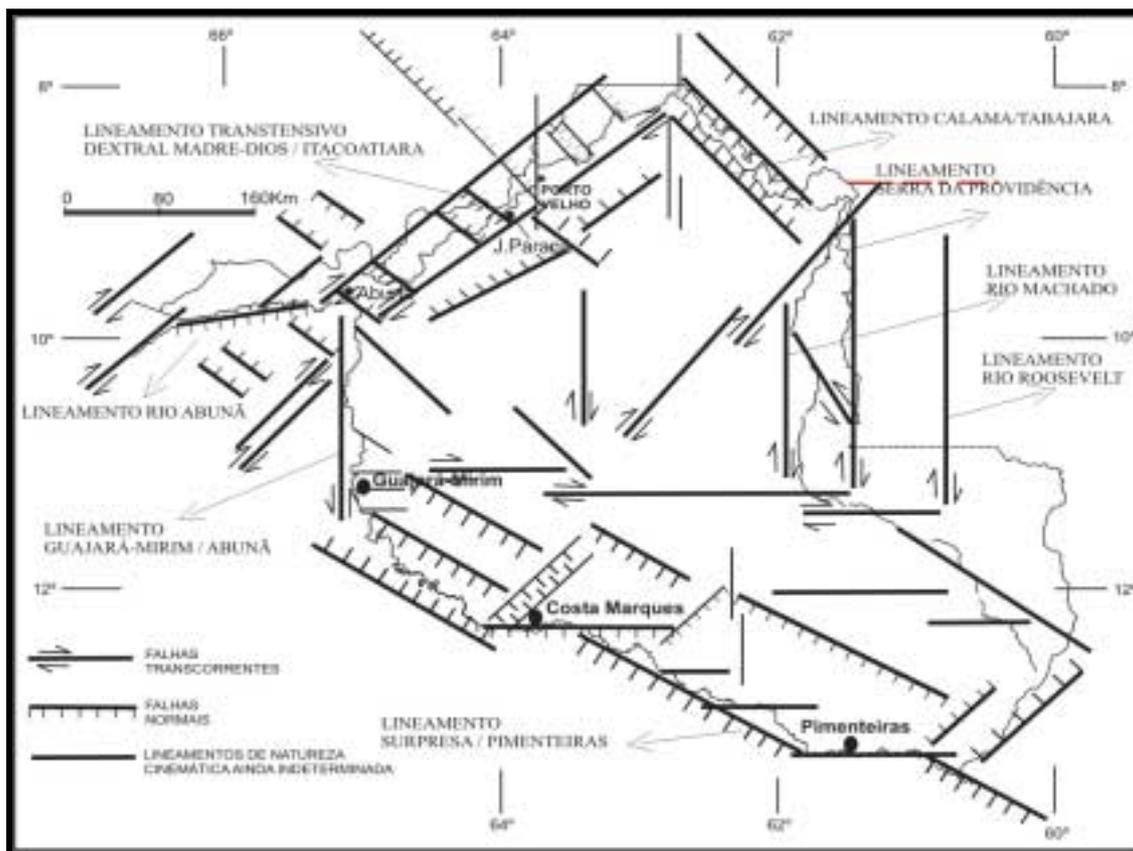


Figura 98 - Quadro geral da neotectônica no estado de Rondônia e adjacências.

Na área do empreendimento do Jirau, o sistema de falhas e fraturas está condicionado à reativação de antigas zonas de fraqueza estrutural. As estruturas definidas na referida área, em ordem cronológica, são representadas por uma foliação metamórfica penetrativa impressa nas rochas metaígneas do Complexo Jamari e metavulcano-sedimentares da Formação Mutum-Paraná. Nessas unidades a foliação metamórfica define um plano de fraqueza estrutural de direção aproximada N90E, com inflexões para N80W e N70E, aliadas a alto ângulo de mergulho. Aproveitando estes planos de fraqueza pré-existent, instalaram-se as falhas e fraturas que condicionaram, em parte, o encaixe do rio Madeira, além da geração de desníveis estruturais representados por inúmeras corredeiras ao longo do rio.

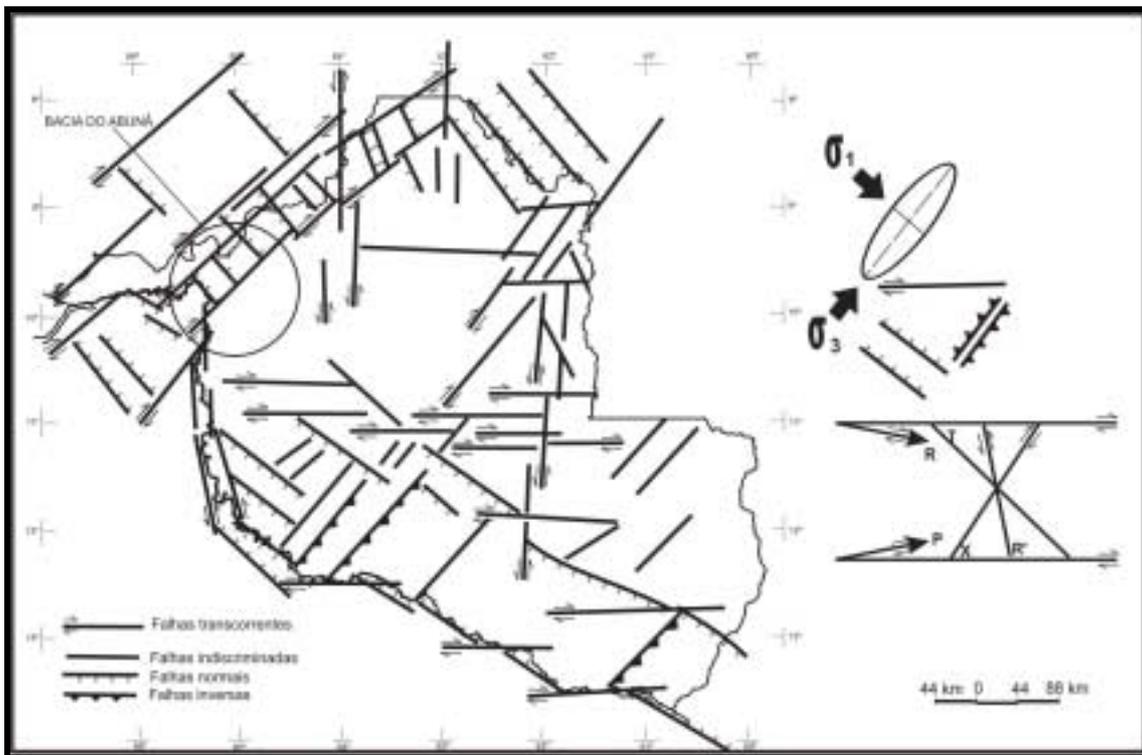


Figura 99 - Quadro tectônico com principais estruturas geradas e campo tensional.

As suítes graníticas intrusivas como São Lourenço-Caripunas e Serra da Providência, além dos arenitos e conglomerados da Formação Palmeiral, foram submetidas a um intenso sistema de fraturamentos e falhas associadas, que a grosso modo, obedecem as direções NW-SE, NE-SW, NNE-SSW e E-W, sendo as mais repetitivas as falhas, N10E, N40E, N60E, N70E, N20W, N30W, N40W e N60W, todas com mergulho tendendo à verticalidade. As falhas de direção N10E, que são conjugadas com aquelas de direção N30W, deslocam as falhas de direção N70E, no sentido dextral.

Alguns trechos do rio Madeira encontram-se perfeitamente encaixados segundo as falhas acima referidas, as quais formam um padrão “em caixa” e geração de bacias romboédricas como é o caso da Bacia de Abunã (figura 101 e 102). Esta bacia pode ter sido gerada por um processo transtensivo, instalada ao longo de zonas de interação entre segmentos estruturais transcorrentes que compõem o megalineamento Madre de Dios-Itacoatiara, o qual coincide com o lineamento Baixo-Médio Amazonas (Lima, 1988) e que controla grandes trechos do rio Madeira. Esta megaestrutura, que mostra um componente transcorrente dextral significativo, de acordo com Igreja & Catique (1997) estende-se desde a extremidade NE do megalineamento Madre de Dios-Itacoatiara, limitado a sudeste por um bloco subsidente e a NW por um bloco soerguido, o que explica perfeitamente a anomalia assimétrica da rede de drenagem deste segmento do sistema

fluvial estudado. Esta assimetria é caracterizada por drenagens curtas escavadas no bloco ascendente a NW, que se estende até o divisor de águas que limita Rondônia com Amazonas e, por drenagens longas e unidirecionais no bloco SE, que abrange a margem direita do rio Madeira, envolvendo as bacias hidrográficas dos rios Cotia, Mutum, Jaci e Branco.

Destaca-se ainda o caráter meandrante dos afluentes da margem direita do rio Madeira, nas proximidades da calha fluvial, o que indica capturas da drenagem retilínea unidirecional na mesma direção do megalineamento. Lagos represados (lagos marginais) também ocorrem ao longo deste domínio e sua evolução se encontra relacionada ao abatimento relativo de blocos, aliada aos processos de sedimentação ativa que promovem o barramento das drenagens alimentadoras dos lagos.

É digno de nota o processo migratório do rio Madeira, o qual migrou, no geral, para sudeste. Este processo de migração do canal do rio pode ser observado através das imagens de radar e imagens Landsat e através de observações direta de campo. Como exemplo, é mostrada cena uma cena aa jusante da cidade de Porto Velho (figura 100) onde está representado o processo erosivo e de sedimentação do rio, onde se conclui que o rio Madeira migrou e, provavelmente, continua migrando no sentido sudeste.

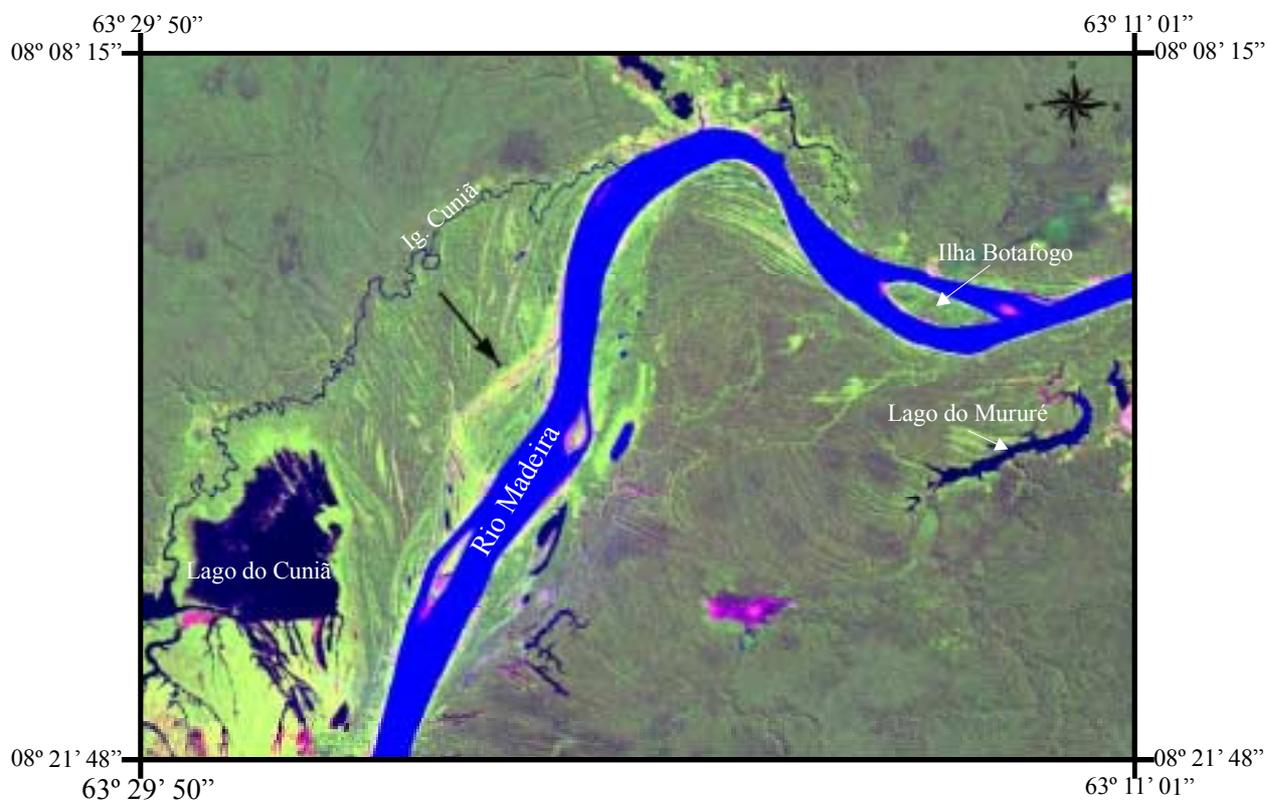


Figura 100 - Migração lateral do canal do rio Madeira onde se observa (na seta preta) o canal antigo totalmente colmatado por sedimentos.

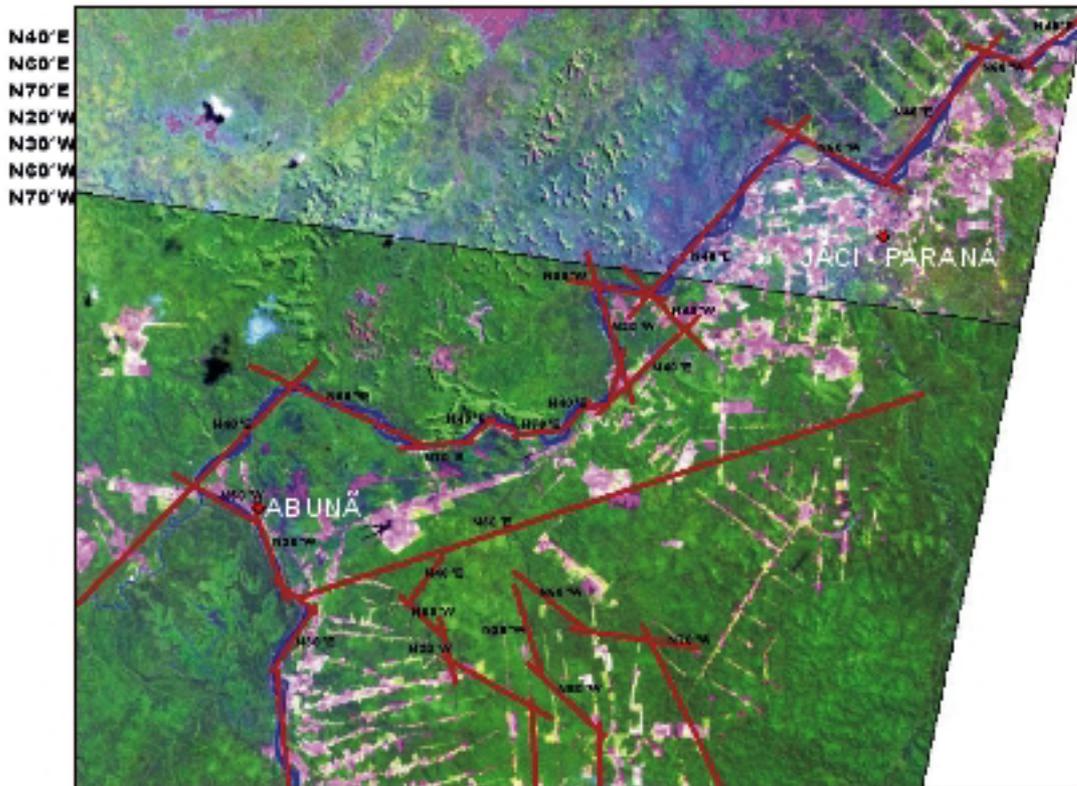


Figura 101 - Imagem de Satélite com principais segmentos de falhas no trecho Abunã - Jaci - Parana.

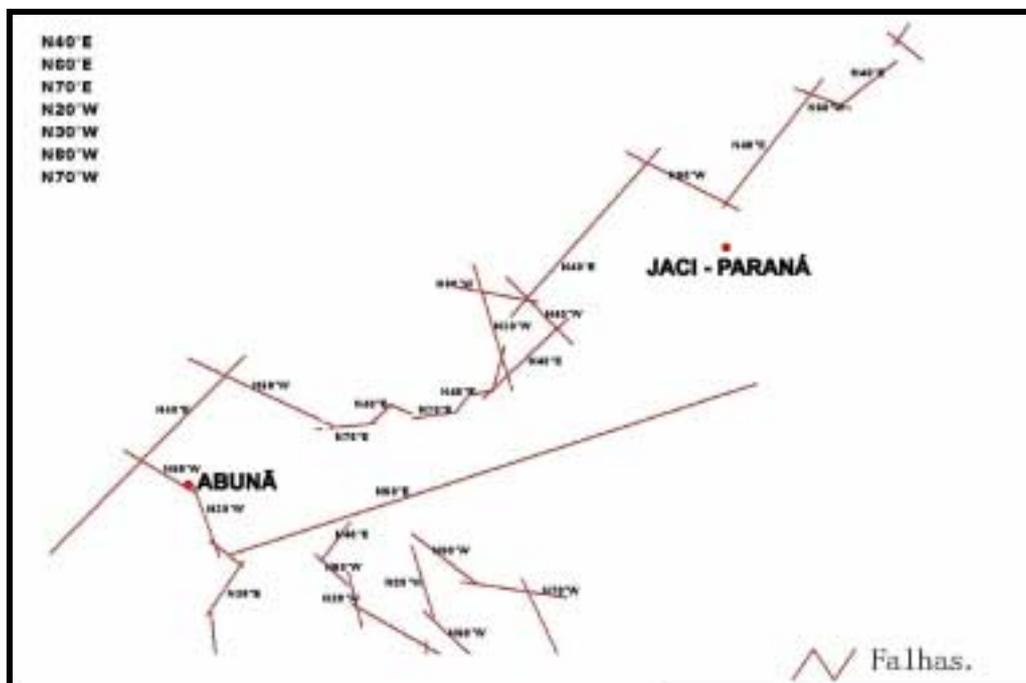


Figura 102 - Principais segmentos de falhas no trecho Abunã - Jaci-Paraná.

5. DINÂMICA FLUVIAL E PROCESSOS ASSOCIADOS

O Rio Madeira, no seu percurso ao longo do trecho investigado entre a balsa de Abunã e a cachoeira de Santo Antônio atravessa terrenos que apresentam uma grande heterogeneidade litoestratigráfica e estrutural.

A unidade mais representativa em termos de extensão lateral e longitudinal ao longo do eixo do rio é a cobertura de sedimentos inconsolidados, aqui denominada de Formação Madeira, cuja característica principal é a presença de areias e cascalhos, parcialmente endurecidos por cimentação de óxi-e hidróxidos de ferro, imprimindo um aspecto de arenito e conglomerado aos sedimentos, mas com porções intercaladas friáveis. Seguem numa ordem decrescente de extensão areal, os granitos isotrópicos associados a Suite Intrusiva S.Lourenço-Caripunas; sedimentos da Formação Rio Madeira, os arenitos e conglomerados da Formação Palmeiral; além de granito e anfibolito deformados (Complexo Jamarí); Quartzitos, Metatufos da Formação Mutum-Paraná. Estas diversas litofácies respondem diferentemente aos efeitos erosivos do rio madeira, principalmente no que se refere aos sedimentos inconsolidados da Formação Jaci-Paraná e Formação Rio Madeira. No entanto, outros fatores interagem para a atual configuração do rio e na sua morfologia futura, entre os quais destacamos o processo neotectônico que afetou a região no Quaternário, que possibilitou a geração e reativação de falhas geológicas, movimentação de blocos crustais, geração de microbacias, assim como a alteração do gradiente do rio e a migração do seu canal ao longo do tempo geológico.

Por tudo isto, o rio Madeira é um rio dinâmico, em plena atividade de erosão dos seus antigos depósitos sedimentares e geração de depósitos atuais.

Tendo em vista a maior representatividade dos sedimentos, será dado um enfoque maior aos processos erosivos que atingem os depósitos sedimentares que margeiam o rio Madeira ao longo do trecho anteriormente citado.

A priori, os processos erosivos que foram observados podem ser classificados, numa ordem decrescente de importância, nas seguintes categorias:

5.1. Erosão natural do rio Madeira, atingindo principalmente os seguintes sedimentos:

5.1.1. Sedimentos arenosos, argilosos e siltico-argilosos da Formação Jaci-Paraná e Formação Rio Madeira, os quais constituem os barrancos do rio.



Figura 103 – Sedimentos arenosos ferruginizados da Formação Rio Madeira em via de desmantelamento.

Exemplos semelhantes são observados nos pontos JG-15, JG-26, JG-28, JG-36, JG-38, JG-53, JG-59.

Por outro lado nas áreas desprotegidas de vegetação e dos sedimentos mais recentes, os processos de desmantelamento e escorregamento dos barrancos são mais facilmente observáveis durante o período de seca do rio, tendo em vista a sua exposição natural e, obviamente, são muito mais susceptíveis à ação da erosão e desmoronamento.

O processo erosivo é mais atuante porque a hidratação dos sedimentos argilo-siltosos e/ou arenosos facilita o processo de escorregamento dos mesmos (solifluxão) por ação da gravidade para dentro do corpo de água do rio, pela falta de uma barreira e/ou anteparo natural que impeça o seu movimento encosta abaixo. Desta forma, estes sedimentos são mais facilmente desmantelados, retrabalhados e depositados, juntamente com os sedimentos em suspensão transportados pelo rio, predominantemente no período das chuvas amazônicas (época de cheias), a partir de fontes localizadas a montante, principalmente aqueles derivados da bacia do rio Beni (Bolívia).

A ação erosiva e de transporte dos sedimentos dos barrancos do rio vão se acentuando à medida que o rio enche, principalmente nas áreas desprotegidas e/ou desmatadas. Mas, durante este período ocorre também, em alguns locais, a deposição de sedimentos mais grossos, arenosos

(barras de canais) associados a sedimentos mais finos (argila e silte) e matéria orgânica nas margens dos barrancos.

Em alguns casos, os sedimentos areno-silticos e argilosos, margeiam os barrancos como é o caso do ponto JG-6 (figura 104).



Figura 104 - Barranco situado a 12 km de montante do Jirau (ponto JG-6), formado por sedimentos pleistocênicos, bioturbados, constituídos por areia fina a silte e com intercalações de argila cinza plástica (1). No plano horizontal destaque do depósito de barra de canal de constituição predominantemente areno-siltosa (2).

Os contatos são abruptos, irregulares e em alguns locais ocorrem estruturas de sobrecarga de argila em areia fina-siltica. No topo das camadas de argila se desenvolve uma zona ferruginizada, com presença de nível maciço de óxido e hidróxido de ferro.

Na margem seca do rio, observa-se a presença de um depósito de sedimentos arenosos a siltico-argilosos atuais (Barra de Canal) com marcas de ondulações e gretas de contração.

5.1.2. Sedimentos finos (argila e silte), associados com matéria orgânica e restos de troncos de árvores, de deposição atual nos barrancos do rio e nas barras de canais, que margeiam os barrancos.

Os depósitos siltico-argilosos de laminação plano-paralela que se depositam nas margens do rio são predominantemente inconsolidados e bastante instáveis (figura 105). São depósitos recentes sedimentados durante o período de vazante do rio Madeira e que estão sujeitos ao escorregamento constante em função da desestabilização no seu nível de base provocado pelo próprio peso da carga sedimentar (figura 106). Quando do início da subida das águas, durante o período de chuvas, esses sedimentos são quase que totalmente erodidos ou escorregam de volta ao leito do rio e, posteriormente, carregados pelas águas do próprio rio.



Figura 105 – Barranco do rio mostrando os sedimentos finos atuais.



Figura 106 - Barranco do rio mostrando os sedimentos finos atuais em via de desmoronamento.

5.1.3. Sedimentos arenosos e siltico-argilosos depositados em barra de canal e em barra de pontal:

Constituem-se de depósitos relativamente espessos situados no leito do rio, formando ilhas ou margeando o canal do rio. São representados por sedimentos do tipo silte e areia fina predominantemente, com raras lentes de argila intercaladas. Exibem estratificação cruzada acanalada e plano-paralela (figura 32) e sujeitos ao processo de solifluxão por serem depósitos bastante instáveis.

5.2. Erosão causada pela conjugação do sistema natural do rio Madeira e a atuação de dragagem garimpeira no leito do rio;

Observou-se que o processo de dragagem por atividade garimpeira, que se constitui na retirada do cascalho do leito do rio, se realizado de forma irregular e intensiva nas proximidades dos barrancos, causam aprofundamento do canal do rio e deposição em outros locais, ocasionando mudanças na dinâmica do rio e, como consequência, pode influir na aceleração do desmoronamento dos barrancos (figura 107). Portanto, essa atividade atua como um dos

elementos catalisadores dos processos erosivos, de transporte e de assoreamento do rio. Este efeito erosivo é observado com maior intensidade, principalmente, no trecho Jirau-Santo Antônio, onde deve ter tido uma maior movimentação tectônica de blocos, que refletiu no aumento do gradiente do rio, velocidade de fluxo e redirecionamento do comportamento da drenagem que tende a migrar para leste em alguns locais.



Figura 107 - Desmoronamento de barranco do rio Madeira, constituído por cobertura sedimentar (argila, silte e areia) após a atividade de dragagem, para extração de ouro, nas proximidades.

5.3. Erosão causada pelo rio, mas acelerada pela ação antrópica (desmatamento nas margens e destruição das matas ciliares).

Embora não seja considerado um processo que cause forte erosão e aporte de sedimento ao rio, o desmatamento das margens deve ser levado em consideração. As áreas antropizadas, às margens do rio Madeira, são mais susceptíveis ao processo erosivo, principalmente aquelas áreas que implantaram a atividade pecuária. Geralmente, o barranco está em processo de recuo provocado pela ação das águas e pelo próprio pisoteio do gado, em sedimento e/ou solo descoberto de vegetação. Os sedimentos são predominantemente argilo-arenosos, por vezes siltosos, sobre os quais se desenvolvem ravinamentos que dão o início ao processo erosivo (figura 115).



Figura 108. Erosão provocada pela supressão da mata ciliar em área de fazenda.

6. RECURSOS MINERAIS

Os recursos minerais que estão inseridos na área do empreendimento do Jirau são apresentados no mapa de recursos minerais metálicos e não-metálicos (anexo I.8) e mapa de atividade garimpeira (anexos I.5), ambos na escala de 1:100.000.

A potencialidade mineral na área investigada é definida pela ocorrência de 22 depósitos minerais, representados essencialmente por depósitos de ouro, cassiterita, ametista e topázio.

Os depósitos auríferos concentram-se nos aluviões do rio Madeira e estão hospedados, preferencialmente, nos níveis conglomeráticos, denominados localmente de “mucururu” (figura 109). Esses níveis são compostos por areia grossa conglomerática, composta por grânulos e seixos de quartzo e fragmentos de rocha, cimentados por cimento siderítico, com matriz constituída por quartzo, feldspatos, magnetita, ilmenita, turmalina e ouro. O processo de ferrificação, que deu coesão aos sedimentos de fundo de canal, possibilitou a formação de níveis ferruginizados constituídos pelos minerais de goethita, hematita e siderita.

Os cristais de ouro são predominantemente lamelares, algumas vezes encurvados, apresentando dimensão média de 0,24x0,21x0,02mm. A faixa granulométrica das partículas de ouro nos principais depósitos está situada entre 150 e 200 mesh, porém, parte considerável do ouro fica abaixo de 200 mesh. Os garimpeiros, com frequência, referem-se a “poeira de ouro” em função dessa baixa granulometria do mesmo, o qual flutua na água e é até mesmo imperceptível à vista desarmada.



Figura 109. Feição mesoscópica do “Mucururu”.

Os depósitos aluvionares (placers) do rio Madeira com ouro associado podem ser caracterizados como de fácies de canal (barras de canal, de pontal e leito ativo), além dos terraços marginais, paleocanais e paleomeandros. Outras zonas preferenciais para retenção do metal incluem as partes meandrantas dos rios, quando ocorre o recobrimento de sedimentos aluvionares por depósitos de ambiente lacustino terminal, capacitados para retenção de ouro de granulometria fina, durante retrabalhamento das calhas antigas e atuais dos cursos d’água (Adamy & Romanini, 1990).

A Reserva Garimpeira do Rio Madeira, criada pelas Portarias Ministeriais 1.345/79 e 1.034/80, estende-se ao longo do trecho do rio e delimitada pela cachoeira do Teotônio à jusante até a localidade de Bom Futuro à montante, abrangendo uma área aproximada de 450 km². Entretanto, a atividade garimpeira atual estende-se além dos limites da reserva, à montante do Jirau até a confluência do rio Abunã com o rio Madeira (anexo I.5).

Essa atividade é realizada quase que exclusivamente por dragas (único equipamento que permanece atuando na época de cheia, quando a lâmina de água do rio chega atingir até 18 m de espessura) e balsas denominadas de “scarifussas”(figura 110), poucas com auxílio de mergulhadores, além de raros garimpos manuais de equipamento rudimentar .



Figura 110. Dragas em atividade de exploração de ouro no leito do Rio Madeira.

As dragas constituem-se de uma estrutura metálica medindo, em média, 14m x 8 m, com “para-quedas”, caixas de concentração *sluice* de 7m x 10m, motores de 140 a 360 Hp, com bombas e lança de sucção e quebramento com diâmetro de 8” a 14” acompanhadas de guincho mecânico. Enquanto que as balsas “scarifussas” são menores, com estrutura de sustentação apoiada em cilindros metálicos e sobrepostos com uma plataforma de madeira medindo 6 ou 7m x 5m, com motores de menor potência, geralmente, variando de 30 a 150 Hp, bombas e mangueiras de sucção com 6” a 8” de diâmetro.

O processo de extração do ouro envolve caixas de concentração (*sluice*) inclinadas, com tariscas (*riffles*) ou ressaltos espaçados de 40 a 50cm e 15cm de altura, sendo esse método denominado popularmente como “cobra fumando”. Constatou-se durante as visitas realizadas nas dragas e balsas, que durante a recuperação do ouro, por este ser extremamente fino, aliado a forte pressão e velocidade da água que ao passar pelos pára-quedas e caixas de concentração (processo equitombante), grande parte deste metal não é retido, retornando ao leito ativo do rio, juntamente com o material estéril.

Quanto ao processo de apuração do ouro, este é feito a partir da lavagem em baldes do pré-concentrado acumulado nos sacos de estopa ou carpetes que revestem a caixa concentradora, onde ao produto é adicionado sabão em pó e mercúrio, o qual é posteriormente bateado, resultando numa amálgama de mercúrio e ouro, além de minerais pesados (esmeril). O processo se completa com a queima do mercúrio em maçarico onde o ouro então é separado. Dados de

produção de ouro conseguidos por meio de entrevista direta com os garimpeiros, no período de setembro a outubro de 2004, indicam uma produção média diária de 47 gramas por draga e de 15 gramas das balsas “scarifussas”.

Nas tabelas 11 e 12, encontram-se registrados os dados da atividade garimpeira em anos anteriores e em 2004, que envolve o tipo de equipamento e a média anual do número de pessoas envolvidas com a atividade garimpeira, salientando que existem alguns períodos sem registro.

Ano	1979	1981	1982	1983	1984	1985	1986	2004(*)
Manual	-	-	-	-	-	-	-	2
Balsa	16	-	-	1000	1000	800	800	125
Draga	-	15	-	-	100	300	300	85
População	1.500	8.000	5.000	-	9.000	-	5.000	870

Tabela 11 - Dados relativos a quantidade de equipamento e população garimpeira envolvida na extração de ouro no rio Madeira. (*) meses de setembro e outubro de 2004.

Ano	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	2004
Registrada	177	238	817	1351	3454	1931	1481	466	-
Estimada	1500	1200	2400	4500	8000	4000	5000	5000	1875

Tabela 12 - Produção anual de ouro do rio Madeira (valores em kg)

No levantamento realizado no trecho do rio Madeira que vai do garimpo das Araras até Santo Antônio, cadastrou-se 870 pessoas envolvidas na atividade garimpeira e um total de 224 equipamentos entre dragas, balsas e manual. Essa atividade produz atualmente e extra-oficialmente 5.912 gramas de ouro/dia, sendo que deste montante, as dragas são responsáveis por 4.310 gramas/dia, as balsas “scarifussas” por 1.526 gramas/dia, as balsas de mergulho por 24 gramas/dia, maquinário rudimentar por 41 gramas/dia, exploração manual rudimentar por 11 gramas/dia. A produção de ouro no trecho citado decresce durante o período chuvoso, devido ao aumento da lâmina d’água e das corredeiras, onde nessas condições, somente as dragas conseguem extrair o ouro.

A atividade garimpeira é bastante itinerante, fato que prejudica o cadastramento, pois de um dia para outro, as balsas e dragas podem se deslocar para outras áreas, como tem acontecido com algumas dragas que se deslocaram da cachoeira do Santo Antônio para o Belmonte.

As mineralizações primárias de cassiterita, na região de São Lourenço, estão relacionadas a granitos rapakivíticos tardios, representados por biotita-granitos equigranulares, pertencentes a

Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas. *Greisens* resultantes de eventos hidrotermais associam-se aos processos de microclinização e muscovitização das rochas encaixantes produzindo filões nos quais ocorre enriquecimento em cassiterita. Granitos pórfiros contendo cassiterita são adicionalmente reportados, com associação mineralógica incluindo sulfetos em abundância (calcopirita, covelita, calcocita, esfalerita, molibdenita, galena), além de magnetita e ilmenita. Quartzo-muscovita-cassiterita *greisens* comumente cortam os contatos entre granitos equigranulares e granitóides porfíricos (viborgitos e piterlitos).

Atualmente, a exploração de cassiterita encontra-se concentrada nos aluviões do rio São Lourenço e seus afluentes e em colúvios dos granitos equigranulares greisenizados. Adicionalmente, a extração executada por cooperativa de garimpeiros está concentrada nos rejeitos das lavras da Macisa e Ceriumbrás, onde estão extraindo a cassiterita e secundariamente topázio.



Figura 111 - Atividade garimpeira de extração de cassiterita na região de São Lourenço.



Figura 112 - Detalhe da atividade garimpeira de extração de cassiterita na região de São Lourenço.

Também na região de São Lourenço existem quatro frentes de lavra garimpeira de ametista, denominadas de Isaac II ($09^{\circ}30'59''\text{S}/65^{\circ}05'38''\text{W}$), Cacharaí ($09^{\circ}31'09''\text{S}/65^{\circ}05'33''\text{W}$); Pedra Preta ($09^{\circ}30'53''\text{S}/65^{\circ}06'12''\text{W}$) e Grotta Rica ($09^{\circ}30'46''\text{S}/65^{\circ}06'28''\text{W}$), além de diversos indícios e ocorrências. Atualmente, somente as frentes do Isaac II e Cacharaí estão em atividades, onde são utilizados tratores de esteiras para o decapeamento e explosivos para o desmonte da rocha encaixante. A seleção das ametistas é feita manualmente, em função das suas características mineralógicas, e são caracterizadas como do tipo industrial e com aproveitamento pouco significativo para gemas. Desde que entraram em operação, Isaac II e Cacharaí acumularam juntas uma produção estimada 389 toneladas de ametista industrial.

As mineralizações de ametista ocorrem na forma de geodos e drusas (figuras 5 e 113), desenvolvidos em veios centimétricos a métricos e em bolsões, os quais encontram-se alojados nos quartzo-metarenitos da Formação Mutum-Paraná e estão dispostos ao longo de uma zona de fraturamentos e falhamentos orientada nas direções NW-SE e subordinadamente NE-SW, muito embora ocorram bolsões isolados e com distribuição aparentemente aleatória. As ametistas apresentam-se geralmente zonadas, onde a coloração dos cristais varia de violeta clara a violeta escura, transicionando para quartzo incolor, onde o zoneamento caracteriza sobrecrecimento de

fases silicáticas resultando em cristais de faces bem definidas, culminando com a cristalização de calcedônia. Posteriormente, os cristais de ametista foram recobertos por “filmes” de óxido de ferro.

Os cristais de ametista variam de tamanho e forma e exibem, por vezes, inclusões de minerais escuros. Os cristais bem desenvolvidos agrupam-se formando drusas, dispostas perpendiculares as paredes dos veios e dos bolsões, sendo que os cristais maiores atingem tamanhos em torno de 15 centímetros.



Figura 113 - Detalhe mesoscópico do Metarenito da Formação Mutum-Paraná apresentando veio de quartzo hialino e ametista em geodo associado a sistema de fratura.

6.1. Direitos Minerários

Conforme a legislação que regulamenta o setor mineral, os recursos minerais constituem patrimônio da União Federal (Constituição Federal, art. 20, inciso IX) e sua exploração por terceiros depende de autorização ou concessão estatal (art. 176. § 1º).

Sendo assim, o subsolo e os bens minerais nele contidos são da União, e não do proprietário do solo (superficiário). Qualquer cidadão ou empresa brasileira pode requerer uma concessão do poder público para pesquisar e posteriormente, extrair bens minerais, desde que atendidos os requisitos normativos. O controle do sistema é realizado pelo Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM, do Ministério das Minas e Energia - MME.

O direito mineral de uma determinada área para pesquisa ou lavra de recursos minerais compreende:

- I - os direitos sobre as massas individualizadas de substâncias minerais ou fósseis, encontradas na superfície ou no interior da terra, formando os recursos minerais do País;
- II - o regime de seu aproveitamento; e,
- III - a fiscalização pelo Governo Federal, da pesquisa, da lavra e de outros aspectos da indústria mineral.

O direito de exploração de recursos minerais, dependendo do tipo de substância mineral, pode ser obtido pelos regimes de concessão de lavra, licenciamento ou autorização de lavra garimpeira. Determinados recursos minerais são regidos por leis especiais.

Por conseguinte, os direitos minerários das áreas inseridas nos limites do empreendimento do Jirau estão divididos da seguinte forma: autorização de pesquisa, requerimento de lavra e concessão de lavra, com dados atualizados até outubro de 2004. Na tabela 9 (anexo 3) nos Mapas dos Direitos Minerários referentes as áreas de influência indireta na escala 1:250.000 (anexo I.7) e de influência direta na escala 1:100.000 (anexo I.8) encontram-se os dados atualizados até outubro de 2004, conseguidos junto ao Departamento Mineral de Produção Mineral.

7. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÃO

O mapeamento geológico executado na área de influência direta e indireta de Jirau permitiu um avanço considerável no conhecimento geológico, no tocante aos aspectos evolutivos da crosta continental, falando-se numa escala regional, até aqueles processos que envolvem a dinâmica do rio Madeira. Nesses aspectos, foram reconhecidas e definidas novas unidades litoestratigráficas que dentro do contexto geológico regional, permitiram melhor caracterizar os processos que originaram as rochas, os recursos minerais, os processos tectônicos e os fenômenos supergênicos e intempéricos que permitiram o modelamento do relevo atual. Dentro deste contexto, salienta-se também o melhor posicionamento cronológico das rochas pertencentes a Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas, conseguido através da execução de análise Pb-Pb, além da sua caracterização geoquímica. Os estudos de campo e laboratório permitiram também definir as características geológicas do Maciço Tamburete, sua idade geocronológica pelo método Pb-Pb, onde o mesmo foi inserido na Suíte Intrusiva Serra da Providência.

Dentre as novas unidades litoestratigráficas descritas e cartografadas, destaca-se a Formação Rio Madeira, posicionada temporalmente no Pleistoceno Superior, a qual é depositária das principais mineralizações de ouro da região, além de conter o acervo paleontológico da megafauna amazônica e material vegetal que permite extrapolar as condições climáticas e paleoambientais de um passado não muito distante. A idade inédita conseguida para essa unidade, utilizando-se o método radiométrico ^{14}C , foi entre 46.310 a 27.310 anos A.P. Essa unidade está, atualmente, sendo retrabalhada pela ação mecânica das águas do rio Madeira, como reflexo dos movimentos tectônicos que ocorrem de forma intensiva na Cordilheira Andina.

Outras unidades litoestratigráficas definidas no presente trabalho foram a Suíte Metamórfica Nova Mamoré e Suíte Laje. A primeira, apresenta zonas de intensa sulfetação que necessitam de uma avaliação detalhada para definir a potencialidade mineral que pode estar vinculada aos seus litotipos. A outra, apresenta potencial metalogenético para rutilo, além de fornecer informações geológicas sobre a evolução cratônica do sudoeste da Amazônia.

Como recomendação, sugere-se efetuar estudos avaliativos na Bacia de Abunã, de forma a monitorar o comportamento hidrodinâmico dos sedimentos, a partir da subida do nível das águas, quando do represamento parcial das mesmas à jusante. Esses estudos servirão para quantificar e qualificar os tipos de sedimentos que provavelmente se depositarão na referida Bacia, assim como monitorar os processos de colmatação.

Adicionalmente, sugere-se efetuar estudos de avaliação do potencial aurífero dos paleocanais, meandros abandonados e bacias e/ou depressões marginais ao canal atual do rio Madeira, ocupado pela Formação homônima, através da execução de furos de sondagem prospectivos. Com isso, procurar-se-á avaliar as reais potencialidades minerais dos depósitos aluvionares do rio Madeira.

Por fim, acompanhar e monitorar a dinâmica do rio Madeira no tocante aos aspectos erosivos e deposicionais, ou seja, verificar a tendência dos processos e mecanismos sedimentares a montante do represamento de Jirau.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adamy A. & Romanini S.J. (coords.) 1990. *Geologia da Região Porto Velho - Abunã*. Relatório final. DNPM/CPRM, Porto Velho, 273p. il.
- Bahia R.B.C. 1997. *A Formação Palmeiral (Proterozóico Superior) na Serra dos Pacaás Novos, oeste de Rondônia*. Tese de Mestrado, Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, 88 p.
- Bettencourt J.S., Leite Jr. W.B., Payolla B.L., Scandolaro J.E., Muzzolon R., Vian J.A.J. 1997. The rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, northern Brazil. *In: CBPM/SGM, International Symposium on Granites and Associated Mineralizations, 2, Excursions Guide*, 162p. p. 3-31.
- Bettencourt J.S., Tosdal R.M., Leite Jr. W.B., Payolla B.L. 1997. U-Pb, Sm-Nd, Pb-Pb and Rb-Sr isotopic constraints on the origin of the rapakivi granites of Rondônia. *In: South-American Symposium on Isotop Geology*, p. 47-48.
- Bettencourt J.S., Tosdal R.M., Leite Jr., W.B. Payolla B.L. 1999. Mesoproterozoic rapakivi granites of the Rondônia Tin Province, southwestern border of the Amazonian Craton, Brazil-I. Reconnaissance U-Pb geochronology and regional implications. *Precambrian Research*, **95**: 41-67.
- Bizzi L.A., Schobbenhaus C., Gonçalves J.H., Baars F.J., Delgado I. de M., Abram M.B., Leão Neto R., Matos G.M.M. de, Santos J.O.S. 2002. *Geologia e recursos minerais da Amazônia Brasileira; Região cratônica*. Sistema de Informações Geográficas-SIG. Brasília. (Escala 1:1 750.000). CD Rom.
- Igreja H.L.S. & Catique J. 1997. Análise neotectônica do lineamento Itacoatiara centro-leste do Estado do Amazonas. *In: SBG, Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 6, Anais*, p. 131-133.
- Kloosterman J.B. 1968. Uma província do tipo nigeriano no sul da Amazônia. *Eng. Min. Met.*, 47 (278): 59-64.

- Lima M.I.C. de. 1988. Lineamentos estruturais na seqüência cenozóica Solimões e suas relações com o Cráton Amazônico e Bacia do Alto Amazonas. *In: Congresso Brasileiro de Geologia*, 35, *Anais*, p. 2396-2406.
- Lobato F.P.N.S., Appel L.E., Godot M.C.F.T. de, Ritter J.E. 1966. *Pesquisa de cassiterita no Território Federal de Rondônia*. DNPM, Rio de Janeiro, 191 p. Bol., 125.
- Payolla B.L., Bettencourt J.S., Kozuch M., Leite Jr. W.B., Fetter A.H., Van Schmus W.R. 2002. Geological evolution of the basement rocks in the east-central part of the Rondônia Tin Province, SW Amazonian Craton, Brazil: U-Pb and Sm-Nd isotopic constraints. *Precambrian Research*, 119:141-169.
- Santos, J.O.S.; Hartmann, L.A.; Gaudette, H.E.; Groves, D.I.; McNaughton, N.J.; Fletcher, I.R. A new understanding of the Provinces of the Amazon Craton based on Integration of field mapping and U-Pb and Sm-Nd geochronology. *Gondwana Research*, v. 3, n. 4, p. 453-488, 2000.
- Santos J.O.S., Potter P.E., Reis N.J., Hartmann L.A., Mcnaughton N.J. 2001. Age and regional stratigraphy of the Roraima Supergroup and Roraima-like outliers in northern South America based on U-Pb geochronology. *In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia*, 7, *Anais ... Workshop II (CD-Rom)*.
- Santos J.O.S., Rizzotto G.J., Potter P.E., Hartmann L.A., Easton R.M., Mcnaughton N.J. 2002. The Sunsas orogenic cycle in western Amazon Craton, South America and correlation to the Grenville cycle of Laurentia, based on U-Pb isotopic study of detrital and igneous zircons. *In: SBG, Congresso Brasileiro de Geologia*, 41, *Anais*, p. 335.
- Scandolara J.E. 1998. *O quadro geral da neotectônica no Estado de Rondônia*. 15 p.
- Scandolara J.E., Amorim J.L. de., Rizzotto G.J., Quadros M.L. do E.S., Bahia R.B.C. 1999. Compartimentação tectono-estratigráfica pré-cambriana de Rondônia: subsídios para os modelos evolutivos. *In: SBG, Simpósio de geologia da Amazônia*, 6, *Boletim de Resumos Expandidos*, p. 282-285.

Scandolaro J.E., Rizzotto G.J., Amorim J.L. 1999. Evolução proterozóica de Rondônia: cronologia de eventos tectônicos. *In: SBG/SBGP, Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos, 7, Anais, Sessão 1, p. 24-27.*

Scandolaro J.E., Rizzotto G.J., Bahia R.B.C., Quadros M.L. do E.S., Silva C.R., Amorim J.L. 1999. *Mapa geológico do Estado de Rondônia*. Porto Velho. (Escala 1:1.000.000).

Souza Filho P.W.M., Quadros M.L. do E.S., Scandolaro J.E., Silva Filho E.P. da, Reis M.R. 1999. Compartimentação morfoestrutural e evidências de atividade neotectônica no sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia. *In: SBG, Simpósio de Geologia da Amazônia, 6, Boletim de Resumos Expandidos, p. 330-333.*

**LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PARA SUBSIDIAR O
ESTUDO DE VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO
HIDRELÉTRICO (AHE) DO RIO MADEIRA**

**APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DO JIRAU
(AHE - JIRAU)**

CAPÍTULO II - GEOMORFOLOGIA

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	132
2	METODOLOGIA DE TRABALHO.....	132
2.1	Aquisição de Material Cartográfico e Produtos de Sensoriamento Remoto.....	133
2.2	Compilação e Análise Bibliográfica.....	134
2.3	Fotointerpretação.....	135
2.4	Levantamento de Campo.....	136
2.5	Elaboração dos Mapas Geomorfológicos Finais.....	136
3	GEOMORFOLOGIA REGIONAL.....	137
3.1	Aspectos Gerais.....	137
3.2	Unidades Geomorfológicas.....	138
3.2.1	Bacia do Alto Rio Mutum-Paraná.....	139
3.2.2	Bacia do Baixo Rio Mutum-Paraná.....	140
3.2.3	Margem Esquerda do Rio Madeira.....	142
3.2.4	Bacia Sediamentar do Abunã.....	145
4	GEOMORFOLOGIA LOCAL.....	146
5	GÊNESE E EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DO RELEVO.....	151
6	DINÂMICA FLUVIAL DO RIO MADEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES NA IMPLANTAÇÃO DAS HIDRELÉTRICAS.....	156
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	175
8	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	179

ANEXOS

- II.1 MAPA GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUENCIA DIRETA DO JIRAU
(escala de 1:100.000)
- II.2 MAPA GEOMORFOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUENCIA INDIRETA DO
JIRAU (escala de 1:250.000)
- II.3 MAPA DE PONTOS DE GEOMORFOLOGIA DESCRITOS NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DIRETA DO JIRAU (escala de 1:100.000)

1. INTRODUÇÃO

A retomada do desenvolvimento tem imposto ao país à necessidade de encontrar alternativas viáveis economicamente e ambientalmente adequadas para atender a demanda crescente de energia das áreas industriais, bem como para contemplar regiões ainda deficitárias no suprimento de energia elétrica. Desta forma, o aproveitamento do potencial energético do rio Madeira, amparado em premissas ambientalmente corretas poderá suprir a região ocidental do Brasil de energia farta e barata, além de favorecer a sua conexão com o sistema elétrico nacional.

Para viabilizar esse empreendimento, o estudo detalhado do meio físico-biótico da área afetada torna-se indispensável, o que fornecerá subsídios para um melhor dimensionamento da obra, bem como para minimizar os impactos ambientais decorrentes de sua implantação. Evidentemente que esse estudo demanda a atuação de uma equipe multidisciplinar abordando as distintas áreas do conhecimento especializado, operando de forma conjunta e integrada, otimizando a qualidade da informação obtida.

Inserido neste contexto, a CPRM, através da Residência de Porto Velho, celebrou o Convênio nº 15.002/2004, onde fica estabelecida uma relação de parceria com a empresa FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S. A., objetivando estudos específicos associados ao tema GEOMORFOLOGIA, envolvendo tanto a Área de Influência Indireta – AII como a Área de Influência Direta – AID, localizada no entorno do rio Madeira. Este mesmo convênio estende o estudo para outras áreas temáticas como Geologia, Recursos Minerais e Hidrogeologia.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

Em estudos do meio físico, a metodologia de trabalho obedece a um roteiro praticamente padronizado, onde são contempladas atividades distintas, desde a coleta prévia de informações, a análise e consistência desses dados, até a elaboração de documentos conclusivos, passando ainda por etapas de campo para a obtenção de informações de natureza primária.

No presente trabalho, houve a necessidade de abreviar a realização das etapas previstas anteriormente, ou até mesmo desenvolvê-las de forma simultânea, considerando o exíguo tempo para sua execução, em face da assinatura tardia do Convênio. Independente deste fato, as atividades previstas para o cumprimento dos objetivos traçados foram plenamente realizadas, o que contribuiu para a obtenção de produtos com excelente qualidade.

Reuniões técnicas realizadas entre as empreiteiras e as instituições parceiras, entre as quais a CPRM, foram necessárias para o equacionamento de questões técnicas relacionadas ao

dimensionamento da área de atuação e de problemas específicos a cada tema. Concluídas essas reuniões, foram definidas as áreas de influência direta e indireta, optando-se pela sua ampliação, o que representará garantias adicionais de segurança e sucesso do empreendimento. Na mesma oportunidade, foram acordadas também as escalas dos respectivos mapas, onde a escala 1:250.000 representaria a área de influência indireta e a escala 1:100.000 estaria associada à área de influência direta.

As principais etapas desenvolvidas foram:

2.1. Aquisição de Material Cartográfico e Produtos de Sensoriamento Remoto

Estabelecida a área de atuação, promoveu-se o levantamento e aquisição de material cartográfico e produtos de sensoriamento remoto, utilizando-se fundamentalmente os mesmos sensores empregados em geologia, quais sejam imagens de satélite, imagens de radar e fotografias aéreas, além das bases cartográficas, todas em escalas compatíveis com o trabalho a ser executado.

Foram utilizadas as imagens de satélite 233/066, 233/067 e 232/066 registradas pelo sensor ETM+ / Landsat 7, datadas de 13/09/2002 e 05/08/2002, através de uma composição colorida 3(B), 4(G), 5(R) + pancromático, a partir das quais se elaborou uma carta-imagem do trecho Santo Antonio a Jirau, escala 1:100.000, favorecendo uma visualização integral da área de estudo. Na situação específica de Jirau, a imagem utilizada foi 233/067 de 13.09.2002, que possibilitou a criação de uma carta-imagem do aproveitamento hidrelétrico Jirau na cota 90 m, em escala 1:100.000. Essas imagens foram georreferenciadas pela rede de drenagem oriunda da restituição.

De aplicação mais restrita, foram os dados obtidos de imagens de radar fornecidos pelo satélite da Missão Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM (2004), constituindo um Modelo Digital de Elevação, elaborado por professores da Universidade de Campinas – UNICAMP.

As fotografias aéreas, fundamentais para uma visão tridimensional da área e para um maior detalhamento do trecho em estudo, foram amplamente empregadas, notadamente aquelas obtidas pela empresa Cruzeiro do Sul, em escala 1:110.000, datadas da década de 70. O conjunto de fotos obtidas pela LASA (64 a 66) não apresenta uma resolução compatível com as necessidades do estudo, tendo sido descartadas apesar da maior escala. Fotografias aéreas em escala de detalhe (1:8.000), deveriam ter sido disponibilizados pelo consórcio, entretanto este fato não ocorreu.

Os documentos cartográficos consultados foram às bases plani-altimétricas das Folhas SC.20-V-B Porto Velho, SC.20-V-C Abunã e SC.20-V-D Ariquemes em escala 1:250.000 e Folhas SC.20-V-B-IV Rio Mucuí, SC.20-V-B-V Porto Velho, SC.20-V-C-III Jirau, SC.20-V-C-V Abunã, SC.20-V-C-VI Mutumparaná e SC.20-V-D-I Jaciparaná, em escala 1:100.000. Estes documentos foram considerados para a elaboração da base cartográfica única definida para os Estudos de Impacto Ambiental dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio, disponibilizada por FURNAS e pela CNO/Leme Engenharia em formato digital. A fonte dos dados para essa atividade foram os trabalhos desenvolvidos pela Secretaria de Desenvolvimento Ambiental – SEDAM, do Governo do Estado de Rondônia, em escala 1:100.000, as quais foram acrescidas dados específicos do empreendimento pelas empresas consorciadas ou terceirizadas.

2.2. Compilação e Análise Bibliográfica

Como atividade paralela, procedeu-se o levantamento dos trabalhos técnicos desenvolvidos na área e que favoreceriam a elaboração da programação das demais atividades. Desta forma, foram coletados, selecionados e analisados os dados geomorfológicos disponíveis em trabalhos anteriores, relacionados às principais unidades geomorfológicas e demais feições de relevo na área de estudo, subsidiando a confecção dos mapas geomorfológicos preliminares.

De idêntica forma, efetuaram-se a compilação e análise das principais obras temáticas sobre a área, disponíveis nas bibliotecas públicas locais. Comprovou-se a adoção de linguagens distintas, próprias do estado da arte no momento de execução do trabalho, bem como escalas diferenciadas, predominando níveis de caráter regional. Durante essa revisão, procurou-se estabelecer correlações entre os resultados obtidos pelo vários mapeamentos, de modo a permitir a utilização de todos os dados disponíveis, entretanto, este objetivo foi obtido apenas parcialmente.

Os produtos analisados nesta etapa, elaborados desde a década de 70 por instituições públicas, em sua maioria, foram as seguintes:

- Projeto Noroeste de Rondônia, executado pela CPRM no início da década de 70; escala 1:500.000;
- Projeto Radambrasil / Folha Porto Velho, desenvolvido pelo RADAMBRASIL, na década de 70 na escala 1:1.000.000;
- Projeto Porto Velho-Abunã, executado pela CPRM na década de 90, em escala 1:100.000;

- Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia, realizado pelo Governo do Estado de Rondônia, através de terceirização dos trabalhos, abrangendo o Estado em levantamento multitemático, em escala 1:250.000;
- Zoneamento Ecológico-Econômico da Região Fronteiriça Brasil-Bolívia: Rio Abunã – Vale do Guaporé, executado pela CPRM, de caráter multidisciplinar, contando com a participação de consultores, tendo sido concluído em 2002.

As obras fundamentais para a realização deste trabalho foram aquelas elaboradas pelo RADAM na década de 70 e o ZSEE-RO, publicado recentemente. Como produtos resultantes desta atividade de compilação, elaboraram-se dois mapas distintos: o primeiro, englobando a área de influência indireta, com uma área estimada de 6.871 km², apresentado em escala 1:250.000, e um segundo mapa, em escala 1:100.000, restrito a área de influência direta, estimado preliminarmente em 2.444 km².

2.3. Fotointerpretação

Esta atividade consistiu na análise de todos os sensores disponíveis como fotografias aéreas, imagens de radar, imagens de satélite, que interpretadas conjuntamente com os dados dos mapas geomorfológicos de trabalhos anteriores e em várias escalas, permitindo a introdução de modificações nos mapas geomorfológicos previamente elaborados e que nortearam a programação de campo em busca de checar esses novos dados.

Durante a fotointerpretação, foram enfatizados os seguintes aspectos:

- interpretação das unidades morfoestruturais e morfoesculturais com emprego de imagens de satélite, e apoio de mapas geológicos existentes;
- análise de propriedades morfológicas (formações superficiais; geometria de vertentes e topos; padrão de drenagem) e morfométricas (desnivelamento; declividade; densidade de drenagem) do relevo com emprego de fotografias aéreas e cartas topográficas;
- interpretação de lineamentos estruturais, anomalias de drenagem e indicadores morfotectônicos para análise neotectônica;
- análise comparativa das feições fotointerpretadas com o mapa geomorfológico preliminar.

2.4. Levantamento de Campo

Durante a etapa de campo, realizada entre o Acampamento de Jirau e a Vila de Abunã foram enfatizadas observações sobre as formas de modelado quanto à origem (formas fluviais, de aplainamento, etc.) declividades, tipos de rocha, fontes potenciais de sedimentos (solo exposto), áreas suscetíveis a voçorocamentos, assoreamentos e inundações.

A etapa de campo consistiu de duas atividades distintas: uma, ao longo do leito do rio Madeira, onde foram efetuadas observações sobre a dinâmica fluvial, a sedimentação atual e o comportamento das zonas marginais e outra, percorrendo as principais vias de acesso viário pela margem direita, desde a rodovia BR-364 e suas vicinais, bem como a estrada da Mina São Lourenço, situada pela margem esquerda do rio Madeira.

É importante destacar que o trabalho ao longo do rio Madeira deve sempre levar em conta a sazonalidade das exposições, devido à variação expressiva do nível fluviométrico do rio, sujeito as inundações próprias da estação das chuvas. Desta forma, considera-se a necessidade de um monitoramento periódico do rio Madeira para acompanhar os efeitos provocados pela alternância das estações seca e chuvosa, associado principalmente aos processos erosivos instalados.

Com a identificação das unidades litológicas e seu comportamento estrutural, as feições de modelado intrinsecamente associados e dos processos que ocorrem ao longo do tempo geológico, tornou-se possível coletar as informações basicamente necessárias para delimitar e definir as unidades de relevo. Estabeleceu-se também a influência de cada unidade na dinâmica dos processos geomorfológicos da área de estudo - seu potencial erosivo e potencial como fonte de sedimentos e movimentos de massa. O reconhecimento da dinâmica superficial (erosão-transporte-deposição de sedimentos) favoreceu considerações sobre o grau de fornecimento de detritos para a rede de drenagem.

Como atividade complementar, desenvolveu-se uma curta etapa de campo no entorno da Vila Nova, município de Nova Mamoré, onde foram efetuados perfis de reconhecimentos ao longo de trechos dos rios Beni e Mamoré, visando avaliar a contribuição sedimentar desses rios para o rio Madeira.

2.5. Elaboração dos Mapas Geomorfológicos Finais

Com a conclusão da etapa de campo da área de Jirau, efetuou-se uma reinterpretção dos produtos previamente elaborados, compatibilizando-os com os resultados obtidos durante a etapa

de campo, constatando-se a introdução de novos conhecimentos, traduzidos em contatos revisados, unidades reagrupadas, subdivisão de unidades maiores e até mesmo a supressão de informações pretéritas. Foram ajustadas as legendas preliminares, principalmente no mapa da área de influência direta, a qual foi submetida a um detalhamento maior.

Fundamentado nos mapas geomorfológicos finais, elaborou-se um texto explicativo que contemplou a descrição mais pormenorizada das unidades geomorfológicas contidas nos produtos cartográficos. Complementarmente, foi produzido um mapa da AID – Jirau contendo os pontos de estudo geomorfológico (Anexo II.3).

3. GEOMORFOLOGIA REGIONAL

3.1. Aspectos Gerais

A área de estudo do rio Madeira compreendida entre a cachoeira do Jirau e a localidade de Abunã está inserida no Megalineamento Itacoatiara - Madre de Dios (Igreja & Catique, 1997; Bemerguy et al., 2002) e enquadra-se na Unidade Morfoestrutural *Alto Estrutural Guajará Mirim – Porto Velho* (Quadros et al., 1996; Souza Filho et al., 1999). O alto estrutural representa uma porção do embasamento soerguida por tectônica durante o Cenozóico, sendo que o rio Madeira, neste trecho, encontra-se num vale encaixado, marcado por níveis de base locais (corredeiras, travessões e saltos) e exíguas planícies de inundação, numa nítida condição de ajuste ao nível de base regional.

O *Alto Estrutural Guajará Mirim – Porto Velho* está delimitado, a oeste e a sul pela *Depressão Sub-Andina do Beni* e pela *Depressão do Guaporé*. Esta grande Bacia Quaternária, que se situa em posição de “back-arc” com relação à Cordilheira dos Andes, consiste numa vasta planície aluvial que abrange a Amazônia Boliviana e o vale do Guaporé e reúne os principais formadores do rio Madeira - rios Beni, Madre de Dios, Mamoré e Guaporé. A leste e a norte, o alto estrutural está delimitado pelo Planalto Rebaixado da Amazônia, representado por baixos platôs sulcados pela rede de drenagem atual e constituídos por extensos depósitos terciários e quaternários das formações Solimões e Içá, associados a Bacia Sedimentar do Amazonas. Ressalta-se, ainda, no interior do *Alto Estrutural Guajará Mirim – Porto Velho*, a Bacia Quaternária do Abunã, constituída por uma depressão tectônica alongada de natureza romboédrica, preenchida por uma sedimentação fluvial recente (Souza Filho *et al.*, 1999).

A bacia contribuinte ao rio Madeira junto à seção Jirau – Abunã é relativamente pouco extensa destacando-se, na margem direita, a bacia do rio Mutum-Paraná – Cotia e os igarapés do

Jirau, do Cirilo e do Castanho. Na margem esquerda, observam-se apenas pequenos tributários tais como o rio São Lourenço e o igarapé São Simão. Por outro lado, destaca-se, nesse contexto, que o divisor Madeira-Purus encontra-se muito próximo à margem esquerda do rio Madeira. Esta assimetria entre as bacias e o padrão retilíneo do canal do rio Madeira (em contraste com o padrão meândrico de alta sinuosidade do rio Purus) sugere um controle neotectônico regional, conforme referenciado por Quadros et al. (1996).

De acordo com Adamy & Romanini (1990) e Rizzotto *et al.* (no prelo), o embasamento Pré-Cambriano emerso pelo Alto Estrutural no setor Jirau-Abunã é constituído, principalmente, por rochas ígneas e polimetamórficas (gnaisses, granitos, quartzitos, granulitos e rochas básicas diversas) de idades Arqueana e Paleoproterozóica do Complexo Jamari.

Na zona próxima à calha do rio Madeira, entre a cachoeira do Jirau e a ilha do Paredão, aflora arenitos ortoquartzíticos da Formação Mutum-Paraná (metassedimentos), além de arenitos arcoseanos e conglomerados da Formação Palmeiral. Trata-se de coberturas sedimentares cratônicas plataformais de idade Mesoproterozóica. A jusante se observa que a cachoeira do Jirau é composta essencialmente por rochas intrusivas ácidas da Suíte Intrusiva São Lourenço-Caripunas (granitos subalcalinos) e por estar situado no plano de um lineamento estrutural de direção E-W, sugere que este nível de base local tenha sido gerado por uma reativação neotectônica de um antigo plano de falha.

Granitos Rondonianos de idade Meso a Neoproterozóica intrudiram o embasamento polimetamorfizado do Complexo Jamari, sendo sua ocorrência mais freqüente nos terrenos da margem esquerda do rio Madeira, possuindo um destaque especial por estarem mineralizados em cassiterita.

A sedimentação quaternária é restrita, tanto nesta seção do rio Madeira, quanto em seus tributários devido ao seu posicionamento no Alto Estrutural. Nesse contexto, excetua-se a Bacia de Abunã, entre as localidades de Mutum-Paraná e Abunã, que apresenta uma espraiada superfície aluvionar pela sua margem direita, evidenciando claramente a assimetria de deposição entre ambas as margens do rio. Essa extensa área de sedimentação indica a presença de um bloco subsidente com basculamento para nordeste (Latrubesse, 2000).

3.2. Unidades Geomorfológicas

A elaboração do mapa geomorfológico regional foi fundamentada em dados secundários extraídos basicamente dos produtos elaborados pelo Zoneamento Socioeconômico-Ecológico de Rondônia e pelo Projeto RADAMBRASIL. Para a qualificação das formas de relevo

identificadas na Área de Influência Indireta do Jirau foram empregadas duas grandes categorias de unidades, consideradas como de agradação e de degradação. Como unidades de agradação foram englobadas as planícies aluviais, terraços fluviais, depressões, lagos, cones e congêneres, enquanto que as unidades de degradação contemplam formas de relevo submetidas mais intensamente aos processos erosivos tais como *footslopes*, superfícies de aplanamento, agrupamentos de morros e colinas com e sem controle estrutural, areais brancos com escoamento impedido, superfícies tabulares e *cuestas*.

A configuração regional do relevo, a despeito do processo de epirogênese experimentado pelo Alto Estrutural Guajará Mirim-Porto Velho, é caracterizada pelo amplo predomínio de extensas superfícies aplainadas e formas de relevo suaves e de baixa amplitude de relevo, afetadas em maior ou menor grau por processos de dissecação. Numa análise pormenorizada, podemos subdividir a área de estudo nos seguintes segmentos:

3.2.1. Bacia do Alto Rio Mutum-Paraná

Esta bacia, que se situa pela margem direita do rio Madeira, caracteriza-se por um relevo colinoso medianamente dissecado, inserido na *Depressão Interplanáltica da Amazônia Meridional* por Mello *et al.* (1978), apresentando áreas com uma dissecação variável entre alta a baixa. Ao contrário das bacias dos rios Jaci-Paraná e Candeias, que também são afluentes do rio Madeira entre Porto Velho e Jirau, a bacia do rio Mutum-Paraná, de menor abrangência, não drena as vertentes escarpadas da serra dos Pacaás Novos, mas apenas alguns de seus contrafortes mais rebaixados. Neste sentido, a quantidade de sedimentos transportada tende a ser inferior em relação às duas bacias supracitadas.

Segundo dados contemplados no ZSEE-RO (Iteron/Seplad, 1999), são definidas duas unidades geomorfológicas maiores neste subambiente, representadas pelas Superfícies de Aplanamento e Planícies Aluviais de Rios Secundários, assim descritas:

- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Dissecação Média e Nenhum ou Esporádicos *Inselbergs* e *Tors* (D.2.2.2.1);
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Dissecação Alta e Nenhum ou Esporádicos *Inselbergs* e *Tors* (D.2.2.3.1). Esta unidade está representada na parte superior da bacia do Rio Mutum Paraná. As unidades D.2.2.2.1 e D.2.2.3.1 constituem-se nas unidades predominantes deste subambiente;

- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Dissecação Média e a Presença de *Inselbergs* (D.2.2.2.3);
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Dissecação Média e Muitos *Tors* (D.2.2.2.2);
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Baixa Dissecação e Muitos *Tors* (D.2.2.1.2). Estas últimas três unidades distribuem-se de forma restrita nesta região;
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível III com Dissecação Alta e Nenhum ou Esporádicos *Inselbergs* e *Tors* (D.2.3.3.1). Esta unidade foi caracterizada no alto curso do Igarapé Água Azul, afluente pela margem esquerda do rio Mutum Paraná;
- ✓ Planície Aluvial de Rio Secundário (A.3.2), representada pela faixa sazonalmente inundável do rio Mutum Paraná.

Estas unidades foram definidas tomando como referência as respectivas altitudes, onde o Nível II representa altitudes entre 200 e 300 metros e o Nível III estabelece altitudes não superiores a 200 metros.

Nestes terrenos embasados por rochas do Complexo Jamari, predominam solos Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos (Amaral Filho *et al.*, 1978), reinterpretados posteriormente como Argissolos Vermelho-Amarelos Alumínicos e Latossolos Amarelo Alumínicos. Caracterizam-se por solos espessos, argilosos, bem estruturados e com expressiva variação textural entre os horizontes A e Bt.

Este ambiente, recoberto pela Floresta Tropical Aberta (Barros-Silva *et al.*, 1978) e ainda muito pouco alterado pela intervenção humana, notabiliza-se por sua estabilidade morfodinâmica frente aos processos erosivo-deposicionais e a movimentos de massa. A fraca declividade das vertentes das colinas associada à descontinuidade hidráulica existente no contato dos horizontes A e B dos Argissolos podem desencadear algumas ocorrências erosivas, mas de pouco significado enquanto estes terrenos mantiverem-se florestados.

Estes terrenos estão inteiramente situados na área de influência indireta da UHE Jirau.

3.2.2. Bacia do Baixo Rio Mutum-Paraná

Este subambiente, constituído pela bacia do rio Mutum-Paraná e pelas bacias de igarapés menores que drenam diretamente para a margem direita do rio Madeira tais como os igarapés Jirau e Cirilo, caracteriza-se por um relevo plano, muito pouco dissecado, inserido no *Planalto Rebaixado da Amazônia Ocidental* por Mello *et al.* (1978). Localmente, pode exibir faixas com um grau de dissecação mais acentuado.

Os estudos desenvolvidos no Zoneamento Socioeconômico-Ecológico – ZSEE do Estado de Rondônia (Iteron/Seplad, op. cit.) caracterizam essa área como uma ampla superfície de aplanamento, de relevo plano a muito suavemente ondulado, entre as cotas de 200 e 300 metros (denominada regionalmente como superfície de aplanamento - nível II), apresentando graus de dissecação variando entre baixo e alto. Este mapeamento ainda identifica uma baixa ocorrência de relevos residuais, tais como *inselbergs*, *hillocks* e *tors*, os quais foram associados a essas superfícies e que se localizam preferencialmente entre as vilas de Mutum-Paraná e Jirau.

Foram definidas as seguintes unidades associadas às superfícies de aplanamento, que predominam amplamente no baixo rio Mutum-Paraná;

- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Dissecação Média e Nenhum ou Esporádicos *Inselbergs* e *Tors* (D.2.2.2.1);
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Baixa Dissecação e Nenhum ou Esporádicos *Inselbergs* e *Tors* (D.2.2.1.1). Estas duas unidades são predominantes neste subambiente;
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Alta Dissecação e Nenhum ou Esporádicos *Inselbergs* e *Tors* (D.2.2.3.1);
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Baixa Dissecação e Muitos *Tors* (D.2.2.1.2);
- ✓ Superfície de Aplanamento Nível II com Relevo Plano e Evidências de Superfícies ou Couraças Ferruginosas (D.2.2.1.0), associadas a perfis lateríticos, comuns na região amazônica.

Como se percebe pela respectiva descrição, as unidades mapeadas pelo ZSEE-RO enquadradas como superfícies de aplanamento diferem entre si pelo grau de dissecação e pela presença ou não de relevos residuais. Em escala de maior detalhe, por exemplo, 1:100.000, objeto de estudo da Área de Influência Direta, estes relevos residuais serão descritos como unidades individualizadas.

Como unidades diferenciadas foram caracterizadas Terraços Fluviais Altos com Dissecação Baixa (A.2.1.2) no trecho compreendido entre a Vila de Jirau e o acesso para o Acampamento Jirau, estendendo-se em direção ao rio Madeira.

Vale destacar ainda uma unidade definida nas proximidades da Cachoeira do Jirau, ocupando um relevo acentuado e de formato alongado, caracterizada como um Alinhamento de Morrotes (S.3.2.3), geologicamente representada por conglomerados da Formação Palmeiral. Potencialmente, esta forma de relevo é altamente suscetível aos processos erosivos conforme se

observou em campo, particularmente nas porções desmatadas, sendo minimizado, no entanto, em sua maior parte, pela preservação da cobertura florestal nativa.

Foram assinaladas ainda áreas de ocorrência de Areais Brancos com Escoamento Impedido, definidas como Unidades de Intemperismo, representadas espacialmente pela letra “E”. Estas áreas deprimidas em posição de interflúvio apresentam mantos de alteração *in situ* com uma complexa evolução pedológica e geoquímica, originando Espodosolos recobertos, em geral, por vegetação gramíneo-arbustiva ou de campinarana.

Planícies Aluviais distribuídas ao longo das drenagens maiores foram individualizadas pelo ZSEE-RO, enquadradas como pertencentes a rios principais, como o rio Madeira (A.3.1) ou a rios secundários, como o rio Mutum-Paraná (A.3.2). Em trabalhos recentes, os solos desta região foram reclassificados como sendo gleissolos e plintossolos (ZEE Brasil-Bolívia, 2000).

Nestes terrenos também embasados por rochas do Complexo Jamari, predominam Latossolos Vermelho-Amarelos álicos (Amaral Filho *et al.*, 1978). Caracterizam-se por solos muito espessos, argilosos, bem drenados e estruturados.

Este ambiente, recoberto pela Floresta Tropical Aberta (Barros-Silva *et al.*, 1978) é muito pouco alterado pela intervenção humana, exceto ao longo da BR-364, entre Porto Velho e Rio Branco. Estas áreas ressaltam uma notável estabilidade morfodinâmica frente aos processos erosivo-deposicionais e a movimentos de massa. A morfologia quase plana das áreas aplanadas e dos baixos platôs associada a solos e mantos de intemperismo espessos e bem drenados indica uma vulnerabilidade muito baixa com relação aos processos erosivo-deposicionais em terrenos florestados.

Uma parte destes terrenos está localizada na área de influência direta da UHE Jirau, numa faixa de entorno ao futuro reservatório.

Subordinadamente podem ocorrer colinas amplas isoladas em meio às superfícies aplanadas apresentando, em geral, desnivelamentos entre 20 e 50 m e gradientes de vertentes entre 5 e 20° (Figura 1).

3.2.3. Margem Esquerda do Rio Madeira

A margem esquerda do rio Madeira também está caracterizada pelo domínio das superfícies aplanadas, similares aos da margem direita. Todavia, sobressaem-se platôs alçados por curtas escarpas; pequenas serras alinhadas em cristas e pontões (*inselbergs*) com cotas entre 100 e 250 metros acima da superfície aplanada regional e vertentes declivosas com gradientes

entre 20 e 45° (Figura 2). Predominam nesta área os arenitos ortoquartzíticos da Formação Mutum-Paraná e os granitos rondonianos (Adamy & Romanini, 1990; e Rizzotto *et al*, no prelo).



Figura 1. Colinas amplas isoladas em meio à vasta superfície aplanada moderadamente sulcada por uma rede de canais com entalhamento ainda muito incipiente. Vicinal Mutum-Paraná - Linha 2 Leste.

Destaca-se, neste contexto, a Serra dos Três Irmãos (365 m); a Serra do Candomblé e a Serra dos Caripuninhas. Frequentemente, estes pequenos alinhamentos serranos encontram-se fragmentados em agrupamentos de morros dissecados, decorrente de um longo período de ação de processos denudacionais que desmantelaram esses terrenos mais elevados na Amazônia.

Em decorrência destas observações, este sub-ambiente é qualificado pelas seguintes unidades geomorfológicas:

- ✓ Superfícies de Aplanamento, com Dissecação Média (D.2.2.2.1) ou Dissecação Baixa (D.2.2.1.1), onde se distribuem esporádicos *inselbergs* ou *tors*, ou até mesmo estarem desprovidos desses relevos residuais, são predominantes neste segmento espacial. Um relevo semelhante foi identificado na extremidade oeste, apresentando uma dissecação mais pronunciada (D.2.2.3.1), ou então caracterizado por apresentar muitos *tors* (D.2.2.2.2), localizado no quadrante noroeste;



Figura 2. Alinhamento serrano isolado, com aproximadamente 100 metros de desnivelamento, sustentado por arenitos ortoquartzíticos da Formação Mutum-Paraná, situado na margem esquerda do rio Madeira (Mineração São Lourenço).

- ✓ Agrupamentos Densos de Morros e Colinas, sem controle estrutural, caracterizado por *inselbergs* de altitude média a alta (D.3.2), geologicamente constituídos por rochas graníticas aos quais se associam mineralizações estaníferas;
- ✓ Agrupamentos Densos de Morros e Colinas, com nítido controle estrutural (S.3.2), formados por metassedimentos da Formação Mutum-Paraná;

Na região leste, ressalta-se um extenso alinhamento serrano degradado e parcialmente desfeito em morrotes alinhados, conhecido geograficamente como Serra dos Robertinhos, que marca um importante lineamento estrutural E-W, atravessando o rio Madeira justamente no Salto Jirau controlando, portanto, este nível de base local. Do ponto de vista geológico, é constituído por conglomerados da Formação Palmeiral, alçados por processos tectônicos. Este alinhamento foi classificado como sendo uma frente de cuesta (S.4.1.1) (ZSEE-RO, op. cit.).

Como unidades agradacionais submetidas a uma ação menos acentuada dos processos erosivos por já terem atingido o nível regional de erosão, foram identificados Terraços Fluviais Altos Não Dissecados (A.2.1.1), observados na margem esquerda do rio Madeira entre a Vila de Abunã e as proximidades da Cachoeira de Pederneiras. Em caráter restrito, são mapeados ainda

trechos associados a Planícies Aluviais do rio Madeira (A.3.1), evidenciando mais uma vez o controle tectônico do eixo do rio, rejuvenescendo o seu traçado, dificultando a formação de planícies de inundação mais representativas, como se observa claramente a jusante da cidade de Porto Velho.

Antigas frentes de lavra de minério estanífero, atualmente abandonadas, foram responsáveis pela formação de Lagos - A.1.4, permitindo ser sugerida uma nova unidade geomorfológica, localizadas especificamente sobre as frentes de São Lourenço e Macisa. Evidencia-se a inexistência de medidas remediativas a esta atividade de exploração mineral, como, por exemplo, a recomposição da topografia original.

Nestes terrenos acidentados predominam Podzólicos Vermelho-Amarelos álicos (Argissolos Vermelho-Amarelos / ZEE Brasil – Bolívia, 2000) e Solos Litólicos distróficos (Neossolos Litólicos / ZEE Brasil-Bolívia, 2000), definidos por Amaral Filho *et al.* (1978). Provavelmente, a ocorrência dos Neossolos Litólicos está correlacionada com os relevos serranos com vertentes mais íngremes e afloramentos de rocha. Estes solos se caracterizam por serem rasos e apresentarem alta vulnerabilidade à erosão.

3.2.4. Bacia Sedimentar do Abunã

A Bacia Sedimentar do Abunã, localizada junto à calha do rio Madeira em sua margem direita e estendendo-se para o território boliviano, apresenta um notável cotovelo de drenagem onde a direção do rio inflete, grosso modo, de S-N para SW-NE. Esta bacia sedimentar caracteriza-se por um relevo plano, resultante de processos de acumulação de sedimentos fluviais ao longo do Quaternário, e assume a configuração de uma extensa planície aluvionar do rio Madeira, que contrasta com o extenso vale encaixado que se desenvolve a jusante, ao longo do Alto Estrutural. Nestes terrenos predominam solos hidromórficos, tais como Gleissolos, Planossolos, Lateritas Hidromórficas álicas (Amaral Filho *et al.*, 1978) e Plintossolos (ZEE Brasil – Bolívia, 2000). Os solos lateríticos caracterizam-se por solos concrecionários, com nível freático elevado e drenagem imperfeita. Os terrenos planos das planícies aluviais da Bacia do Abunã apresentam grande estabilidade frente aos processos erosivo-deposicionais.

Os estudos desenvolvidos pelo ZSEE-RO caracterizam essa área como Terraços Fluviais Altos, onde a dissecação é extremamente baixa (A.2.1.2), permitindo o desenvolvimento de uma floresta aluvial.

Devido a condições peculiares de relevo, solos e drenagem, esta paisagem é recoberta por áreas embrejadas recobertas por vegetação graminosa com buritis ou por vegetação de umirizal,

que foram classificadas geomorfologicamente como Áreas Alagadas (A.1.4), perfeitamente distinguíveis em produtos de sensoriamento remoto.

Uma feição peculiar é observada a jusante da Vila do Abunã, onde foi caracterizada uma unidade definida como Terraços Baixos com Presença de Leitos Abandonados (A.2.2.2), inundável periodicamente, permitindo a formação de cordões longitudinais de sedimentação (espiras) e sulcos alinhados como vestígios de leitos antigos do rio Madeira.

4. GEOMORFOLOGIA LOCAL

No presente capítulo será abordado as informações coletadas nos trabalhos de campo abrangendo a Área de Influência Direta do Entorno de Jirau, sobre a qual incidirá os impactos ambientais de maior expressividade.

O desenvolvimento destes estudos permitiu a elaboração do mapa geomorfológico (anexo II.1) em escala de maior detalhe (1:100.000), favorecendo a delimitação de todos os relevos residuais de grande porte (principalmente *inselbergs*, morros-testemunho, *tors* e platôs lateríticos), os quais foram classificados como unidades individualizadas. Os pontos estudados do ponto de vista geomorfológico e que fundamentaram a elaboração deste mapa estão representados no Anexo II.3. As superfícies de aplanamento foram reclassificadas segundo o grau de dissecação submetido, diferindo da forma apresentada pelos trabalhos anteriores. Assim sendo, as superfícies de aplanamento conservadas apresentam baixo grau de dissecação; as superfícies de aplanamento retocadas (Figura 3) apresentam médio grau de dissecação e as superfícies de aplanamento degradadas apresentam alto grau de dissecação.

Esta dissecação pronunciada muitas vezes pode imprimir ao relevo um padrão ondulado de colinas baixas intercaladas com reduzidas áreas planas e desnivelamentos muito baixos que variam entre 10 e 20 metros e declividades inferiores a 5° (Figura 4).

Na bacia do baixo rio Mutum Paraná e tributários menores que desembocam diretamente no rio Madeira são identificadas, esporadicamente, áreas aplanadas com ocorrência moderada de *inselbergs*, *hillocks* e *tors* ou superfícies tabulares em forma de platôs entre as localidades de Mutum-Paraná e Jirau.

Os platôs consistem em superfícies estruturais controlados pelo acamadamento dos arenitos arcosianos da Formação Palmeiral, por vezes, capeados por uma crosta detrítico-laterítica (Figura 5). As superfícies tabulares identificadas em campo apresentam, em geral, desnivelamentos entre 30 a 50 metros acima das superfícies de aplainamento, de topos planos e rebordos erosivos bem marcados.



Figura 3. Superfície de aplanamento moderadamente dissecada com um relevo plano a muito suavemente ondulado e uma baixa densidade de drenagem. Vicinal Jirau.



Figura 4. Superfície de aplanamento francamente dissecada, por vezes, desfeita em um superfície colinosa com desnivelamentos modestos, inferiores a 10 metros. Apresenta um relevo suavemente ondulado e uma densidade de drenagem moderada. Vicinal Rio Cotia.



Figura 5. Platô sustentado por crosta detrítico-laterítica (ferricrete) capeando arenitos arcóseos da Formação Palmeiral. Estas feições apresentam desnivelamentos entre 30 e 50 metros e vertentes declivosas de 10 a 25°. Localiza-se na BR-364, entre as localidades de Jirau e Mutum-Paraná.

Na margem esquerda do rio Madeira, uma expressiva área está inserida na faixa de influência direta da UHE Jirau. Neste sentido, o detalhamento conferido pelo mapeamento geomorfológico em escala de 1:100.000 procurou individualizar melhor os limites entre as superfícies aplanadas e os terrenos elevados, ressaltando a interpenetração daquelas sobre os relevos serranos. Assim sendo, foi registrado um predomínio de morros e montes residuais rochosos ou providos de uma delgada cobertura de solos (*hillocks* e *inselbergs*) sobre as áreas delimitadas como agrupamentos densos de colinas e morros sem controle estrutural. Por outro lado, em áreas previamente delimitadas como agrupamentos densos de colinas e morros com controle estrutural, foi registrado um diversificado conjunto de formas de relevo tais como: pequenos platôs escarpados (semelhante a Serra dos Três Irmãos), junto à margem do rio Madeira; serras baixas alinhadas em cristas; antigos platôs dissecados e desfeitos em agrupamentos de morros e morrotes e morros residuais isolados sob forma de morros-testemunho ou, simplesmente, *inselbergs*.

Destaca-se ainda um extenso alinhamento serrano degradado e parcialmente desfeito em morrotes alinhados, marcando um importante lineamento estrutural E-W e que atravessa o rio Madeira na Cachoeira do Jirau controlando, portanto, este nível de base local (Figura 6). Este

alinhamento, classificado como uma frente de *cuesta* (S.4.1.1) pelo ZSEE-RO (1999), está sendo redefinido como alinhamento estrutural de morros e colinas – S.3.23.

Segundo este mesmo mapeamento, o piso regional está também associado à ocorrência da superfície de aplanamento entre as cotas de 200 e 300 metros (denominada regionalmente como superfície de aplanamento - nível II), apresentando graus de dissecação variando entre baixo e médio e ausência de relevos residuais, tais como *inselbergs*, *hillocks* e *tors*. Estes relevos residuais são mapeados em forma de agrupamentos densos de colinas e morros sem controle estrutural (quando esculpidos nos granitos Rondonianos) ou agrupamentos densos de colinas e morros com controle estrutural (quando esculpidos nos arenitos ortoquartzíticos).

Uma feição geomorfológica importante na área estudada está representada pela Bacia do Abunã caracterizada, por sua vez, pelo domínio de vastas áreas planas e alagáveis. Neste sentido, tornou-se possível individualizar duas formações fito-ecológicas específicas e diretamente influenciadas pelas condições de relevo e drenagem dos solos: os campos hidrófilos e os umirizais. Os campos hidrófilos, constituídos por campinas com buritis consistem em zonas embrejadas com nível freático sub-aflorante. Segundo relatos de moradores locais, essa vegetação gramínea ficaria alagada durante toda a estação chuvosa (em torno de 4-6 meses). Esta condição geocológica específica determinada pelo excesso de água no ambiente impossibilita o desenvolvimento da floresta tropical, favorecendo o estabelecimento dessa vegetação pioneira.



Figura 6. Lineamento Estrutural E-W Seccionando a Cachoeira do Jirau. Imagem TM Landsat 5, Banda 4, Ano 1984, Escala 1:100.000.

O umirizal consiste numa formação vegetal singular na região, caracterizada por uma fisionomia de uma mata baixa e raquítica de porte arbustivo ou arbóreo-arbustivo e caules finos, não ultrapassando 10 metros de altura. A fisionomia desta mata decorre do *stress* hídrico a que esta vegetação é submetida. Moradores locais relatam o alagamento do umirizal durante 2 a 3 meses no auge da estação chuvosa. É importante destacar ainda, que esses moradores abandonam suas residências localizadas nessa planície durante o período de inundação.

Entretanto, uma expressiva parcela da Bacia Sedimentar do Abunã é recoberta pela floresta aluvial que ocupa as porções elevadas e melhor drenadas do Terraço Alto definido pelo ZSEE-RO (1999). Esta formação florestal distingue-se nitidamente do umirizal por apresentar um notável desenvolvimento de uma floresta pujante com espécies de caules grossos e mais de 30 metros de altura. As áreas deprimidas ocupadas pelo umirizal e, principalmente, pelas campinas com buritis (campos hidrófilos), são bem menos expressivas.

Grande parte dessa bacia está inserida na faixa de influência direta da UHE Jirau. Neste sentido, o detalhamento conferido pelo mapeamento geomorfológico em escala de 1:100.000 concentrou esforços em promover um zoneamento fito-geomorfológico, subdividindo o terraço fluvial em três zonas: depressões embrejadas recobertas por campinas com buritis; depressões embrejadas recobertas por umirizal e terraços fluviais recobertos por floresta aluvial. Este mosaico produzido pela vegetação reflete ligeiras variações de cota do terraço fluvial e determina áreas com diferentes suscetibilidades à inundação.

Considerando que toda a área dos terraços fluviais da Bacia Sedimentar do Abunã consiste numa zona mais baixa ao longo do vale do rio Madeira (Figura 7), sugere-se que toda esta área seja incluída na faixa de influência direta da UHE Jirau devido a sua proximidade com a futura barragem e a considerável vulnerabilidade à inundação em toda a bacia. Uma proposta de redelimitação da faixa de influência direta está inserida no mapa geomorfológico.



Figura 7. Contato morfológico entre a superfície aplanada e a Bacia Sedimentar de Abunã, embutida numa superfície aproximadamente 20 metros abaixo do piso das superfícies aplanadas. Antiga estrada Guajará Mirim - Abunã.

5. GÊNESE E EVOLUÇÃO MORFODINÂMICA DO RELEVO

De uma forma genérica, pode-se estabelecer que a morfologia do relevo de toda a seção do vale do rio Madeira, compreendido entre as localidades de Porto Velho e Abunã, caracteriza-se por uma superfície marcada por uma longa fase de denudação, erosão e aplanamento. Este fato é documentado pelo amplo domínio espacial das superfícies de aplanamento.

Assim sendo, pode-se considerar que a região em apreço experimentou, pelo menos ao longo do Terciário Superior e Quaternário, uma longa fase de baixa atividade tectônica e intensa atividade erosiva que permitiu a elaboração de uma superfície de aplanamento bem desenvolvida e espreada.

Partindo de uma abordagem genética, a partir da qual, as superfícies de aplanamento seriam originadas pelo recuo lateral progressivo das vertentes e geração de pedimentos e pediplanos (King, 1953; Bigarella *et al.*, 1965), os baixos platôs podem ser associados as Superfícies Velhas, ao se estabelecer uma possível analogia para a Amazônia das análises elaboradas por King (1956) e Braun (1971) no Sudeste e Centro-Oeste Brasileiro. Considerando esta premissa, o vasto pediplano observado na região norte de Rondônia poderia ser

correlacionado ao pediplano Pd1 (Bigarella *et al.*, 1965) ou à Superfície Interplanáltica (Ab'Saber, 1972).

O topo dos morros testemunhos sustentados pelos arenitos da Formação Palmeiral e dos baixos platôs não dissecados e protegidos por crostas detrítico-lateríticas representam um marco fisiográfico de grande relevância para a compreensão da evolução geomorfológica destas áreas aplanadas e florestadas em Rondônia. Observa-se, em campo, a ocorrência esporádica e fragmentada dessas superfícies.

Essas superfícies tabulares dos baixos platôs são, em geral, truncadas por rebordos erosivos com desníveis que variam entre 20 e 50 metros, abaixo das quais se desenvolve uma extensa superfície mais recente, com uma ampla distribuição espacial. Esses rebordos erosivos, via de regra, são demarcados por cornijas resistentes à erosão, oriundas do afloramento da couraça ferruginosa. (Figura 8). Portanto, os baixos platôs destacam-se na paisagem por erosão diferencial. O piso regional do relevo, por sua vez, caracteriza-se por extensas superfícies planas a suavemente onduladas apresentando, em geral, espessos mantos de intemperismo e marcadas por incipiente entalhamento fluvial moderno, por vezes, mais ou menos expressivo. Mello *et al.* (1978) confere uma idade neopleistocênica para o sugerido pediplano. Por sua vez, os dados contemplados pelo ZSEE-RO (1999) preferem não arriscar considerações genéticas preferindo, simplesmente, denominá-las de superfícies regionais de aplanamento.

Todavia, devido a sua extensão e grau de desenvolvimento, esta ampla superfície aplanada deve ter sido gerada durante todo o Cenozóico Superior (Neógeno), pois o Neopleistoceno é um período geológico muito breve para o aplanamento avançado de uma vasta superfície de erosão, conforme já sugerido pela literatura (Young, 1983; Twidale, 1998; dentre outros). Assim sendo, consideramos que a superfície de aplanamento que abrange grande parte de área de estudo seja correlacionada às Superfícies Velhas postuladas por King (1956), de idade Plio-Pleistocênica.

Entretanto, o modelo clássico de evolução geomorfológica através de processos de pediplanação e pedimentação pressupõe um padrão erosivo comandado por processos de desagregação mecânica e recuo a remontante das encostas sob um regime climático dominante que oscilaria entre o semi-úmido e semi-árido. Apesar da comprovada ocorrência de paleoclimas mais secos na Amazônia durante o Quaternário, é inegável a marcante influência do intemperismo químico em ambiente quente e úmido que impera na região. Assim sendo, dificilmente poderia se explicar a evolução geomorfológica da área em apreço evocando, apenas, a geração de pediplanos em clima semi-úmido.



Figura 8. Detalhe dos platôs sustentados por cornijas de couraças lateríticas, situadas a dezenas de metros acima do piso regional representado pelas superfícies de aplanamento. Vicinal Jirau.

Thomas (1994) destaca a importância do intemperismo químico na evolução do modelado do relevo em regiões tropicais úmidas, onde podem ser registrados perfis de alteração com espessuras superiores a 50 metros. Assim sendo, podemos sugerir um predomínio de processos de etchplanação (Büdel, 1982) durante a vigência de climas úmidos na Amazônia. Neste sentido, os processos de etchplanação teriam, também, um importante papel na evolução do relevo regional, em detrimento de uma hipótese de evolução comandada exclusivamente por processos de pediplanação, conforme defendido pela literatura clássica, seguindo o modelo de King (1956), conforme proposto por Mello et al. (1978).

De acordo com o modelo de evolução por etchplanação proposto, originalmente por Büdel, as superfícies seriam rebaixadas progressivamente por meio de uma lenta denudação das superfícies de aplanamento, condicionadas por um progressivo rebaixamento do nível de base. Este rebaixamento estaria controlado pela velocidade do intemperismo químico (contato entre rocha sã e rocha alterada). Latrubesse (2000), a despeito de sua prudência em compartimentar o relevo de Rondônia em superfícies regionais de aplanamento, eximindo-se assim, de quaisquer implicações genéticas, advoga o modelo de etchplanação para o desenvolvimento das superfícies aplanadas rondonienses.

As evidências frequentes de processos de ferruginização e laterização, tanto ao longo dos canais (mucururus), quanto nas superfícies aplanadas (às crostas lateríticas), reforçam o argumento de que a elaboração do modelado do relevo, ao longo do Cenozóico, decorre de uma intensa atuação do intemperismo químico durante fases climáticas alternadas, úmidas e semi-úmidas, conforme registrado pela literatura (Van der Hammen et al., 1994; dentre muitos outros).

Na Amazônia são identificados, regionalmente, dois eventos de laterização (Costa, 1991): o primeiro, mais antigo, caracteriza-se por crostas lateríticas maduras, com desenvolvimento de horizonte aluminoso (bauxítico), de um horizonte ferruginoso e concrecionário e no topo, um Latossolo Amarelo argiloso de cobertura, denominado de “Argila de Belterra”, sendo resultante do intemperismo moderno; o segundo, mais recente, caracteriza-se por crostas lateríticas imaturas, com desenvolvimento similar as lateritas maduras, porém, incompleto, sem a elaboração do horizonte aluminoso. Horbe et al. (2001) procedem a uma interessante associação entre eventos de laterização e superfícies de aplanamento na região de Balbina, Estado do Amazonas. Neste sentido, os autores correlacionam as crostas lateríticas maduras à Superfície Sul-Americana, datada do Terciário Inferior (Paleógeno). As crostas lateríticas imaturas, por sua vez, seriam correlacionadas as Superfícies Velhas, datada do Terciário Superior (Neógeno).

Na área de estudo, é observado apenas o desenvolvimento de crostas ferruginosas incipientes, sem a elaboração do horizonte aluminoso. Portanto, segundo as considerações avaliadas anteriormente, as crostas lateríticas do entorno do Rio Madeira são imaturas, e assim, tentativamente correlacionadas ao Terciário Superior.

Em síntese, os esparsos topos dos baixos platôs de aproximadamente 20 m de desnivelamento sustentados pelas couraças lateríticas, representam o nível original das Superfícies Velhas. A extensa superfície aplanada, alojado em um nível inferior, promove um desdobramento das Superfícies Velhas e demonstra uma retomada da erosão e do rebaixamento do relevo, possivelmente, durante o Pleistoceno. Latrubesse (2000) sugere uma gênese similar a um “*stripped etchplain*” para esta superfície de erosão.

Os *inselbergs*, *hillocks* e *tors* identificados pelo ZSEE-RO (1999) sobre as vastas superfícies aplanadas do Norte de Rondônia consistem em relevos residuais que resistiram ao longo processo de denudação, erosão e aplanamento que modelou tal superfície. Estes relevos residuais, em grande maioria, se destacam no relevo por erosão diferencial. Litologias mais resistentes ao intemperismo químico e à erosão podem gerar tais feições. Contudo, alguns remanescentes também podem se originar, localmente, por soerguimento tectônico.

Entretanto, mesmo os relevos residuais, ao longo do tempo geológico, tendem a ser desmantelados e ajustados ao nível de base das superfícies aplanadas, caso não ocorra um novo

movimento tectônico. Este processo de desmonte e arrasamento dos relevos residuais é claramente visível em campo, podendo-se distinguir fases distintas de evolução, conforme as dimensões e características dos relevos remanescentes: os *inselbergs* consistem em imponentes montes isolados que se destacam topograficamente das superfícies aplanadas por meio de vertentes abruptas e rochosas e desnivelamentos locais superiores a 100 m.

Os *hillocks*, por sua vez, são bem menores e menos imponentes que os *inselbergs*, demonstrando um acentuado rebaixamento erosivo (Figura 9). Estas feições consistem em pequenos morros e morrotes isolados com vertentes acentuadas, ora rochosas, ora recobertas por um manto de solo e blocos resultantes do desmonte do *paleo-inselberg*. De qualquer forma, os *hillocks* também se ressaltam no relevo, contudo com desnivelamentos locais que não ultrapassam os 50 m.



Figura 9. *Hillocks*. Relevos residuais em forma de morrotes que apresentam um espesso manto de alteração e uma grande quantidade de blocos. Consistem em formas isoladas nas vastas superfícies aplanadas. Situa-se na BR-364, próximo à localidade de Mutum-Paraná.

Os *tors* consistem num relevo residual rochoso de dimensão bem mais modesta, não ultrapassando os 20 m de desnivelamento. Apresenta-se, em geral, como um grande afloramento rochoso, bastante fraturado e fragmentado em blocos, sem a presença de matriz de solo. Representa um estágio avançado de desmantelamento do *inselberg*; o arrasamento final dos *inselbergs* ocorre através da destruição completa dos *tors* e a formação do caos de blocos. O caos de blocos apresenta-se na paisagem como um conjunto de blocos, de dimensões decimétricas a

métricas, imersos nas superfícies aplainadas com uma distribuição aleatória, sem qualquer controle do substrato rochoso. Aparentemente, o caos de blocos poderia representar um material alóctone, mas são gerados “*in situ*”, resultantes do desmonte final dos relevos residuais.

6. DINÂMICA FLUVIAL DO RIO MADEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES NA IMPLANTAÇÃO DAS HIDRELÉTRICAS

A análise geomorfológica da dinâmica fluvial do rio Madeira, tanto nas áreas de influência direta das UHE's Jirau e Santo Antônio, como também a jusante e a montante, é de suma importância para que se tenha uma visão prognostica dos potenciais impactos ambientais decorrentes da implantação de um empreendimento de tamanha envergadura.

Na área estudada compreendida entre a Vila de Abunã e a Cachoeira do Jirau, o canal fluvial do rio Madeira apresenta um padrão tipicamente retilíneo seguindo direção SW-NE (acompanhando o megalineamento estrutural Itacoatiara – Madre de Dios), interrompido por diversos cotovelos de direções E-W e N-S como, por exemplo, àquele observado junto ao Salto Jirau, presumivelmente associado a lineamentos estruturais secundários.

Esse padrão de canal registrado no rio Madeira contrasta com àqueles observados em outras grandes bacias amazônicas adjacentes, tais como o Purus e o Juruá, ou até mesmo com o padrão de seus tributários principais, como os rios Jamari, Candeias, Jaci-Paraná, Mutum-Paraná e Abunã. Todos esses rios apresentam um padrão de canal meândrico de média à alta sinuosidade atestando um ambiente de baixa energia peculiar a um rio de planície. Considerando que o rio Madeira também é um rio de planície, evidencia-se um marcante controle estrutural determinando ao grande rio um traçado retilíneo, fixado a um lineamento geológico de dimensões continentais.

Entretanto, apesar de que o Alto Rio Madeira, controlado por lineamentos estruturais, não demonstrar grandes movimentos de avulsão em seu fundo de vale, comuns aos rios amazônicos meandantes, registram-se movimentos de migração lateral do canal documentado por afloramentos de arenitos ferruginizados holocênicos, conhecidos localmente por mucurus, que se apresentam parcialmente consolidados por um processo incipiente de laterização (Figura 10).

Estes depósitos representam plataformas de abrasão resultantes do recuo erosivo das margens em taludes do rio Madeira em decorrência de processos de migração lateral do canal. Quando os mucurus afloram na porção central do canal, estes poderão ser oriundos do arrasamento de antigas ilhas fluviais.



Figura 10. Extenso depósito arenoso fluvial subatual ferruginizado (mucururu) no leito do rio Madeira, próximo a sua margem direita. Ilha da Embaúba.

Como mencionado anteriormente, este trecho do rio Madeira compreendido entre Abunã e Jirau, está inserido no Alto Estrutural Guajará Mirim - Porto Velho. Portanto, além de demonstrar um padrão de canal retilíneo, apresenta-se também em fase moderna de reajuste do canal ao nível de base regional decorrente do soerguimento epirogenético do referido alto estrutural ao longo do Cenozóico.

Assim sendo, o padrão singular apresentado pelo rio Madeira no trecho Porto Velho – Abunã frente ao conjunto de rios amazônicos, especialmente ao longo do Alto Estrutural Guajará Mirim - Porto Velho, tem implicações positivas e negativas muito relevantes para a implantação das hidrelétricas, como podemos analisar a seguir:

- a) Primeiramente, o fato de que o canal esteja constantemente se ajustando ao nível de base regional ajuda a explicar as imponentes e declivosas margens em talude (barrancas) que margeiam o rio Madeira. Essas barrancas apresentam desnivelamentos que variam entre 10 e 15 metros a partir do fluxo de base do canal (cota de vazante), enquanto que as planícies de inundação do rio Madeira entre Abunã e Jirau são esparsas e pouco extensas. A distribuição e a expressão espacial das planícies de inundação ao longo do alto estrutural são contrastantes em relação aos segmentos a jusante de Porto Velho, ao longo do médio vale do Madeira, bem como a montante de Guajará Mirim, ao longo da

depressão do Guaporé. Nestas regiões observam-se amplas e espraiadas planícies fluviais sazonalmente inundadas.

Esse fato representa um aspecto positivo para implantação das hidrelétricas de Jirau e Santo Antônio, as quais utilizam apenas a energia cinética do canal, onde a pequena expressão espacial das planícies de inundação será traduzida em um reservatório de reduzidas dimensões.

- b) A ocorrência de uma sucessão de níveis de base locais representadas por corredeiras, saltos, “pedrões” e travessões denota um possível controle neotectônico ativo ao longo desta seção do rio Madeira. Tais feições estão registradas junto às localidades de Santo Antônio, Teotônio, Morrinhos, Caldeirão do Inferno, Jirau, Paredão e Pederneiras. O Salto Jirau (Figura 11) está localizado justamente na interseção entre o rio Madeira e um lineamento estrutural de direção E-W, observável em escala regional. Este nível de base local resulta, provavelmente, de uma reativação cenozóica de um antigo plano de fraqueza de idade Pré-Cambriana. Estas feições que se caracterizam por desníveis abruptos e afloramentos rochosos ao longo de uma seção transversal do rio Madeira, representam rupturas de gradiente do perfil longitudinal do canal, sendo denominados de *knickpoints* (Penck, 1952).

Evidentemente, a ocorrência de *knickpoints* (escassos na rede drenagem amazônica) consiste num fato positivo para a implantação de hidrelétricas, todavia, o fato de que esta área seja tectonicamente ativa, mesmo que em uma intensidade muito baixa, implica na necessidade de estudos posteriores sobre a sismicidade regional e dos locais onde serão erigidas às barragens, com o monitoramento permanente.

- c) Segundo a literatura clássica em Geomorfologia Fluvial (Leopold et al., 1964; Suguio & Bigarella, 1979, dentre outros), canais de padrão retilíneo, como o rio Madeira, tendem a apresentar uma grande velocidade do fluxo d'água e alta competência fluvial, ou seja, uma alta capacidade de transporte de sedimentos, tanto por arrasto e saltação, quanto por suspensão. Este fato ainda será potencializado pelo elevado gradiente do canal no Alto Estrutural junto à seqüência de corredeiras e saltos. Esta condição também será uma característica peculiar da dinâmica fluvial do alto rio Madeira, pois os demais rios amazônicos, com padrão de canal meândrico com alta sinuosidade, caracterizam-se pela

retenção de sedimentos nas planícies de inundação, enquanto que o rio Madeira, junto ao alto estrutural, se notabiliza pelo trânsito de sedimentos.



Figura 11. Seqüência de corredeiras do salto Jirau. Nível de base local do rio Madeira.
Acampamento de Jirau / FURNAS.

Observações de campo realizadas durante o final do período de vazante (outubro/2004) atestam a baixa capacidade de retenção de sedimentos deste trecho do rio Madeira, onde foi documentada apenas a sedimentação de extensas barras laterais (estreitas, mas compridas) nas margens convexas ou segmentos retilíneos do rio Madeira, de forma intermitente. O aspecto predominante é o de canal encaixado, oprimido por margens em talude (barrancas), íngremes e altas (Figura 12).

Esse fato constitui um aspecto negativo no que se refere à implantação das hidrelétricas, pois na medida em que barragens são construídas, forçosamente ocorrerá uma redução da velocidade do fluxo d'água e uma tendência inexorável de bloqueio do material arenoso transportado por arrasto, além da decantação de parte do material fino (argilas, siltes e areias finas) em suspensão, imediatamente a montante da barragem. Este processo acarretará em sérias dificuldades para a implantação dos reservatórios, podendo diminuir, de forma considerável, o tempo de vida útil dos mesmos.



Figura 12. Margem em talude acentuado do rio Madeira (barranca) demonstrando erosão ativa e formação de falésias fluviais. Ilha do Mutum-Paraná.

Considerando que o traçado retilinizado do canal do rio Madeira e seu gradiente elevado (segundo padrões de rios amazônicos) favorecem o transporte fluvial de sedimentos em detrimento da estocagem de sedimentos nas planícies fluviais, reveste-se de crucial importância a análise acurada dos processos de erosão na área de influência direta do empreendimento e na bacia do rio Madeira, como um todo.

Por outro lado, outra questão de grande relevância a ser abordada associada à dinâmica fluvial do rio Madeira é a análise das prováveis áreas-fonte de sedimentos para o canal fluvial.

De uma maneira geral, as observações de campo registraram uma notável estabilidade morfo-dinâmica das formas de relevo em toda a área de influência direta da UHE Jirau. As superfícies de aplanamento regional e os relevos residuais (*inselbergs*, *hillocks* e *tors*), mesmo quando desmatados, não demonstram evidências de intensa erosão laminar ou erosão linear acelerada, sendo que o aporte de sedimentos para os igarapés e rios é pouco expressivo. Mesmo os relevos residuais mais proeminentes e as escarpas de platôs, via de regra florestados, não apresentam indícios de erosão e movimentos de massa.

Desta forma, podemos constatar que, com o atual nível, ainda incipiente, de intervenção humana sobre a região, a contribuição local de sedimentos para o rio Madeira é inexpressiva. O impacto advindo da pressão humana sobre a região parece ser mais relevante com relação à

perda de biodiversidade, principalmente, associada aos desmatamentos de grandes proporções para implantação de empreendimentos agropecuários e madeireiros.

De qualquer forma, não se deve menosprezar o impacto hidro-erosivo de uma possível aceleração da pressão humana na região, procurando se preservar a vegetação nativa em cabeceiras de drenagem, relevos acidentados e matas ciliares, com especial atenção à vertente norte da Serra dos Pacaás Novos e as escarpas de platô na margem esquerda do rio Madeira.

Ao longo do canal do rio Madeira, verificou-se um amplo predomínio de margens em talude (barrancas) estáveis (Figura 13) com ocorrência esporádica de pequenas seções submetida a forte ação erosiva (vide Foto 12). O fenômeno das “terras caídas”, já amplamente documentado na literatura, foi analisado no trecho do rio Madeira entre Jirau e Abunã, observando-se dois processos similares associados à erosão fluvial:



Figura 13. Margem em talude (barranca) do rio Madeira sem apresentar processos de erosão fluvial. Margem estável colonizada por vegetação gramínea. Rio Madeira, próximo à Corredeira do Paredão.

- a) em um primeiro caso, observa-se o desprendimento de blocos maciços sob forma de prismas colunares em falésias de barrancas fluviais. Segundo avaliação de várias falésias fluviais, tais desprendimentos são decorrentes da formação de gretas de contração (*mudcracks* – Figuras 14 e 15) num regime sazonal do rio (cheias/vazantes). Assim sendo, após as cheias são depositadas camadas de limos síltico-arenosos e, durante a vazante, com o ressecamento e fendilhamento desses depósitos de vaza fluvial, os mesmos perdem sustentação e caem do topo da barranca (Figuras 16 e 17).

- b) em uma segunda situação, a quantidade de sedimentos erodida é mais expressiva e denota-se uma maior influência de abrasão fluvial associada, principalmente, à erosão das margens côncavas do canal, conforme já descrito pela literatura clássica em Geomorfologia Fluvial (Leopold *et al.*, 1964; Suguio & Bigarella, 1979).



Figura 14. Barra arenosa com gretas de contração.



Figura 15. Formação de gretas de contração em banco arenoso do rio Madeira com limo depositado durante a cheia anterior. (Rio Madeira, entre as corredeiras do Paredão e Pederneiras).



Figura 16. Fenômeno de “Terras Caídas”: desprendimentos colunares de possantes blocos de terra nas vertentes íngremes das barrancas. Ilha do Mutum-Paraná.



Figura 17. Fenômeno de “Terras Caídas”. Ilha do Mutum-Paraná.

As resultantes desse processo são grandes desbarrancamentos em falésias fluviais com planos de ruptura também controlados pelos *mudcracks*. Daí a similaridade com o primeiro caso em termos de processos erosivos (Figura 18). Desbarrancamentos de grandes proporções tendem a produzir uma proteção temporária para as barrancas com erosão ativa, pois o material desbarrancado forma um anteparo até ser retirado pela ação fluvial em posterior retrabalhamento.



Figura 18. Solapamento e desbarrancamento de margem em talude. Próximo à foz do Igarapé Jirau.

Entretanto, o fenômeno de *terras caídas* é pouco expressivo no trecho estudado e, portanto, contribui com uma pequena descarga de sedimentos para o rio Madeira. Ainda assim, como se trata de um processo de erosão subaérea, o mesmo deverá cessar com o enchimento do reservatório e a inundação permanente das margens em talude do rio Madeira. A etapa de campo de junho, ocorrida após a cheia sazonal, demonstrou a pouca expressividade dos fenômenos de erosão fluvial sobre as barrancas do rio Madeira e sua relativa estabilidade morfodinâmica, fato este, que corrobora para a avaliação de que a descarga de sedimentos local não é relevante para a calha do rio Madeira. Todavia, sugere-se um monitoramento de novos eventos de cheias para assegurar a estabilidade erosiva das barrancas fluviais, em virtude do fato de que a cheia de 2005 não foi significativa, estando abaixo da média histórica.

Contudo, após as cheias, é comum a deposição de sedimentos atuais do rio Madeira ancorada nas barrancas, constituindo-se de uma vaza cinza-escura de textura siltica ou silto-arenosa. Em parte estes depósitos de vaza são erodidos durante a vazante devido à baixa

sustentação encontrada nas barrancas declivosas (Figura 19). Neste sentido, além do solapamento promovido pela erosão fluvial, destaca-se também o papel exercido pela erosão pluvial nas barrancas desprovidas de qualquer cobertura vegetal. Apesar de se constituir num mecanismo erosivo secundário no processo de recuo das barrancas, a ação da chuva coopera neste processo visto que promove a remoção e a lavagem dos blocos desestabilizados pelo fenômeno das terras caídas (Figura 20).



Figura 19. Sedimentação anual recobrimdo taludes de terraços. Jusante da Cachoeira do Morrinhos.

O único local, na área de influência da UHE Jirau, que pode registrar uma intensa descarga de sedimentos para o rio Madeira é a área abandonada de mineração aurífera em depósitos aluvionares no local denominado de Penha-Colorado (Figuras 21 e 22). Esta área situada em um extenso terraço fluvial do rio Madeira entre Abunã e Nova Mamoré, encontra-se completamente degradada e consiste em um amplo terreno próximo à calha do rio Madeira desprovido de vegetação, onde se constatou uma forte erosão laminar e a formação de grandes ravinas. A paisagem local se caracteriza pela ocorrência de crateras de até 4 metros de profundidade e canais incisos por erosão linear acelerada, sendo seccionada por uma drenagem de pequeno porte.



Figura 20. Concreções ferruginosas derivadas de ação pluvial recobrimdo depósitos atuais.



Figura 21. Terraço fluvial do rio Madeira degradado pela mineração de ouro. Garimpo Penha-Colorado.



Figura 22. Terraço fluvial do rio Madeira degradado pela mineração de ouro. Extensas áreas com solo decapeado expostas à erosão laminar. Garimpo Penha-Colorado.

Considerando que esta área minerada localiza-se próxima ao rio Madeira, do qual dista apenas 1 (um) quilômetro, é possível observar-se a inusitada formação de um pequeno delta fluvial na foz do igarapé da Penha. Esta formação deltaica é originada pela intensa descarga de sedimentos evacuada pelo pequeno igarapé na confluência com o rio Madeira. Apesar do reduzido tamanho da bacia do igarapé da Penha, a quantidade de sedimentos arenosos despejada na margem do rio Madeira é tão expressiva que mesmo sua grande capacidade de transporte não foi capaz de impedir a geração deste lobo deltaico, como observado justamente após o período de cheia (Figura 23).

Trata-se uma área recomendável para implantação de uma RAD (recuperação de áreas degradadas) com enfoque especial ao estancamento dos processos erosivos, no contexto da implantação da UHE Jirau. Contudo, as cavas abandonadas da antiga jazida Penha-Colorado constituem uma exceção à regra.



Figura 23. Mini-delta na foz do Igarapé da Penha.

Em sua grande maioria, antigas áreas de mineração não apresentam maior contribuição de sedimentos para os eixos de drenagem. A expressiva área de mineração de cassiterita de São Lourenço, cujo ciclo ocorreu entre os anos de 1970 a 1995 e que utilizavam processos de desmonte hidráulico na lavra dos depósitos, apresenta-se francamente estabilizada frente aos processos erosivos. Da mesma forma, as atividades de garimpagem de ouro - dragas e balsas, apesar de revolverem grandes quantidades de sedimentos do leito do canal e formarem, na beira do rio, pequenas pilhas de rejeito de um material de granulometria cascalhenta (popularmente denominado de *aroto*) (Figura 24), têm atualmente um impacto limitado na dinâmica fluvial, devido ao número reduzido de equipamentos (inferior a 100 unidades). Deve ser mencionado que o auge do ciclo do ouro no rio Madeira ocorreu entre 1979 e 1997. Além disso, esta atividade deverá ser reduzida ainda mais com a formação do reservatório e até mesmo interrompida completamente em alguns setores.



Figura 24. Depósito de estéril resultante do garimpo de ouro realizado por dragas no leito do canal do rio Madeira

Durante os trabalhos de campo, comprovou-se que a principal área-fonte de sedimentos para o rio Madeira é a bacia do rio Beni, um de seus formadores. Dados obtidos *in loco* e amostras de água coletadas na confluência entre os rios Beni e Mamoré (outro formador do rio Madeira), nas proximidades da localidade de Vila Nova, demonstram comportamentos hidrossedimentológicos distintos para os dois grandes rios (Figura 25).

O rio Beni e seu importante afluente, o rio Madre de Dios, drenam uma expressiva porção da Cordilheira dos Andes nos países limítrofes da Bolívia e do Peru, incluindo a vertente leste da cadeia ocidental e ainda extensas áreas do altiplano boliviano, onde os processos erosivos se manifestam intensamente. Apresenta direção predominante SW-NE, ortogonal ao majestoso front da cadeia andina, e tem uma extensão aproximada de 980 km. Desta forma, o rio Beni caracteriza-se por ser um rio de águas barrentas, carregado de uma grande carga de sedimentos proveniente da moderna dissecação da cadeia andina e um regime de fluxo turbulento resultante de um maior aporte de descarga líquida proveniente de suas cabeceiras, durante a estação chuvosa.



Figura 25. Confluência dos rios Beni e Mamoré. Encontro das águas vermelhas e barrentas do rio Beni com as águas claras e esverdeadas do rio Mamoré. Porto fluvial de Vila Nova.

Neste sentido, destaca-se a ocorrência do fenômeno dos *repiquetes*, que se propagam até o Alto Madeira, consistindo em “ondas de cheia” associadas a um evento de elevação de temperatura nos Andes Bolivianos e Peruanos e o degelo de uma expressiva massa das geleiras andinas. Tal fenômeno acarreta um súbito e considerável aumento das descargas líquidas da bacia dos rios Beni e Madre de Dios e, secundariamente, da bacia do rio Mamoré, deflagrando em vagas de até 1 metro de altura que podem promover intensa erosão fluvial nas margens em talude (barrancas) do Alto rio Madeira.

O rio Mamoré, por sua vez, drena uma porção mais restrita da cadeia oriental da Cordilheira dos Andes na Bolívia, próximo à cidade de Cochabamba. Apresenta direção predominante N-S a partir do seu médio curso, paralelo à grande depressão periférica à cadeia andina, e tem uma extensão aproximada de 2.000 km, o dobro da registrada no rio Beni. Assim sendo, grande parte da bacia do rio Mamoré, assim como seu afluente mais ilustre, o rio Guaporé, está situada em extensas áreas deprimidas com expressiva estocagem moderna de sedimentos entre os Andes e o Planalto Brasileiro, representados pelo norte do Chaco Boliviano, pela Amazônia Boliviana e pela depressão do Guaporé. Assim sendo, o rio Mamoré caracteriza-se por ser um rio de águas claras e esverdeadas, apresentando uma baixa carga de sedimentos ou ferro/matéria orgânica (este típico em rios negros).

O rio Madeira é uma síntese desses dois grandes rios, ora demonstrando um padrão similar ao rio Mamoré (no período da vazante), ora com um padrão similar ao rio Beni (no período da cheia). Com uma vazão quase duplicada com relação a cada um dos dois rios, o rio Madeira herda, contudo, a colossal descarga de sedimentos dos rios Beni e Madre de Dios e que se constitui em um sério problema à implantação das UHE's de Jirau e Santo Antônio. Em geral, o rio Beni contribui com uma maior parcela para a vazão total do rio Madeira, embora possa ocorrer também temporalmente uma maior contribuição do rio Mamoré, ao se considerar as condições climáticas vigentes na Cordilheira Andina.

Além dos impactos hidrológicos e erosivos decorrentes da futura implantação da UHE Jirau e já avaliados acima, deve-se ressaltar também o impacto que será produzido pela elevação permanente do nível das águas do rio Madeira na área de influência direta do reservatório e, conseqüentemente, pela elevação do nível freático regional. Esta estabilização permanente do nível das águas do reservatório equiparável ao nível das cheias do rio Madeira irá produzir, nos relevos rebaixados em escala regional, áreas permanentemente alagadas ou com lençol freático sub-aflorante.

Como visto anteriormente na análise da Geomorfologia Local, tal situação será especialmente dramática na Bacia Sedimentar do Abunã. Possivelmente, a Bacia do Abunã poderá se tornar em *um novo Pantanal*, tendo em vista que existem diversos terrenos embrejados que ficam alagados ou com os solos saturados durante as cheias sazonais do rio Madeira (Figura 26). Apesar de se considerar que parte das áreas alagadas na Bacia do Abunã seja resultante do acúmulo das águas pluviais associado ao predomínio de solos argilosos e de baixa permeabilidade, não se podem desconsiderar os efeitos acarretados pela elevação regional do nível freático. Neste sentido, a vegetação do umirizal, nativa e endêmica das depressões embrejadas da planície aluvial do Abunã, corre risco de perder seu habitat natural em uma condição geocológica peculiar, ou então, avançar sobre as atuais áreas melhor drenadas ocupadas pela floresta aluvial.



Figura 26. Planície Aluvial do Abunã. Imagem TM Landsat 5, Banda 4, Ano 1993, Escala 1:100.000.

Os diques marginais existentes ao longo das margens do rio Madeira são mais elevados e, aparentemente, imunes às cheias, favorecendo o desenvolvimento de uma floresta aluvial. O traçado da bacia do igarapé Castanho também reforça este argumento, drenando uma expressiva área de planície da Bacia do Abunã, onde alguns de seus formadores nascem próximos à calha do rio Madeira, mas o escoamento é impedido pela presença destes diques marginais. A título de exemplo, o sítio urbano da Vila de Abunã está situado sobre um dique marginal, o que dificulta sobremaneira a expansão de sua malha urbana. Portanto, esta vila apresenta um formato alongado com seu desenvolvimento praticamente limitado ao eixo da estrada.

Contudo, os diques não têm capacidade de deter o avanço das águas nas zonas baixas e alagáveis a sua retaguarda, tendo em vista que não têm essa função hidrológica na dinâmica fluvial (Leopold et al.,1964) e são esporadicamente truncados pela foz de um igarapé (Figura 27).



Figura 27. Foz do Rio Castanho, erodindo e “furando” uma passagem para suas águas, truncando o dique marginal do rio Madeira.

Os impactos da inundação sobre um extenso trecho original da ferrovia Madeira-Mamoré também devem ser considerados devido o patrimônio histórico-cultural envolvido.

Assim sendo, estudos de topografia de detalhe e de caracterização geotectônica da Bacia do Abunã serão necessários para melhor avaliar o risco de inundação generalizada desta área.

Da mesma forma, ao se estudar a dinâmica dos processos fluviais atuantes sobre o rio Madeira, é importante uma avaliação dos produtos disponíveis de sensoriamento remoto tais como fotografias aéreas, imagens de satélite e de radar, obtidos em diferentes escalas de tempo. Estes produtos permitem uma análise temporal comparativa entre elas, acompanhando a linha evolucionária do rio no período disponível, quando então será favorecida a identificação dos processos atuantes sobre o rio Madeira, associados tanto a causas naturais como de natureza antrópica, as quais derivam principalmente da atividade garimpeira, e as conseqüências daí advindas (Figuras 28 e 29).



Figura 28. Trecho do rio Madeira imageado em 1973. Imagem MSS Landsat, Banda 7, Escala 1:250.000.



Figura 29. Trecho do rio Madeira imageado em 1988. Imagem TM Landsat 5, Banda 4, Escala 1:250.000. Intervalo de 15 anos com a imagem anterior, sem evidenciar alterações significativas do traçado do canal.

As modificações introduzidas no leito do rio Madeira já foram apontadas por Souza & Araújo (2001), mormente à jusante de Porto Velho, ao caracterizar os processos de avulsão incidentes sobre ilhas e praias, bem como alterações no traçado do referido rio. É importante salientar, no entanto, que o comportamento do rio Madeira é diferenciado tomando a cidade de Porto Velho como ponto de referência: a montante, o rio se apresenta rejuvenescido por movimentos neotectônicos, exibindo um padrão aproximadamente retilíneo, sem feições meandantes e praticamente sem planície de inundação, enquanto que à jusante, exhibe um padrão meandrante, com planícies de inundação mais amplas, barras arenosas em profusão, processos de avulsão e outras feições.

7. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A Bacia do rio Madeira, no trecho compreendido entre a Vila de Abunã e a Cachoeira do Jirau, caracteriza-se por um relevo diferenciado em ambas as margens, predominando uma morfologia plana ou pouco movimentada, com altitudes modestas, dominada por extensas superfícies aplainadas pela sua margem esquerda. Pela margem direita, observa-se o predomínio de um relevo mais serrano, por vezes constituindo expressivos alinhamentos, que se ressaltam 100 a 150 metros acima da superfície regional pediplanada e/ou etchplanada. Platôs lateríticos de pequena altitude ou estruturais (condicionados pelo acamadamento de rochas sedimentares) ocorrem dispersos a sul do rio Madeira alçados a, no máximo, 70 metros acima das superfícies aplanadas.

A localização deste segmento do rio Madeira no Alto Estrutural Porto Velho - Guajará Mirim propicia o desenvolvimento de um trecho do perfil longitudinal do rio Madeira com gradiente um pouco mais elevado, ocorrência de níveis de base locais e um canal de padrão retilíneo e encaixado com inflexões de meandros e cotovelos estruturais. Essas características da morfologia do canal refletem um marcante controle estrutural imposto ao canal.

Tais condições favorecem a construção de hidrelétricas com alto potencial energético e reservatórios de dimensões reduzidas, gerando um baixo impacto ambiental. Da mesma forma, essas condições presentes neste trecho do rio Madeira favorecem o trânsito de sedimentos ao longo do perfil longitudinal do canal.

Devido a tais condições, esparsas planícies de inundação foram geradas ao longo do segmento em análise em cenário adverso para a estocagem de sedimentos, pois a competência do canal é muito expressiva. Assim sendo, o transporte de sedimentos deverá ser considerado

quando da implantação das barragens das hidrelétricas, em face da possível perda de competência do rio.

Por outro lado, a despeito da contribuição de sedimentos advindos de tributários locais (rios e igarapés de águas claras ou pretas, que apresentam baixa descarga sólida); do desbarrancamento de margens em talude do rio Madeira (fenômeno de “terras caídas”) e da erosão presente em áreas degradadas pelo garimpo; inquestionavelmente, a grande parte da descarga de sedimentos que conflui para o rio Madeira é proveniente do rio Beni, visto que sua bacia drena uma expressiva área da Cordilheira dos Andes.

Assim sendo, a produção e o transporte de sedimentos ao longo da calha do rio Madeira decorrem de processos de grande magnitude e que devem ser considerados no projeto de construção das barragens.

Considerando a grande contribuição do rio Beni sobre o material em suspensão do rio Madeira, é recomendável o acompanhamento permanente das condições climáticas reinantes nas cabeceiras dessa bacia, na vizinha Bolívia, onde a elevação da temperatura provoca um degelo expressivo na cordilheira andina e conseqüentemente o aumento da carga carregada para as drenagens. Essa informação é importante, permitindo prever o afluxo de um maior volume de sedimentos em suspensão, as quais associadas à mensuração da velocidade das águas favorecerão a adoção de medidas prévias que, se existentes, impedirão uma maior deposição de sedimentos, o que aceleraria o assoreamento da barragem.

Apesar de que tenha sido atestado que a origem da carga de sedimentos em trânsito no rio Madeira não seja local, é de fundamental importância a preservação da vegetação ciliar ao longo de toda a calha do rio, bem como das matas que recobrem as vertentes declivosas dos alinhamentos serranos e dos platôs. Além disso, deve ser considerada a recuperação das áreas degradadas pela mineração, notadamente na região de Penha Colorado.

Com relação à formação do reservatório à montante da barragem, uma atenção especial deve ser conferida às planícies de inundação situadas nas margens do rio Madeira e nos baixos cursos dos cursos tributários, bem como aquelas áreas situadas a retaguarda dos diques marginais, que são claramente mais elevados. Como essas planícies consistem em áreas sazonalmente inundadas, a elevação e estabilização do nível da água do rio Madeira à cota das cheias anuais como conseqüência do barramento das águas, tende a manter as planícies de inundação permanentemente inundadas, incorporando-as ao lago da hidrelétrica.

Neste sentido, a extensa planície da Bacia Sedimentar do Abunã, mesmo estando relativamente distante da Área de Influência Direta da UHE Jirau, constitui-se em uma área vulnerável pela permanente inundação de suas porções mais deprimidas, como as áreas

embrejadas, seja com campinas ou com umirizais. Até mesmo as áreas levemente mais elevadas, não sujeitas à inundação permanente, tenderão a apresentar solos permanentemente saturados com lençol freático subaflorante. Contribuirá para isso, a estabilização do nível freático em cota elevada e, conseqüentemente, em uma maior dificuldade de escoamento das águas das chuvas e das ondas de cheias por se tratar de uma área plana.

Durante os trabalhos de campo, constatou-se a continuidade dos processos de dinâmica fluvial observados na Planície Aluvial de Abunã, para além dos limites indicados pelo Entorno de Jirau; portanto, os estudos temáticos foram estendidos para esta área complementar, devidamente identificada no Mapa de Influência Direta do Jirau.

Assim posto, é de uma importância crucial avaliar criteriosamente as repercussões da elevação permanente do nível freático do rio Madeira sobre todas as áreas baixas marginais.

A etapa de campo de junho, ocorrida após a cheia sazonal do verão de 2005, demonstrou a pouca expressividade dos fenômenos de erosão fluvial sobre as barrancas do rio Madeira e sua relativa estabilidade morfodinâmica, fato este, que corrobora para a avaliação de que a descarga de sedimentos local não é relevante para a calha do rio Madeira. Todavia, sugere-se um monitoramento de novos eventos de cheias para assegurar a estabilidade erosiva das barrancas fluviais, em virtude do fato de que a cheia de 2005 não foi significativa, estando abaixo da média histórica.

Durante a execução dos trabalhos de campo, ficou patente a preocupação e a desinformação da população quanto aos impactos que a construção da hidrelétrica trará sobre a região afetada e as conseqüências daí advindas. Recomenda-se, portanto, às empresas responsáveis pelo empreendimento a elaboração de uma cartilha sobre o projeto, contendo as informações essenciais e como ele afetará a bacia do rio Madeira.

Por fim, é inegável a viabilidade ambiental e econômica das UHE's Jirau e Santo Antônio. O grande potencial energético, os impactos ambientais potencialmente reduzidos frente à magnitude da obra e a proposta de integração continental através da expansão da Hidrovia do Madeira para a Amazônia Boliviana credenciam este mega-projeto como um dos mais relevantes para a implantação pelo Governo na área de energia e navegação. Considerando esta combinação favorável de fatores, deve-se centrar atenção no aprofundamento dos estudos ambientais e na análise e solução de diversas variáveis, dentre as quais se destaca: a quantificação do montante de descarga sólida, o trânsito de sedimentos e o tempo de vida útil das barragens; o dimensionamento do futuro lago, considerando seu impacto nas áreas baixas circunvizinhas; impacto da formação do lago sobre as comunidades de Jaci-Paraná, Mutum-Paraná e Abunã, dentre outros menores e sobre aspectos históricos e culturais, destacando-se o antigo traçado da

Estrada de Ferro Madeira-Mamoré (EFMM). Equacionando e superando tais questões, se cria condições para o pleno sucesso de um dos mais importantes empreendimentos de geração de energia e navegação executada pelo Governo Brasileiro nas últimas décadas.

8. BIBLIOGRAFIA

- AB'SABER, A. N. (1972). Participação das depressões periféricas e superfícies aplainadas na compartimentação do planalto brasileiro: considerações finais, conclusões. **Geomorfologia/USP**, **28**, São Paulo, p.1-38.
- ADAMY, A. & ROMANINI, S. J. (1990). **Geologia da região de Porto Velho – Abunã**. Brasília, DNPM/CPRM, 273 p.
- AMARAL FILHO, Z. P. et al. (1978). Pedologia da Folha SC.20 (Porto Velho). In: **Projeto RADAMBRASIL**, **16**, DNPM, Levantamento dos Recursos Naturais, Rio de Janeiro, p.253-412.
- BARROS-SILVA, S. et al. (1978). Vegetação da Folha SC.20 (Porto Velho). In: **Projeto RADAMBRASIL**, **16**, DNPM, Levantamento dos Recursos Naturais, Rio de Janeiro, p.415-562.
- BEMERGUY, R. L.; COSTA, J. B. S.; HASUI, Y.; BORGES, M. S. & SOARES Jr., A. V. (2002). Structural Geomorphology of the Brazilian Amazon Region. In: KLEIN, E. L.; VASQUEZ, M. L. & ROSA-COSTA, L. T. (org.) **Contribuições à Geologia da Amazônia**, v.3, SBG/NO, Belém/PA, p.245-257.
- BIGARELLA, J. J.; MOUSINHO, M. R. & SILVA, J. X. (1965). Pediplanos, Pedimentos e seus Depósitos Correlativos. **Boletim Paranaense de Geografia**, **16/17**, Curitiba, p. 117-151.
- BRAUN, O. P. G. (1971). Contribuição a Geomorfologia do Brasil Central. **Revista Brasileira de Geografia**, IBGE, Rio de Janeiro, **32(3)**, p.3-39.
- BÜDEL, J. (1982). **Climatic Geomorphology**. Princeton University Press, Princeton, 443p.
- COSTA, M. L. (1991). Aspectos geológicos dos lateritos da Amazônia. **Revista Brasileira de Geociências**, **21(2)**, SBG, p.146-160.
- CPRM / SUDAM / OEA (2002). **Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil – Bolívia – Rio Abunã / Vale do Rio Guaporé**. CPRM, Porto Velho. 3 v.
- HORBE, A. M. C.; HORBE, M. A.; COSTA, M. L. & SUGUIO, K. (2001). A laterização na gênese das superfícies de aplanamento da região de Presidente Figueiredo – Vila Balbina, Nordeste do Amazonas. In: In: M. L. Costa & R. S. Angélica (orgs.). **Contribuições à Geologia da Amazônia**. v.2, cap.5, FINEP-SBG/NO, Belém/PA, p. 145-176.
- IGREJA, H. L. S. & CATIQUE, J. (1997). Análise neotectônica do lineamento de Itacoatiara, centro-leste do Estado do Amazonas. In: **Simpósio Nacional de Estudos Tectônicos**, **6**, Boletim de resumos, SBG- núcleo Brasília, Pirenópolis/GO, p.131-133.

- ITERON / SEPLAD. (1999). **Geomorfologia**. In: Zoneamento Socioeconômico-Ecológico do Estado de Rondônia. Governo do Estado. Porto Velho.
- KING, L. C. (1953). Canons of Landscape Evolution. **Bulletin of the Geological Society of America**, **64**, p.721-752
- KING, L. C. (1956). A Geomorfologia do Brasil Oriental. **Revista Brasileira de Geografia**, IBGE, Rio de Janeiro, **18**(2), p.147-266.
- LATRUBESSE, E. (2000). **Geomorfologia**. In: Zoneamento Ecológico-Econômico Brasil – Bolívia. Eixo Rio Abunã – Vale do Guaporé. SUDAM / OEA / CPRM, Porto Velho, p. 30-40.
- LEOPOLD, L. B.; WOLMAN, M. G. & MILLER, J. P. (1964). **Fluvial Processes in Geomorphology**. W. H. Freeman & Company, San Francisco, 535p.
- MELO, D. P.; COSTA, R. C. R. & NATALI FILHO, T. (1978). Geomorfologia da Folha SC.20 (Porto Velho). In: **Projeto RADAMBRASIL**, **16**, DNPM, Levantamento dos Recursos Naturais, Rio de Janeiro, p.187-254.
- PENCK, W. (1952). **Morphological analysis of the Landforms**. MacMillan Co., London, UK, 429 p.
- QUADROS, M. L. E. S.; SILVA FILHO, E. P.; REIS, M. R. & SCANDOLARA, J. E. (1996). Considerações preliminares sobre a evolução dos sistemas de drenagem dos rios Guaporé, Mamoré e Madeira, Estado de Rondônia. In: **Simpósio de Geologia da Amazônia**, **5**, Anais, SBG/NO, Belém/PA, p.242-245.
- RIZZOTTO, G. J.; QUADROS, M. L. E. S.; OLIVEIRA, J. G. F; CASTRO, J. M. R. (2004). **Geologia e Recursos Minerais do Entorno de Jirau**. Convênio FURNAS / CPRM (no prelo).
- SOUZA FILHO, P. W. M.; QUADROS, M. L. E. S.; SCANDOLARA, J. E.; SILVA FILHO, E. P. & REIS, M. R. & (1999). Compartimentação morfoestrutural e neotectônica do sistema fluvial Guaporé-Mamoré-Alto Madeira, Rondônia, Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, **29**(4), SBG, p. 469-476.
- SOUZA, R. da S. & ARAÚJO, L. M. N. (2001). **Análise Geoambiental da Hidrovia do Rio Madeira, Amazônia, Brasil**. IV Dialogo Interamericano de gerenciamento de Recursos Hídricos
- SUGUIO, K. & BIGARELLA, J. J., 1979. **Ambiente fluvial**. Ed. Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, 183p.
- THOMAS, M. F. (1994). **Geomorphology in the Tropics**. John Wiley & Sons. 460p.

- TWIDALE, C. R. (1998). Antiquity of Landforms: an 'extremely unlikely' concept vindicated. **Australian Journal of Earth Sciences**, **45**, p.657-668.
- VAN der HAMMEN, T. & ABSY, M. L (1994). Amazonia during the Last Glacial **Palaeogeography, Palaeoclimatology and Palaeoecology**, **109**, p.247-261.
- YOUNG, R. W. (1983). The time of geomorphological change: evidence from Southeastern Australia. **Journal of Geology**, **91**, p.221-230.

**LEVANTAMENTO DE INFORMAÇÕES PARA SUBSIDIAR O
ESTUDO DE VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO
HIDRELÉTRICO (AHE) DO RIO MADEIRA**

**APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO DO JIRAU
(AHE - JIRAU)**

CAPITULO III - HIDROGEOLOGIA

APRESENTAÇÃO

O presente relatório tem o objetivo precípua de cumprir o que preceitua o Convênio nº 15.002 de 2004, firmado entre FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. e a COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS - CPRM, cujo objeto é a realização do levantamento de informações geológicas e de recursos minerais, geomorfológicas e hidrogeológicas, visando subsidiar o Estudo de Viabilidade dos Aproveitamentos Hidrelétricos de Jirau e Santo Antônio, os quais abrangem as áreas de Influência Indireta (AII) e Direta (AID) dos referidos empreendimentos, localizados no rio Madeira, à montante da cidade de Porto Velho-Rondônia.

Os resultados deste relatório final, foram construídos a partir da integração de dados obtidos pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), realizados desde a década de setenta, juntamente com os dados obtidos durante etapas de campo desenvolvidas nos meses de setembro a novembro de 2004, que resultaram no Relatório Parcial de dezembro/2004, e em maio a julho de 2005 (Relatório de Progresso de julho/2005), assim como com os resultados de análises de laboratórios (Petrografia, Geoquímica de rocha e Geocronologia), já como parte do convênio em epígrafe.

O relatório abrange três capítulos temáticos, assim distribuídos: Capítulo I - Geologia, Recursos Minerais, Atividade Garimpeira e Direitos Minerários; Capítulo II - Geomorfologia e Capítulo III - Hidrogeologia.

SUMÁRIO

3.1.	INTRODUÇÃO.....	185
3.2.	METODOLOGIA.....	185
3.3.	RECURSOS HÍDRICOS.....	187
3.3.1.	Hidrologia.....	187
3.3.2.	Hidrogeologia.....	188
3.4.	VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	188
3.5.	TRABALHOS EXECUTADOS.....	189
3.5.1.	Classificação dos Sistemas Hidrogeológicos.....	190
3.6.	ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII).....	191
3.6.1.	Mapa Hidrogeológico.....	191
3.6.2.	Mapeamento da Vulnerabilidade Natural das Águas Subterrâneas.....	192
3.7.	ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID).....	194
3.7.1.	Mapa Hidrogeológico.....	194
3.7.2.	Mapeamento da Vulnerabilidade Natural das Águas Subterrâneas.....	199
3.8.	QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	200
3.8.1.	Análise Físico-Química das Amostras de Água Subterrânea na AID JIRAU...	202
3.9.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES.....	207
3.10.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	210

ANEXOS

III.1	MAPA HIDROGEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO JIRAU (escala de 1:100.000).
III.2	MAPA HIDROGEOLÓGICO DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO JIRAU (escala de 1:250.000).
III.3	MAPA DE VULNERABILIDADE NATURAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO JIRAU (escala 1:100.000).
III.4	MAPA DE VULNERABILIDADE NATURAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA DO JIRAU (escala 1:250.000).

3.1 - INTRODUÇÃO

A cartografia hidrogeológica é reconhecida como ferramenta útil no planejamento, desenvolvimento, assim como na gestão e proteção ambiental de quase todos os países do mundo. Conseqüentemente, há inúmeros mapas hidrogeológicos disponíveis que variam no modo de apresentação, principalmente, conforme a escala, finalidade e usuários alvo. Como exemplo pode-se citar o mapa hidrogeológico delimitando áreas de proteção específicas das águas subterrâneas na Dinamarca, devido a importância e a grande utilização desse recurso natural naquele país (Thomsen *et al.*, 2004). A legenda internacional da UNESCO define mapas hidrogeológicos como mapas nos quais são apresentadas as extensões dos aquíferos junto com quaisquer feições de caráter geológico, hidrogeológico, meteorológico e hidrológico de superfície necessária para propiciar uma boa compreensão da ocorrência de água subterrânea (Mente, no prelo).

Dessa forma, o presente capítulo deste relatório busca agrupar os diversos tipos de informação geológica, estrutural e hidrogeológica em dois mapas hidrogeológicos básicos nas áreas de influência direta e de influência indireta compreendidas entre o empreendimento Jirau e a localidade de Abunã. Assim como, identificar as áreas naturalmente vulneráveis à alteração da qualidade das águas subterrâneas, através da atividade antrópica; parâmetro este ilustrado nos dois mapas de vulnerabilidade natural das águas subterrâneas, apresentados da mesma forma para as áreas de influência direta e indireta do empreendimento Jirau.

3.2 - METODOLOGIA

No mapeamento hidrogeológico das áreas de influência direta e indireta das UHE's do Rio Madeira foi adotada a metodologia implementada por Mente *et al.* (1989), para mapas de pequena escala (1:1.000.000 ou maior), mapas de média escala (1:200.000 ou maior) e mapas de grande escala (1:200.000 ou menor). Esse método é uma evolução do modelo proposto para a uniformização internacional de legendas para mapas hidrogeológicos (ANON, 1970). Nos produtos gerados são apresentadas as extensões dos aquíferos, junto com feições de caráter geológico, hidrogeológico e hidrológico de superfície necessária para propiciar uma boa compreensão da ocorrência da água subterrânea.

O mapeamento foi realizado de acordo com o contrato estabelecido com FURNAS em duas escalas de trabalho, cujos produtos são um Mapa Hidrogeológico Geral (1:250.000), na área de influência indireta do empreendimento Jirau, baseando-se em dados bibliográficos e

investigações de campo; e o Mapa Hidrogeológico Específico, em escala 1:100.000 na área de influência direta do empreendimento Jirau, baseando-se principalmente no levantamento de campo realizado; sendo útil para o planejamento e a condução dos impactos humanos gerados no regime hídrico local, utilizando dados quantitativos e qualitativos (Mente *et al.*, 1989).

De acordo com a metodologia adotada, os aquíferos investigados foram divididos em dois grupos, a saber: aquíferos intergranulares e aquíferos fissurais. Nos aquíferos intergranulares, a capacidade de armazenamento e circulação de água é função da porosidade das rochas sedimentares e dos sedimentos quaternários. No caso dos aquíferos fraturados, a propriedade de armazenamento e circulação da água depende exclusivamente da existência de juntas e fraturas abertas assim como da interconexão entre as mesmas.

Os aquíferos intergranulares identificados que abrangem extensas áreas e apresentam elevada produtividade são apresentados na cor azul escuro; os aquíferos granulares com produtividade local ou descontínuos ou extensos com moderada produtividade são apresentados na coloração azul claro. Os aquíferos fissurais extensos que apresentam considerável produtividade são apresentados na coloração verde escuro; os aquíferos produtivos locais ou descontínuos ou extensos e que apresentam baixa produtividade são apresentados na cor verde clara.

Aquíferos intergranulares, porém, com um elevado grau de cimentação, fator este prejudicial para sua capacidade de armazenamento de água foram classificados como aquíferos intergranulares/fissurais, sendo concebida uma coloração azul esverdeada para essa unidade.

Os aquícludes, ou seja, unidades geológicas com alguma capacidade de armazenar água, no entanto, com baixíssimos valores de transmissividade são representadas pela cor marrom escura. Os aquífugos, por sua vez, que são unidades geológicas com baixíssima ou nenhuma capacidade de armazenamento de água, foram representados com a cor marrom clara.

Além do mapeamento hidrogeológico, foi produzido ainda, o mapa de vulnerabilidade natural das águas subterrâneas à contaminação nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento Jirau. Esse produto será de extrema utilidade durante o processo de remobilização dos moradores das localidades afetadas pela inundação; uma vez que, este mapa temático permite indicar os locais mais propícios para a criação de novos assentamentos urbanos, onde o impacto sobre a qualidade das águas subterrâneas deverá ser minimizado.

A metodologia adotada foi o modelo GOD, desenvolvido por Foster & Hirata (1993) onde cada letra representa um parâmetro a ser avaliado; sendo "G" (*Groundwater occurrence*) o tipo de ocorrência da água subterrânea; "O" (*Overall litology of aquiperm*) o litotipo da zona não saturada e "D" (*depth of water*) a profundidade do nível estático. Esses três parâmetros são

multiplicados entre si, gerando o índice final de vulnerabilidade para o aquífero. A figura 3.1 ilustra os parâmetros citados e os índices de vulnerabilidade correspondentes. As modificações introduzidas estão relacionadas à profundidade do nível estático, cujos níveis foram mais bem adaptados para a realidade local, assim como os valores dos sedimentos que constituem a zona não saturada.

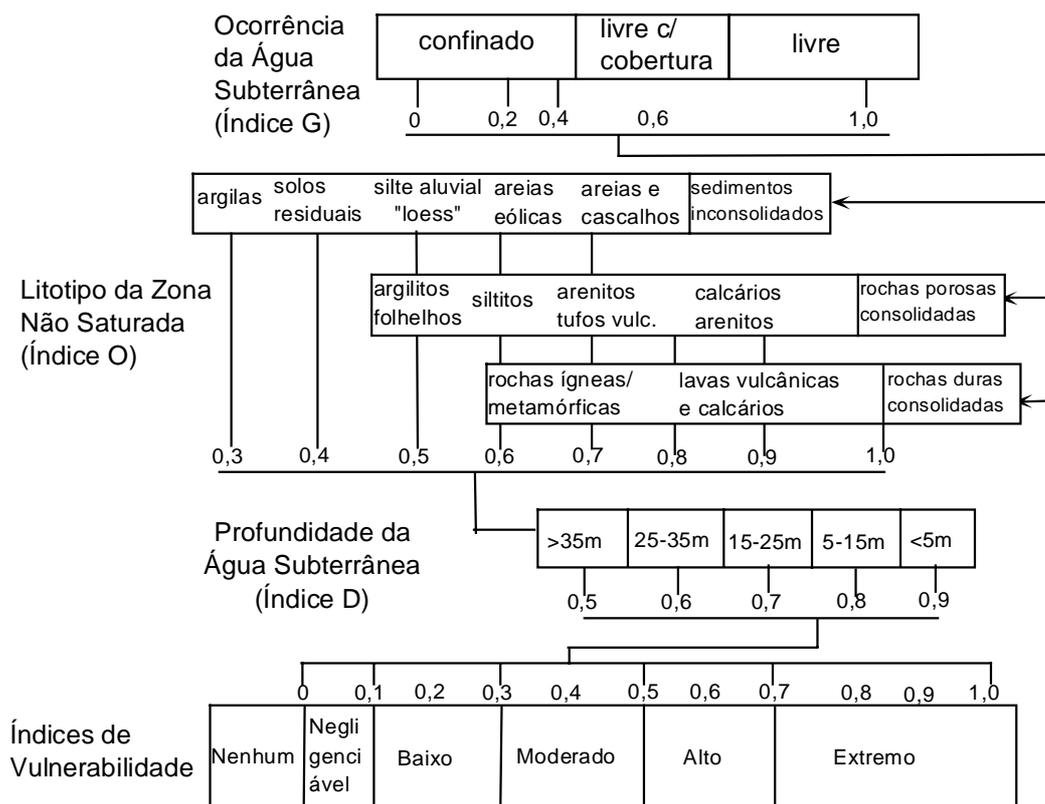


Figura 3.1 - Parâmetros utilizados na avaliação da vulnerabilidade natural de um aquífero através do método GOD (Modificado de Foster & Hirata 1993).

3.3 - RECURSOS HÍDRICOS

3.3.1 - Hidrologia

A bacia hidrográfica do Rio Madeira possui uma área de $1,37 \times 10^6$ km² sendo a mais importante entre os tributários do rio Amazonas, representando 23% da totalidade da bacia amazônica. Seus principais afluentes são os rios Beni, Madre de Dios e Mamoré, provenientes da Cordilheira Oriental do Peru e Bolívia, além do Guaporé (Guyot, 1993 *apud* Marques & Adamy, 2000).

O Rio Madeira nasce junto a vila Nova, correndo para norte por aproximadamente 80 km até receber o rio Abunã; então, seu curso inflecte para nordeste, seguindo nessa direção até sua foz no rio Amazonas.

3.3.2 - Hidrogeologia

As informações relativas a poços tubulares na região investigada são bastante incompletas, tratando principalmente de dados como profundidade e vazão de exploração, não havendo informações sobre perfis litológicos, testes de bombeamento e capacidade específica dos poços (Morais, 1998). Na sede do município de Porto Velho, apesar do grande número de poços perfurados, estes se encontram mal distribuídos ao longo do principal aquífero que os abastece, além do mais, muitas das informações dos perfis litológicos são pobres em qualidade técnica (Campos, 1999).

Para serem obtidos dados geológicos/hidrogeológicos relativos aos principais sistemas aquíferos da região foram realizadas duas campanhas de campo onde foram cadastrados cerca de 40 poços cacimba nas localidades de Jaciparaná, Mutumparaná, Abunã e Fortaleza do Abunã, além de se utilizar dados de sondagens rotativas e sondagens a trado realizadas por FURNAS na área do acampamento do Jirau. Foram coletadas ainda amostras de água subterrânea para identificar/avaliar a qualidade desse recurso natural nas áreas de influência direta e indireta do empreendimento Jirau em 15 poços dentre os cadastrados na área. Os poços cadastrados, assim como suas principais informações relacionadas encontram-se ilustrados na tabela 3.1.

3.4 - VULNERABILIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

O conceito inicial de vulnerabilidade das águas subterrâneas foi originalmente definido na França por Margat (*apud Vrba & Zoporozec, 1994*) e o termo tem sido quase sempre relacionado à contaminação de aquíferos.

A idéia de descrever diversos graus de vulnerabilidade das águas subterrâneas em relação a cargas contaminantes, como função das condições hidrogeológicas locais, através de mapas, foi concebida como um esforço em criar consciência do perigo da contaminação desse recurso natural; pois a visualização fornecida pelos mapas provou ser a maneira mais eficiente de ilustrar as informações de uma área (Melo Junior, 2002).

Apesar do conceito de vulnerabilidade ter sido desenvolvido há mais de três décadas, ainda não há um consenso no que diz respeito ao seu conhecimento e aceitação (Melo Junior,

2002). Uma das primeiras definições encontradas na literatura é a de Albinet & Margat (*apud* Vrba & Zoporozec, 1994). Segundo esses autores, a vulnerabilidade de um aquífero seria a possibilidade de percolação e difusão de contaminantes superficiais nos níveis freáticos, sob condições naturais. Por sua vez, Olmer & Rézac (*apud* Vrba & Zoporozec, 1994) sugeriram que a vulnerabilidade das águas subterrâneas seria “o grau de risco, determinado pelas condições naturais, independente das fontes de poluição presentes”. Segundo os autores, a vulnerabilidade na zona não saturada depende da permeabilidade vertical enquanto que, no aquífero, depende do gradiente hidráulico e da velocidade do fluxo subterrâneo.

Villumsen *et al.* (*apud* Vrba & Zoporozec, 1994) classificaram como vulnerabilidade das águas subterrâneas “o risco de substâncias químicas usadas ou dispostas sobre ou próximo à superfície do terreno influenciarem a qualidade das águas subterrâneas”.

Foster (1987) apresentou uma definição baseada no risco de contaminação das águas subterrâneas, considerando a interação entre a vulnerabilidade natural de um aquífero e a carga contaminante que é, ou será, aplicada ao ambiente como resultado da atividade humana. O autor utilizou o termo “vulnerabilidade à poluição do aquífero” para representar as características intrínsecas que determinam a sensibilidade de várias partes de um aquífero a ser adversamente afetado por uma carga contaminante.

3.5 - TRABALHOS EXECUTADOS

Durante as campanhas de campo foi realizado o cadastramento de cerca de 28 poços do tipo cacimba além de duas nascentes naturais de água subterrânea nas margens do rio Madeira, assim como; a caracterização dos principais litotipos que constituem os aquíferos, aquícludes e aquífugos da região.

O cadastramento dos poços tipo cacimba ou amazonas consistiu na sua localização geográfica através de equipamento GPS, da obtenção do nível estático através de medidor de nível e da tentativa de obter o perfil geológico aproximado do material retirado durante a construção do poço. Todos os dados levantados durante o cadastro dos poços encontram-se na tabela 3.1.

A caracterização dos litotipos consistiu em identificar as estruturas geradas nas rochas capazes de armazenar água, como fraturas, cavernas, dolinas, assim como avaliar suas dimensões e seu grau de penetração em subsuperfície.

3.5.1 - Classificação dos Sistemas Hidrogeológicos

Os sistemas hidrogeológicos correspondem à relação entre os sistemas aquíferos e as unidades litoestratigráficas, ou seja, as diversas unidades geológicas que apresentam as mesmas características hidráulicas e capacidade de armazenamento de água. Os principais sistemas hidrogeológicos intergranulares e fissurais das áreas de influência direta e indireta do empreendimento Jirau foram compartimentados nas seguintes unidades: Aquíferos Intergranulares Descontínuos, Livres (Aidl); Aquíferos Intergranulares Descontínuos, Livres a Semiconfinados (Aidlsc); Aquíferos Intergranulares/Fraturados Contínuos, Livres (Aifcl); Aquíferos Fraturados Descontínuos, Livres (Afdl); Aquíferos Locais Restritos as Zonas Fraturadas (Alrzf); Aquícludes (Aqc) e Aquífugos (Aqg).

Poço	UTM N	UTM E	Proprietário	Endereço	NE (m)	Profundidade (m)	CE (µs/cm)
1	8935648	287224	Francisca Oliveira	R. Chico Mendes 81 - Mutum-Paraná	5,08	Não sabe	33
2	8935604	287261	Sandro Alves	R. Chico Mendes 81c5- Mutum-Paraná	4,24	Não sabe	18,9
3	8935783	287230	Posto de Saúde	Mutum-Paraná	7,06	Não sabe	114,4
4	8935648	287224	Posto de Saúde	Mutum-Paraná		Não sabe	118,6
5	8935800	287039	Ana Sousa	Não sabe	6,8	Não sabe	34,4
6	8935799	287005	Marlene de Lira	R. Emanuel Ferreira 95 - Mutum-Paraná	5,45	Não sabe	128,4
7	8935888	286978	Marlene da Silva	R. da Pista Panificadora Mutum	5,5	8	67
8	8935747	287443	Maria dos Santos	R. Afonso Bernaraque - Mutum-Paraná	7,8	8,5	21,4
9	8935892	287518	Joelson Arturo	Mutum-Paraná - Não sabe	9,75	11	27,4
10	8935862	287129	Quartel da PM	Mutum-Paraná	5,64	Não sabe	53,7
11	8926501	240535	Hotel Thalita	BR-364 - Abunã	6,4	7	67,1
12	8926428	240618	Adenilce Brito	BR-364 - Abunã	4,65	10	68
13	8926313	240663	Francisco dos Santos	BR-364 - Abunã	5,5	6	35,2
14	8926324	240785	Cícero do Carmo	BR-364 - Abunã	6,1	Não sabe	62,4
15	8926414	240787	Fátima Silva	BR-364 - Abunã	6,05	8	114,6
16	8926497	240659	Delvaci Nascimento Daia	BR-364 - Abunã	6,3	Não sabe	152,1
17	8926719	240427	Nilton Soares de Carvalho	R. Barão do Rio Branco 160 - Abunã	4,6	5,5	293
18	8926814	240285	Humberto Ruas	R. Barão do Rio Branco 147 - Abunã	5,25	7	125,2
19	8927108	240203	Batalhão da PM	Abunã	5,35	Não sabe	117,1
20	8942126	302121	Escola Boa Esperança			Poço seco	
21	8942172	296451	Ramon Vilhalva Pereira	BR-364 Restaurante Pau-a-Pike	8,5	14	19,53
22	8932040	213551	Auto Posto Fortaleza do Abunã	BR-364 20 km após a balsa	3,9	7	20,3
23	8920258	219582	Condomínio da Pedreira	Estrada para Fortaleza do Abunã	3,9	Não sabe	44,5
24	8917878	222963	Eliel Oliveira	R. Nova 167 - Fortaleza do Abunã	3	5	31,5
25	8917791	223016	Luzanira da Silva	R. Nova 179 c1 - Fortaleza do Abunã	5,35	5	26,1
26	8917608	223099	Francisco P. de Melo	R. Acre (final) - Fortaleza do Abunã	4,5	6	26,5
27	8917633	222732	Ademar Vasconcelos	R. 13 de Setembro - Fortaleza do Abunã	6	8	31,5
28	8917779	222560	Edson Silva Lima	R. Beira Rio - Fortaleza do Abunã	3,7	6	179,7
29	8937054	307980			7	Cadastrado por Marcos Quadros	12,44
30	8936105	237513	Nascente no rio Madeira	Arenito ferruginoso, margem direita.			14,39

Tabela 3.1 - Principais dados obtidos durante o cadastramento de poços.

3.6 - ÁREA DE INFLUÊNCIA INDIRETA (AII)

3.6.1 - Mapa Hidrogeológico

O mapa hidrogeológico da Área de Influência Indireta encontra-se na escala 1:250.000, onde estão ilustradas as principais unidades armazenadoras de água subterrânea. Este mapa foi composto principalmente através de produtos pré-existentes como o mapa geológico (Scandolara *et al*, 1996) e o mapa hidrogeológico de Rondônia (Morais, 1998) sendo identificadas as seguintes unidades:

Aqüíferos Intergranulares Descontínuos, Livres (Aidl)

Correspondem aos sedimentos terciários da Formação Jaciparaná de composição arenosa, areno-siltosa e areno-argilosa. Sendo caracterizados como os melhores aquíferos da região.

Aqüíferos Intergranulares/Fraturados Contínuos, Livres (Aifcl)

Correspondem aos litotipos da Formação Palmeiral, compostos predominantemente por arenitos ortoquartzíticos e paraconglomerados fortemente cimentados. Essa cimentação confere um caráter de rocha cristalina a esta unidade, cuja percolação de água se dá principalmente nas fraturas e vênulas geradas pela tectônica imposta a seu arcabouço.

Aqüíferos Locais Restritos as Zonas Fraturadas (Alrzf)

Corresponde às rochas vulcânicas ácidas inseridos na Suíte Intrusiva Serra da Providência, bem como aos basaltos de composição vulcânica básica (Adamy & Romanini, 1990).

A permeabilidade desse sistema é variável, comumente baixa; no entanto, os poços que exploram estes aquíferos apresentam produtividade média maior que aqueles que exploram os aquíferos fraturados descontínuos, livres.

Aqüíferos Fraturados Descontínuos, Livres (Afdl)

Correspondem às fraturas abertas existentes nas rochas ortognáissicas de composição granítica do Complexo Jamari. Frequentemente estes sistemas aquíferos são ampliados pela ocorrência de uma cobertura de sedimentos coluvionares constituída por materiais detrítico argilo-arenosos, com espessura variável, podendo chegar a 40 m (Adamy & Romanini, 1990). A Suíte Intrusiva Alto Candeias também compõe esse sistema aquífero, sendo composto principalmente por granitos porfíricos de granulação média a grossa.

Aqüífugos (Aqg)

São caracterizadas por litotipos pouco favoráveis ao armazenamento de água subterrânea, além de apresentarem um relevo bastante acidentado (Adamy & Romanini, 1990), o que dificulta ainda mais a infiltração. Correspondem às ocorrências da Seqüência Metavulcano-Sedimentar e aos sills basálticos, respectivamente das Formações Mutumparaná e Nova Floresta. Enquadra-se ainda nesta compartimentação as coberturas detrito-lateríticas e os lateritos maduros da Formação Solimões, os lateritos imaturos mosqueados e concrecionários da Formação Jaciparaná, as rochas das Suítes Intrusivas São Lourenço-Caripunas e Rondônia, as rochas das Suítes Metamórficas Quatro Cachoeiras e Rio Crespo e finalmente, as rochas do Granito Serra da Muralha.

3.6.2 - Mapeamento da Vulnerabilidade Natural das Águas Subterrâneas

Na Área de Influência Indireta, para se caracterizar a vulnerabilidade das águas subterrâneas se utilizou o método GOD (Foster & Hirata, 1993) onde havia poços a cadastrar ou sondagens geotécnicas realizadas por FURNAS. O modelo GOD (Foster & Hirata, 1993) utiliza três parâmetros para determinar a vulnerabilidade natural das águas subterrâneas, sendo estes: O tipo de aquífero (Índice G), o litotipo da zona não saturada (Índice O) e a profundidade do nível estático (Índice D). Para cada parâmetro é atribuído um valor que, quando multiplicados entre si, fornecem o índice de vulnerabilidade final para o aquífero investigado (Melo Junior, 2002), conforme ilustra a figura 3.1. No entanto, devido a extensão e a precária realidade da área investigada, não há dados hidrogeológicos disponíveis. Por este motivo, na determinação da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas em regiões distantes, com ausência de poços e de difícil acesso, se utilizou somente o arcabouço geológico como base para a avaliação deste parâmetro, de acordo com Aller *et al.* (1987), que descreveram os litotipos mais vulneráveis à

contaminação antrópica. Através de modelamento matemático, com o método da *Inverse Distance Weighted* (IDW) e utilizando-se o *software* ArcView 3.2 foi produzido o mapa de vulnerabilidade natural das águas subterrâneas para a Área de Influência Indireta.

Vale destacar que a utilização do litotipo como critério para definir os índices de vulnerabilidade das águas subterrâneas é uma estratégia válida, conforme descreveram Aller *et al.* (1987) para os mais diversos litotipos existentes, sendo esta classificação dos aquíferos de acordo com o potencial natural à contaminação, em ordem crescente, sendo:

- a) Folhelho maciço - folhelhos acamadados espessos, argilitos ou argilas que fornecem geralmente pequenas quantidades de água através de suas fraturas, apresentam baixo potencial de contaminação, sendo este potencial relacionado diretamente ao grau de fraturamento da rocha;
- b) Rochas ígneas/metamórficas - rochas consolidadas de origem ígnea ou metamórfica com pouca ou nenhuma porosidade primária e que fornecem água somente através de suas fraturas. Geralmente apresentam baixo potencial de contaminação, estando este também ligado ao grau de fraturamento da rocha;
- c) Rochas ígneas/metamórficas intemperizadas - materiais inconsolidados, conhecidos por regolito ou saprólito, derivados do intemperismo das rochas consolidadas subjacentes e que contêm porosidade primária. Apresentam uma relação muito próxima entre o teor de argila do material e o potencial de contaminação do aquífero; logo, quanto maior a quantidade de material argiloso, menor o potencial de contaminação do aquífero;
- d) Til glacial - misturas inconsolidadas ou semi-consolidadas de cascalho, areia, silte e argila, pobremente selecionados e estratificados. Embora os tills glaciais apresentem baixa permeabilidade, os poços construídos nesse material são tipicamente rasos, logo, mais susceptíveis à contaminação;
- e) Arenito acamadado, Calcário e Folhelho - geralmente ocorrem como seqüências de rochas sedimentares finamente acamadadas, contendo porosidade primária. O fator que mais influencia no potencial de contaminação é o grau de fraturamento das rochas;

- f) Arenito maciço - arenitos consolidados que possuem tanto porosidade primária como secundária. Apresentam o potencial de contaminação relacionado tanto ao grau de fraturamento como à porosidade primária;
- g) Calcário maciço - calcários ou dolomitos maciços compostos por espessos depósitos. Apresentam o potencial de poluição relacionado ao grau de fraturamento e ao volume de cavidades de dissolução no calcário;
- h) Areia e cascalho - misturas inconsolidadas de areia e cascalho com pequenas quantidades de material fino, sendo conhecidos como limpos. Em geral, quanto menos limpos e mais grosseiro o aquífero, maior será o potencial de contaminação;
- i) Basalto - nesse tipo de rocha ígnea extrusiva, com planos de acamamento, fraturas e porosidade vesicular, o potencial de poluição é influenciado pela quantidade de aberturas interconectadas presentes no material do fluxo da lava;
- j) Calcário cárstico - o calcário consolidado é dissolvido ao ponto que cavidades largas, abertas e interconectadas encontram-se presentes, além de fraturas. Nesse caso, o potencial de contaminação é muito elevado;

Foram identificados, portanto, índices de vulnerabilidade altos a extremamente altos nas porções centro-noroeste e centro-sudoeste da Área de Influência Indireta do empreendimento Jirau.

3.7 - ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA (AID)

3.7.1 - Mapa Hidrogeológico

O mapa hidrogeológico da Área de Influência Direta encontra-se na escala 1:100.000, onde se encontram as principais unidades armazenadoras de água subterrânea. Este mapa foi elaborado principalmente através dos levantamentos de campo realizados, quando foram identificados os litotipos, assim como as principais estruturas capazes de armazenar água nas rochas, além do cadastramento de poços amazonas, os quais nos permitiram identificar as seguintes unidades hidrogeológicas:

Aquíferos Intergranulares Descontínuos, Livres (Aidl)

Essa unidade corresponde aos sedimentos quaternários inconsolidados, aos depósitos da Formação Jaciparaná constituídos por pediplanos areno-siltosos, além dos sedimentos areno-ferruginosos pouco consolidados da Formação Rio Madeira, todos com origem aluvionar. Estes sedimentos são mal selecionados, com a granulometria variando de cascalho a argila, apresentando caráter inconsolidado a pouco consolidado. Esse sistema aquífero ocorre de forma mais ampla na região de Mutumparaná e Abunã apresentando forma alongada de elipsóide para oeste (Anexo III.2), sendo o principal responsável pelo abastecimento de água da população local, através, principalmente de poços amazonas (Figuras 3.2 e 3.3). De uma maneira geral, esse sistema aquífero apresenta as melhores vazões da área investigada, com valores de cerca de 3 a 4 m³/h, no entanto, devido a proximidade do lençol freático com a superfície, entre 4 a 8 metros, este se torna mais vulnerável à contaminação. Nesse sistema hidrogeológico foram identificadas diversas nascentes nas margens do rio Madeira, no contato entre a base argilosa e o topo predominantemente arenoso, como ilustram as figuras 3.4 e 3.5.



Figura 3.2 - Poço amazonas na vila Mutumparaná que explora aquífero intergranular descontínuo, livre.



Figura 3.3 - Poço amazonas sendo escavado na vila Abunã, composto por sedimentos areno-argilosos de aquífero intergranular descontínuo, livre.



Figura 3.4 - Nascente em Aquífero Intergranular Descontínuo, livre da Formação Rio Madeira.



Figura 3.5 - Zoom sobre a nascente em Aquífero Intergranular Descontínuo, livre da Formação Rio Madeira da figura 3.2.

Aquíferos Intergranulares Descontínuos, Livres a Semiconfinados (Aidlsc)

Correspondem aos sedimentos da Formação Jaciparaná e compostos principalmente por areias aluvionares silto-argilas. Esses depósitos ocorrem principalmente na forma de terraços e encontram-se predominantemente inconsolidados, porém com cimentação ferruginosa, o que compromete a qualidade da água deste aquífero para o consumo direto. Os sedimentos variam de areia fina a média por vezes conglomeráticas com algum teor de argila; sendo geralmente cobertos por uma camada argilosa ou silto-argilosa, o que lhes confere o caráter de semi-confinamento.

Aquíferos Intergranulares/Fraturados Contínuos, Livres (Aifcl)

Correspondem aos litotipos da Formação Palmeiral, compostos predominantemente por arenitos ortoquartzíticos e paraconglomerados fortemente cimentados por matriz arcoseana bastante silicática. Essa cimentação confere um caráter de rocha cristalina a esta unidade, cuja percolação de água se dá principalmente nas fraturas e vênulas geradas pela tectônica imposta a seu arcabouço. As fraturas identificadas encontram-se bem abertas em superfície apresentando

bastante penetrabilidade, com espaçamento entre 3 a 5 cm em média. Sua direção preferencial é NNE-SSW com mergulho sub-vertical. Como estrutura sedimentar foi identificada a estratificação cruzada acanalada de médio a grande porte, ocorrendo ainda a presença de seixos centimétricos dispersos.

Aqüíferos Fraturados Descontínuos, Livres (Afdl)

Essa unidade corresponde às fraturas abertas existentes nos anfibolitos, gnaisses monzograníticos e granodioríticos e paraderivadas (gnaisses calcissilicáticos) de composição granítica do Complexo Jamari. Frequentemente estes sistemas aquíferos são ampliados pela ocorrência de uma cobertura de sedimentos coluvionares constituída por materiais detrítico argilo-arenosos, com espessura variável, podendo chegar a 40 m (Adamy & Romanini, 1990). Dentro da área investigada foram identificados granitos pórfiros de coloração rósea com duas direções preferenciais de fratura N70W com mergulho sub-vertical e N20⁰E com mergulho de 65⁰ SE. Essas fraturas encontram-se pouco abertas (3cm a 2mm) e são pouco penetrativas, o que dificulta a percolação da água pluvial para recarga e manutenção do sistema aquífero.

Aqüíferos Locais Restritos as Zonas Fraturadas (Alrzf)

Corresponde às rochas graníticas inseridas na Suíte Intrusiva Serra da Providência (Adamy & Romanini, 1990).

A permeabilidade desse sistema é variável, comumente baixa, tendo sido identificadas rochas graníticas com baixo grau de fraturamento cujas fraturas encontram-se seladas por veios de quartzo leitoso. Esse é o sistema aquífero menos extenso na área estudada e o que apresenta menor potencial para armazenamento e transmissividade de água, a recarga é feita de maneira direta pela precipitação pluviométrica, ou através da saturação de seu manto de intemperismo, localmente identificado.

Aqüicludes (Aqc)

Corresponde a litologias porosas mas não permeáveis, incapazes de ceder água economicamente a obras de captação, devido estar contida no meio por forças moleculares, onde se enquadram os sedimentos aluvionares compostos por argila.

Aqüíferos (Aqg)

São caracterizadas por litotipos com pouca ou nenhuma favorabilidade ao armazenamento de água subterrânea, além de apresentarem um relevo bastante acidentado (Adamy & Romanini, 1990), o que dificulta ainda mais a infiltração. Correspondem às ocorrências da Seqüência Metavulcano-Sedimentar das Formações Mutumparaná. Enquadra-se ainda nesta compartimentação os lateritos imaturos mosqueados e concrecionários da Formação Jaciparaná, as rochas das Suítes Intrusivas São Lourenço-Caripunas e Rondônia, as rochas das Suítes Metamórficas Quatro Cachoeiras e Rio Crespo e finalmente, as rochas do Granito Serra da Muralha.

3.7.2 - Mapeamento da Vulnerabilidade Natural das Águas Subterrâneas

Assim como na área de influência indireta, foi aplicado na área de influência direta o modelo GOD, desenvolvido por Foster & Hirata (1993) para determinar a vulnerabilidade natural das águas subterrâneas à contaminação. Sendo que, as letras que designam o nome do método representam os índices de vulnerabilidade, a saber: O tipo de aquífero (Índice G), o litotipo da zona não saturada (Índice O) e a profundidade do nível estático (Índice D). Para cada parâmetro é atribuído um valor que, quando multiplicados entre si, fornecem o índice de vulnerabilidade final para o aquífero investigado (Melo Junior, 2002).

Na área de influência direta, o tipo de aquífero (Índice G), o litotipo da zona não saturada (Índice O) e a profundidade do nível estático (Índice D) foram identificados nas vilas de Mutumparaná e Abunã, assim como na região do Jirau, através do cadastramento dos poços amazonas e dos dados das sondagens geotécnicas e a trado, realizados por FURNAS. Nas regiões desabitadas adotou-se o mesmo procedimento da área de influência indireta para identificar os índices de vulnerabilidade, ou seja, através da unidade geológica identificada no local, conforme descrito por Aller *et al.* (1987), uma vez que, não foi possível realizar sondagens ao longo de uma área tão extensa. Através de modelamento matemático, por meio do método de *Inverse Distance Weighted* aplicado no software ArcView 3.2 atingiram-se índices para a efetivação do modelo.

Assim sendo, foram identificados índices de vulnerabilidade altos a extremamente altos na Área de Influência Direta do empreendimento Jirau principalmente na região do poço 31, que capta água dos sedimentos conglomeráticos da Formação Palmeiral, localizado a 11 km da vila de Mutumparaná, onde funciona o restaurante Pau-a-Pike, através do modelo GOD (Foster &

Hirata, 1993). Nas demais regiões da área pesquisada os índices de vulnerabilidade identificados, baseados tanto no modelo GOD (Foster & Hirata, 1993) quanto na geologia local variaram entre moderado a baixo, como pode ser observado no anexo III.3.

3.8 - QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A água subterrânea apresenta geralmente excelente qualidade física e química, sendo apta para o consumo humano, muitas vezes sem tratamento prévio. A contaminação ocorre quando alguma alteração na água coloca em risco a saúde ou o bem estar de uma população (Teixeira *et al*, 2003).

Entre os compostos inorgânicos, o nitrato é o contaminante de ocorrência mais ampla em aquíferos. As fontes mais comuns deste contaminante são os sistemas de saneamento *in situ* (fossas e latrinas) e a aplicação de fertilizantes nitrogenados na agricultura. A grande preocupação ambiental associada ao nitrato está no fato dessa substância possuir grande mobilidade e persistência em condições aeróbicas (Teixeira *et al*, 2003).

Sistemas *in situ* de esgotamento sanitário, como fossas sépticas, latrinas, fossas ventiladas e secas, entre outras são adequadas para a disposição de efluentes domésticos em zonas rurais, vilas e pequenas cidades a um custo bastante reduzido, comparativamente a redes de esgoto e estações de tratamento de efluentes. No entanto, os efluentes domésticos possuem elevadas concentrações em carbono orgânico, cloreto, nitrogênio, sódio, magnésio, sulfato e alguns metais, incluindo ferro, zinco e cobre, além de concentrações variadas de microorganismos patogênicos (Teixeira *et al*, 2003).

Compostos nitrogenados nos dejetos humanos podem causar uma persistente e extensa contaminação em aquíferos livres em zonas urbanas e peri-urbanas. Por exemplo, uma área de densidade populacional de 20 pessoas por hectare pode gerar uma carga de 100 kg/hab/ano de nitrogênio, que, se oxidado por 100 mm/ano de infiltração da água da chuva, poderia resultar em uma recarga local ao aquífero de 100 mg/l de nitrato, ou seja, quase 10 vezes maior que o padrão de potabilidade aceito pelo Ministério da Saúde. Este exemplo demonstra que áreas sem rede de esgoto, mesmo em climas bastante úmidos, podem ser alvos de contaminações significativas (Teixeira *et al*, 2003).

Ao longo dos últimos anos, o Serviço Geológico do Brasil, vêm desenvolvendo estudos na região Amazônica visando identificar os principais aspectos hidrogeológicos regionais a fim de caracterizar as águas subterrâneas quanto à sua qualidade para o consumo humano (Campos, 2003). Estes estudos vêm sendo dirigidos através da identificação de valores de condutividade

elétrica, uma vez que, esta propriedade apresenta uma correlação direta com íons de nitrato e cloreto (Ferreira & Hirata, 1993).

A introdução de sais e outros elementos nas águas subterrâneas através de fossas sanitárias *in situ* permite com que a condutividade elétrica se transforme em um ótimo parâmetro indicativo da contaminação deste recurso natural, principalmente pelo fato de elementos como nitrato e cloreto serem altamente conservativos na zona saturada (Feitosa & Manoel Filho, 2000). O problema identificado para este tipo de contaminação consiste no fato de que, o nitrato como produto final do ciclo do nitrogênio possui uma relação comprovada com doenças como cianose em recém-nascidos, causando alterações na composição sanguínea dando à pele uma coloração azulada; além de estimular a produção de nitrosaminas pelo estômago (Feitosa & Manoel Filho, 2000) e acumular-se na bexiga através de seu consumo prolongado (Weyer *et al.* 2003) causando câncer.

Durante o mapeamento hidrogeológico e da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas à contaminação na área estudada, foram coletadas amostras de água nos poços amazonas cadastrados e nas nascentes, às margens do rio Madeira, para avaliar-se a condutividade elétrica da água subterrânea, a fim de, mais uma vez, utilizar-se essa ferramenta como um indicativo da contaminação causada pelo saneamento *in situ*.

Os valores obtidos para a condutividade elétrica das amostras de água subterrânea foram bastante elevados, com média de 75,59 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e valores máximos e mínimos de 254,00 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 25,40 $\mu\text{S}/\text{cm}$, nos poços 22 e 5, respectivamente (Figura 3.6). Sendo que, 86,67% das amostras analisadas apresentaram valores superiores a 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 13,33% encontram-se com valores acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$. O *background* regional da condutividade elétrica das águas subterrâneas na região de Porto Velho encontra-se em torno de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$, segundo Campos *et al.* (2004). Portanto, considera-se que os valores anômalos identificados já sejam um forte indicativo da alteração da qualidade das águas. Enquanto que, nas regiões mais preservadas da área de estudo, os valores da condutividade elétrica se mantiveram dentro do *background* regional.

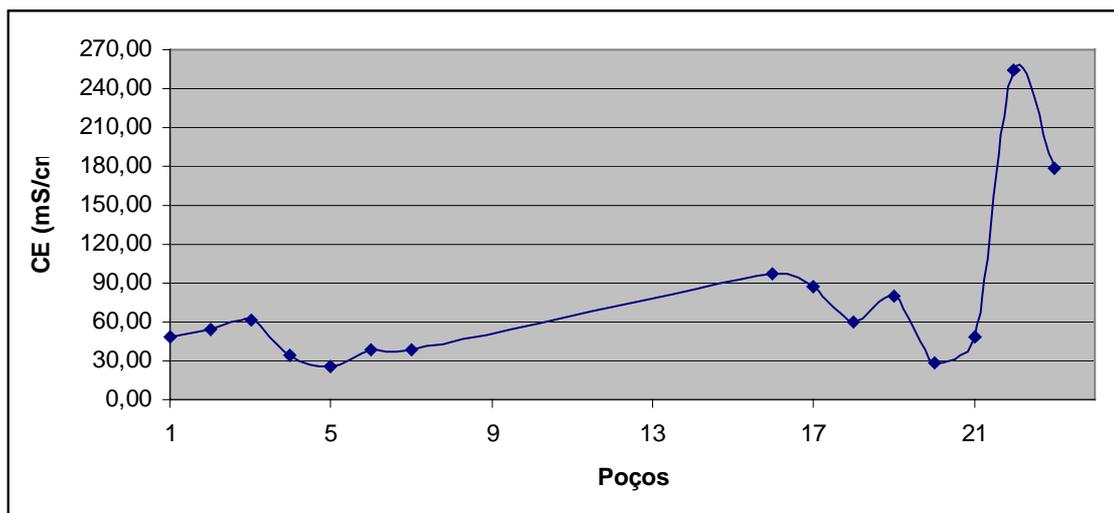


Figura 3.6 - Valores de condutividade elétrica obtidos nas águas subterrâneas na área de influência direta da UHE Jirau.

3.8.1 - Análise Físico-Química das Amostras de Água Subterrânea na AID Jirau

Para avaliar a qualidade das águas subterrâneas na AID do empreendimento Jirau, as amostras coletadas foram enviadas para o AGROLAB – Análise Ambientais, laboratório certificado para este tipo de análise. De um total de 30 pontos d’água cadastrados foram analisadas 15 amostras de águas subterrâneas, cujos parâmetros físicos avaliados foram alcalinidade de carbonatos e bicarbonatos, cor, pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos e dureza total; enquanto que, os parâmetros químicos investigados correspondem ao cálcio, sódio, magnésio, potássio, sulfato, cloreto, nitrato, nitrito, amônia, bicarbonato e ferro total.

Dentre as 15 amostras de água subterrânea enviadas para análise físico-química, todos os elementos investigados se apresentaram dentro dos limites físico-químicos de potabilidade estabelecidos pela Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, de acordo com o laudo das análises, em anexo.

O principal objetivo de se avaliar a qualidade das águas subterrâneas na AID além de se obter o *background* regional da condutividade elétrica e dos parâmetros investigados foi observar a influência antrópica nesse recurso natural de extrema importância, e, amplamente explorado através de poços cacimba e semi-artesianos.

De acordo com o exposto anteriormente, focou-se a questão da qualidade das águas subterrâneas nas concentrações dos elementos nitrato e cloreto; além de observar-se a sua relação direta com a condutividade elétrica e a saúde da população envolvida.

Segundo os resultados das análises físico-químicas, verificou-se que, os teores de cloreto encontram-se abaixo do limite estabelecido pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde. Sendo que, os valores máximo e mínimo encontrados para as amostras de água subterrânea foram de 30,40 mg/L nos poços 22 e 23 e 1,50 mg/L no poço 5; com média de 10,19 mg/L, conforme ilustra a figura 3.7.

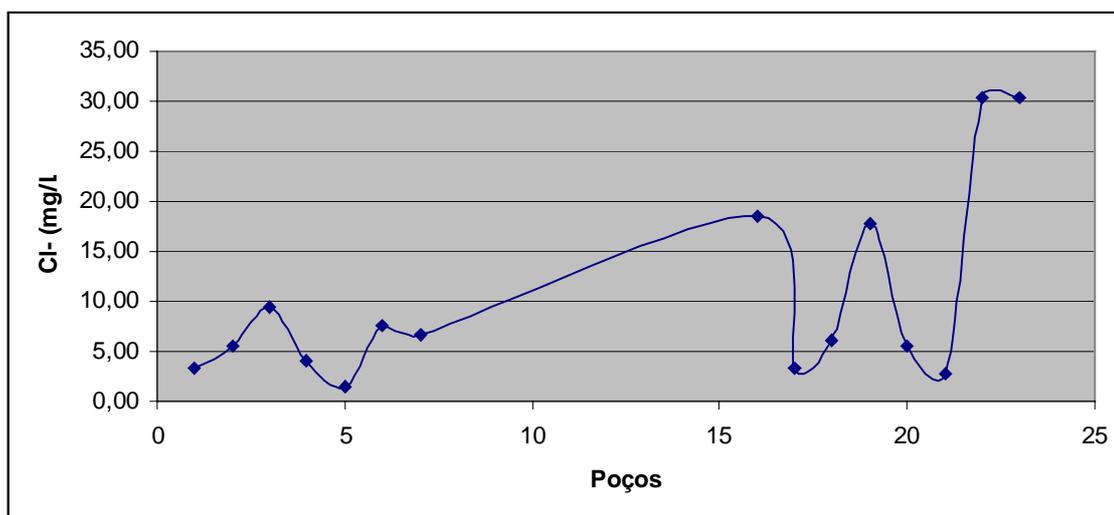


Figura 3.7 - Teores de cloreto obtidos nas amostras de águas subterrâneas na AID do Empreendimento Jirau.

De acordo com o que foi observado por autores como Campos (2003) nos municípios de Campo Novo, Buritis, Mirante da Serra e as localidades de Extrema e Nova Califórnia em Rondônia, assim como em Boa Vista (RR), e Campos *et al.* (2004) na sede do município de Porto Velho (RO), verificou-se uma correlação direta entre os íons cloreto e a condutividade elétrica das águas subterrâneas na AID do empreendimento Jirau, conforme ilustra a figura 3.8, onde se obteve um coeficiente superior a 80% ente os parâmetros investigados.

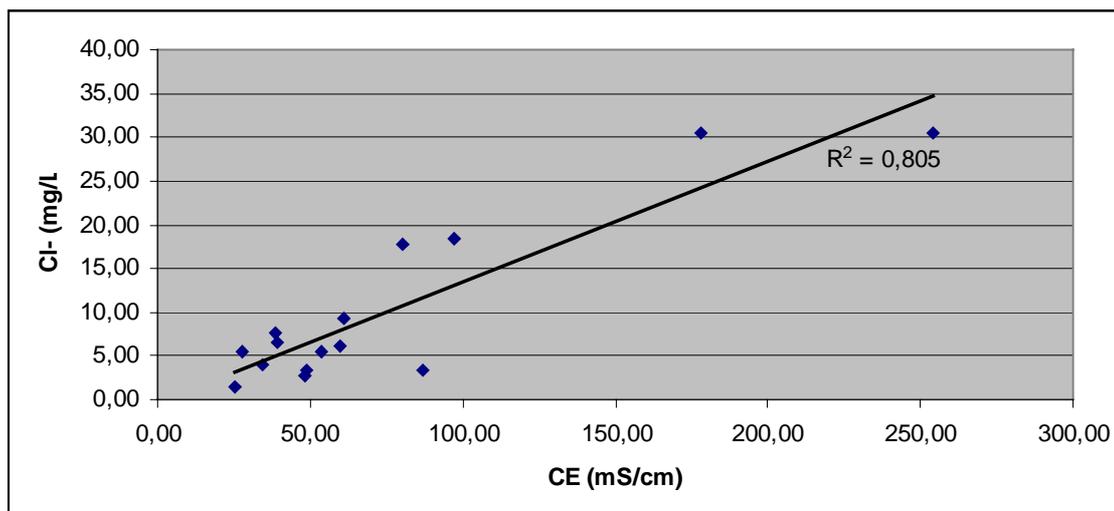


Figura 3.8 - Teores de cloreto obtidos nas amostras de água subterrânea na AID do Empreendimento Jirau.

Conforme mencionado anteriormente, o nitrato é o contaminante de maior ocorrência em aquíferos, quer em zonas rurais quer em zonas urbanas, estando diretamente relacionado à atividade agrícola, devido à intensa aplicação de fertilizantes ou devido o uso de fossas negras como alternativa para a falta de um sistema de coleta e tratamento de esgoto. Por este motivo, nossa atenção se concentrou na identificação e avaliação da presença deste elemento nas águas subterrâneas da AID do empreendimento Jirau, com o intuito de se considerar se a presença de fossas negras mal construídas é uma fonte real de contaminação, nos principais aglomerados populacionais da área investigada.

De acordo com o resultado da análise química das amostras investigadas, os teores de nitrato nas águas subterrâneas variaram entre 2,70 mg/L de NO_3/N nos poços 16 e 23 e 0,0 mg/L de NO_3/N no poço 20 (Figura 3.9). Todas abaixo, portanto, do valor de potabilidade de 10 mg/L de NO_3/N estabelecido pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde.

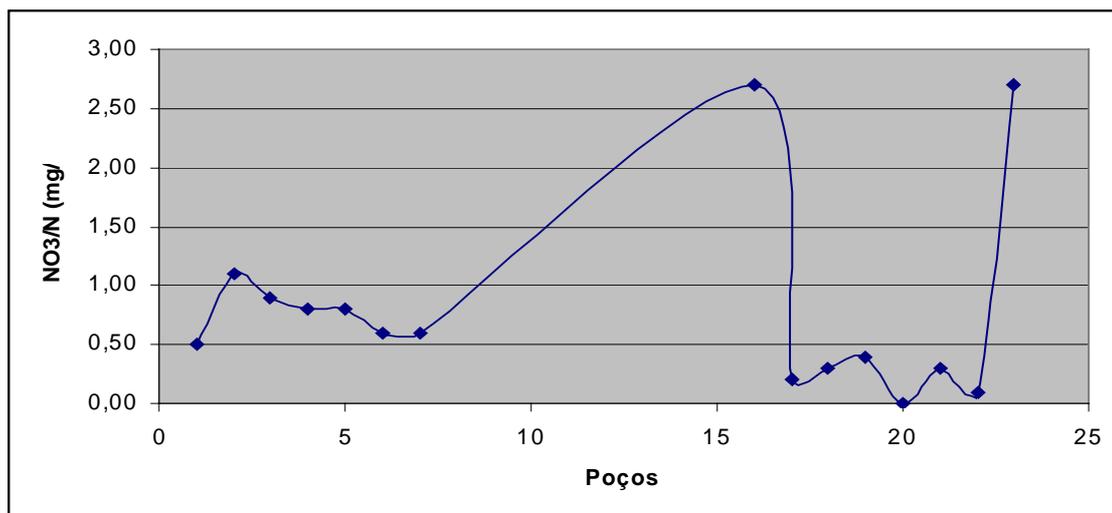


Figura 3.9 - Teores de nitrato obtidos nas amostras de água subterrânea na AID do Empreendimento Jirau.

De acordo com a *Environmental Protection Agency* (1996) dos Estados Unidos, teores de nitrato acima de 3,0 mg/L de NO₃/N já é um indicativo da influência antrópica na qualidade das águas subterrâneas. De acordo com o Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS, 1993), os níveis esperados de nitrato em águas subterrâneas não poluídas devem estar abaixo de 1 mg/L. O USGS (1993) realizou um estudo comparativo em 344 pontos espalhados em todo o território americano, onde observou que, 80% dos pontos investigados apresentaram teores de nitrato abaixo de 1 mg/L, 16% entre 1 mg/L a 3 mg/L e 4% encontravam-se acima de 3 mg/L; sendo que, dos locais investigados cujos teores de nitrato se apresentaram acima de 1 mg/L, 30% se encontravam em áreas urbanas e 40% em zonas rurais.

Conforme observado na Área de Influência Direta da UHE Jirau, nenhuma das amostras analisadas apresentou teores acima de 3,0 mg/L de nitrato e somente 20% ultrapassaram o limite de 1,0 mg/L; o que pode ser considerado um ótimo indicativo da qualidade das águas subterrâneas.

Não foi observada praticamente nenhuma relação entre a condutividade elétrica e os teores de nitrato, da mesma forma como para o cloreto, nas amostras de água subterrânea da AID, cuja relação encontra-se em torno de 5%, conforme ilustra a figura 3.10. Este fato pode estar relacionado a diversos fatores, como, a complexidade da geologia local, a correlação da condutividade elétrica com outros elementos químicos, e, o intervalo de tempo entre a coleta das amostras e a execução da análise físico-química no AGROLAB, em Recife. No primeiro fator, a condutividade elétrica pode se apresentar elevada em função principalmente da liberação de sais na água subterrânea provenientes das rochas graníticas existentes na região; o segundo caso

relaciona-se diretamente a presença de outros elementos químicos na água subterrânea, que, associados a elementos inseridos artificialmente como detergentes domésticos e outros compostos utilizados em produtos de limpeza elevam este parâmetro físico. A terceira possibilidade diz respeito ao intervalo entre a coleta e a análise das amostras de água subterrânea, que ficou entre 7 a 10 dias, em decorrência da necessidade das amostras serem realizadas em laboratório certificado, o que não existe na cidade de Porto Velho para o fim desejado, fato este que pode ter comprometido a avaliação do teor de nitrato nas amostras coletadas.

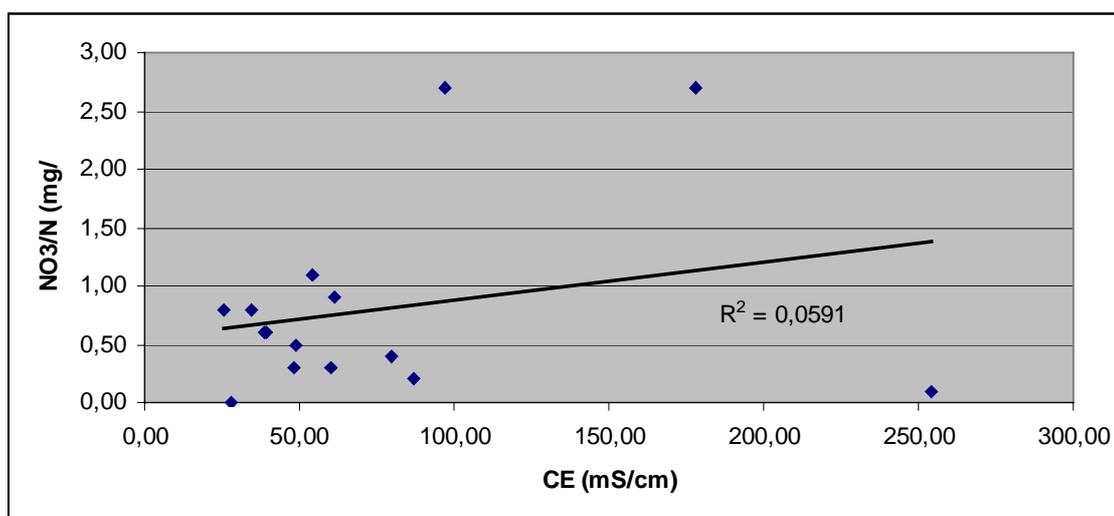


Figura 3.10 - Correlação entre a Condutividade elétrica e os teores de nitrato na água subterrânea da AID da UHE Jirau.

Embora as concentrações de cloreto e nitrato nas amostras de água subterrânea na AID dos empreendimentos Jirau e Santo Antônio se encontrem dentro dos limites estabelecidos pela portaria 518/04 do Ministério da Saúde, as amostras de nitrato, cujos teores se encontrem próximo ou acima de 1,0 mg/L de NO₃/N, relacionados à áreas povoadas, são um forte indicativo de contaminação por fossas sanitárias mal construídas. Como o nitrato é um elemento com alta mobilidade e cumulativo, no caso da fonte contaminante não ser anulada ou retirada, os limites de tolerância poderão ser alcançados, o que representa um risco para a saúde da população local.

Vale destacar que, após a remoção da população de algumas localidades atingidas pelo empreendimento Jirau, se terá uma oportunidade impar de assentar essas pessoas em locais onde a vulnerabilidade natural das águas subterrâneas não é alta e de serem construídas fossas sépticas de acordo com as normas técnicas estabelecidas pela ABNT; uma vez que, se deve ressaltar o fato de que é muito mais simples e barato evitar, prevenir a contaminação desse recurso natural

tão precioso que são as águas subterrâneas do que se lançar mão de processos de remediação da contaminação já instalada, quando muitas vezes, a qualidade da água dificilmente volta a seu estado natural.

3.9 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

De acordo com os dados coletados durante o mapeamento hidrogeológico e da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas à contaminação nas áreas de Influência Direta e Indireta do empreendimento Jirau, além dos resultados obtidos pelas análises físico-químicas das amostras de água subterrânea, foi possível se atingir as seguintes conclusões:

- 1) Dentre os sistemas aquíferos identificados os principais reservatórios de água subterrânea nas Áreas de Influência Direta do empreendimento Jirau são os aquíferos intergranulares descontínuos, livres (AIDL), sendo estes compostos por areias aluvionares localizados na porção centro noroeste da área investigada. Destacam-se ainda os aquíferos intergranulares descontínuos livre a semi-confinados (AIDLSC) compostos pela formação Rio Madeira e os pediplanos argilo-silto-arenosos da formação Jaciparaná que ocorrem na porção noroeste da AID Jirau;
- 2) Em relação à vulnerabilidade natural das águas subterrâneas, os valores mais elevados para esse parâmetro foram identificados ao longo da BR-364, a 11 km da vila de Mutumparaná, onde funciona o restaurante Pau-a-Pike, que capta água dos sedimentos conglomeráticos da Formação Palmeiral;
- 3) Os menores índices de vulnerabilidade natural das águas subterrâneas foram identificados na parte central da área entre o poço 30 e a localidade do Jirau;
- 4) Devido à inexistência de uma rede de distribuição de água em todas as localidades investigadas, os moradores dessas vilas utilizam quase que totalmente de poços amazonas para seu abastecimento doméstico, assim como, de fossas sépticas para a deposição de seus dejetos, sendo que, a maioria destas não é construída adequadamente. O sistema poço x fossa é uma das principais fontes de contaminação das águas subterrâneas em países em desenvolvimento como o Brasil (Ferreira & Hirata, 1993); sendo que, essa alteração da qualidade das águas confirmou-se nas localidades investigadas através dos valores de

condutividade elétrica das amostras coletadas, onde, 86,67% das amostras apresentaram valores acima do background regional, de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e 13,33% das amostras apresentaram valores acima de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, o que se deve considerar alarmante;

- 5) Os valores da condutividade elétrica na água subterrânea coletada em nascentes às margens do rio Madeira e em poços ao longo da BR-364, distantes, portanto, de aglomerados urbanos apresentaram-se dentro dos limites do *background* regional, de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Indicando, assim, a boa qualidade desse recurso natural para o consumo humano, e; principalmente que, este deve ser preservado com o intuito de manter-se sua qualidade natural, considerando-se que, é muito mais barato preservar aquíferos do que remediar contaminações já existentes;
- 6) Dentre os diversos elementos químicos analisados para identificar a potabilidade da água subterrânea foi dado ênfase ao cloreto e ao nitrato, uma vez que, elevadas concentrações destes elementos nas águas subterrâneas são prejudiciais para a saúde humana, considerando-se também sua mobilidade e persistência no meio natural;
- 7) Dentre as 15 amostras analisadas de água subterrânea, nenhuma apresentou concentrações de cloreto ou nitrato acima do padrão de potabilidade estabelecido pela portaria 518/2004 do Ministério da Saúde, o que é um bom indicativo de sua qualidade;
- 8) Tratando-se da correlação dos teores de nitrato e cloreto com a condutividade elétrica das águas subterrâneas, foi observada uma boa relação somente entre a condutividade elétrica e o elemento cloreto onde se obteve um coeficiente superior a 80%, em relação ao nitrato, o coeficiente de correlação obtido foi de cerca de 5%, considerado muito baixo. Esse fato pode ter ocorrido por influência de diversos fatores, como a geologia local, responsável pela liberação de sais diversos, que não de nitrato nas águas subterrâneas, o que eleva os valores da condutividade elétrica, assim como pela somatória entre os demais elementos químicos naturais existentes na água subterrânea, associados a elementos inseridos artificialmente como detergentes domésticos e outros compostos utilizados em produtos de limpeza, fazendo com que este parâmetro físico seja elevado, e, finalmente, se pode inferir a não correlação entre os teores de nitrato e a condutividade elétrica em decorrência do intervalo de tempo entre a coleta e a análise das amostras de água subterrânea, que ficou entre 7 a 10 dias, devido a necessidade das amostras serem analisadas em laboratório

certificado, o que não existe na cidade de Porto Velho para o fim desejado, fato este que pode ter comprometido a avaliação do teor de nitrato nas amostras coletadas.

Baseado nas conclusões obtidas durante a presente avaliação, foi possível ponderar as seguintes recomendações para o desenvolvimento da implantação da UHE do Jirau:

- 1) Novas sondagens geotécnicas e perfurações a trado devem ser realizadas para se confirmar o modelo matemático da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas nas áreas menos susceptíveis à contaminação, com o intuito de obterem-se dados do meio físico, como profundidade do nível estático, tipo de aquífero e tipo de sedimentos da zona não saturada. As sondagens devem ser executadas na parte central da AID ao longo da BR-364 e da margem esquerda do rio Madeira, onde se situam o poço 30 e a localidade do Jirau;
- 2) Ao se confirmar o modelo matemático da vulnerabilidade natural das águas subterrâneas, a população atingida pela inundação das localidades em que residem devem ser removidas para estas áreas, onde o impacto sobre a qualidade das águas subterrâneas será menor, influenciando diretamente na qualidade de vida da população local;
- 3) As sondagens realizadas nos pontos indicados, para a obtenção de dados do meio físico deverão ser aproveitadas, em seguida, como poços de monitoramento das águas subterrâneas, a fim de obterem-se dados contínuos da variação sazonal do lençol freático, assim como da qualidade das águas subterrâneas;
- 4) Amostras de água subterrânea devem ser coletadas periodicamente para posterior análise físico-química e bacteriológica, com o objetivo de realizar o monitoramento desse recurso natural tão precioso, e, avaliar-se a concentração, principalmente, dos elementos nitrato, cloreto e coliformes fecais, responsáveis em grande parte pela disseminação de doenças de veiculação hídrica;
- 5) A falta de sistemas de saneamento básico consiste em uma das principais fontes de contaminação antrópica das águas subterrâneas. Com o objetivo de diminuir o máximo possível o impacto da urbanização sobre os recursos hídricos, recomenda-se que, nas localidades para onde a população será removida sejam implantados sistemas de abastecimento de água potável e coleta e tratamento da rede de esgoto local.

3.10 - REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ADAMY, A. **Zoneamento ecológico-econômico Brasil-Bolívia eixo Rio Abunã-Vale do Guaporé**. Informe final. S.I., CPRM/SUDAM/OEA, 2000. 3v.
- ADAMY, A.; ROMANINI, S. J. (Orgs.). **Geologia da Região Porto Velho – Abunã**; Folhas Porto Velho (SC.20-V-B-V), Mutumparaná (SC.20-V-C-VI), Jaciparaná (SC.20-V-D-I) e Abunã (SC.20-V-C-V). Estados de Rondônia e Amazonas. Brasília: DNPM/CPRM, 1990. 273p.
- ALLER, L.; BENNET, T.; LEHR, J.H.; PETTY; R.J. **Drastic**: a standardized system for evaluating groundwater pollution potential using hydrogeological settings. U.S.EPA Report 600/2-85/018, 1987.
- ANON. **International legend for hydrogeological maps**. London: UNESCO/IAHS/Inst. Geol. Sciences, 1970. 101p.
- CAMPOS, J.C.V. Morfologia dos aquíferos da área urbana de Porto Velho – RO. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 13, 1999, Belo Horizonte, 1 CD-Rom.
- CAMPOS, J.C.V. A problemática dos recursos hídricos subterrâneos na Amazônia na visão do Serviço Geológico do Brasil – CPRM. In: ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 13, 2003, Petrópolis. SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO SUDESTE, 1. **Anais**. Petrópolis: ABAS, 2003. 380p. p. 133-141.
- CAMPOS, J.C.V.; SILVA FILHO, E.P.; OLIVEIRA, I.R. Contaminação do aquífero Jaciparaná na cidade de Porto Velho (RO). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 13, 2004, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá: ABAS, 2004. 1 CD-Rom.
- FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. (Coords.). **Hidrogeologia**: conceitos e aplicações. 2. Ed. Fortaleza: CPRM/LABHID-UFPE, 2000. 391p.

FERREIRA, L.M.R.; HIRATA, R.C.A. Determinação de riscos de contaminação das águas subterrâneas por sistemas de saneamento *in situ*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 10, 1993, Gramado, p. 443-452.

FOSTER, S.S.D.; HIRATA, R.C.A. Determinação do risco de contaminação das águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes. **Boletim do Instituto Geológico**, v. 10, 1993.

MAIA NETO, R.F. Água para o desenvolvimento sustentável. **A Água em Revista**, v.5 n.9, p.21-32, 1997.

MELO JUNIOR, H.R. **Mapeamento da vulnerabilidade e análise de risco de contaminação como instrumentos de proteção das águas subterrâneas em áreas industriais**: Caso da ALBRAS, Barcarena-PA. 2002. 138p. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Geociências, Universidade Federal do Pará, Belém, 2002.

MENTE, A.; MONT'ALVERNE, A.F.; GODOY, E.V.; DA FRANÇA, N.R.A. Hydrogeological map of South America at Scale 1:5.000.000. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HYDROGEOLOGICAL MAPS AS TOOLS FOR ECONOMIC AND SOCIAL DEVELOPMENT, 1989, Hannover, p. 337-348.

MORAIS, P.R.C. **Mapa hidrogeológico do Estado de Rondônia**; texto explicativo. Porto Velho: CPRM, 1998. 32p. 1 mapa color. Escala 1:1.000.000.

SCANDOLARA, J.E. (Org.). **Geologia e recursos minerais do Estado de Rondônia**; texto explicativo e mapa geológico do Estado de Rondônia. Brasília: CPRM, 1999. 97p.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M.C.M.; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. **Decifrando a terra**. São Paulo: Oficina de Texto, 2003. 568p.

THOMSEN, R.; SONDERGAARD, H.; SORENSEN, K.I. Hydrogeological mapping as basis for establishing site-specific groundwater protection zones in Denmark. **Hydrogeology Journal**, v. 12, n. 5, p. 550-562, 2004.

U. S. Environmental Protection Agency. **Environmental indicators of water quality in the United States**. EPA 841-R-96-002. Washington, D.C. 1996

U.S. GEOLOGICAL SURVEY. **National water summary 1990-1991**. In: HYDROLOGIC EVENTS AND STREAM WATER QUALITY. Water Supply Paper 2400. United States Government Printing Office, 1993.

VRBA, J.; ZOPOROZEC, A. **Guidebook on mapping groundwater vulnerability**. International Association of Hydrogeologists, 1994. 131p.

ANEXOS:

- 1 – Glossários: Geológico, Geomorfológico e Hidrogeológico
- 2 – Tabela 8 referente Pontos de Afloramentos do AHE do Jirau
- 3 – Tabela 9 referente Processos / DNPM (Situação Legal de Áreas)
- 4 – Planilha de Descrições Petrográficas
- 5 – Análises Físico – Químicas de amostras de água da AII do Jirau

ANEXO 1

GLOSSÁRIOS: GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO

GLOSSÁRIO DE TERMOS GEOLÓGICOS

A...

Afanítica

[*Ant. fanerítica, vítrea*]

Textura micro ou criptocristalina de uma rocha em que os componentes minerais são tão pequenos que não podem ser reconhecidos macroscopicamente.

O uso do termo afanítica é aplicável, fundamentalmente, às rochas ígneas, micro ou criptocristalinas, como às de borda resfriada de pluton, vulcânicas. Entretanto, não é raro o seu uso para outros tipos de rochas como *hornfels* (rocha metamórfica de contato), rochas sedimentares químicas ou de origem coloidal de granulação muito fina.

Afloramento

Exposição natural ou artificial de rocha mãe, permitindo o seu estudo direto.

Afloramentos naturais são as exposições da rocha devidas à ação de processos naturais, como erosão e deslizamentos de solos, em rios, cachoeiras, escarpas; já os afloramentos artificiais são devidos à ação do Homem: cortes de estradas, túneis, poços.

É importante diagnosticar se uma rocha exposta corresponde a um afloramento *in situ* e não deslocado da rocha subjacente ou a um bloco rochoso deslocado ou alóctone como, por exemplo, um grande matacão tombado em meio ao solo de uma estrutura de deslizamento e avalanche ou um grande bloco errático dentro de antigo depósito de moraina. Isto se diagnostica comparando-se a continuidade estrutural e de tipo de rocha com várias exposições de rochas próximas

Albita

Mineral do grupo dos plagioclásios correspondente ao termo masi sódico da série isomórfica.

Allanita

[*Sin.*: orthita]

Mineral do grupo dos epidotos apresentando terras raras em sua composição:



Ocorre em diversos tipos de rocha, sendo comum em granitos e pegmatitos. Em epidotos zonados pode ocorrer no núcleo, muitas vezes metamictizado, provocando auréolas pleocróicas em minerais como biotita, cordierita, hornblenda.. devido a sua radioatividade.

Alteração hidrotermal

Alteração de minerais e rochas pela reação de água hidrotermal com as fases sólidas desses minerais e rochas.

Alteração hidrotermal é um processo de alteração metassomática, no qual a H₂O, combinada em maior ou menor quantidade com outros componentes químicos como o CO₂, F,..., atua como fluido fortemente aquecido e sob alta pressão, frequentemente no estado supercrítico, provocando a hidratação e/ou lixiviação de minerais silicáticos, oxidação de sulfetos, aporte de cátions metálicos,.. entre outros processos, em uma dinâmica que vai depender das condições termodinâmicas e geoquímicas das rochas e do fluido envolvidos. Na esteira das alterações hidrotermais e de processos associados de lixiviação, transporte e deposição de metais e outros elementos químicos, ocorrem, frequentemente, concentrações minerais de interesse econômico.

Aluvião

[*Sin.*:alúvio; depósito aluvionar]

Areia, cascalho e/ou lama depositados por um sistema fluvial no leito e nas margens da drenagem, incluindo as planícies de inundação com material mais fino.

Os depósitos aluviais são muito retrabalhados e mutáveis devido à erosão fluvial: depositados durante as secas ou nos locais de remansos quando cai a energia da corrente do rio, vão ser, em seguida, erodidos pela força da água da cheia ou pela mudança do curso do rio. Normalmente são depósitos clásticos mal classificados e mal selecionados, de cascalho, areias e lamas, podendo ocorrer depósitos de blocos maiores, às vezes bem arredondados nas regiões elevadas das cabeceiras com maior energia fluvial.

Apresentam maior desenvolvimento nas planícies de inundação, com lamas (silte e argilas) por extensas áreas, e em sopés de montanhas como leques aluviais, com depósitos comuns de fanglomerados e areias associados que atingem boa expressão areal e grandes espessuras. Os depósitos aluvionares, normalmente muito férteis para a agricultura, tem sido fator da maior importância para o desenvolvimento das sociedades humanas.

Anfibolito

Rocha metamórfica de grau médio a alto que tem a hornblenda e o plagioclásio como paragênese característica.

O anfibolito pode ser derivado de rochas ígneas básicas, como o basalto, o gabro (ortoanfibolito) ou de rochas sedimentares, como calcários impuros (para-anfibolito), ou, ainda, ser derivado de misturas como rochas vulcanoquímicas.

Pode se apresentar maciço, bandado ou, mais comumente, com lineação e textura nematoblástica.

Pode ou não conter quartzo e se o teor em quartzo aumentar acima de 10%, o anfibolito gradua para anfibólio plagioclásio gnaisse.

Anisotropia

Condição de variabilidade de propriedades físicas de um corpo rochoso ou mineral segundo direções diferentes, como, por exemplo, a variação da velocidade de propagação da luz (birrefringência) em minerais anisótropos; a variação de propagação de ondas sísmicas em massas rochosas estratificadas segundo diferentes direções..

Arcósio

Rocha sedimentar arenítica com mais de 25% de feldspato, muito quartzo e alguns fragmentos de rocha, cores róseas a cinzas.

O arcósio confunde-se, muitas vezes, a um olhar mais rápido, com fácies de rochas graníticas pela aparência maciça em afloramentos.

Revela processo de erosão e de deposição rápidas de terrenos graníticos e gnáissicos em áreas tectonicamente instáveis.

São comuns estruturas de estratificação cruzada e as camadas, muitas vezes, apresentam-se em cunhas.

Areia

Fragmento de mineral ou de rocha, menor do que grânulo e maior do que silte, e que na escala de Wentworth, de amplo uso em geologia, corresponde a diâmetro $> 64 \mu\text{m}$ (1/16 mm) e $< 2 \text{ mm}$.

O tamanho de areia, divide-se, granulometricamente, em:

areia fina ($> 1/16\text{mm}$ e $< 1/4\text{mm}$),

areia média ($> 1/4 \text{ mm}$ e $< 1 \text{ mm}$) e

areia grossa ($> 1 \text{ mm}$ e $< 2\text{mm}$).

Arenito

[*Sin.* psamito -> grego: *psamos*=areia e sufixo *ito*=rocha]

[inglês: *sandstone*]

Rocha sedimentar clástica cujas partículas são predominantemente do tamanho de areia (0,62 a 2,00 mm de diâmetro).

O arenito possui, frequentemente, matriz fina, síltico-argilosa, e cimento que pode ser de sílica, óxido/hdróxido de ferro, calcita.. O tamanho de areia que predomina pode dar o nome: arenito grosso, médio ou fino. Muitas vezes apresenta boa estratificação, mas pode se apresentar maciço.

A designação arenito sem indicações adicionais, costuma subentender rocha rica em quartzo. Por exemplo, caso contenha feldspato em proporções apreciáveis ($> 25\%$) denomina-se arcósio.

Argila

(a) Material constituído de partículas com menos de $1/256 \text{ mm}$ ($< 4 \mu\text{m}$) de diâmetro.

A fração argila, comum como componente de lamias e solos, é constituída, principalmente de minerais do grupo das argilas aos quais agregam-se hidróxidos coloidais floculados e diversos outros componentes, cristalinos ou amorfos.

Quando componente principal de material sedimentar denomina-se sedimento argiloso o qual, compactado e litificado, dá origem às rochas sedimentares clásticas mais finas (lutitos ou pelitos) como os folhelhos, bem estratificados, e os argilitos, com pouca ou nenhuma estratificação.

(b) Família de minerais filossilicáticos hidratados, aluminosos de baixa cristalinidade e pequenas dimensões, como a caolinita, montmorilonita, illitas,.. estáveis, geralmente, nas condições termodinâmicas e geoquímicas da superfície terrestre ou de crosta rasa.

Argilito

[inglês: *mudstone*]

Rocha sedimentar de granulação fina, constituída por argilas e minerais na fração de silte, maciça, pouco ou não estratificada no que se diferencia de folhelho que é rocha finamente laminada e geralmente friável.

Assoreamento

Deposição de material sedimentar ou material coluvionar, resultando no aterramento ou entulhamento de áreas mais baixas.

O assoreamento de uma bacia sedimentar implica em uma taxa de deposição de sedimentos mais rápida do que à de afundamento tectônico da bacia.

Importante processo relacionado à degradação do meio ambiente refere-se ao desmatamento de uma região expondo-a à intensificação dos processos erosivos com a consequente colmatagem do canal fluvial o que leva, durante as épocas de enxurradas, a ocorrência de constantes enchentes.

Atitude

[Sin. coordenadas geológicas]

a) Atitude ou coordenadas geológicas de um **plano** ou superfície geológica planar (estratificação, foliação metamórfica, falha, fratura..) é a definição da disposição espacial deste plano com relação ao plano horizontal e à linha meridiana N-S verdadeira.

Para definir e anotar a atitude do plano usam-se dois parâmetros:

- a **direção** (*strike*) é dada pelo ângulo entre a linha N-S e a linha da interseção do plano geológico com o plano horizontal sempre referida ao N verdadeiro;
- o **mergulho** (*dip*) definido pelo ângulo diedro entre o plano geológico e o plano horizontal (=mergulho real), e pelo quadrante para o qual mergulha o plano.

Se a camada é horizontal, não se tem direção e o mergulho é zero graus; se for vertical o mergulho é de 90 graus sem quadrante de mergulho.

Exemplos de notações de atitudes de camada ou plano:

-horizontal: H;

-vertical: N20EV; N45WV

-com mergulho: N30E45SE; N70W35NE

b) Atitude ou coordenadas geológicas de uma **linha** ou lineação geológica (lineação metamórfica, eixo de dobra, interseção de planos metamórficos...) é a definição da disposição espacial desta linha com relação ao plano horizontal e à linha meridiana N-S verdadeira

Para definir e anotar a atitude da lineação usam-se dois parâmetros:

- o ângulo entre a linha geológica e o plano horizontal;

- o rumo da linha geológica projetada no plano horizontal.

Se a lineação é horizontalizada o ângulo é zero; se é verticalizada, não se tem rumo indicado.

Ver exemplos de notações de atitudes de linha ou lineação:

-horizontal: HN35W

-vertical: V

-mergulhante: 30S45W

Autólito

[*auto*=mesmo/próprio; *litos*= rocha]

Fragmento magmático, já solidificado, envolvido por novos afluxos magmáticos do mesmo processo intrusivo em eventos ou pulsos magmáticos sucessivos.

Esses fragmentos (autólitos) normalmente foram incorporados das bordas frias da intrusão ou do duto de acesso magmático.

O autólito distingue-se de xenólito (=rocha estranha) que é um fragmento de qualquer outro tipo de rocha arrancado de bordas dos dutos ou de encaixantes e envolvido pelo magma da intrusão.

Azimute

Medida angular de um rumo ou de uma direção com relação ao N verdadeiro, contado em 360 graus no sentido horário, ou seja: N=0 ou 360°; E=90°; S=180°; W=270°.

B...

Barra

a) Desembocadura de um rio.

b) Faixa alongada e elevada de sedimento, normalmente um banco de areia, depositado ao longo de uma linha onde uma corrente de água passa junto de águas mais calmas, perdendo energia o que provoca a deposição do material clástico predominantemente arenoso.

Ocorre em vários ambientes como: no mar junto a desembocaduras de rios, junto a correntes marinhas costeiras fechando pontões de uma baía (restinga), nas saídas de meandros onde o fluxo fluvial é acelerado com erosão da margem na curva de ataque e deposição logo a seguir onde a corrente encontra a água mais calma.

Bioturbação

Estrutura sedimentar gerada pela deformação e/ou mistura de material sedimentar devida a ação de seres vivos como, por exemplo, as minhocas que deformam camadas já sedimentadas em um fundo de lago lodoso

Bússola de geólogo

Aparelho de uso corriqueiro do geólogo de campo que reúne dois sistemas de medidas angulares, um no plano horizontal, a agulha magnética, e outro no plano vertical, o clinômetro, objetivando estabelecer a disposição espacial de planos e/ou lineações geológicas, servindo, também, como ferramenta de localização em campo e de trabalhos topográficos expeditos com a determinação de rumos e gradientes.

Através de uma agulha imantada que se alinha segundo o fluxo do campo magnético terrestre e girando livremente no plano horizontal, a bússola permite estabelecer a orientação de uma dada direção com relação ao Norte magnético; a direção pode ser de uma atitude de camada, de falha, de xistosidade, etc..ou definir um rumo de caminhamento no campo, por exemplo. Através do clinômetro que mede os ângulos de inclinação a bússola permite definir os mergulhos de camadas e outros planos ou linhas de feições geológicas, bem como a inclinação do terreno, da drenagem, etc.

Normalmente o limbo em que se mede o ângulo do N magnético tem os quadrantes W e E invertidos e pode ser girado para compensar a declinação magnética do local na data dos trabalhos, obtendo-se, assim, medidas da direção e rumo verdadeiros diretamente sem a necessidade de se realizar cálculos.

C...

Caldeirão

[*Sin.* marmita]

Cavidade perfeitamente circular, decimétrica a métrica e com profundidade variável até decamétrica, escavada na rocha por redemoinhos ao longo de rios.

A marmita desenvolve-se pela abrasão da rocha proporcionada por areia, grânulos, seixos e até blocos que giram em alta velocidade em pontos preferenciais onde se formam redemoinhos ou vórtices ao longo do rio; este processo ocorre também em drenagens sub-glaciais e flúvio-glaciais associadas a geleiras.

Em cálcio-xistos da região centro-oeste do Brasil são comuns as ocorrências de marmitas ao longo dos riachos com desenvolvimento favorecido pela solubilidade e baixa dureza do carbonato localmente concentrado no xisto.

Marmitas são comuns também associadas a drenagens em terrenos cársticos.

Os fundos dos *pot holes* são locais ótimos para pesquisar/amostrar minerais pesados como o ouro.

Camada

a) Estrutura sedimentar com mais de 1 cm de espessura, de tendência tabular, individualizável e separada de camadas acima e abaixo por descontinuidade física e/ou por variações bruscas ou gradacionais de composição, de textura, de geoquímica, de conteúdoossilífero, etc..

Uma camada pode se apresentar uniforme ou apresentar uma gradação ou, ainda, ser constituída de elementos menores de estratificação chamadas lâminas.

Termo aplicável também para estruturas de estratificação em rocha ígnea.

b) Em termos de estratigrafia corresponde a menor unidade formal que pode ser indicada.

Canais anastomosados

Canais fluviais que formam um conjunto complexo de canais divergentes (distributários) e convergentes, separados por ilhas ou elevações em um padrão de drenagem anastomosado.

A anastomose de canais resulta de um excesso de carga de sedimentos que ocorre quando há forte quebra de energia fluvial por redução do gradiente de relevo ou por mudança súbita de fluxo como as chuvas torrenciais de curta duração de regiões áridas, ou, ainda, ao encontrar forças de ondas e marés na foz do rio, sendo comuns em sistemas deltaicos.

Canga laterítica

[Inglês: *hardpan pro parte*]

Camada superficial de componentes lateríticos (limonita principalmente) residuais endurecidos por ressecamento, formando uma capa dura, química e fisicamente resistente aos processos intempéricos e erosivos.

O termo *hardpan* em inglês também é usado para clacrête.

Cascalho

Depósito, nível ou acumulação de fragmentos de rochas e/ou minerais mais grossos do que areia, principalmente com tamanho de seixos.

O cascalho, quando litificado passa a ser um conglomerado.

Cataclase

Deformação de uma rocha com fraturamentos e rotações de seus constituintes sem recristalizações minerais significativas.

Processo relacionado ao metamorfismo dinâmico ou cataclástico, em que os componentes minerais tem comportamento (reologia) frágil, predominantemente rúptil ou quebradiço, durante a ação metamórfica, favorecendo a geração de texturas de degradação com grãos minerais rotacionados, encurvados, fissurados e quebrados em grãos menores (sub-grãos) e com crescimento metamórfico muito limitado ou inexistente.

A rocha com cataclase significativa denomina-se cataclasito.

Cataclasito

Rocha metamórfica cataclástica, normalmente de grão fino com tendência equidimensional como, por exemplo, rochas quartzo feldspáticas com uma estrutura maciça, pouco foliácea, no que se distingue do milonito que mostra minerais filitosos e comportamento mais plástico ou dúctil durante as tensões metamórficas.

De acordo com a percentagem de material fraturado/quebrado entre grãos minerais resistentes, não moídos, o cataclasito deve ser designado assim, segundo Sibson (1977):

- **protocataclasito** (10-50%),
- **cataclasito** (50-90%) e
- **ultracataclasito** (>90%).

Cenozóico

[Grego: *kainos*=novo; *zoicos*=refere-se a vida]

Era geológica atual do eon Fanerozóico que teve início há 65 milhões de anos atrás, quando terminou o período Cretáceo da era Mesozóica.

Charnockito

Rocha ígnea e/ou metamórfica de alto grau metamórfico, granítica ou granitóide, que se caracteriza por apresentar hiperstênio em sua composição.

Os charnockitos são rochas muitas vezes de granulação grosseira e com feldspatos escuros. Ocorrem como corpos de dimensões variadas, desde decimétricas até quilométricas, podendo mostrar contatos desde intrusivos até transicionais, anatéxicos ou migmáticos, com as encaixantes geralmente granulíticas nos terrenos granulíticos a migmatíticos.

Cementação

(*Sin*:cimentação)

Processo de fechamento de poros e fissuras da rocha ou do corpo de minério pela precipitação e/ou cristalização de minerais que cimentam as partículas individuais diminuindo a porosidade da rocha.

Os minerais cimentantes mais comuns são os carbonatos e o quartzo. A aplicação do termo é mais comumente utilizada para o processo singenético a diagenético em rochas sedimentares.

Nos depósitos minerais, abaixo do lençol freático e em condições de baixo potencial redox, tendem a precipitar os sulfetos como minerais cementantes (zona de cementação sulfetada) e nas zonas de alta fO_2 , acima, tendem a precipitar carbonatos, sulfatos e outros minerais mais oxidados; já na zona de aeração e superficialmente verifica-se forte lixiviação de elementos químicos e precipitação, geralmente coloidal, de hidróxidos de ferro como a limonita, goethita..., formando uma carapaça ou canga residual possível indicadora de jazidas sub-superficiais.

Cisalhamento

[Inglês: *shear*]

Deformação das rochas em zonas tensionadas que sofrem pressão dirigida, levando a ruptura e deformações texturais e estruturais com deslocamentos paralelizados ao plano principal de ruptura próximo.

Clasto

Fragmento de rocha ou de mineral.

Rochas detríticas sedimentares como conglomerados e arenitos são rochas clásticas; as texturas de rochas fragmentárias por metamorfismo dinâmico são cataclásticas e dentre estas tem-se a textura porfiroclástica; os fragmentos vulcânicos retrabalhados são epiclásticos,...

Complexo

a) Unidade litodêmica que envolve a reunião ou mistura de duas ou mais classes genéticas (ex. ígneas e metamórficas; vulcânicas e sedimentares), e que apresentam estruturas altamente complicadas ou não tão complicadas.

Apesar de não hierarquizada, o complexo como unidade litodêmica é comparável ao conceito de suíte e de supersuíte. Com o avanço dos conhecimentos geológico-estratigráficos da área, um complexo tende a ser desdobrado em unidades formais melhor definidas. Os complexos são muitas vezes designados por nome regionais onde ocorrem; exemplo: Franciscan Complex.

b) Termo informal utilizado em mapeamentos regionais para designar e cartografar uma associação de rochas de diferentes tipos cujo relacionamento estrutural e stratigráfico ainda não está definido. *Ex:* Complexo cristalino

Conglomerado

[*Sin. rudito; psefito - (Latim: rudus=cacos; fragmentos)-(Grego: psefos=seixo ou calhau e sufixo ito=rocha)*]

Rocha sedimentar clástica composta por fragmentos com mais de 2mm de diâmetro (grânulos, seixos, matacões), misturados em maior ou menor quantidade com matriz arenosa e/ou mais fina, síltica e/ou argilosa e cimentada por carbonato, óxido ou hidróxido de ferro, sílica e/ou por argila ressecada comumente.

Os fragmentos grosseiros podem ser desde arredondados até bem angulosos. Quando estes predominam, a rocha é chamada de brecha sedimentar.

A proporção, a classificação, a seleção, o arredondamento e a natureza dos componentes do conglomerado, a par de terem relação direta com o ambiente de origem e com os processos de transporte e de sedimentação (fluvial, glacial, marinho, residual, coluvionar), são a base da classificação das rochas conglomeráticas.

Para alguns autores o termo conglomerado é reservado para rochas sedimentares com mais de 50% de componentes clásticos grosseiros, acima de 2mm de diâmetro.

Contato geológico

Superfície ou zona de separação de unidades geológicas ou estratigráficas como corpos e camadas rochosos.

Os contatos podem ser bem definidos, nítidos ou difusos e mal definidos; podem ser bruscos ou gradacionais; podem ser concordantes ou discordantes devido a ocorrência de erosão; podem ser intrusivos, com metamorfismo de contato; podem ser tectônicos com as unidades geológicas separadas por uma falha, etc..

Coordenadas UTM

Coordenadas métricas referentes a cada uma das 60 zonas UTM da Projeção Universal Transversal de Mercator e cujos eixos referenciais cartesianos são o Equador, para coordenadas N que crescem de S para N, acrescidas de 10.000.000 para não se ter valores negativos, e o meridiano central de cada zona, para coordenadas E que crescem de W para E, acrescidas de 500.000 para não se ter valores negativos, indicando-se ainda a zona UTM da projeção.

Observar que enquanto o sistema de coordenadas geográficas, angulares, em graus, minutos e segundos é de uso geral para referenciar qualquer ponto da Terra, o sistema UTM, além de limitado pelos paralelos 80° S e 84° N, deve contar com a indicação da Zona UTM pois as mesmas coordenadas métricas N e E repetem-se em todas as 60 zonas. As projeções de linhas meridianas geográficas em mapas próximos das bordas das zonas (múltiplas de 6° de longitude) mostram ângulo com as linhas cartesianas do sistema UTM. Exemplo de coordenadas UTM: Zona 23, N 8.569.300, E 645.750 o que significa que o ponto referenciado acha-se entre 36 e 48° W, 145.750 m a leste do meridiano central (no caso 39° W) e 1.430.700 m a sul do Equador.

Craton

[*Sin. crato*]

Porção da litosfera continental estável, praticamente atectônica, por mais de 200 milhões de anos, caracterizada por grande espessura litosférica, tectônica essencialmente epirogênica e uma crosta em grande parte composta por rochas granitóides.

Existe também o conceito, sem uso hoje, de craton oceânico (*tiefkraton* de Stille) relativo à litosfera oceânica (terrenos mais jovens do que 200 milhões de anos) nas áreas de planícies abissais com pouco tectonismo.

Crosta Laterítica

[*Inglês: hardpan pro parte*]

Camada superficial de componentes lateríticos (limonita principalmente) residuais endurecidos por ressecamento, formando uma capa dura, química e fisicamente resistente aos processos intempéricos e erosivos.

O termo *hardpan* em inglês também é usado para clacrête.

D...

Datação - método U-Pb

[*Sin. datação U-Pb*]

Método de datação geocronológica absoluta baseado na desintegração radioativa de dois isótopos de U (^{235}U e ^{238}U), dando origem a dois isótopos de Pb (^{207}Pb e ^{206}Pb). As meias-vidas dos isótopos de urânio são de ca. 0.704 Ga e 4.47 Ga, respectivamente). É aplicado especialmente para a datação de minerais ricos em urânio tais como zircão, monazita, titanita, xenotima, badeleíta e perovskita. Rotineiramente aplicado a rochas e minerais mais velhos que 1 Ma.

Deformação

[Inglês: *strain*]

(a) Mudanças na forma e/ou volume das rochas submetidas a tensão (*stress*).

(b) Termo geral usado para processos geológicos como dobramento, falhamento, cisalhamento, compressão, extensão afetando a forma e/ou volume das rochas.

A deformação pode ser decorrente de esforço compressivo ou extensivo, sendo quantificada por três vetores ortogonais que definem a quantidade de deformação (elipsóide de deformação) que é diretamente relacionado com os eixos de tensões correspondentes.

O estudo do comportamento dos corpos geológicos, incluindo a quantificação das deformações e seu comportamento relativo, matéria da reologia, envolvem aspectos físico-químicos diversos, além das tensões aplicadas: temperatura, pressão confinante, pressão e composição de fluidos, associações litológicas,...

Alguns autores distinguem, em inglês, deformation de strain: a primeira relacionando o deslocamento dos pontos de um corpo rochoso com relação a uma malha de referência externa ao corpo e a segunda, strain, relacionando o deslocamento de pontos do corpo uns em relação aos outros.

Denudação

Erosão progressiva de uma região montanhosa que acaba mostrando as raízes de seu embasamento cristalino em uma topografia progressivamente mais baixa com carreamento de material sedimentar desta erosão para as bacias geológicas sedimentares.

Depósito Aluvionar/aluvião

[Sin. alúvio; depósito aluvionar]

Areia, cascalho e/ou lama depositados por um sistema fluvial no leito e nas margens da drenagem, incluindo as planícies de inundação com material mais fino.

Os depósitos aluviais são muito retrabalhados e mutáveis devido à erosão fluvial: depositados durante as secas ou nos locais de remansos quando cai a energia da corrente do rio, vão ser, em seguida, erodidos pela força da água da cheia ou pela mudança do curso do rio. Normalmente são depósitos clásticos mal classificados e mal selecionados, de cascalho, areias e lamias, podendo ocorrer depósitos de blocos maiores, às vezes bem arredondados nas regiões elevadas das cabeceiras com maior energia fluvial.

Apresentam maior desenvolvimento nas planícies de inundação, com lamias (silte e argilas) por extensas áreas, e em sopés de montanhas como leques aluviais, com depósitos comuns de fanglomerados e areias associados que atingem boa expressão areal e grandes espessuras. Os depósitos aluvionares, normalmente muito férteis para a agricultura, tem sido fator da maior importância para o desenvolvimento das sociedades humanas.

Diorito

Rocha ígnea plutônica saturada (quartzo ausente ou subordinado) com componentes essenciais plagioclásio Na-Ca (oligoclásio a andesina), K feldspato subordinado e minerais ferromagnesianos piroxênio/hornblenda e biotita.

O termo vulcânico correspondente é o andesito.

Dique

Corpo ígneo intrusivo tabular geralmente de rocha ígnea que corta as estruturas planares das rochas encaixantes onde se aloja, no que se distingue de um sill.

Discordância

[Inglês: *unconformity*]

Superfície que separa unidades estratigráficas de idades significativamente diferentes e que representa um grande período de não deposição ou de erosão das camadas abaixo e acima desta superfície de discordância.

O intervalo de tempo correspondente a uma discordância chama-se hiato.

A discordância pode ser paralela, angular ou inconforme com relação à estruturação das rochas acima e abaixo da superfície de discordância. A própria superfície de discordância pode ser irregular (disconformidade) ou plana, paralela aos estratos (paraconformidade).

Dúctil

Ductilidade refere-se a propriedade de um material ser estirado em fios sem romper e nas rochas corresponde a propriedade da rocha de ser estirada e deformada sob determinada tensão e condições termodinâmicas comparativamente a outras rochas.

As rochas reagem diferencialmente às tensões aplicadas segundo duas tendências de deformação permanente: de **rúptil** a **dúctil** com todas as gradações intermediárias. Este comportamento varia, também, entre os componentes minerais ou litológicos da mesma rocha que apresentam graus diferentes de ductilidade, influenciando o desenvolvimento de texturas diversas nas mesmas condições de P e T conforme os minerais associados que sofreram o mesmo esforço de deformação. Por exemplo, em um minério a base de pirita e galena, esta última pode se apresentar deformada em fitas ou foliada (mais dúctil) ao lado da pirita em cristais com pouca deformação ou mostrando quebramentos por ter reologia distinta (mais rúptil) da da galena nas mesmas condições termodinâmicas.

E...

Escala do tempo geológico

Assume-se para a Terra uma idade de mais de 4,5 bilhões de anos. Este tempo geológico foi dividido com base em estudos estratigráficos e geotectônicos de correlação mundial apoiados, em grande parte, nos registros fossilíferos, paleomagnéticos e em datações geocronológicas, em: **Eons** subdivididos em **Eras**; estas divididas em **Períodos** que, por sua vez, são divididos em **Épocas** as quais são divididas em **Idades**.

Os limites destas divisões são estabelecidos por *comitês* internacionais de correlação estratigráfica mundial e a base desta divisão temporal são os registros geológicos de várias partes do mundo, determinando-se áreas-tipos, as idades absolutas de seus limites, a correlação e o empilhamento estratigráfico entre elas de forma a se ter uma coluna cronoestratigráfica mundial subdividida em unidades cronogeológicas designadas **Eontemas, Eratemas, Sistemas, Séries e Andares** correspondentes, respectivamente, às divisões cronológicas acima.

A variação da rotação da Terra, desacelerando cerca de 41" de arco por século (Allaby & Allaby, 1999), indica que nosso ano sazonal atual é bem mais longo em dias do que o dos primórdios da Terra; por exemplo, há 400Ma o ano tinha 400 dias.

Espelho de falha

[Inglês: *slickenside*]

Superfície polida de rocha originada pelo atrito dos blocos de falha ao se movimentarem.

Minerais ou fragmentos mais duros provocam estrias (**estrias de falha**) ou, se maiores, caneluras ou *fault grooves* (**caneluras de falha**) no plano de falha polido e são bons indicadores cinemáticos da direção e mergulho do rejeito de falha. O espelho formado por atrito rompe-se em ressaltos (**ressaltos de falha**) perpendiculares ao do deslocamento e são indicadores do sentido deste deslocamento dos blocos de cada lado da falha.

Estereograma

Par de fotografias ou fotogramas que possibilita visualização em três dimensões, através de princípios de estereoscopia.

Estratificação

[*Sin.* acamamento ou acamadamento]

Estrutura originada pela acumulação progressiva de qualquer material (partículas clásticas, precipitação química ou decantação de colóides floculados, cristais em suspensão no magma..), tendendo a formar estratos ou camadas definidas por descontinuidades físicas e/ou por passagens bruscas ou transicionais de mudanças de textura, estrutura ou quimismo.

Esta estrutura é mais típica de rochas sedimentares na forma de camadas, lâminas, lentes ou cunhas. Origina-se com a variações das condições geológicas, físicas, químicas e/ou biológicas durante a deposição do sedimento.

O termo é aplicável, também, para rochas plutônicas, vulcânicas e de deposição filoniana progressiva (paralelamente às paredes) como ocorre em pegmatitos e em muitos veios de minério telescopado.

Estratificação cruzada

Estrutura de lâminas ou camadas que se cruzam e truncam em ângulos e que foram depositadas dentro de um processo contínuo de sedimentação, sem ocorrer discordância.

Camadas depositadas horizontal e não-horizontalmente em canais de rios, de marés, nas frentes de deltas (em ambiente subaquático ou litorâneo), em dunas (em ambiente subaéreo),.. formam ângulos, cruzando-se (truncando) com camadas vizinhas correspondentes a mudanças de direção de fluxo de água ou de vento.

Padrões sedimentológicos (tamanhos e uniformidade de formas de grãos) e as formas de estratificações cruzada permitem determinar o tipo de ambiente geológico que deu origem às rochas onde eles ocorrem.

Assim, por exemplo, camadas e lâminas cruzadas de dunas atingem dimensões métricas a decamétricas, são em muitos pontos assintóticas à base do conjunto de camadas cruzadas, apresentam grãos foscos (impacto entre os grãos pela força do vento) de tamanho de areia média bem selecionados e arredondados; camadas cruzadas desenvolvidas em canais fluviais podem apresentar variações granulométricas acentuadas, de lamas (silte e argila) para fragmentos grosseiros conglomeráticos, grãos mais angulosos de areia, camadas mal definidas, estratificação cruzada métrica em diagonal se paralela ao fluxo do canal e formando cunhas ou "meia luas" truncadas (às vezes preenchidas por cascalho transformado em conglomerado de *cut and fill*= corte e preenchimento), se perpendicular; estratificação cruzada de canais de praias de maré pode ser semelhantes à fluvial, mas a granulação geralmente é bem selecionada de areia fina a média..

Estratificação gradacional

Estratificação que apresenta variação gradual e progressiva de granulometria.

A estratificação gradacional apresenta-se, muitas vezes, rítmica, indicando ciclos que retratam sazonalidade (ex. sedimentos glácio-lacustrinos) ou retomadas do processo de transporte e deposição em que a corrente fica mais forte ou mais fraca com o tempo (ex: ritmos de correntes de maré).

Em casos de depósitos vulcanoclásticos (bombas, tufos, material cinerítico..) também podem ser encontrados ciclos com granulometria gradacional devido a queda de fragmentos vulcânicos grosseiros antes dos mais finos.

A inversão de fino na base para grosseiro no topo de um ciclo gradacional, como pode ocorrer em correntes de turbidez, chama-se estratificação gradacional invertida.

Estratigrafia

Estudo da gênese, da sucessão, no tempo e no espaço, e da representatividade areal e vertical das camadas e sequências de rochas de uma região, buscando-se determinar os eventos, processos e ambientes geológicos associados, o que inclui, entre outros, a determinação de fases de erosão ou de ausências de deposição (superfícies de discordâncias).

A estratigrafia objetiva organizar o conhecimento geológico através da caracterização de unidades estratigráficas com suas abrangências verticais e laterais, estabelecer correlações geológicas entre regiões diferentes e servir de fundamento para o estabelecimento da história da evolução geológica local, regional e mundial.

Apesar de o nome referir-se especificamente a rochas estratificadas, a estratigrafia tem significado bem mais amplo, pois envolve a determinação da sucessão geral das rochas de uma região, incluindo acontecimentos que modificaram a forma ou estruturas e a natureza dos pacotes de rochas, tais como: tectonismo e metamorfismo das rochas, intrusão de corpos magmáticos, intrusão de domos de sal (halocinese).

Uma das ferramentas básicas da metodologia geológica é a representação da estratigrafia das sequências de rochas através de perfis geológicos e a síntese dos dados desses perfis em uma coluna geológica ou estratigráfica, na forma de um *log* litoestratigráfico vertical onde se representa a sucessão das camadas (as mais velhas embaixo das mais novas), as suas espessuras mínimas e máximas da região, associando-se a cada unidade ou sub-unidade indicada na coluna uma sinopse descritiva dos tipos de rochas e dos processos geológicos associados. A correlação de rochas de regiões diferentes é feita usando-se colunas estratigráficas de cada região. As correlações estratigráficas podem ser pautadas, essencialmente, em dois conceitos:

- (a) tempo ou idade das rochas (cronoestratigrafia) e
- (b) continuidade lateral das mesmas rochas ou conjuntos de rochas (litoestratigrafia).

Existem outros tipos de correlações estratigráficas mais específicos: conteúdo fóssilífero (bioestratigrafia), velocidade de ondas sísmicas (sismoestratigrafia), propriedades eletromagnéticas, magnetismo remanescente, características isotópicas, geoquímicas,...

Estrias de falha

Ranhuras ou estrias provocadas pelo atrito de fragmentos de minerais ou de rochas mais duros ao deslizarem blocos de falha que se deslocam durante o falhamento.

Estrutura miarolítica

Estrutura de vesiculação comum em rocha ígnea encaixada em níveis rasos da crosta, principalmente em cúpulas (ricas em voláteis) de intrusões graníticas, como no Granito do Cabo, PE, e outras, apresentando-se, muitas vezes, como cavidades com contornos dados pelos minerais vizinhos e formadas pela pressão dos gases armadilhados. Quartzo, calcita e outros minerais tardios ou pós-cristalização magmática podem atapetar estas cavidades.

Estrutura

Estrutura é toda a feição petrográfica na escala macroscópica, desde escala de amostra de mão, também chamada escala mesoscópica, até a escala de afloramento e maior determinada pela organização de homogeneidades e de heterogeneidades texturais e/ou composicionais, bem como de superfícies de descontinuidade física.

As estruturas dividem-se em primárias e secundárias:

- **estrutura primária** - estrutura desenvolvida com a rocha sedimentar ou ígnea;
- **estrutura secundária** - estrutura decorrente de deformação ou metamorfismo da rocha.

Exemplos de estruturas primárias: estratificação, estratificação cruzada, marcas de onda, estrutura miarolítica.

Exemplos de estruturas secundárias: dobras, clivagem de crenulação, xistosidade, fratura, bandas metamórficas.

Os conceitos de estrutura e textura de uma rocha, apesar de distintos e de escalas diferentes, são interdependentes, pois estão relacionados com a organização dos componentes da rocha em resposta aos processos geológicos de uma mesma origem e evolução da rocha. Feições regionais e mesmo telúricas, como grandes falhas transcorrentes, cinturões dobrados, batolitos,..tambem são designadas de estruturas. Por outro lado, o termo estrutura também é aplicável nas escalas microscópica e mesmo atômica, mas em contexto diferenciado deste de caracterização petrográfica.

Estrutura S-C

Estrutura comum em faixas miloníticas ou zonas de cisalhamento que ocorre desde a escala milimétrica, bem visível em lâmina delgada, até a escala de afloramento e que se caracteriza por apresentar um plano de cisalhamento (C), discreto, não penetrativo, de natureza rúptil, cortando

um plano penetrativo de xistosidade ou de clivagem (superfície S) de natureza dúctil que se apresenta sigmoidal, assintótico ao plano C.

A estrutura S-C é uma estrutura que define o movimento de deslocamento do rejeito da falha. Quanto mais deformação (*strain*) relacionada com o cisalhamento, menor o ângulo que fazem os dois planos.

Euédrico

[*Sin.euedral*]

Grão mineral ou cristal que apresenta faces de crescimento cristalino que lhe são típicas em toda a sua superfície externa.

Extensão

Tensão normal cujo esforço de deformação tende a levar ao estiramento das partículas da rocha na direção da força de tração.

Na crosta, ao ocorrer extensão, as rochas são "espichadas", as camadas tendem a afinar e estender-se ou falhar em blocos de falhas de gravidade.

Extinção ondulante

Extinção variável, como se fosse em ondas, em um mesmo grão ou sub-grão mineral, quando visto em lâmina delgada sob nicóis cruzados de microscópio petrográfico; deve-se a deformações plásticas do retículo cristalino do mineral propiciada por tensão ou tensões aplicadas à rocha. É muito comum em quartzo tensionado.

Exsolução

Solução sólida de um mineral que ao mudarem as condições termodinâmicas, geralmente por diminuição de temperatura, ou ocorrerem reações metamórficas entre outras causas, passa de estado cristalino meta-estável para estável ao separar fases cristalinas desta solução.

Exemplos: ortoclásio cálcio-sódico de alta temperatura que ao esfriar exsolve lamelas de albita-oligoclásio formando ortoclásio pertítico; magnetita titanífera exsolvendo lamelas de ilmenita dentro da magnetita por resfriamento.

F...

Fábrica

[*fabric*=tecitura ou estrutura de um tecido do inglês]

Termo de amplo uso no Brasil, mas que deve ser **abandonado** pois é um anglicismo e seu significado original, em geologia, é o de arranjo dos componentes ou de estrutura *sl* (incluindo textura) de uma rocha.

Fácies

Termo geral para indicar o aspecto (a "face") da rocha e, assim, caracterizar um tipo ou grupo de rochas em estudo.

Ver abaixo parte dos usos para *fácies*:

- a) Caracterização de um tipo de rocha ou de uma associação de rochas (litotipo), considerado qualquer aspecto genético, composicional, químico ou mineralógico, morfológico, estrutural ou textural distintivo para fins de referência em um estudo geológico.
- b) *Fácies* também é usado para dar conotação ao tipo de ambiente onde se forma, se formou ou se transformou a rocha; exemplos: *fácies* pelágico; *fácies* vulcânico; *fácies* metamórfico; *fácies* lacustrino.
- c) Outros usos: vários *fácies* metamórficos (xisto verde, anfíbolito, granulito, etc..) para caracterizar o metamorfismo; vários *fácies* sedimentares (fluvial, lacustrino, marinho, etc..) para caracterizar o ambiente de sedimentação; ..

Fácies metamórfica

Conjunto de associações de minerais metamórficos, cada uma característica de determinado protólito, que se repetem lateralmente indicando intervalos de condições termodinâmicas análogas de cristalização metamórfica. As *fácies* metamórficas receberam nomes de rochas típicas (f. xisto verde, f. anfíbolito, f. xisto azul, f. eclogito, etc..). A identificação das *fácies* através de suas paragêneses típicas permite realizar o mapeamento zoneográfico dessas condições de metamorfismo e, por via de consequência, correlacionar estas condições com às de outras áreas onde são encontradas as mesmas associações.

Facies sedimentar

Características específicas de uma rocha sedimentar ou de um sedimento e que se refere a processos de transporte, deposição e/ou diagênese próprios de determinado ambiente ou bacia geológica e seu estudo está ligado determinação de sistemas deposicionais

Falha

Superfície de fratura de rochas em que ocorre deslocamento relativo entre os dois blocos de um lado e de outro desta superfície que, muitas vezes, é plana.

Falhamento

É o processo geológico em que se produz uma falha.

Como outros planos geológicos, o plano de falha tem uma atitude, definida pela direção e mergulho atuais que não são necessariamente os mesmos da época do falhamento. Exceto nas falhas verticais ou de deslocamentos horizontalizados(=direcionais), distinguem-se:

teto da falha, bloco acima do plano de falha, e

muro da falha, bloco abaixo do plano de falha.

O deslocamento dos blocos no sentido e distância define o **rejeito da falha**. De acordo com o rejeito, as falhas podem ser classificadas em:

- falha de rejeito **direcional** ou **transcorrente** (*strike slip fault*),

- falha de rejeito de **mergulho** (*dip slip fault*) e

- falha de **rejeito oblíquo**.

As falhas de rejeito direcional podem ser **dextróginas** ou **levóginas**; no primeiro caso, os blocos deslocam-se para a direita entre si e no segundo caso, para a esquerda, tomada a referência da direção do plano de falha.

As falhas de rejeito de mergulho e de rejeito oblíquo, de acordo com o movimento relativo, podem ser:

- **normais** ou de **gravidade** (teto desloca-se no sentido do mergulho) e

- **inversas** ou de **empurrão** (teto desloca-se por sobre o muro).

De acordo com o ângulo de mergulho do plano de falha durante o falhamento as falhas são de grande ângulo (50° a vertical), ângulo médio (30 a 50°) e de baixo ângulo (<30°).

Fanerítica

Textura de uma rocha em que os componentes minerais apresentam granulação suficientemente grossa para serem reconhecidos macroscopicamente.

O uso do termo fanerítica é aplicável, fundamentalmente, a rochas ígneas de granulação média-fina a grossa, como granitos e gabros plutônicos ou hipabissais.

Fenocristal

Cristal que se distingue da matriz fanerítica ou afanítica pelo grande tamanho, caracterizando, neste caso, uma textura porfírica ou porfírica em rocha ígnea.

Ferromagnesiano

Mineral com teores expressivos de **Fe** e de **Mg** (olivinas, piroxênios, anfibólios..) e que são constituintes essenciais das rochas ferro-magnesianas ou máficas e ultramáficas. O termo aplica-se também para rochas magmáticas ou delas derivadas.

Os minerais e as rochas ferromagnesianos são mais densas e, com raras exceções, mais escuras do que os félsicos.

Fluvial

[Latim: *fluvium*=rio]

Referente a rio ou a cursos d'água ou a bacias de drenagem em geral.

Foliação metamórfica

Termo genérico para estrutura metamórfica resultante de esforços compressionais, originando planos paralelos ("folhas") de diversos tipos.

Exemplos de foliação metamórfica: clivagem ardosiana; xistosidade; clivagem de crenulação; bandas de segregação metamórfica; orientação preferencial de componentes originais da rocha, como oólitos, *pellets*, concreções, bombas e outros fragmentos vulcânicos, seixos..., comprimidos e achatados paralelamente; variações composicionais e/ou granulométricas em bandas paralelas originadas ou modificadas por processos de cataclase e deformação metamórfica. Toda a foliação metamórfica é constituída em planos que são, entretanto, muitas vezes,

dobrados, transpostos e amarrotados por eventos de deformações superimpostas àquela que originou a foliação.

Fonte

Surgência natural da água subterrânea que brota em pontos onde o lençol freático é interceptado pela superfície do terreno.

A fonte, também, pode se dar com erosão atingindo camada aquífera com água artesianas (fonte artesianas).

Poços artificiais, cavados ou perfurados, atingindo o lençol ou o aquífero e disponibilizados em bicas ou chafarizes, também são, eventualmente, chamados de fontes.

Formação

Unidade litoestratigráfica fundamental na nomenclatura estratigráfica formal. Caracteriza-se por um corpo de rochas identificado pelas suas características líticas e sua posição estratigráfica. Ela deve ser mapeável em superfície ou em subsuperfície.

Fóssil

Resto(s), geralmente de partes duras e resistentes como ossos e dentes, ou qualquer outro vestígio de antigo organismo vivo, animal ou vegetal, como moldes, rastros, marcas preservadas, troncos de árvores silicificados, etc.. e que indicam a existência deste ser vivo na época de deposição dos sedimentos que deram origem à rocha.

Fósseis podem indicar idades, sabendo-se, por correlação estratigráfica, por exemplo, idades máximas (quando apareceu a espécie) e mínimas (quando a espécie foi extinta) e podem indicar ambientes e clima durante a deposição do sedimento.

A paleontologia é a ciência que, integrando conhecimentos geológicos e biológicos, tem como enfoque o estudo dos fósseis.

Fratura

Superfície planar de descontinuidade física das rochas (fratura) em que não se verifica deslocamento dos dois lados como nas falhas.

As diáclases podem ter várias origens:

- a mais comum é tectônica em que uma tensão origina planos quase ortogonais e outros associados de fraturas (o conjunto das atitudes preferenciais chama-se sistema de juntas);
- o resfriamento de magma e sua consolidação com diminuição de volume, principalmente de baixa profundidade e extravasado como derrame de lava, provoca a formação de juntas colunares que tendem a ser hexagonais;
- o aquecimento de rochas homogêneas ao sol e o seu resfriamento a noite pode provocar juntas como lascas curvas que acompanham o modelado da superfície do monolito exposto;...

G...

Geocronologia

[*geo*=Terra; *chronos*=tempo/idade; *logus*=estudo/conhecimento]

Estudo do tempo geológico, através da datação absoluta e relativa dos diversos eventos geológicos (e.g. cristalização e re-cristalização de rochas e minerais, deposição de sedimentos, formação de depósitos minerais, etc).

Os métodos de datação absoluta de rochas e minerais baseados na desintegração radioativa de isótopos e na determinação das composições isotópicas de materiais naturais constituem as principais ferramentas da geocronologia. O lento acúmulo de isótopos radiogênicos, i.e. resultantes do processo de desintegração, permite a datação absoluta das rochas e minerais se as quantidades dos isótopos radioativos e radiogênicos forem medidas precisamente. Vários são os métodos de datação, entre eles: método U-Pb; método K-Ar, método Ar-Ar, método Rb-Sr, método Sm-Nd, método Re-Os, método hdo ^{14}C , traços de fissão, entre outros.

Geomorfologia

Estudo das formas de relêvo (montanhas, vales, planícies,..) e das drenagens associadas com a definição de padrões morfológicos, buscando-se a interpretação da origem e evolução desses padrões principalmente face a controles lito-estruturais e climáticos.

Granito

Rocha plutônica supersaturada composta essencialmente por quartzo e feldspatos (K-feldspato predominando sobre feldspato Na-Ca plagioclásico), aos quais, frequentemente, associam-se, em quantidades bem menores, minerais máficos, como a biotita, ou félsicos como a muscovita.

Granoblástica

Textura metamórfica com arranjo dos minerais na forma de grãos que tendem a ser equidimensionais, poligonizados, a lenticulados e orientados quando dão origem a uma foliação por achatamento de grãos.

Rocha que frequentemente apresenta textura granoblástica é o gnaisse, cujos componentes principais são o quartzo e feldspatos que mostram esta tendência equidimensional.

Granodiorito

Rocha ígnea plutônica com componentes essenciais quartzo, plagioclásio e K feldspato; biotita e/ou hornblenda geralmente presentes.

Granulito

Rocha de alto grau metamórfico cuja designação é a mesma da fácies metamórfica regional de alta temperatura, elevado grau geotérmico (T/P) e condições anidras ($P_{carga} \gg P_{H_2O}$) que levam a rocha a ter paragênese metamórfica tipicamente anidra.

A classificação da rocha exige a sua caracterização composicional (*Ex.*: granulito ácido; granulito diorítico, granulito ultramáfico..).

Existem muitos termos para designar fácies específicas tais como: leptinito, charnockito, enderbito..

São rochas granoblásticas, maciças a foliadas, granulação variável de muito fina (leptinitos, por exemplo) até muito grossa (alguns charnockitos, por exemplo).

Grupo

Unidade formal de categoria imediatamente superior à formação. O grupo deve ser formado por duas ou mais formações. As formações que compõem um grupo não necessitam ser as mesmas em toda a sua área de ocorrência.

H...

Hábito

Hábito de um mineral corresponde à descrição de forma ou formas em que ele ocorre como cristal, como agregado de cristais ou massa cristalina, tipo de geminações, irregularidades de cristalização, zonações, etc...

O hábito, considerado em seus vários aspectos, frequentemente, é típico da espécie ou variedade mineral, servindo para a sua identificação.

Hidrotermal

[*hidro*=água; *termal*=quente]

Referente a fluido aquoso aquecido, combinado ou não com outras fases fluidas (CO₂ principalmente) em várias proporções, geralmente no estado supercrítico e fortemente reativo, com proveniência mantélica, ígnea ou metamórfica, podendo ainda ter origem meteórica, marinha ou sedimentar em correntes de convecção aquecidas por intrusões ígneas.

A ação hidrotermal ocorre em vários ambientes geológicos crustais, sendo marcantes os processo de alteração dos minerais pré-existentes.

O metamorfismo de fundo oceânico está fortemente relacionado com processos hidrotermais pré a sin-metamórficos com alteração por água do mar fortemente aquecida que circula em correntes convectivas mobilizadas pelo calor do magma ascendente na ridge meso-oceânica. Muitas jazidas minerais, como às relacionadas aos greisens, estão relacionadas a processos de alteração hidrotermal, com extração e posterior deposição de metais de forma seletiva dadas as características geoquímicas de rochas e fluidos envolvidos junto a plutons intrusivos aquecendo fortemente o seu entômo.

I...

Idade

Menor unidade de divisão do tempo geológico hierarquicamente abaixo de época.

Em estratigrafia, a idade (divisão cronológica) tem correspondência na unidade cronogeológica Andar (divisão cronoestratigráfica).

Idade absoluta

Tempo geológico expresso em anos até o presente.

As idades absolutas das rochas são obtidas por vários métodos, notadamente os que se baseiam em decaimento radioativo, tais como: datação U-Pb, método do ^{14}C , método K-Ar. Comumente são utilizadas as seguintes abreviaturas para as idades das rochas: Ka= milhares de anos(kilo); Ma=milhões de anos (mega); Ga=bilhões de anos (giga).

Observa-se que a idade absoluta refere-se à escala de tempo de um ano atual e que nos primórdios da Terra, os anos eram de menor duração.

Intemperismo

Processo ou conjunto de processos combinados químicos, físicos e/ou biológicos de desintegração e/ou degradação e decomposição de rochas causados por agentes geológicos diversos junto à superfície da crosta terrestre.

O intemperismo pode ser: **químico, mecânico e biológico.**

No tipo de **intemperismo químico**, destaca-se ação da água da chuva carregada de outros elementos atmosféricos, como o CO_2 : ela ataca minerais da rocha em sua superfície exposta e em suas fraturas e os decompõem dando origem a novos minerais, estáveis às condições da superfície terrestre, e a solutos que migram pelas fraturas da rocha ou nas águas superficiais em direção ao mar.

No tipo de **intemperismo físico ou mecânico** destaca-se a ação das variações de temperatura na superfície terrestre o que ocasiona dilatações e contrações nas rochas que se fraturam, favorecendo a degradação por outros agentes também; a dissolução de água em geleiras e sua cristalização em fraturas provoca o esfacelamento em blocos de rocha pelo aumento de volume

da água ao formar o gelo de forma semelhante ao que pode ocorrer com a cristalização de sais com aumento de volume em fissuras de rochas e de minerais.

No **intemperismo biogênico** é importante a ação dos seres vivos como as cracas e mexilhões no mar, as raízes de plantas na terra, e outros seres que promovem ou auxiliam no processo de intemperismo, podendo-se dizer que, em última análise, estes processos são, na realidade, químicos e/ou físicos, como, por exemplo, ácidos úmicos (químico) e crescimento e expansão nas fraturas de rochas(físico) de raízes de plantas.

Interflúvio

Zona de cumeada que separa as nascentes de duas bacias de drenagem

Isótopo

Isótopos são átomos com mesmo número atômico mas com massa diferente.

J...

Junção tríplice

Junção de tres placas litosféricas formando ângulo de cerca de 120 graus.

As junções tríplices estão relacionadas a estruturas extensionais de rifteamento em decorrência de domação e estiramento listosférico que tem por causa mais assumida a existência de uma pluma mantélica, aquecendo a litosfera na região central abaixo da junção.

Jusante

(a) No sentido de rio ou talvegue abaixo para onde correm as águas; [*Ant. montante*]

(b) Maré vazante ou lado para onde corre a maré vazante.

L...

Laterita

Solo fortemente lixiviado por intemperismo químico que se desenvolve em climas tropicais a temperados úmidos, pobre em nutrientes e com alta concentração residual de hidróxidos de Fe e Al.

A alta concentração residual acompanhada do ressecamento desses hidróxidos de Fe e Al pouco solúveis leva a formação de uma crosta ou carapaça laterítica muito resistente aos agentes erosivos.

Rocha leucocrática

Rocha clara com predominância de minerais claros e menos de 30-37% de minerais máficos escuros.

Lineação metamórfica

Estrutura metamórfica que se caracteriza por apresentar orientação preferencial segundo "linhas" paralelas, tais como: eixos de microdobras; minerais metamórficos, prismáticos ou aciculares, dispostos sub-paralelamente; seixos ou outros componentes litológicos reliquiães ou pré-tectônicos estirados segundo uma direção linear preferencial.

Lineamento

Feição isolada ou conjunto de feições de topografia, de drenagem ou de variação de tonalidade em imagem (foto aérea, satélite,..) ou em mapa topográfico que se apresenta como um alinhamento e que reflete elementos da estrutura geológica, como direções de camadas, de xistosidade, de falha, de cinturão de cisalhamento, de sistema de fraturas.

Os lineamentos podem formar um conjunto discreto, definindo uma zona de falha, por exemplo, ou serem pervasivos, distribuindo-se de forma consistente por amplas áreas; definem, neste caso, provavelmente, estratificação, xistosidade ou outro elemento estrutural mais ubíquo do que falhas e diques.

A interpretação das virgações e formas dos lineamentos, associadamente com o conhecimento de atitudes medidas em campo ou interpretadas em imagens, permite se deduzir as estruturas dobradas (sinclinais, anticlinais, domos,..) e, também, os deslocamentos de falhas a partir de arrastos de falhamento.

Litificação

[*Sin.* petrificação]

Processo de transformação de material friável, inconsolidado, principalmente sedimentar, em rocha maciça, podendo envolver vários processos como desidratação, compactação, cimentação, recristalizações, lateritização.

Litoestratigrafia

Estudo estratigráfico que visa a determinação do empilhamento ou sucessão estratigráfica vertical de unidades litológicas (rochosas) e de lacunas neste empilhamento e a continuidade lateral dessas unidades cujos limites podem ser diacrônicos.

Litotipo

Quando se caracteriza um fácies litológico como uma rocha ou uma associação de rochas, para distinguir de outras rochas ou associações litológicas em estudo, considerado qualquer aspecto genético, composicional, químico ou mineralógico, morfológico, estrutural ou textural distintivo para fins de referência em um estudo geológico.

M...

Magma

Material rochoso em fusão originada em profundidades crustais a mantélicas que ascende na crosta terrestre e que, ao resfriar, se solidifica como rocha magmática.

O magma pode conter fase gasosa e em seu deslocamento incorporar fragmentos sólidos de material das paredes de dutos por onde passa ou de encaixantes (xenólitos) ou, ainda, das

injeções anteriores do próprio magma já solidificado (autólitos) além de cristais neoformados no próprio magma. Ao extravasar na superfície da terra o magma chama-se lava.

Marcas de corrente

Marcas de ondulação assimétricas formadas pela ondulação provocada pelo arrasto da água de correntes (fluviais, marinhas, de maré,..) no fundo.

As marcas de corrente são um bom indicador estratigráfico e paleogeográfico pois elas indicam tanto a posição de topo e base estratigráficas (geopetal) quanto a direção da corrente.

Marcas de onda

Marcas de ondulação (ripple marks) simétricas formadas pela oscilação do movimento de ondas em ambiente sub-aquático.

Marcas de ondulação

Superfície ritmicamente ondulada, com comprimento de onda centimétrico a decimétrico, em sedimentos arenosos ou siltosos que se forma em dunas, pela ação do vento, e em ambientes sub-aquáticos, pela ação de ondas e de correntes.

Essas marcas podem ser simétricas ou assimétricas. As simétricas são mais típicas do vai e vem de ondas em lâmina d'água rasa e as assimétricas, são comuns quando a ondulação é formada por um fluxo de corrente, eólico, fluvial, de canal de maré,..

Os dois tipos, simétricas e assimétricas, são importantes para determinar se houve inversão estratigráfica (topo e base de camadas: geopetal) pois pontas mais agudas ou cúspides dessas feições apontam para cima, enquanto que nos moldes, preenchendo as *ripple marks*, essas pontas corresponderão a reentrâncias apertadas.

As marcas de corrente, ondulações assimétricas, além de definir a sequência estratigráfica, servem para, usando-se medidas estatísticas da assimetria, determinar o rumo preferencial da corrente eólica ou aquática, pois o lado mais íngreme é o lado contrário ao do fluxo. Estruturas secundárias, como às de interseção de xistosidades e clivagens, podem parecer marcas de onda ou de correntes.

Matacão

Fragmento de rocha com mais de 25 cm de diâmetro, apresentando, muitas vezes formas esferóides.

Os matacões podem ter várias origens: formação *in situ* como blocos não intemperizados, muitas vezes redondos por esfoliação esferoidal, remanescentes da erosão do solo, ou como material sedimentar originado por desgaste erosivo em rios, em leques aluviais, junto a falésias com o embate de ondas, por transporte glacial,.. Constituem importante componente de conglomerados grosseiros, de till e tilitos e de brechas de talus, fanglomerados, entre outros. São comuns os campos de *boulders* em terrenos de rocha homogênea como granitos, gabros,.. onde ocorreu esfoliação esferoidal e retirada, por erosão, do solo residual que existia entre os matacões.

Maturidade

(a) Medida do grau de seleção e classificação dos componentes de um sedimento clástico.

(b) Grau de peneplanação do relevo de áreas emersas.

(a) Em climas glaciais e em climas áridos, a desagregação das rochas se dá com intemperismo químico limitado. Como resultado os sedimentos associados a tais climas tendem a ser compostos por minerais diversificados que sofreram pouca ou nenhuma alteração química, ou seja, os sedimentos são mal selecionados e ditos imaturos.

Já em clima úmido, ocorre alteração ou intemperismo químico significativo e os componentes clásticos mais comuns são areias quartzosas e bem separados dos produtos argilosos de alteração dos minerais menos resistentes ao intemperismo que separam-se no transporte sendo depositados em outros sítios; neste caso a sedimentação é dita madura.

Sedimentação imatura, mal selecionada e mal classificada, pode ocorrer, entretanto, de forma localizada em clima úmido desde que se tenha erosão e transporte rápidos como consequência de uma topografia jovem com fortes relevos que não dão tempo a que o processo de intemperismo químico atue e separe os minerais mais resistentes.

(b) O soerguimento orogenético ou epirogenético expõem as rochas a forte erosão por elevar a superfície terrestre bem acima do nível base de erosão global que é o nível do mar. Relevos assim elevados são ditos jovens e sofrem altas taxas de erosão.

A medida em que atua a erosão, a área vai sendo erodida e a taxa de erosão começa a ser compensada pela de deposição em planícies aluviais; com este equilíbrio, tem-se um relevo maduro.

Com a peneplanação acentuada tem-se relevo baixo e plano, e rio meandantes com taxas erosivas mínimas e de deposição aluvionar acentuadas, o que caracteriza um relevo senil ou velho.

O grau de maturidade geomorfológica do relevo e sua modificação é fortemente afetado por:

- tectônica de soerguimento ou de rebaixamento da crosta, levando, respectivamente, ao rejuvenescimento ou ao amadurecimento da região;
- movimentos eustáticos positivos ou negativos (subida e descida do nível dos mares), levando, respectivamente, ao amadurecimento e ao rejuvenescimento globais na Terra;
- modificações climáticas: climas úmidos com maior precipitação pluvial ou aquecimento, derretendo mais águas de geleiras, aumentam o poder erosivo do sistema fluvial;
- captura de drenagens aumenta o poder erosivo do rio, enquanto que o rio com nascentes capturadas fica mais "velho".

Meandro

Curva acentuada de um rio que corre em sua planície aluvial e que muda de forma e posição com as variações de maior ou menor energia e carga fluviais durante as várias estações do ano.

Meandros são típicos em planícies aluviais (topografia madura), mas podem ocorrer de forma mais restrita, também, em outras condições como sobre terrenos sedimentares horizontalizados.

O canal do rio muda constantemente de posição ao longo da planície aluvionar, através de um processo continuado de erosão e deposição em suas margens, daí o meandro receber o nome de meandro divagante. As margens externas do meandro, centrífugas da corrente fluvial, apresentam barrancas progressivamente erodidas, e na margem interna ocorre deposição, principalmente de areia. Este processo leva a acentuar a curvatura do meandro que acaba formando uma volta inteira e sendo truncado em um ponto por onde passa a escoar a corrente fluvial deixando o **meandro** antigo **abandonado** e fechado como um lago em forma de U.

Meandro abandonado

Meandro que fechou em 360° e foi, assim, desconectado do canal fluvial principal e abandonado. Barras de areia tamponam o meandro que vira um lago em U (*oxbow lake*).

Mergulho

[Inglês: *dip*]

Valor angular entre o plano horizontal e um plano geológico (camada sedimentar, por exemplo) ou entre o plano horizontal e uma linha geológica (lineação de minerais metamórficos, por exemplo).

Na anotação de atitudes de planos ou linhas geológicas, ao valor angular do mergulho deve ser associado o sentido, definido com relação ao N verdadeiro, para onde mergulha este plano ou esta linha.

Mesozóico

Era geológica do eon Fanerozóico e que se estendeu do fim do Paleozóico, há aproximadamente, 245 milhões de anos até o início do Cenozóico, há cerca de 65 milhões de anos.

Meta

Prefixo usado para caracterizar uma rocha metamórfica e usado junto com o nome do protólito, como, por exemplo: rocha metavulcânica; metagabro; metadiorito; metassedimento; metagrauvaca.

Metamorfismo

[grego: *meta*=mudança; *morfos*=forma]

Processos de transformações mineralógicas, texturais e estruturais de uma rocha pré-existente ou protólito sob a ação de variáveis temperatura e/ou pressão (litostática, dirigida e/ou de fluidos) sem mudança química significativa e no estado sólido.

Os protólitos de rochas metamórficas podem ser ígneos, sedimentares ou, mesmo, metamórficos. O metamorfismo é definido como um processo geológico isoquímico, ou seja: a rocha original não sofre mudança química; na realidade, os processos de transformações metamórficas implicam, sempre, em alguma modificação química, desde mínima ou em escala limitada, até muito importante, quando deixamos de designar a rocha de metamorfito e passamos a designá-la de metassomatito.

Ocorrendo fusão parcial da rocha, normalmente associada com metassomatismo, ao serem atingidos altos graus de metamorfismo, tem-se rochas como os migmatitos e no caso de fusão muito importante, gerando neomagma, originam-se rochas anatexíticas.

Existem vários **tipos de metamorfismo**: fundo oceânico, orogênico, dínamo-termal ou regional, de soterramento, de contato ou termal, dinâmico ou cataclástico, de impacto.

Método do ^{14}C

Método de datação geocronológica absoluta baseado na desintegração radioativa de ^{14}C originando ^{12}C .

Usado para datar eventos geológicos cenozóicos e material arqueológico, tendo em vista a pequena meia-vida do isótopo radioativo ^{14}C .

Método U-Pb

Método de datação geocronológica absoluta baseado na desintegração radioativa de dois isótopos de U (^{235}U e ^{238}U), dando origem a dois isótopos de Pb (^{207}Pb e ^{206}Pb). As meias-vidas dos isótopos de urânio são de ca. 0.704 Ga e 4.47 Ga, respectivamente). É aplicado especialmente para a datação de minerais ricos em urânio tais como zircão, monazita, titanita, xenotima, badeleíta e perovskita. Rotineiramente aplicado a rochas e minerais mais velhos que 1 Ma.

[Autor: Pimentel, M.M.]

Milonito

Rocha de metamorfismo dinâmico, fortemente triturada, mas com tendência a comportamento mais dúctil do que o cataclasito por apresentar componentes minerais como clorita, sericita, epidoto, actinolita.. que podem apresentar-se orientados definindo uma foliação milonítica.

A formação de cataclasito ou de milonito é comandada pelas propriedades reológicas da rocha que variam, também, com a menor ou maior pressão de H_2O e com as condições termodinâmicas no momento da tensão. A rocha anidra (com pequena % de minerais hidroxilados como as micas e cloritas) é geralmente mais quebradiça, tendendo a se transformar em cataclasito quando tensionada.

Os prefixos **proto** e **ultra** para os termos CATACLASITO e MILONITO referem-se,

respectivamente, a percentagem de matriz quebrada/triturada da rocha, definindo-se assim, segundo Sibson (1977):

- **protomilonito** (10-50%),
- **milonito** (50-90%) e
- **ultramilonito** (>90%).

Mineral

Substância química natural, sólida, homogênea, geralmente resultante de processos inorgânicos, apresentando estrutura interna ordenada, composição química e propriedades físicas próprias e constantes dentro de certos limites que permitem a sua identificação como espécie mineral.

Os minerais são, juntamente, com outras substâncias naturais os constituintes das rochas. Os minerais são caracterizados por apresentar um arranjo atômico com uma unidade química básica, denominada célula unitária, que se repete organizada e tridimensionalmente (rede cristalográfica) pela extensão do mineral e que se reflete, frequentemente, em sua superfície externa com formas geométricas e faces características como um cristal. Minerais podem ser produzidos por atividades biológicas como a aragonita (madrepérola) de conchas e de pérolas e, são neste caso, chamados de minerais biogênicos ou organógenos. Minerais diversos, como a calcita e a aragonita (CaCO_3), a andalusita, a cianita e a sillimanita (Al_2SiO_5), o diamante e o grafite (C), podem apresentar a mesma composição química mas com estrutura cristalina diferente, sendo chamados minerais polimorfos. Por outro lado, minerais com composição química diferente podem apresentar a mesma estrutura cristalográfica, sendo chamados isomorfos, como a forsterita (Mg_2SiO_4) e a fayalita (Fe_2SiO_4), os plagioclásios e vários outros que compõem as séries isomórficas de minerais. Um mineral deve ser natural e, portanto, substâncias artificiais produzidas pelo homem como cristais de diamante, safira, rubi,.. sintéticos não são minerais. Substâncias líquidas, como água mineral ou metal mercúrio não são minerais, apesar de serem assim, eventualmente, denominadas (água mineral, por exemplo). Substâncias naturais amorfas, como a opala, apesar de manterem uma certa constância de composição química e de características físicas, não apresentam a organização cristalina dos minerais, sendo classificadas como mineralóides (parecidas com minerais).

Mineral acessório

Mineral que ocorre em uma rocha, mas que não é essencial para a classificação da mesma.

Os minerais acessórios podem ser **menores** ou **acidentais**:

- minerais acessórios **menores** são os que ocorrem comumente em pequenas quantidades nas rochas, como apatita, hematita, magnetita,.. sendo comuns, muitas vezes, em determinados tipos de rochas.

- minerais acessórios **acidentais** ou ocasionais são aqueles que aparecem com menos frequência, cabendo destacar que eles podem, em certos casos, se tornar até predominantes, como é o caso de rochas metassomatizadas/hidrotermalizadas, com topázio, turmalina,.. minerais esses que podem formar massas quase puras localizadamente.

Mineral essencial

Mineral que constitui uma rocha e que é essencial para a sua definição e classificação.

Os minerais essenciais tem importância pelo teor em que ocorrem na rocha e/ou pelo seu significado.

Mineral pesado

Mineral com densidade alta, maior que 2,85 e que afunda no bromofórmio, um dos líquidos densos usados para separar minerais de alta densidade.

Os minerais pesados, como o ouro e diamante, concentram-se em sistemas fluviais onde a energia é muito alta e "lava" os minerais leves que são mais comuns, como quartzo e feldspatos.

Mineral primário

Mineral cristalizado durante a constituição da rocha. Termo de aplicação mais comum em rochas magmáticas e em veios mineralizados.

Mineral secundário

Mineral formado após a constituição da rocha em decorrência de processos de alteração.

Monzonito

Rocha ígnea plutônica saturada (quartzo ausente ou subordinado) com componentes essenciais plagioclásio Ca-Na em quantidades aproximadamente iguais a K feldspato e minerais ferromagnesianos piroxênio/hornblenda e biotita.

Latito é o equivalente extrusivo do monzonito.

N...

Nematoblástica

[nemato=vermes; blástica=ver blastese]

Textura metamórfica caracterizada por minerais de hábito alongado, prismático ou acicular, como os anfibólios e a sillimanita, dispendo-se de forma orientada paralela ou sub-paralelamente.

Anfibolitos e anfibólioxistos são rochas que apresentam frequentemente textura nematoblástica

Neogeno

Período geológico da era Cenozóica que se estendeu de 23,5 a 1,75 Ma atrás

Neotectônica

Neotectônica é o estudo de eventos tectônicos jovens que ocorreram desde o Terciário Superior ou que ainda ocorrem associados as últimas orogêneses, epirogêneses ou a tensões crustais diversas.

Os estudos da neotectônica são de fundamental importância para a análise e interpretação da geomorfologia atual e evolução paleogeográfica mais recente.

Nível base de erosão

Nível ou cota de um sistema geológico erosivo abaixo da qual o sistema tem menos energia e ocorre deposição ou não erosão de sedimentos.

O nível base mundial é o nível do mar.

A construção de uma represa muda o nível base de erosão local para o da altitude da lâmina de água dessa represa com referência à bacia de drenagem à montante.

O...

Orogênese

[Grego: *oros*=montanha; *genus*=geração/origem]

Conjunto de processos geológicos que resultam na formação de uma cadeia de montanhas (orógeno) e relacionado com a tectônica compressional de placas tectônicas.

Orógeno

[*oros*=montanha; *genus*=geração/origem]

Província tectônica onde se desenrolam os mais diversos processos geológicos relacionados ao confronto de placas litosféricas e à origem das grandes cadeias montanhosas da Terra.

As faixas orogênicas são divididas em duas regiões:

- internides ou *hinterland*: palco de fortes deformações e magmatismo, sem tectônica de empurrão significativa;
- externides (*borderland* termo em desuso): região de tectônica empurrão com escamas e *nappes*, com deformações e metamorfismo menores em direção ao antepaís, constituindo, geralmente, um *thrust and fold belt*.

Orógenos, envolvendo placa oceânica em subducção sob placa com borda continental, são do tipo **acrescionário** (ex: os Andes); quando está envolvida a colisão de duas massas continentais, como ocorre nos Himalaias (placa da Índia sob a Ásia), o orógeno é do tipo **colisional**.

Orto

Prefixo usado para indicar rochas metamórficas de origem seguramente ígnea, seja plutônica, hipabissal ou vulcânica.

Como nos caso do prefixo "para", usa-se o nome da rocha metamórfica, antecedido do prefixo "orto".

Exemplos:

- ortognaisse: gnaisse derivado de granito, granodiorito,...;

- ortoanfíbólito: anfíbólito derivado de uma rocha ígnea como um basalto ou gabro.

P...

Padrões de drenagem

Variações de forma, organização e densidade da rede de drenagem em região geológica e climaticamente distintas, definindo-se padrões diversos como de drenagem rala ou densa e com formas dendrítica, paralela, retangular, radial ou outra.

A drenagem de uma área é fortemente influenciada por dois fatores: climático e geológico, originando **padrões de drenagem** distintos na forma e na densidade. Por exemplo, em climas áridos, mas com uma estação curta de fortes chuvas, são comuns os rios anastomosados. O padrão da drenagem visto em fotos aéreas e mapas permite inferir, também o tipo de rocha e estruturas geológicas em muitos casos: assim, dentro do princípio de "causa<->efeito", as regiões com rochas e solos associados impermeáveis, como às de folhelhos, ardósias..., apresentam drenagem densa com muitos riachos e córregos (águas pluviais escoam por inúmeros pequenos vales) e, pelo contrário, áreas com rochas e solos associados permeáveis, como os arenitos, calcários..., apresentam drenagem rala com poucos talwegues; vales retilíneos isolados podem retratar estruturas de fraturas e de falhas onde as rochas são fraturadas e muitas vezes moídas facilitando a penetração e percolação da água da chuva que altera mais rapidamente as rochas que são aí erodidas formando o vale reto.

Existem vários padrões de drenagem, sendo que a maior parte desses padrões é condicionada à geologia da área: **dendrítico, treliça, paralelo, retangular, radial, anelar,..** Em regiões com rochas solúveis como os calcários, tem-se relevo kárstico e a drenagem superficial é irregular, em certos trechos indistinta, com dolinas e bocas de cavernas indicando pontos de entrada das águas para a drenagem eminentemente subterrânea da região (**drenagem kárstica**).

Paleontologia

[*palaios*=antigo; *ontos*=ser; *logos*=estudo]

Ciência que estuda a evolução dos seres vivos ao longo dos tempos geológicos através de registros fossilíferos e de seus posicionamentos estratigráfico e paleogeográfico, combinando métodos e conceitos das ciências geológicas e biológicas.

Paleózoico

[Grego: *paleo*=antiga; *zoicos*=refere-se a vida]

Era geológica do eon Fanerozóico que se estendeu de 570 a 245 milhões de anos atrás, antecedida pelo Neoproterozóico (PréCambriano) e sucedida pelo Mesozóico.

Panidiomórfica

[*Ant. alotriomórfica*]

Textura fanerítica em que todos os minerais tendem a ser euédricos.

Para

Prefixo usado para rochas metamórficas de origem seguramente sedimentar.

Como nos caso do prefixo "orto", usa-se o nome da rocha metamórfica, antecedido do prefixo "para".

Exemplos:

- paragnaisse: gnaisse derivado de pelito ou de arcósio;
- para-anfibolito: anfiboito derivado de uma marga.

Obs. o termo paraconglomerado foge dessa regra.

Paragênese mineral

Conjunto de minerais em rochas ígneas ou em rochas metamórficas que, por evidências petrográficas e outras, mostram ter evoluído associadamente em equilíbrio geoquímico e termodinâmico.

Paragnaisse

Gnaisse de origem (protólito) sedimentar.

Pegmatito

Rocha ígnea ou metassomática, normalmente granitóide, que ocorre em veios/diques ou em massas de contatos irregulares, amebóides, e com minerais que tendem a ocorrer com grande tamanho, centimétrico a decimétrico.

Os pegmatitos refletem uma cristalização com fase fluida importante no magma retratada pela ocorrência frequente de minerais como turmalina e micas.

Além de pegmatitos de composição granítica podem ocorrer fácies pegmatíticas (textura de cristais bem desenvolvidos) em rochas gabróicas, sieníticas e outras, devendo-se, nestes casos, caracterizar composicionalmente o pegmatito para não confundir com a fácies comum que é granítica: pegmatito gábrico, pegmatito sienítico,..

Pelito

Rocha detrítica cujos componentes principais são da fração argilosa e do silte e que se originam pela litificação de lamas. Os principais pelitos são os folhelhos, bem estratificados, e os argilitos, com pouca ou nenhuma estratificação.

Peneplano

Região geomorfologicamente madura, com topografia plana e algum relevo suave, desenvolvida por completo processo erosivo que vigorou durante longo período de estabilidade isostática e eustática, resultando em uma superfície de aplainamento.

Para alguns autores o termo peneplano refere-se somente a aplainamento erosional em clima úmido, distinto do aplainamento em clima árido que desenvolve pediplanos.

Penetrativa

Estrutura que ocorre em todas as partes da rocha na escala de estudo ao contrário da estrutura discreta que ocorre localizadamente.

Exemplos: a) estruturas penetrativas: xistosidade, clivagem ardosiana, .. b) estruturas discretas: plano de fratura; planos de clivagem de crenulação separadas por microlitons,..

Período

Divisão do tempo geológico hierarquicamente abaixo de era e acima de época.

Em estratigrafia, o período (divisão cronológica) tem correspondência na unidade cronogeológica sistema (divisão cronoestratigráfica).

Permeabilidade

A propriedade de uma rocha, ou qualquer outro material, de permitir a passagem de água ou outro fluido, como petróleo em maior ou menor vazão por unidade de área.

Observar que esta propriedade é distinta da porosidade.

Permiano

Período geológico mais novo da era Paleozóica que se estendeu de 295 a 250 Ma atrás.

Penetrativa

[*Sin.* pervasiva; não-discreta]

Estrutura que ocorre em todas as partes da rocha na escala de estudo ao contrário da estrutura discreta que ocorre localizadamente.

Exemplos: a) estruturas penetrativas: xistosidade, clivagem ardosiana, .. b) estruturas discretas: plano de fratura; planos de clivagem de crenulação separadas por microlitons,..

Petrologia

É a parte da geologia que tem por objetivo estudar as rochas em geral (ígneas, sedimentares ou metamórficas) com vistas a definir a sua caracterização, constituição, gênese e evolução.

A petrologia envolve a descrição, classificação e sistematização da rocha com ênfase em aspectos genéticos, utilizando-se várias ferramentas como a petrografia (estudo macro e microscópico das rochas e seus minerais, definindo as texturas e estruturas, a mineralogia e a classificação da rocha); a geoquímica ou litogeoquímica (composição química total ou das paragêneses minerais definindo-se assinaturas geoquímicas que caracterizam ambientes geológicos de formação e/ou transformação da rocha); as propriedades físicas, incluindo aspectos como magnetismo remanescente; a química isotópica (definindo possíveis ambientes de origem e de processos de transformação, além da geocronologia),...

Pisólito

Grão arredondado ou elipsóide do tamanho de grânulo, semelhante em estrutura (concêntrica e radial) e em composição a dos oólitos, mas com tamanho maior, semelhante ao de uma ervilha. Pode se formar por precipitação concrecionada, também.

Plagioclásio

Grupo de minerais feldspáticos, alumo-silicáticos sódico-cálcicos, triclinicos, de fórmula geral $(\text{Na,Ca})\text{Al}(\text{Si,Al})\text{Si}_2\text{O}_8$, que constituem uma série isomórfica completa, variando desde o termo mais sódico (albita- $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$) até o mais cálcico (anortita- $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$).

O grupo dos plagioclásios constitui um dos grupos mais importantes da constituição das rochas em geral.

As espécies minerais do grupo são os seguintes (limites dos componente albita e anortita na solução sólida):

Ab - albita (100-90%Ab / 0-10%An)

Ol - oligoclásio (90-70%Ab / 10-30%An)

And - andesina (70-50%Ab / 30-50%An)

Lab - labradorita (50-30%Ab / 50-70%An)

Bit - bitwninta (30-10%Ab / 70-90%An)

An - anortita (10-0%Ab / 90-100%An)

Planície de inundação

[*Sin.* planície aluvionar]

Planície desenvolvida sobre a calha de um vale preenchido por terrenos aluvionares e que apresenta meandros fluviais divagantes devido a baixa declividade do curso do rio que, em épocas de cheia, extravasa do canal fluvial e inunda a região.

As planícies de inundação ocorrem, normalmente, no baixo curso do rio onde o relevo, mais desbastado pela erosão do que à montante, apresenta pequeno gradiente topográfico; em consequência, a energia fluvial é diminuída e não consegue carregar muito da carga sedimentar do rio que é depositada, colmatando o vale com sedimentos fluviais.

Porosidade

Percentagem de interstícios vazios ou preenchidos por fases líquidas e/ou gasosas com relação ao volume da rocha.

Porosidade

Percentagem de interstícios vazios ou preenchidos por fases líquidas e/ou gasosas com relação ao volume da rocha.

Pseudofóssil

Feição geológica de origem inorgânica e geralmente secundária que se assemelha a um fóssil, como, por exemplo, dendrite.

Q...

Quartzito

Rocha metamórfica cujo componente principal é o quartzo (>75% como ordem de grandeza).

Um quartzito pode ter como protólito arenitos quartzosos (origem mais comum), tufos e riolitos silicosos e chert silicoso. Bolsões (pods) ou veios de quartzo, normalmente produtos de segregação metamórfica, são muitas vezes retrabalhados por cataclase e metamorfismo dando origem a quartzitos semelhantes aos de origem sedimentar.

Quaternário

Período geológico da era Cenozóica e que se estende de 1,75 Ma atrás até os dias atuais.

Quartzomonzonito

Rocha ígnea plutônica saturada a supersaturada com quartzo (5 a 20%) e com componentes essenciais plagioclásio Ca-Na em quantidades aproximadamente iguais a K feldspato e, em

menor quantidade, ocorrem minerais ferromagnesianos como biotita, augita, hornblenda verde e hiperstênio subordinado.

Quartzolatito é o equivalente extrusivo do quartzomonzonito.

R...

Rapakivi

Textura maculada de certos granitos, cujos megacristais de feldspato potássico apresentam anel externo de albita ou oligoclásio

Regolito

[*Sin.* manto de intemperismo]

Capeamento natural das rochas (manto de intemperismo), composto por fragmentos de rocha e material inconsolidado, incluindo solo transportado, solo autóctone, depósitos residuais..

Rejeito de falha

[Inglês: *offset*]

Deslocamento entre dois pontos originalmente contíguos em um plano de falha.

O rejeito é definido por um sentido (rejeito relativo) ou por um vetor de deslocamento (rejeito absoluto). O sentido do rejeito pode ser medido por feições impressas nas rochas dos dois lados do espelho de falha, tais como estrias ou ranhuras (*slichensides*), caneluras, ressaltos.

Reliquiar

(a) Textura ou estrutura própria da rocha original (protólito) e que ficou visivelmente preservada apesar das transformações metamórficas ou metassomáticas sofridas pela rocha, como, por exemplo: acamamento ígneo ou sedimentar, textura ofítica, textura porfírica, etc.

(b) Chama-se reliquiar, também, a paragênese mineral do protólito que ficou parcialmente preservada.

Rocha

Substância natural sólida, constituída por minerais ou outras substâncias naturais como o vidro vulcânico.

Uma rocha pode ser constituída por um só mineral (rocha monominerálica) ou por vários minerais; pode ser constituída somente por vidro vulcânico ou por mistura de vidro vulcânico e minerais; pode ser, também, constituída por carvão mineral ou outros restos biológicos junto com minerais diversos; o importante é que a rocha, e seus constituintes, sejam naturais. Substâncias artificiais, como escória siderúrgica, mesmo que cristalizadas, não são rochas, são produtos artificiais.

As rochas são de tres tipos principais:

ígneas,

sedimentares e

metamórficas.

Dentre os minerais que constituem uma rocha, distinguem-se os essenciais, necessários à classificação da rocha, dos acessórios que não necessários para a definição da mesma.

Rocha ácida

Rocha ígnea, supersaturada, com mais de 60% de sílica (SiO_2), o que leva a ter quartzo em excesso ($>10\%$), modal ou normativo.

Exemplos muito comuns são o granito e o granodiorito, intrusivos, e seus equivalentes efusivos, respectivamente, riolito e riodacito.

Rocha básica

Rocha ígnea saturada em sílica e com teor de SiO_2 entre 44% e 52%, relativamente ricas em Fe, Mg e Ca, como o gabro (plutônico) e o basalto (vulcânico).

Rocha cálcissilicática

Rocha metamórfica, maciça ou bandada, composta por minerais cálcio-silicáticos como epidoto, diopsídio, grossulária, escapolita.

Além da origem por metamorfismo regional de chertes carbonáticos, calcários silicosos e margosos (impuros), as rochas calcissilicáticas podem se originar por metassomatismo de calcários ou mármore no contato com granitos (tactito ou skarnito).

Rocha encaixante

Rocha ou rocha de um conjunto de rochas onde se encaixou uma intrusão ígnea (batolito, *sill*, dique,..), um depósito mineral, um domo de sal ou outra massa rochosa diferenciada ou intrusiva e geralmente mais jovem.

Rocha hospedeira

Rocha que contem o mineral em estudo, o minério ou mineral de minério, disseminado ou em finos veios.

Rocha ígnea

Rocha que cristalizou a partir de um magma.

Conforme a profundidade as rocha ígneas são classificadas em:

plutônicas (solidificadas em profundidade, geralmente com cristalização mais lenta que se reflete na textura mais grossa dos cristais),

hipabissais (solidificadas em níveis mais rasos da crosta e com texturas médias a finas)e

vulcânicas (solidificadas na superfície e com texturas geralmente finas e não raramente vítreas).

As vulcânicas, também são chamadas de extrusivas ou efusivas e as plutônicas e hipabissais de intrusivas.

Rocha mãe

Rocha fresca ou sã que dá origem aos solos locais e que ocorre exposta em afloramentos e/ou subjacente ao capeamento do solo, de capas lateríticas e de outras coberturas residuais ou de pequeno transporte.

Rocha melanocrática

Rocha escura com predominância (mais de 60-67%) de minerais máficos escuros.

Rocha mesocrática

Rocha de tons cinza médio com minerais claros e escuros aproximadamente em quantidades iguais sendo composta por mais de 30-37% e menos de 60-67% de minerais máficos escuros.

Rocha metamórfica

Rocha que sofreu metamorfismo sob a ação de variáveis temperatura e/ou pressão (litostática, dirigida e/ou de fluidos) e que foi reorganizada, textural/ estruturalmente e/ou mineralogicamente face a essas novas condições ou fatores de metamorfismo.

Rocha sedimentar

Rocha constituída pela acumulação de sedimentos clásticos, químicos e/ou biogênicos e que sofre diagênese ou litificação.

Rocha sedimentar detrítica

Rocha constituída, em sua maior parte, por fragmentos detríticos de rochas e/ou minerais pré-existentes provenientes do intemperismo e erosão de rochas anteriores.

Exemplos: arenito, conglomerado, folhelho.

Rocha vulcânica

[Sin.rocha extrusiva; rocha efusiva]

Rocha ígnea formada por magma que extravasa como lava ao atingir a superfície da terra ou o fundo do mar onde se consolida.

Rumo

Definição topológica de um vetor com um sentido de deslocamento de um ponto para outro e projetado verticalmente no plano horizontal.

Exemplos de rumos:

- sentido de deslocamento em um caminhamento geológico,
- sentido de deslocamento em plano de sobrevôo aerofotogramétrico,
- caimento de uma dobra.

O rumo pode ser definido com relação ao N ou S verdadeiros para W ou E ou, diretamente, em azimute *Ex.gr*: S30W = vetor dirigido para quadrante SW, 30 graus com relação ao rumo sul o que equivale a azimute: 210 graus.

Rúptil

Característica reológica de material (rocha, mineral, produto industrial..) que, em determinadas condições termodinâmicas, ao ultrapassar o limite de rigidez, deforma-se permanentemente, fragmentando-se por fraturamentos ou quebramentos ao sofrer tensões.

O comportamento rúptil é aquele em que a rocha apresenta-se rígida e tende a ser quebradiça enquanto que o comportamento dúctil é caracterizado por estiramentos e deformações plásticas. O limite rúptil de um material é definido pela tensão acima da qual o comportamento deixa de ser elástico para se tornar rúptil.

S...

Saturação em sílica

Teor de concentração de SiO₂ em rochas ígneas expresso em minerais silicáticos e associados, normativos ou modais.

São definidos os seguintes grupos de rochas de acordo com este grau de saturação:

- (a) **rochas supersaturadas** - rochas com quartzo em excesso, como o granito e o riolito;
- (b) **rochas saturadas** - rochas em que os minerais silicáticos não apresentam excesso nem de quartzo, por um lado, nem feldspatóides e/ou olivina, pobres em sílica, por outro lado. Exemplos são o gabro, basalto, diorito, andesito;
- (c) **rochas subsaturadas** - rochas com deficiência em sílica, retratada seja pela ocorrência de olivina e/ou de feldspatóides, como, por exemplo, peridotito, nefelina sienitos,...

Sedimento

Material originado por intemperismo e erosão de rochas e solos que é transportado por agentes geológicos (rio, vento, gelo, correntes,..) e que se acumula em locais baixos, desde os sopés de encostas e as planícies aluvionares até as grandes bacias geológicas ou sedimentares.

Os sedimentos tendem a formar depósitos em camadas sedimentares que se transformam em rochas por processos de litificação.

Seixo

Fragmento de mineral ou de rocha, menor do que bloco ou calhau e maior do que grânulo, e que na escala de Wentworth, de uso principal em sedimentologia, corresponde a diâmetro maior do que 4 mm e menor do que 64 mm.

O termo cascalho, usado como sinônimo por alguns autores, implica em depósito ou monte de fragmentos seixosos e outros associados.

Seleção

Medida da concentração de determinadas rochas ou espécies minerais em depósitos ou rochas sedimentares clásticos.

A separação de minerais e rochas pode se dar por:

- maior resistência química ao intemperismo de alguns minerais, como, por exemplo, concentração de grãos de quartzo em areias de um rio derivados de rochas graníticas que tiveram feldspatos e micas alterados em clima úmido para minerais argilosos finos e que foram transportados para mais longe;
- transporte diferencial dos sedimentos: em locais com forte energia localizada (fluvial, eólica, de correntes marinhas, de movimento de marés, etc..), como em zonas com redemoinhos, concentram-se minerais pesados, de maior densidade (depósitos de areias negras, por exemplo), enquanto os minerais mais leves são levados mais adiante pela corrente.

Sienito

Rocha ígnea plutônica saturada (quartzo ausente ou subordinado) com componentes essenciais K feldspato, predominando sobre plagioclásio, e ferromagnesianos: biotita, hornblenda, arfvedsonita geralmente importantes.

Silte

Fragmento de mineral ou rocha menor do que areia fina e maior do que argila e que na escala de Wentworth, de amplo uso em geologia, corresponde a diâmetro $> 4 \mu\text{m}$ e $< 64 \mu\text{m}$ (1/256 a 1/16 mm).

Somente em frações mais grossas, já próximo do tamanho de areia fina, é que os fragmentos de silte podem ser percebidos à vista desarmada.

Como depósito sedimentar corresponde a material muito fino e friável e que à medida que se combina com argila, nos sedimentos siltico-argilosos, torna-se mais coeso e plástico.

Siluriano

Período geológico da era Paleozóica que se estendeu de 435 a 410 Ma atrás.

Sin-tectônico

Mineral metamórfico formado durante o evento de deformação que está sendo considerado e que, por isto, mostra evidências de ter crescido e iterativamente sido tensionado durante este evento.

Solifluxão

Movimento de arrasto lento de solos relevo abaixo pela ação da gravidade e, muitas vezes, ativado pela água da chuva infiltrada intersticialmente às partículas argilosas, diminuindo a coesão dessas partículas e tornando a massa de solo mais plástica e densa.

Solo

[Conf. regolito]

Material inconsolidado superficial que ocorre como capa sobre as rochas e desenvolvido por intemperismo, seja *in situ*, das rochas imediatamente abaixo (**solo autóctone**), seja de rochas próximas, tendo sofrido pequeno transporte, muitas vezes com níveis seixosos transportados por enxurradas (**solo alóctone**).

O capeamento de solo varia de lugar para lugar, lateralmente e verticalmente, na dependência de fatores relacionados com a sua formação (tipo de rocha original, clima, relevo..), a sua

manutenção (cobertura vegetal com trama radicular principalmente) e com sua degradação (processos erosivos principalmente). Assim, em regiões úmidas e florestadas, o solo pode ser bem profundo e com todos os horizontes, enquanto que em regiões semi-áridas a áridas, é comum o litossolo (solo de rocha com pouca alteração).

Um perfil completo de solo apresenta as seguintes camadas:

horizonte O - nível superficial de acumulação de material orgânico de restos de plantas e animais (humus), expressivo em regiões florestadas;

horizonte A - camada superior, de mistura da rocha alterada, muitas vezes fortemente lixiviada de elementos solúveis, e de humus, onde se fixa a maior parte das raízes das plantas e vivem animais e vegetais do solo que ajudam a decompor restos orgânicos e deles se alimentam, como bactérias, minhocas..;

horizonte B - muitos dos nutrientes, lixiviados dos horizontes superiores ocorrem neste nível que ainda tem restos de humus e pode ser atingido por raízes maiores das plantas;

horizonte C - nível da rocha parcialmente alterada, podendo manter vestígios da estrutura e mesmo textura da rocha que deu origem ao solo, sem humus;

horizonte R - rocha não alterada que deu origem ao solo e que pode ser a rocha-mãe local (bedrock) ou camada de material fragmentário rochoso trazido por gelo, por gravidade (colúvio), etc.. cobrindo a rocha local.

Solo alóctone

Solo desenvolvido em outro local e transportado para o ponto onde se encontra sobre rocha que não o gerou.

Solo autóctone

Solo desenvolvido no próprio local, tendo como origem a rocha mãe (*bed rock*) que se encontra abaixo.

Stock

Intrusão plutônica de dimensões menores do que às de um batolito e com área aflorante ou com área de afloramento potencial por erosão de, no máximo, 100km².

Subédrico

[*Sin.subedral*]

Grão mineral ou cristal que apresenta faces de crescimento cristalino que lhe são típicas somente em parte de sua superfície externa.

Suite

Unidade litodêmica imediatamente superior ao litodema e que é formada por dois ou mais lidodemas associados de uma mesma classe (suíte intrusiva, suíte plutônica, suíte metamórfica).

A suíte é comparável a categoria de grupo das unidades litoestratigráficas. Uma suíte é designada pela classe que a caracteriza e por algum nome geográfico distintivo; exemplos: Suite Magmática Americano do Brasil, Suite Granulítica Itauçu, Suite Metamórfica Anicuns.

[*Autores: Winge,M.; Alvarenga,C.J.S.*]

Superfície de aplainamento

Peneplano desenvolvido em um ciclo erosivo.

Suspensão

Processo eólico ou fluvial de transporte de partículas sedimentares em que a energia de transporte, com relação ao tamanho, forma e peso da partícula, permite que ela seja mantida em suspensão sem ocorrer saltação nem arrasto.

T...

Tectônica

[*tektonos=construção*]

Qualquer processo geológico em que se tem movimentação ou deslocamento de massas rochosas, construindo ou reorganizando a estrutura terrestre devido a tensões crustais, por exemplo, orogênese, epirogênese, falhamentos, diapirismo..

Regiões sem tectonismo, estáveis dos cratons e de planícies abissais, são ditas regiões atectônicas.

Ver registro de Soerguimento tectônico junto a Sumatra ([hrlink](#) enviado por Dr Pedro F.T. Kaul)

Tensão

Esforço (força por unidade de área expresso em quilobária, por exemplo) aplicado em uma massa sólida e que se propaga para o interior dessa massa tendendo a mudar a forma ou o volume dessa massa, deformando-a (*strain*).

Ao esforço aplicado contrapõe-se a rigidez ou resistência própria do material dentro das condições termodinâmicas em jogo.

A análise e interpretação de estruturas tectônicas envolve o entendimento das causas e mecanismos das tensões que originaram essas estruturas, bem como a quantificação das variáveis físicas envolvidas, incluindo o sentido ou vetor do esforço que define topologicamente a tensão aplicada.

Distinguem-se: tensão normal e tensão cisalhante.

A tensão normal atua perpendicularmente à superfície, como compressão ou como extensão e tende a modificar o volume do corpo tensionado.

A tensão cisalhante atua paralelamente à superfície e tende a modificar a forma do corpo tensionado.

Terciário

Período geológico da era Cenozóica. Termo cronoestratigráfico informal que abrange os períodos Paleogeno e Neogeno.

Terraço fluvial

[*Sin.* terraço aluvial]

Terraço constituído por material aluvionar mais antigo e em nível mais alto do que o atual da planície aluvionar e que ficou como testemunho de um período da evolução desta planície.

A origem desses terraços pode estar ligada a várias causas: evolução geomorfológica, mudanças climáticas e/ou processos tectônicos que se refletem em mudança de poder erosivo da corrente fluvial por aumento de competência, do gradiente topográfico e/ou de mudança de nível base,

levando a erosão da própria planície que deixa como testemunhos esses terraços. Assim, a formação de um terraço fluvial pode ter várias causas, tais como: soerguimento epirogenético da região; falhamento soerguendo localmente ou abatendo a jusante; captura fluvial na bacia o poder erosivo do rio.

Toleito

[*Sin.* basalto toleítico]

Basalto de enorme distribuição terrestre derivado de magma supersaturado em sílica e constituído essencialmente de plagioclásio cálcico e de piroxênio subcálcico (augita e pigeonita). Rocha derivada do resfriamento de magma da série toleítica, seja na forma de crosta oceânica, gerada nas ridges, seja formando os extensos platôs de basaltos continentais, como os da Bacia do Paraná e do Decca na Índia.

Triássico

Período geológico mais antigo da era Mesozóica que se estendeu de 250 a 203 Ma atrás

Tonalito

Rocha ígnea plutônica com componentes essenciais quartzo, plagioclásio (K feldspato subordinado); biotita e/ou hornblenda geralmente importantes.

Turbidito

Rocha sedimentar originada em ambientes sub-aquáticos de taludes com correntes de turbidez. Os turbiditos são sedimentos cujo tamanho dos fragmentos varia desde conglomerado (algum clastos possuem vários metros de diâmetro) até as frações siltico-argilosas, com o tamanho de grão dominante sendo o de arenito médio e fino. É comum os turbiditos formarem sequências de deposição de sedimentos finos a médios, com estratificação rítmica e gradacional, mas um turbidito pode estar representado por apenas uma camada. Estas rochas se depositam normalmente nos contextos de talude e bacia, formando canais e lobos.

U...

Unidade litoestratigráfica

Conjunto de rochas individualizadas e delimitadas com base nos seus caracteres litológicos, independentemente da sua idade.

Distinguem-se as seguintes unidades litoestratigráficas:

Formação é a unidade fundamental na nomenclatura estratigráfica formal. Caracteriza-se por um corpo de rochas identificado pelas suas características líticas e sua posição estratigráfica. Ela deve ser mapeável em superfície ou em subsuperfície.

Membro é a unidade litoestratigráfica formal imediatamente abaixo da formação, tendo sempre que fazer parte de uma formação. Caracteriza-se por apresentar aspectos litológicos próprios que podem ser individualizados das partes adjacentes da formação. Uma formação não necessita ser totalmente dividida em membros.

Camada é a unidade formal de menor hierarquia da nomenclatura estratigráfica. Espessura e mapeabilidade não são consideradas para sua individualização, podendo variar de centímetros a metros.

Grupo é a unidade formal de categoria imediatamente superior à formação. O grupo deve ser formado por duas ou mais formações. As formações que compõem um grupo não necessitam de ser as mesmas em toda a sua área de ocorrência.

Supergrupo é formado pela associação de vários grupos que apresentem características litoestratigráficas interrelacionáveis.

Subgrupo é a unidade litoestratigráfica que inclui apenas algumas das formações de um grupo.

Unidades estratigráficas

Unidades estratigráficas correspondem à caracterização hierarquizada de unidades geológicas com base em características litológicas, físico-químicas e/ou cronológicas.

As unidades estratigráficas dividem-se em formais e informais:

- unidades formais são aquelas que seguem o esquema de regras de definição estipuladas por instituições credenciadas de normas e código estratigráfico, como a ICS (International Commission on Stratigraphy) da IUGS (International Union of Geological Sciences), sendo que as unidades devem ser sempre designadas em maiúsculas (*Ex:* Grupo Bauru).
- unidades informais são aquelas que não seguem as regras de definição, classificação e

designação, principalmente com vistas a identificação expedita em serviços de reconhecimento, de mineração e outros (*Ex:* "nível mineralizado A"; "camada conglomerática"). As unidades formais podem ser de diversas categorias, divididas, essencialmente, em propriedades intrínsecas materiais (ou litológicas) ou em conceito cronológico ou geocronológico.

Uralitização

Alteração deutérica, hidrotermal ou retrometamórfica de piroxênio em anfibólio(s); vários outros minerais podem entrar como produtos ou como reagentes nesta reação de hidratação.

V...

Vesícula

Cavidade decorrente da retenção de bolhas gasosas de fluido(s) separado do magma que se solidifica em rochas vulcânicas e intrusivas de baixa profundidade.

Vesicular

Textura de rocha ígnea vulcânica ou hipabissal rasa com muitas vesículas que se concentram nas partes altas de um derrame.

Vossoroca

[*Sin.* vossoroca]

Ravina geralmente muito funda, podendo atingir mais de 10 m de profundidade, desenvolvida por erosão acentuada.

A origem de bossorocas é decorrente, com muita frequência, do desmatamento das cabeceiras e matas ciliares ou de galeria para o plantio de pasto com gramíneas que não seguram a erosão que se processa, assim, de forma vigorosa e rápida.

X...

Xenólito

Os xenólitos são fragmentos de rochas do teto ou das paredes da intrusão e envolvidos pelo magma (*magmatic stopping*) ou arrancados das paredes dos dutos magmáticos abaixo e trazidos dentro do magma.

Os xenólitos distinguem-se de fragmentos da mesma rocha intrusiva, chamados autólitos, e que foram envolvidos por novo(s) afluxo(s) magmáticos.

Xisto verde

Xisto derivado de rocha máfica, basaltos e gabros principalmente, em condições de baixo grau metamórfico e forte pressão de H₂O, formando minerais verdes como: actinolita, epidoto, clorita, junto com albita e algum quartzo.

Z...

Zona de cisalhamento

[Inglês:*shear zone*]

Faixa tectonizada extensa, relativamente estreita, caracterizada por apresentar rochas cataclasadas e milonitizadas em vários graus com termos extremos de deformação quebradiça, como brechas e cataclasitos, de níveis crustais mais rasos, e de deformação dúctil, com milonitos, filonitos, blasto-milonitos, etc.. de níveis mais profundos e aquecidos da crosta.

Zona metamórfica

Região ou faixa de um terreno metamórfico, delimitada por isógradas, apresentando um determinado grau de metamorfismo correspondente a determinadas condições termodinâmicas dos limites.

As zonas são designadas pelo aparecimento de minerais índices; por exemplo, para fácies metapelíticas em graus de metamorfismo crescente: z. da clorita, z. da biotita, z. da granada, z. da cianita, z. da sillimanita.

Zona de oxidação

Termo de uso muito comum para designar a parte superior de depósitos minerais, logo acima do lençol freático com alto potencial redox onde minerais primários são mais facilmente decompostos e oxidados; coincide em parte com o termo de uso mais genérico de zona de aeração.

Assim, por exemplo, sulfetos de jazidas de Cu, Pb, Zn,.. são oxidados formando hidróxidos, carbonatos e sulfatos e parte dos cations entra em solução e pode ser reprecipitado como sulfeto secundário abaixo do lençol freático na zona de cementação.

ANEXO 1

GLOSSÁRIOS: GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO.

GLOSSÁRIO DE TERMOS GEOMORFOLÓGICOS

Acidente do Relevo: denominação usada para qualquer forma de relevo que ofereça contraste com outras que lhe está próxima.

Active: o contrário de declive, isto é, inclinação de um trecho de uma superfície, que pode ser uma encosta de morro, o reverso de uma *cuesta*, a vertente de uma serra, etc. É geralmente forte nas regiões montanhosas e fraco nas regiões planas ou pouco acidentadas.

Afluente: sinônimo de tributário, referindo-se a um curso d'água, cujo volume ou descarga contribui para aumentar outro, no qual desemboca. Pode desembocar também em um lago ou em uma lagoa.

Agentes de Erosão: conjunto de forças que contribuem para a alteração da configuração morfológica da paisagem ao longo do tempo geológico (destruição e sedimentação ou construção de novas formas). Os agentes de erosão são, na sua maior parte, de origem climática, podendo derivar, direta ou indiretamente da ação do clima. A literatura geomorfológica contemporânea caracteriza os Agentes de Erosão, como **Processos Geomorfológicos**, podendo ser classificados em três tipos: processos intempéricos, processos erosivos e processos deposicionais.

Agradação do Relevo: processo de acumulação de sedimentos nas zonas de depressões relativas, que torna a superfície da litosfera mais uniforme. As formas de agradação dizem respeito a formas de relevo de acumulação; como exemplos, têm-se as planícies, enquanto que as formas de degradação estão ligadas ao desgaste provocado pelos agentes exodinâmicos. Resultam, portanto, de processos deposicionais ou agradacionais.

Alto Estrutural: sinônimo de *horst*. Porção do embasamento rochoso que foi soerguido por um conjunto de esforços tectônicos determinado por falhas normais. Caso não ocorra inversão de relevo decorrente de processos denudacionais subseqüentes, corresponde a uma porção elevada do relevo regional.

Alvéolo: representa seções alargadas do fundo do vale devido a processos de migração lateral do canal, geralmente entulhado de sedimentos. Frequentemente, os alvéolos são produzidos em

bacias suspensas, imediatamente a montante de estrangulamentos do vale associados com níveis de base locais.

Amplitude de Relevo: sinônimo de **desnivelamento topográfico** - diferença de altitudes entre o ponto mais alto e o ponto mais baixo de uma determinada feição do relevo.

Área de Drenagem: o mesmo que bacia de drenagem ou bacia hidrográfica.

Areal: trecho ou área de solo de uma região constituído só de areias predominantemente, de quartzo.

Assoreamento: diz-se dos processos geomórficos de deposição de sedimentos. Como exemplos são fluvial, eólico, marinho.

Avulsão: processo da morfodinâmica fluvial, característica de rios de padrão meandrante, que consiste na migração lateral do canal em contínua erosão das margens côncavas e acreção / deposição nas margens convexas. Em rios de alta sinuosidade, o processo de avulsão pode promover meandros abandonados (*ox-bow lakes*).

Bacia de Drenagem: área da superfície terrestre delimitada por divisores de drenagem, que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto do canal fluvial; funciona como um sistema aberto, que recebe energia por meio da entrada de água (precipitação) ou elevação do nível da base (tectônica) e a dissipa através da vazão de água e sedimentos pelo rio principal. Este conceito deve incluir também uma abordagem sistêmica, possibilitada pela análise hierarquizada em bacias e sub-bacias e regida pela dinâmica evolutiva que ocorre nas linhas divisoras de água sob o efeito dos agentes erosivos, alargando ou diminuindo a área da bacia. O recorte espacial expresso pela Bacia de Drenagem consiste na unidade de planejamento mais adequada para análise ambiental.

Bacia Hidrográfica: área de drenagem circunscrita aos seus divisores topográficos. Sinônimo de área de drenagem ou bacia de drenagem.

Baixada: área deposicional proveniente de uma sedimentação fluvial, flúvio-marinha ou marinha, estando topograficamente deprimida em relação aos terrenos contíguos, ou junto à linha de costa.

Baixo Estrutural: sinônimo de *graben*. Porção do embasamento rochoso que sofreu subsidência devido a um conjunto de esforços tectônicos determinado por falhas normais, configurando uma depressão tectônica. Caso não ocorra inversão de relevo decorrente de processos denudacionais subseqüentes, corresponde a uma porção rebaixada do relevo regional.

Banco: camada ou estrato de material depositado, tendo uma espessura relativamente grande. Geralmente se usa este termo para os depósitos de areia estratificada - banco de areia.

Barra Arenosa: banco arenoso depositado, em geral, nas margens convexas dos canais ou em “zonas de sombra” de ilhas fluviais, estando imersas nos períodos de cheias dos rios. Atesta relevante atividade morfodinâmica fluvial dos sistemas de drenagem (erosão - sedimentação - transporte). Todavia, as mais expressivas barras fluviais situam-se nas desembocaduras dos rios.

Barranca: trecho de um rio onde se observa o aparecimento de margens com fortes declives (margens em talude) que chegam às vezes a mais de 80° a 85°. As barrancas aparecem geralmente quando o rio se encaixa. Os processos de erosão fluvial (desbarrancamento) por migração lateral do canal são muito freqüentes nessas feições de relevo, sendo regionalmente conhecidas na Amazônia pelo fenômeno de *Terras Caídas*.

Basculamento: sinônimo de **adernamento**. Representa um evento tectônico que promove o envergamento ou a inclinação de uma determinada superfície sem, contudo, imprimir importantes deformações.

Bloco: fragmento de rocha, de natureza autóctone ou alóctone, cujo diâmetro é superior a 500 mm, ou ½ metro.

Boulder ou Matacão: fragmentos de rochas compactas de grandes dimensões (podendo atingir vários metros de diâmetro), de gênese diversificada, podendo ser produzidas por: esfoliação esferoidal em forma de casca de cebola, sendo geralmente originadas pelos efeitos térmicos acompanhados dos fenômenos de hidratação (freqüentemente observada em granitos e basaltos). São formados também pelo intemperismo diferencial em zonas de fraturas (em rochas onde se observa um padrão de diaclasamento ortogonal); pelo transporte incipiente e turbulento por movimentos de massa, sendo encontrados em possantes depósitos de tálus.

Brejo: terreno plano, periódica ou prolongadamente encharcado, com nível freático sub-aflorante a aflorante, comuns em áreas de planície fluviais, baixadas, ou depressões das superfícies aplainadas.

Cabeceira: feição côncava (ou concavidade) situada em zonas elevadas do relevo regional onde ocorre uma concentração dos fluxos d'água subterrâneos, no ponto onde o lençol freático aflora a superfície. Área onde surgem os olhos d'água que dão origem a um curso fluvial. É o oposto de foz. Sinônimos são nascentes, fonte, mina, etc.

Cachoeira: sinônimo de **catarata**, **salto**, ou **cascata**. Queda d'água no curso de um rio, ocasionada pela existência de um degrau no perfil longitudinal do mesmo, podendo ser de menos de 10 metros até várias centenas de metros. Pode ser denominado de **nível de base local** ou **knickpoint**. Sua ocorrência pode estar associada ao afloramento de rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão ou às reativações tectônicas de planos de falha transversais ao curso do Rio.

Caos de Blocos: esta feição geomorfológica caracteriza-se pela disseminação de blocos rochosos “in situ” em meio às superfícies aplainadas. Representam o arrasamento final dos *inselbergs* e outros relevos residuais e ocorre através da destruição completa dos *tors* e a formação do caos de blocos.

Captura de Drenagem: sinônimo de **cotovelo de drenagem** ou **inflexão do canal**. Consiste em um desvio de direção de um canal fluvial (geralmente em ângulo reto - 90°), ocasionado pela concorrência entre dois rios, resultando na captura de um pelo outro, através da destruição do divisor e na inflexão de curso d'água do rio capturado. Frequentemente, está associado a controles lito-estruturais do substrato geológico, ou mesmo, por reativações neotectônicas.

Ciclo de Erosão do Relevo: denominação dada pelo geógrafo William Morris Davis, às diferentes fases por que passa o relevo de uma região - juventude, maturidade e velhice. Em linhas gerais, corresponde a transformação de uma região montanhosa em uma superfície de aplainamento (peneplano).

Colina: indica pequenas elevações com topos convexos, declives suaves, inferiores a 5°, cuja altitude não excede 50 metros.

Concreções Ferruginosas: Também denominadas de **couraças** ou **carapaças ferruginosas**, **crostas lateríticas** ou **coberturas detrítico-lateríticas**. Consistem de horizontes de nódulos endurecidos pela precipitação e concentração de nódulos de sesquióxidos de ferro e alumínio devido à oscilação do nível freático. Podem ter origem autóctone ou alóctone. As concreções ferruginosas autóctones têm sua gênese relacionada a uma longa evolução de processos de natureza geoquímica e pedogenética. As concreções ferruginosas alóctones, por sua vez, resultam do retrabalhamento de antigas couraças lateríticas e posterior recimentação em cotas mais baixas. Explicações mais pormenorizadas podem ser encontradas em autores como Marcondes Costa, Lindinalva Mamede e Queiroz Neto. Quando estas formações superficiais diagenéticas abrangem grande parte do perfil intempérico, são denominadas de **cangas**. Em geral, apresentam correspondência morfológica com os terrenos planos dos baixos platôs ou das chapadas elevadas, sendo que as crostas ferruginosas atuam como uma cobertura resistente à dissecação fluvial.

Cordilheira: extensa cadeia montanhosa de dimensões continentais apresentando picos com altitude muito elevadas (frequentemente superiores a 5.000 metros), produzida por orogênese (processos endogenético resultante da colisão de placas tectônicas). Na América do Sul, destaca-se a **Cordilheira dos Andes**, produzida pelo choque entre as placas Nazca (oceânica) e Sul-Americana (continental), apresentando picos que atingem mais 6.000 metros de altitude.

Cornija: paredão rochoso (*free-face*) situado no topo de uma escarpa, chapada ou *cuesta*, constituída por uma rocha muito resistente ao intemperismo e a erosão. As cornijas sustentam e mantêm os topos elevados dessas feições de relevo ressaltando-as, topograficamente, frente ao relevo regional.

Corredeira: Queda d'água no curso de um rio, ocasionada pela existência de um pequeno degrau no perfil longitudinal do mesmo apresentando, via de regra, um baixo desnivelamento, inferior a 10 metros. Não chega a constituir uma queda abrupta, mas um trecho revoltado e turbulento das águas numa seção do Rio. Também pode ser denominado de nível de base local ou *knickpoint*.

Cuesta: forma de relevo dissimétrico constituída por uma sucessão alternada de camadas com diferentes resistências ao desgaste e que se inclinam numa direção, formando um declive suave no reverso (inferior a 30°) e a uma escarpa abrupta ou íngreme na chamada frente de *cuesta*.

Cume: parte mais alta ou culminante de um morro ou de uma serra. Quando o cume é representado por um alinhamento de topos aguçados numa serra, denomina-se uma **crista**.

Declive: antônimo de aclave. A **declividade** é o ângulo representado pela inclinação do relevo em relação ao horizonte.

Degradação do Relevo: processo de destacamento e transporte de sedimentos que ocorre nas zonas topograficamente elevadas. As formas de degradação dizem respeito a formas de relevo decorrentes da dissecação do relevo; como exemplo, tem-se os vales e as vertentes. As formas de degradação do relevo são opostas às formas de agradação. Resultam, portanto, de processos erosivos ou degradacionais.

Delta: depósito aluvial gerado na foz de certos rios, avançando como um leque, na direção do mar em ambiente de baixa energia no litoral e alta descarga de sedimentos fluviais.

Densidade de Drenagem: razão entre o comprimento total de canais e uma determinada área expressa em km/km^2 ; esse parâmetro representa a dissecação do relevo promovida pela rede de canais.

Denudação: arrasamento das formas de relevo pelo efeito conjugado de diferentes processos erosivos ao longo da escala de tempo geológica.

Depressão: Trata-se de uma zona geomorfológica que se apresenta em posição altimétrica mais baixa que as porções contíguas. Área ou porção do relevo situada abaixo do nível do mar (depressão absoluta - ex: mar Morto), ou abaixo do nível das regiões que lhe estão próximas (depressão relativa - ex: Vale do rio Guaporé).

Depósito de Vaza: denominado coloquialmente de **limo**. Consiste em depósito resultante da decantação de sedimentos finos nas planícies de inundação em decorrência de fenômenos de transbordamento dos rios.

Desbarrancamento: tipo de movimento de massa, também denominado de fluxo de detritos. Denominação usada para significar partida ou carreamento de material decomposto ou solo, numa região onde existam declives um pouco mais fortes, muitas vezes associados ao

solapamento da base do barranco ou à perda de coesão da matriz do solo, quando saturado de água em eventos pluviosos.

Dique Marginal: depósito aluvial que margeia os canais, resultante da sedimentação imediata do material de extravasamento dos rios. Geralmente, os diques marginais são ligeiramente mais elevados que as planícies de inundação adjacentes e apresentam uma sedimentação silto-argilosa, enquanto que os depósitos de decantação das planícies de inundação são francamente argilosos.

Dissecação: sinônimo de **entalhamento**. ação de um conjunto de processos erosivos que modelam ou esculpem uma determinada paisagem.

Divisor de Águas: sinônimo de **divisor topográfico** ou **linha de cumeada**, tratando-se de uma linha separadora das águas pluviais, representada pelos altos topográficos, onde estão circunscritas as bacias de drenagem.

Encosta: sinônimo de **vertente**. declive nos flancos de um morro, de uma colina ou de uma serra.

Epirogênese: movimento de ascensão ou de subsidência de extensas porções da crosta terrestre através da reativação de antigos planos de falhas. Caracteriza-se, em geral, por um reajustamento isostático da placa tectônica. Promove, de forma gradual, a geração de planaltos alçados ou de depressões tectônicas.

Erosão: destruição das saliências ou reentrâncias do relevo, tendendo a um nivelamento ou colmatagem. Erosão antrópica ou acelerada ou antropogenética é aquela realizada na superfície terrestre pela intervenção humana em geral ocasionando um desequilíbrio ambiental, constituindo o aceleração da erosão (em especial, a erosão laminar, ravinamentos e voçorocamentos) nas camadas superficiais do solo motivado por desflorestamento, cortes de barrancos em estradas, etc.

Erosão Fluvial: trabalho contínuo e espontâneo das águas correntes na superfície do globo terrestre. Pode ser também denominada de **dissecação** ou **entalhamento**. É também chamada de erosão normal pela escola Davisiana (Davis, 1899).

Erosão Laminar: sinônimo de **erosão em lençol**. Processo erosivo desencadeado pelo escoamento superficial difuso, em geral, em solos desprovidos de cobertura vegetal.

Escarpa: Relevo montanhoso, muito acidentado, transicional entre dois padrões de relevo, com desnivelamentos superiores a, pelo menos, 300 metros. Apresentam vertentes muito íngremes e dissecadas, com geometria retilíneo-côncava. Ocorrência freqüente de vertentes escarpadas com gradientes muito elevados (superiores a 45°) e paredões rochosos subverticais.

Escarpa Erosiva: Relevo montanhoso caracterizado por um desnível abrupto cujo traçado, geralmente sinuoso, é nitidamente relacionado ao trabalho de erosão regressiva proporcionada pela dissecação fluvial.

Escarpa Estrutural: Relevo montanhoso caracterizado por um desnível abrupto cujo traçado coincide com o plano de falha que originou tal desnivelamento. Trata-se, portanto, de uma feição resultante do deslocamento vertical ou horizontal de blocos falhados. Também denominada de **escarpa tectônica**.

Espigão: consiste de cristas rebaixadas que se projetam de uma escarpa ou um maciço montanhoso, tendo sua gênese associada ao recuo diferencial desse escarpamento. Funcionalmente, caracteriza-se como interflúvios serranos, delimitados por vertentes abruptas com declividades superiores a 45° e ocorrência de paredões rochosos subverticais.

Estuário: na foz de certos rios, apresentando um único e largo canal em ambiente de alta energia proporcionada por correntes marítimas e descarga líquida fluvial que impedem a acumulação de sedimentos na foz, inversamente ao que ocorre nas desembocaduras em deltas.

Etchplanação: consiste no modelo de evolução do relevo concebido, originalmente por Büdel (1982). Caracteriza-se por um conjunto de processos de erosão que promove o arrasamento generalizado do relevo remanescente gerando, assim, as superfícies de aplainamento denominadas de etchplanos. Neste modelo, as superfícies seriam rebaixadas progressivamente por meio de uma lenta denudação das superfícies de aplainamento, condicionadas por um progressivo rebaixamento do nível de base. Este rebaixamento estaria controlado pela velocidade do intemperismo químico (contato entre rocha sã e rocha alterada).

Estrangulamento: é representado por uma seção estreita do vale, geralmente associado ao afloramento de rochas mais resistentes ao intemperismo e à erosão. Localmente, promove um aumento da competência do canal em transportar sedimentos e, em concomitância, a sedimentação aluvial é muito reduzida. No rio Madeira nota-se a ocorrência de estrangulamentos do canal promovido por **cabos rochosos** oriundos de afloramentos de granito ou de crostas lateríticas.

Falésia: escarpa costeira gerada por erosão marinha, sob influência de processos de abrasão marinha.

Falésia Fluvial: margem em talude submetido à erosão fluvial ativa, decorrente de processos de abrasão, solapamento e desbarrancamento, via regra, produzidos pela migração lateral do canal (fenômeno de “**terras caídas**”).

Formas de Acumulação: resultam de depósito de detritos, como planícies aluviais, terraços, cones vulcânicos, etc.

Formas de Dissecação: resultam de feições que indicam ação erosiva, como vales, concavidades, marcas de erosão e ravinamento, etc.

Formas de Relevo: o mesmo que tipos de relevo, paisagens geomorfológicas, feições morfológicas, etc.

Formações Superficiais: constituem toda e qualquer cobertura de material decomposto sobrejacente à rocha sã, podendo ser de gênese autóctone ou alóctone. As formações superficiais de origem autóctone são representadas, basicamente, por solos residuais e saprólitos intemperizados *in situ*. A partir do momento em que estes mantos de alteração sofrem ação de processos erosivo-deposicionais, passam a constituir coberturas alóctones, genericamente denominados de “solos transportados”, abrangendo os mais diversos tipos de formações, tais como: depósitos de tálus, colúvios, couraças ferruginosas detrítico-lateríticas, leques aluviais, planícies fluviais, *loess*, dunas, etc.

Foz: sinônimo de **desembocadura**. Boca de descarga de um rio. Pode ocorrer no mar, lago, lagoa ou outro rio.

Garganta Epigênica: passagem apertada, escavada por um rio de trajeto ortogonal em relação às feições estruturais do substrato rochoso, truncando-as ao realizar o afundamento do talvegue.

Graben: depressão tectônica de formato alongado, enquadrado por uma série de degraus produzidos por falhas paralelas.

Gretas de Contração: pequenas fendas superficiais produzidas pela perda de água em sedimentos ricos em argila expansiva. O fendilhamento dessas argilas gera um curioso mosaico de polígonos e podem consistir em planos de fraqueza em barrancas submetidas à erosão ativa (fenômeno de *terras caídas*)

Hillock: os *hillocks*, também representam relevos residuais, todavia, menores e menos imponentes que os *inselbergs*, demonstrando um acentuado rebaixamento erosivo. Estas feições consistem em pequenos morros e morrotes isolados com vertentes acentuadas, ora rochosas, ora recobertas por um manto de solo e blocos resultantes do desmonte do *paleo-inselberg*. Os *hillocks* também se ressaltam sobre as superfícies aplainadas, contudo com desnivelamentos locais que não ultrapassam os 50 m;

Hogback: trata-se de um relevo monoclinal. Consiste de uma estrutura inclinada semelhante à de uma *cuesta*, onde o mergulho das camadas é, geralmente, superior a 30°.

Igarapé: Pequeno rio, em linguagem coloquial, da rede de drenagem amazônica. Apesar de apresentar uma vazão muito mais expressiva, seria um termo correlato ao **Ribeirão e Córrego** da Região Sudeste; ou ao **Arroio e Sanga**, no Rio Grande do Sul.

Inselberg: consistem em imponentes montes isolados que se destacam topograficamente, devido a processos de erosão diferencial, das superfícies aplainadas por meio de vertentes abruptas e rochosas e desnivelamentos locais sempre superiores a 100 m; são formas de relevo típico de regiões de clima árido. São como resíduos da pediplanação, em climas áridos quentes e semi-áridos, à semelhança de *monadnocks*, devido ao arrasamento do relevo em regiões de clima úmido. Coloquialmente, esta feição é descrita como **pontão** rochoso.

Intemperismo: conjunto de processos mecânicos, químicos e biológicos que ocasionam a desintegração e a decomposição das rochas.

Interflúvio: segmento rebaixado do divisor de águas que separa vales fluviais adjacentes.

Jusante: sinônimo de “rio abaixo”, numa linguagem coloquial. Trata-se de um ponto situado num plano altimétrico mais rebaixado que o outro numa bacia de drenagem, tomando-se em consideração o perfil longitudinal do canal.

Laterização: processo diagenético, típico de regiões tropicais úmidas e semi-úmidas, com expressiva oscilação do nível freático e caracterizado pela transformação geoquímica da rocha-matriz via remoção de sílica e dos argilo-minerais e concentração de sesquióxidos de ferro e alumínio. O **laterito**, ou as **concreções detrítico-lateríticas**, são rochas secundárias, ou formações superficiais, resultantes deste processo.

Leito Fluvial: sinônimo de **calha do rio**. Consiste em um canal escavado no talvegue do vale por incisão fluvial e age no transporte de águas e sedimentos nas bacias de drenagem. Situa-se nos fundos de vales.

Lineamento Estrutural: sinônimo de **sulco estrutural**. Corresponde a toda feição retilínea impressa no terreno decorrente da influência de uma diáclase (fratura ou falha), podendo controlar segmentos da rede de canais; cristas de alinhamentos serranos; ou vales encaixados.

Manto de Intemperismo: sinônimo de **saprolito** ou **rocha alterada**. Material decomposto que forma a parte externa da crosta terrestre podendo ser rocha alterada ou solo. Esse material pode ser formado de material decomposto *in situ* denominando-se residual, ou ao contrário transportado.

Mar de Morros: relevo regional constituído por um conjunto de colinas dissecadas, de geometria convexo-côncava, reconhecida por Ab’Saber como um domínio morfodinâmico de grande expressão no Sudeste Brasileiro; também denominado de meias laranja.

Marmita: cavidades que aparecem no leito dos rios produzidos pelas águas turbilhonares dos altos cursos fluviais, cujo fundo contém seixos e areias que parecem ser os responsáveis pela erosão.

Meandro: sinuosidades descritas pelos rios, formando, por vezes, amplos semicírculos, em zonas de terrenos planos, sendo então, chamados de meandros divagantes.

Modelado: aspecto do relevo, resultante do trabalho realizado pelos agentes erosivos e deposicionais.

Montante: sinônimo de “rio acima”, numa linguagem coloquial. Trata-se de um ponto situado num plano altimétrico mais elevado que o outro numa bacia de drenagem, tomando-se em consideração o perfil longitudinal do canal.

Morfometria - estudo ou análise quantitativa do relevo, através de parâmetros morfométricos, tais como: amplitude de relevo, declividade ou gradiente das vertentes, densidade de drenagem etc.

Morro: monte pouco elevado, com topos convexos de declives suaves, inferiores a 5°, e vertentes variando entre 5 e 20°; as amplitudes de relevo variam entre 100 e 200m de altura.

Morro-Testemunho: relevo residual isolado em meio a uma baixada ou superfície colinosa, todavia, mantendo evidências litológicas e estruturais e com uma escarpa em franca erosão regressiva, da qual o morro-testemunho é um remanescente.

Morrote: pequeno morro, com topos convexos de declives suaves, inferiores a 5°, e vertentes variando entre 5° e 20°; possui um gradiente mais elevado que a colina; as amplitudes de relevo variam entre 50 e 100m de altura.

Movimento de massa: coloquialmente denominados de **escorregamento**, **desmoronamento** ou **deslizamento**: Caracteriza-se por todos e quaisquer tipos de movimentos gravitacionais “*latu sensu*”, ainda que com participação de água: desde movimentos lentos como **rastejo** (*creep*) até muito velozes e turbulentos, como **avalanches de detritos** (*debris-flows*); ou velozes e com plano de cisalhamento como os movimentos rotacionais, tipo **escorregamentos** (*slumps*), ou movimentos translacionais, tipo **deslizamentos** (*slides*); ou ainda abraçando desde movimentos pouco viscosos como **fluxos de lama** (*mud-flows*) até movimentos quase sem participação de água, como as **quedas de blocos** (*rock-falls*)

Mucururu: afloramentos de arenitos ferruginizados holocênicos, assim localmente denominados, que se apresentam parcialmente consolidados por um processo incipiente de laterização.

Nascente: o mesmo que cabeceira de um rio.

Neotectônica - estudo de movimentações tectônicas mais recentes numa determinada região, ocorridas após o Terciário superior (a partir do Mioceno).

Nível de Base Geral: plano abaixo do qual não ocorre erosão subaérea. Conceito clássico em Geomorfologia, consagrado por John Wesley Powell e Grove Karl Gilbert, ainda na segunda metade do século XIX. Consiste na zona mais baixa a que o rio pode chegar, sem prejudicar o escoamento de suas águas e o seu trabalho erosivo. Corresponde, em linhas gerais, ao nível do mar.

Nível de Base Local: ponto de ruptura do perfil longitudinal do canal, caracterizado por uma corredeira, salto ou cachoeira. Conceito consagrado por Walter Penck, em 1924, demonstra o processo de dissecação diferencial das bacias de drenagem em virtude da ocorrência dos níveis de base locais rochosos, que retardam os processos de erosão regressiva e geram bacias suspensas, desconectada da rede regional de canais. Também denominado de *knickpoint*.

Nível Freático: sinônimo de **lençol freático** ou **nível d'água**. Consiste no topo do aquífero livre, situado no limite da zona saturada do solo. Quando o nível freático aflora à superfície, gera uma nascente de um rio ou terrenos embrejados em áreas planas de difícil escoamento superficial.

Orogênese: conjunto de eventos formadores das cadeias montanhosas ou cordilheiras associadas, via de regra, à colisão de placas tectônicas.

Padrão de Drenagem: configuração geométrica em planta dos sistemas de drenagem, podendo evidenciar aspectos hidrológicos, litológicos ou estruturais na evolução da rede de canais e nos processos de dissecação do relevo; assim sendo, a rede de drenagem pode ser classificada nos seguintes padrões de drenagem: dendrítica, paralela, retangular, treliça, anelar, radial, centrífuga, centrípeta etc.

Padrão de Canal: configuração geométrica da rede de canais, podendo também evidenciar aspectos hidrológicos, geomorfológicos, litológicos ou estruturais na morfodinâmica das bacias de drenagem e nos processos de dissecação do relevo e aporte de sedimentos para as calhas fluviais; assim sendo, o canal pode ser classificado nos seguintes padrões: meândrico, retilíneo,

anastomosado e entrelaçado.

Paraná: braço secundário de um rio na Amazônia, formando uma ilha fluvial. Via de regra, este braço apresenta uma vazão inferior ao curso principal do rio.

Pedimento: Consiste de uma feição do relevo de natureza erosivo-deposicional, resultante do recuo lateral das vertentes, apresentando uma superfície arrasada, levemente inclinada, por vezes recoberta por sedimentos. Também denominada *glacis* (pela literatura francesa) ou de *bajada* (pela literatura hispânica). Depressões fechadas com lagos temporários descritos em meio à *bajadas* são denominadas de *playas*. O pedimento pode ser detrítico ou rochoso.

Pediplanação: conjunto de processos de erosão que promove o arrasamento generalizado do relevo remanescente gerando, assim, as superfícies de aplainamento denominadas de pediplanos. Estão associados a climas áridos ou semi-áridos.

Pediplano: consiste de uma superfície praticamente plana, ou muito suavemente inclinada, gerada pela coalescência de pedimentos. Conceito clássico engendrado por Lester C. King, em contraposição ao modelo “davisiano” de evolução de relevo, mantém uma abordagem cíclica; todavia, os processos que regem o arrasamento regional do relevo seriam comandados pelo recuo lateral das vertentes e formação de pedimentos, truncando litologias e estruturas do substrato geológico. A proposta de Davis seria que as superfícies de aplainamento seriam geradas pela incisão vertical do relevo e alargamento dos vales, premissa esta refutada por King. Entretanto, assim como o peneplano, o pediplano representa uma superfície aplainada em ajuste máximo com o nível de base geral.

Peneplanização: conjunto de processos ou sistemas de erosão que degrada, ou melhor, regulariza as asperezas de uma superfície topográfica. Conceito clássico engendrado por William Morris Davis em seu “Ciclo Normal de Erosão” em 1899.

Peneplano: superfície plana ou levemente ondulada, resultante de um ciclo geomorfológico, cujo trabalho se realizou até a extrema senilidade. Trata-se de uma forma topográfica de equilíbrio entre a estrutura, a natureza da rocha e a erosão. Conceito clássico engendrado por William Morris Davis em uma abordagem cíclica, na qual a evolução das formas de relevo, após uma etapa de soerguimento tectônico, forçosamente, passará pelas fases de Juventude,

Maturidade e Senilidade até o arrasamento generalizado do relevo. O peneplano representa essa superfície aplainada em ajuste máximo com o nível de base geral.

Perfil Longitudinal do Canal: gráfico que correlaciona a extensão linear de um rio com sua altitude, desde sua nascente até a desembocadura.

Piemonte: sinônimo de **sopé** ou *footslope*: superfície plana ou suavemente inclinada situada junto à base de vertentes abruptas de uma serra, maciço montanhoso ou escarpa.

Placa Tectônica: porção da crosta terrestre de dimensões continentais, delimitadas de outras placas tectônicas por importantes discontinuidades litoestruturais de centenas a milhares de quilômetros de extensão (zonas de subducção ou dorsais meso-oceânicas). Pode abranger tanto a espessa crosta continental, de composição granítica e mais de 10 km de espessura; quanto à delgada crosta oceânica, de composição basáltica e menos de 2 km de espessura. Representam as peças do “quebra-cabeças” da crosta terrestre global.

Planalto: superfície de terreno pouco acidentada, constituindo grandes massas de relevo arrasadas pela erosão, mas posicionadas em cotas mais elevadas que as superfícies adjacentes.

Planície: área plana resultante de acumulação fluvial, marinha ou flúvio-marinha, geralmente sujeita as inundações periódicas, correspondendo às várzeas atuais ou zonas embrejadas. Relevo de agradação.

Planície de Inundação: superfície deposicional gerada por acumulação fluvial, situada nos fundos de vales fluviais, podendo destacar três ambientes deposicionais distintos: o leito de canal, com uma sedimentação predominantemente arenosa a conglomerática; os diques marginais, com uma sedimentação predominantemente silto-arenosa; e as planícies de decantação, com uma sedimentação predominantemente silto-argilosa. Seu processo de geração é sazonalmente alimentado nos períodos de cheias.

Plataforma de Abrasão: superfície irregular resultante do desgaste e arrasamento de um determinado paleo-relevo por ação de abrasão das ondas (erosão marinha). Em analogia, foram denominadas de plataformas de abrasão às superfícies concrecionárias de mucurus remanescentes dos processos de erosão lateral do rio Madeira.

Rampa de Colúvio: superfície ligeiramente inclinada (3 a 10°), constituída por depósitos de encosta que entulham os fundos de vales fluviais.

Ravina: feição de erosão linear acelerada promovida pelo escoamento superficial concentrado em linhas de drenagem, promovendo o entalhamento de pequenos canais efêmeros, desarticulados da rede regional de canais. Diferem das voçorocas, pois o processo erosivo é desencadeado por escoamento superficial e, em geral, apresenta tamanho mais reduzido e localização restrita às vertentes declivosas. Uma concentração de ravinas em áreas de alta erodibilidade dos solos pode apresentar terrenos muito erodidos num cenário de *badlands*.

Razorback: trata-se de um relevo monoclinal. Consiste de uma estrutura fortemente inclinada com certa similaridade a de um *hogback*, mas na qual o mergulho das camadas está subverticalizado (superior a 70°). Pode ser denominado com uma crista isoclinal.

Rebordo Erosivo: sinônimo de **quebra de relevo**. Consiste em pequeno e curto escarpamento, com desnivelamentos sempre inferiores a 100 metros, separando duas superfícies. Frequentemente, cornijas de carapaças ferruginosas (crostas lateríticas) podem produzir rebordos erosivos e sustentar topos planos de **platôs lateríticos**.

Rede Hidrográfica: maneira como se dispõe o traçado dos rios e dos vales.

Rejuvenescimento: fase do ciclo de erosão que atesta uma retomada da erosão por rebaixamento do nível de base (soerguimento tectônico), nas formas de relevo já sensivelmente trabalhado.

Relevo: diversidade de aspectos da superfície da crosta terrestre.

Relevo Policíclico: aquele que foi sujeito a diversas fases de erosão e conseguinte parada.

Relevo Residual: feição saliente do terreno remanescente de uma superfície aplainada, resistindo ao evento de arrasamento generalizado do relevo. Pode ser um *inselberg*, um *monadnock*, um morro-testemunho, um *hillock* ou um *tor*.

Repiquete: consiste numa “onda de cheia” associada a um evento de elevação de temperatura nos Andes Bolivianos e Peruanos e o degelo de uma expressiva massa das geleiras andinas. Tal

fenômeno acarreta um súbito e considerável aumento das descargas líquidas da bacia dos rios Beni - Madre de Dios e, secundariamente, da bacia do rio Mamoré, deflagrando em vagas de até 1 metro de altura que podem promover intensa erosão fluvial nas margens em talude (barrancas) do Alto rio Madeira.

Subsidência: rebaixamento tectônico de uma determinada superfície ou bloco rochoso.

Sedimentação: sinônimo de **deposição** ou **acumulação**. Processo pelo qual se verifica a deposição de sedimentos ou de matéria orgânica nas planícies e baixadas.

Superfície de Aplanamento: sinônimo de **Superfície de Erosão**. Área do relevo, aplainado ou arrasado por processos erosivos durante um longo tempo, truncando diferentes litologias ou estruturas do substrato geológico.

Superfície Tabular: forma topográfica de terreno que se assemelha a planaltos, terminando, geralmente, de forma abrupta. As superfícies tabulares estruturais estão controladas pelo acamadamento das rochas sedimentares. No caso das superfícies tabulares erosivas, seus topos truncam as estruturas do substrato rochoso.

Sulco: consiste de uma pequena ravina.

Tabuleiro: forma topográfica do terreno de topo plano e altitude modesta, terminando geralmente de forma abrupta em bordas íngremes dos vales encaixados ou em falésias, no litoral; podem ser denominados também de baixos platôs.

Talvegue: linha de maior aprofundamento de um vale.

Tectônica: área de conhecimento da Geologia que estuda a movimentação de blocos do substrato rochoso, por efeito de forças internas, promovendo importantes transformações na configuração geomorfológica de uma determinada região.

Terra Caída: denominação usada na região amazônica ao escavamento produzido pelas águas dos rios, fazendo com que os barrancos sejam solapados intensamente por erosão fluvial.

Terracetes de Pisoteio: sucessão de estreitos patamares posicionados em curva de nível junto a vertentes declivosas de colinas e morros, promovido pelo contínuo pisoteio de gado. Muito freqüente em áreas de pecuária extensiva.

Terraço: superfície horizontal ou levemente inclinada, constituída por depósito sedimentar, ou superfície topográfica modelada pela erosão fluvial, marinha ou lacustre e limitada por dois declives do mesmo sentido. É, por conseguinte, uma banqueta ou patamar interrompendo um declive contínuo. Os terraços aparecem com mais freqüência ao longo dos rios, ou ainda na borda dos lagos e lagoas e mesmo ao longo do litoral.

Terraço Fluvial: Representa uma paleo-planície de inundação, hidrologicamente inativa. O rebaixamento do nível de base local transformou estas antigas formas deposicionais em feições submetidas à erosão e acima da cota máxima das cheias sazonais. Consistem de depósitos aluviais que se encontram nas encostas de um vale.

Tors: os *tors* consistem num relevo residual rochoso de dimensão bem mais modesta que os *inselbergs* e os *hillocks* não ultrapassando, em geral, os 20 m de desnivelamento. Apresenta-se, visto de regra, como um grande afloramento rochoso, bastante fraturado e fragmentado em blocos, sem a presença de matriz de solo. Representa um estágio avançado de dismantelamento do *inselberg*.

Travessão: afloramento de rocha em forma de laje emersa de forma transversal ao leito de um rio podendo constituir corredeiras ou um pequeno salto. Também consiste num **nível de base local** ou *knickpoint*.

Vale: feição do relevo que se configura como uma extensa depressão longitudinal produzida, em geral, por processos de incisão fluvial. Deste modo, os vales são constituídos por um talvegue, onde está inserido o eixo do canal, e duas vertentes com declives convergentes. A forma e o aprofundamento do vale apresentam uma relação direta com as litologias e estruturas, o clima e a tectônica atuante, podendo gerar vales abertos ou fechados; largos ou encaixados; com ampla sedimentação aluvial ou com fundo de vale estreito e rochoso; etc.

Voçoroca: feição de erosão linear acelerada promovida pelo recuo à remontante de um canal inciso, em franca evolução, num cenário de expansão da rede de canais. O processo de voçorocamento pode ocorrer de forma articulada à rede regional de canais na forma de pequenos canais incisos de 1ª ordem; ou de forma desconectada em vertentes côncavas e declivosas. Sua

gênese está, necessariamente, associada à erosão por exfiltração (ou surgência) da água subterrânea (lençol freático) nas alcovas de regressão das voçorocas.

ANEXO 1

GLOSSÁRIOS: GEOLÓGICO, GEOMORFOLÓGICO E HIDROGEOLÓGICO.

GLOSSÁRIO DE TERMOS HIDROGEOLÓGICO

A...

Aluvião

[*Sin.*alúvio; depósito aluvionar]

Areia, cascalho e/ou lama depositados por um sistema fluvial no leito e nas margens da drenagem, incluindo as planícies de inundação com material mais fino.

Os depósitos aluviais são muito retrabalhados e mutáveis devido à erosão fluvial: depositados durante as secas ou nos locais de remansos quando cai a energia da corrente do rio, vão ser, em seguida, erodidos pela força da água da cheia ou pela mudança do curso do rio. Normalmente são depósitos clásticos mal classificados e mal selecionados, de cascalho, areias e lamas, podendo ocorrer depósitos de blocos maiores, às vezes bem arredondados nas regiões elevadas das cabeceiras com maior energia fluvial. Apresentam maior desenvolvimento nas planícies de inundação, com lamas (silte e argilas) por extensas áreas, e em sopés de montanhas como leques aluviais, com depósitos comuns de fanglomerados e areias associados que atingem boa expressão areal e de grandes espessuras. Os depósitos aluvionares, normalmente são muito férteis para a agricultura, tem sido fator da maior importância para o desenvolvimento das sociedades humanas.

Aqüícludes

São unidades geológicas com alguma capacidade de armazenar água, no entanto, com baixíssimos valores de transmissividade são representadas pela cor marrom escura.

Aquífero

Massa rochosa com altas porosidade e permeabilidade, contida entre pacotes de rochas impermeáveis, que acumula água subterrânea em quantidade e com vazão elevadas, permitindo a sua exploração em fontes naturais ou através de poços tubulares perfurados no local para atingir o aquífero em profundidade.

Aqüíferos

São unidades geológicas com baixíssima ou nenhuma capacidade de armazenamento de água, foram representados com a cor marrom clara.

Argila

(a) Material constituído de partículas com menos de 1/256 mm ($< 4 \mu\text{m}$) de diâmetro.

A fração argila, comum como componente de lamias e solos, são constituídos, principalmente de minerais do grupo das argilas aos quais agregam-se hidróxidos coloidais floculados e diversos outros componentes, cristalinos ou amorfos. Quando componente principal de material sedimentar denomina-se sedimento argiloso o qual, compactado e litificado, dá origem às rochas sedimentares clásticas mais finas (lutitos ou pelitos) como os folhelhos, bem estratificados, e os argilitos, com pouca ou nenhuma estratificação.

(b) Família de minerais filossilicáticos hidratados, aluminosos de baixa cristalinidade e pequenas dimensões, como a caolinita, montmorilonita, illitas,.. estáveis, geralmente, nas condições termodinâmicas e geoquímicas da superfície terrestre ou de crosta rasa.

B...

Background Regional

Teores médios dos elementos químicos presentes nas águas subterrâneas de uma determinada região.

C...

Cloreto

Íon de cloro que está presente em quase todas as águas naturais, geralmente associado ao íon de sódio. O anion Cl^- é geralmente muito solúvel e muito estável em solução, precipitando muito dificilmente. As águas subterrâneas apresentam, geralmente teores de cloretos inferiores a 100mg/l, enquanto que as águas dos mares apresentam valores entre 18000 e 21000 mg/l. nas salmouras naturais podem registrar-se valores na ordem dos 220000 mg/l. teores acima dos 300

mg/l conferem à água um sabor salgado. Em altas quantidades, o cloreto torna-se tóxico para a maioria dos vegetais inibindo o seu crescimento. O cloreto é um bom indicador de poluição no caso de aterros, lixeiras e intrusão marinha.

Concreção

Feição geológica de forma geralmente esférica ou discóide centimétrica que se destaca na rocha e que é resultante da precipitação de hidróxidos de ferro, de manganês e outros, de carbonatos, de sílica,.. selando os poros da rocha e podendo até substituir minerais e partículas da rocha em torno de um núcleo que favorece esta precipitação.

Condutividade Elétrica

Propriedade que representa a capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica, que está diretamente associada conteúdo de sais dissolvidos sob a forma de íons e que depende dos íons presentes. Os valores de condutividade aumentam com a elevação da temperatura e com o teor de íons dissolvidos. No caso das águas subterrâneas o seu valor é expresso em microsiemens/cm a uma temperatura padrão de 25°C. a medição desta propriedade faz-se no local de amostragem com um condutivímetro portátil que geralmente faz a correção automática da temperatura.

D...

Dolomito

Rocha carbonatada cujo constituinte principal é a dolomita $[CaMg(CO_3)_2]$.

O dolomito é uma rocha cuja origem está relacionada a processos metassomáticos diagenéticos a pós-diagenéticos de substituição de Ca de calcários micríticos e outros por Mg em um processo denominado dolomitização.

E...

F...

Folhelho

Rocha sedimentar clástica muito fina, argilosa a siltico-argilosa com ótima estratificação, finamente laminada.

O folhelho (*shale* em inglês), resulta da deposição lenta, sem perturbação de lama, resultando em estratificação folhada em finas lâminas no que se distingue do argilito (*mudstone*) que é uma rocha maciça, pouco ou não estratificada.

G...

Greda

[*Latim: creda = giz*]

Sedimento carbonático ou calcário, muito macio e friável, amarelo esverdeado, granulometria fina, composto primariamente por microfósseis planctônicos, fracamente endurecido e prontamente deformável sob a ação da unha ou uma lâmina de canivete.

A variedade branca da greda recebe o nome de **cré**. Muito usada, especialmente para escrever em pedra ou em quadros negros.

O adjetivo cretáceo, *stricto sensu*, significa: formado de greda; que contém greda. A definição do Sistema Cretáceo teve como base as gredas que formam a região anglo-belgo-parisiense. Segundo Bromley e Gale (1982): "greda é um sedimento carbonático de fina granulometria composto primariamente por nanofósseis calcários e microfósseis, fracamente endurecido e prontamente deformável sob a ação da unha ou de uma lâmina de canivete." Dias-Brito (2005) assim define greda: "é um sedimento carbonático de fina granulometria composto primariamente por microfósseis planctônicos, fracamente endurecido e prontamente deformável sob a ação da unha ou uma lâmina de canivete. Se rica em nanofósseis calcários, a greda deve ser qualificada de greda a nanofósseis; se rica em gobigerinidos é greda a globigerinidos." Greda equivale aos termos chalk (inglês) e craie (francês).

H...

Hidrogeologia

Ramo da Geologia que estuda o armazenamento, circulação e distribuição de água na zona saturada das formações geológicas, tendo em conta as suas propriedades físicas e químicas, interação com o meio físico e biológico e suas reações à ação do Homem.

I...

Intemperizadas

Processo ou conjunto de processos combinados químicos, físicos e/ou biológicos de desintegração e/ou degradação e decomposição de rochas causados por agentes geológicos diversos junto à superfície da crosta terrestre.

O intemperismo pode ser: químico, mecânico e biológico. No tipo de intemperismo químico, destaca-se ação da água da chuva carregada de outros elementos atmosféricos, como o CO₂: ela ataca mineral da rocha em sua superfície exposta e em suas fraturas e os decompõem dando origem a novos minerais, estáveis às condições da superfície terrestre, e a solutos que migram pelas fraturas da rocha ou nas águas superficiais em direção ao mar. No tipo de intemperismo físico ou mecânico destaca-se a ação das variações de temperatura na superfície terrestre o que ocasiona dilatações e contrações nas rochas que se fraturam, favorecendo a degradação por outros agentes também; a dissolução de água em geleiras e sua cristalização em fraturas provocam o esfacelamento em blocos de rocha pelo aumento de volume da água ao formar o gelo de forma semelhante ao que pode ocorrer com a cristalização de sais com aumento de volume em fissuras de rochas e de minerais. No intemperismo biogênico é importante a ação dos seres vivos como as cracas e mexilhões no mar, as raízes de plantas na terra, e outros seres que promovem ou auxiliam no processo de intemperismo, podendo-se dizer que, em última análise, estes processos são, na realidade, químicos e/ou físicos, como, por exemplo, ácidos úmicos (químico) e crescimento e expansão nas fraturas de rochas(físico) de raízes de plantas.

J...

K...

L...

Laterita

Terreno fortemente lixiviado por intemperismo químico que se desenvolve em climas tropicais a temperados úmidos, pobre em nutrientes e com alta concentração residual de hidróxidos de Fe e Al.

A alta concentração residual acompanhada do ressecamento desses hidróxidos de Fe e Al pouco solúveis leva a formação de uma crosta ou carapaça laterítica muito resistente aos agentes erosivos.

Litoestratigrafia

Estudo estratigráfico que visa a determinação do empilhamento ou sucessão estratigráfica vertical de unidades litológicas (rochosas) e de lacunas neste empilhamento e a continuidade lateral dessas unidades cujos limites podem ser diacrônicos.

Litotipo

Quando se caracteriza um fácies litológico como uma rocha ou uma associação de rochas, para distinguir de outras rochas ou associações litológicas em estudo, considerado qualquer aspecto genético, composicional, químico ou mineralógico, morfológico, estrutural ou textural distintivo para fins de referência em um estudo geológico.

M...

Maturidade

- (a) Medida do grau de seleção e classificação dos componentes de um sedimento clástico.
- (b) Grau de peneplanação do relevo de áreas emersas.

(a) Em climas glaciais e em climas áridos, a desagregação das rochas se dá com intemperismo químico limitado. Como resultado os sedimentos associados a tais climas tendem a ser compostos por minerais diversificados que sofreram pouca ou nenhuma alteração química, ou seja, os sedimentos são mal selecionados e ditos imaturos.

Já em clima úmido, ocorre alteração ou intemperismo químico significativo e os componentes clásticos mais comuns são areias quartzosas e bem separados dos produtos argilosos de alteração dos minerais menos resistentes ao intemperismo que se separam no transporte sendo depositados em outros sítios; neste caso a sedimentação é dita madura. Sedimentação imatura, mal selecionada e mal classificada, pode ocorrer, entretanto, de forma localizada em clima úmido desde que se tenha erosão e transporte rápidos como consequência de uma topografia jovem com fortes relevos que não dão tempo a que o processo de intemperismo químico atue e separe os minerais mais resistentes.

(b) O soerguimento orogenético ou epirogenético expõem as rochas a forte erosão por elevar a superfície terrestre bem acima do nível base de erosão global que é o nível do mar. Relevos assim elevados são ditos jovens e sofrem altas taxas de erosão. A medida em que atua a erosão, a área vai sendo erodida e a taxa de erosão começa a ser compensada pela de deposição em planícies aluviais; com este equilíbrio, tem-se um relevo maduro. Com a peneplanação acentuada tem-se relevo baixo e plano, e rio meandantes com taxas erosivas mínimas e de deposição aluvionar acentuadas, o que caracteriza um relevo senil ou velho. O grau de maturidade geomorfológica do relevo e sua modificação é fortemente afetado por:

- tectônica de soerguimento ou de rebaixamento da crosta, levando, respectivamente, ao rejuvenescimento ou ao amadurecimento da região;
- movimentos eustáticos positivos ou negativos (subida e descida do nível dos mares), levando, respectivamente, ao amadurecimento e ao rejuvenescimento globais na Terra;
- modificações climáticas: climas úmidos com maior precipitação pluvial ou aquecimento, derretendo mais águas de geleiras, aumentam o poder erosivo do sistema fluvial;
- captura de drenagens aumenta o poder erosivo do rio, enquanto que o rio com nascentes capturadas fica mais "velho".

N...

Nível Estático

Altura da superfície livre de água relativamente a um plano horizontal de referencia.

Nitrato

É um íon (NO_3) de grande mobilidade que pode facilmente ser removido das camadas superiores do solo para a água subterrânea. As águas subterrâneas dissolvem geralmente, teores de nitrato que variam entre 0,1 a 10 mg/l. contudo as águas poluídas, os teores podem atingir valores na ordem dos 200mg/l e em casos mais extremos 1000 mg/l. o nitrato provem da utilização de adubos na agricultura, dos produtos de rejeição da criação de animais e de sistemas sépticos deficientes, podendo ser altamente prejudicial de contaminação da água subterrânea. Altas concentrações de nitrato são extremamente perigosas para as crianças, podendo produzir grandes malefícios para a saúde e, em casos mais extremos, provocar a morte por cianose. O nitrato também tem ação na produção de nitrosaminas no estomago do Homem que são substancias tidas como sendo cancerígenas.

O...

P...

Paraconglomerado

Conglomerado sem estratificação e com os fragmentos maiores (seixos, matacões, blocos) dispersos em matriz fina, argilosa predominante, e que se originam pela litificação de depósitos sedimentares de ambientes especiais como os glaciais (tilitos) e periglaciais e os de correntes de turbidez, principalmente.

Pediaplano

Região aplainada (penepilano) em clima árido ou semi-árido e que se caracteriza por apresentar capeamentos pedimentares, litossolos e/ou extensos afloramentos.

O pediaplano desenvolve-se por processo erosivo com regressão de escarpas, típico de climas áridos a semi-áridos, com coalescência e expansão de áreas planas do "pé de monte" (*pedmont* ou *bajadas*) que apresentam tênue capeamento de material fragmentário (pedimento) e rocha nua na frente de leques aluvionares. Arrasada a região montanhosa, o pediaplano amplia-se até sobram somente raros testemunhos (*inselbergs*) das zonas mais elevadas na superfície de aplainamento.

Porfirítica

Textura de rocha ígnea com cristais significativamente maiores (fenocristais) do que os da matriz mais fina ou mesmo vítrea

Q...

R...

Regolito

[Sin.manto de intemperismo}

Capeamento natural das rochas (manto de intemperismo), composto por fragmentos de rocha e material inconsolidado, incluindo solo transportado, solo autóctone, depósitos residuais.

Rocha Vulcânica

[Sin.rocha extrusiva; rocha efusiva]

Rocha ígnea formada por magma que extravasa como lava ao atingir a superfície da terra ou o fundo do mar onde se consolida.

S...

Saneamento *In Situ*

Sistema de saneamento realizado no local de coleta do esgoto, onde na maioria das vezes não á nenhum tipo de tratamento dos resíduos.

Siliclástico

Rocha sedimentar, sequência deposicional ou sedimento clástico constituído, essencialmente, por fragmentos minerais silicáticos.

Suite

Unidade litodêmica imediatamente superior ao litodema e que é formada por dois ou mais lidodemas associados de uma mesma classe (suíte intrusiva, suíte plutônica, suíte metamórfica).

A suíte é comparável a categoria de grupo das unidades litoestratigráficas. Uma suíte é designada pela classe que a caracteriza e por algum nome geográfico distintivo; exemplos: Suite Magmática Americano do Brasil, Suite Granulítica Itauçu, Suite Metamórfica Anicuns.

T...

Teste de Bombeamento

Ensaio realizado no âmbito da investigação hidrogeológica, que consiste basicamente em submeter um sistema aquífero a determinadas condições de forma controlada e monitorizar a sua resposta. O objetivo deste tipo de ensaios pode ser a determinação das propriedades hidráulicas do sistema aquífero em estudo, tais como a transmissividade e a condutividade hidráulica, o estudo e resolução de problemas de contaminação da água subterrânea, o estudo a resolução de problemas de abastecimento, etc. a análise dos resultados obtidos a partir deste tipo de ensaio é muitas vezes baseada na comparação dos resultados obtidos com modelos analíticos e numéricos que produzem ambientes hidrogeológicos específicos.

Turbidez

Medida da transparência de uma amostra ou corpo d'água, em termos da redução de penetração da luz, devido à presença de matéria em suspensão ou substâncias coloidais. Mede a não propagação da luz na água. É o resultado da maior ou menor presença de substâncias coloidais na água (Amarílio Pereira de Souza, informação pessoal, 1986).

U...

V...

Vulnerabilidade Natural das Águas Subterrâneas

É o conjunto de características intrínsecas que determinam a sensibilidade de varias partes de um aquífero a ser adversamente afetado por uma carga contaminante.

X...

Y...

Z...

ANEXO 2

TABELA 8 REFERENTE AOS PONTOS DE AFLORAMENTOS

Tabela 8 - Pontos de Afloramentos Descritos e Georreferenciados do AHE do Jirau.

SIGLA	UTM E	UTM N	LITOLOGIA
MQ-1	248513	8849613	GRANITO FINO OU GRANOFELS
MQ-2	249322	8849503	BIOTITA-METAGRANITO
MQ-3	257112	8850267	BIOTITA-METAGRANITÓIDE
MQ-4	258649	8850216	SAPRÓLITO DE METAGRANITO ALTERADO
MQ-5	266800	8850813	SAPRÓLITO DE GRANITO GNAISSIFICADO
MQ-6	274027	8851289	LATERITA (HORIZONTE MOSQUEADO ENDURECIDO)
MQ-7	274613	8851494	CROSTA LATERÍTICA FERRUGINOSA
MQ-8	282062	8851860	QUARTZO COM PERCOLAÇÃO DE FERRO
MQ-9	298368	8853204	GRANITO TIPO S
MQ-10	305175	8854114	CALCISSILICÁTICA
MQ-11	307931	8855459	QUARTZO LEITOSO
MQ-12	311956	8859575	GRANITO S
MQ-13	313006	8860392	GRANITO S
MQ-14	316183	8860154	GNAISSE CALCISSILICÁTICA
MQ-15	316228	8860019	PARAGNAISSE BANDADO COM MOBILIZADOS GRANÍTICOS
MQ-20	306257	8853151	GRANITO S (FUNDIDOS) COM GRANADA
MQ-21	306404	8852361	CALCISSILICÁTICA BANDADA (GNAISSE)
MQ-22	306532	8850300	SILLIMANITA, GRANADA, BIOTITA PARAGNAISSE
MQ-23	306561	8850065	GRANITO S COM GRANADA
MQ-24	306860	8848856	BIOTITA, GRANADA, SILLIMANITA GNAISSE/MIGMATITO
MQ-25	306769	8847277	GRANADA-BIOTITA-PARAGNAISSE
MQ-26	306857	8844894	GRANADA-GRANITO PEGMATÓIDE COM SULFETOS
MQ-27	306892	8844110	SILLIMANITA-GRANADA-BIOTITA-PARAGNAISSE
MQ-28	307075	8841102	GRANITO S MILONITIZADO COM GRANADA
MQ-29	307051	8839953	GRANITO S FOLIADO COM GRANADA
MQ-30	307192	8837977	GRANITO S COM GRANADA MEGAXENÓLITO DE CALCISSILICÁTICA
MQ-31	307573	8835348	BIOTITA-SIENOGANITO FOLIADO
MQ-32	307623	8834454	CROSTA LATERÍTICA FERRUGINOSA COM QUARTZO
MQ-33	308047	8832726	ARENITO ARCOSIANO
MQ-34	307721	8833277	SIENOGANITO ISOTRÓPICO
MQ-35	307723	8833333	DIABÁSIO
MQ-36	307665	8833680	BIOTITA-SIENOGANITO COM FEIÇÕES RAPAKIVI
MQ-37	307668	8833780	DIABÁSIO OU MICROGABRO
MQ-38	305355	8856301	GRANADA-BIOTITA-PARAGNAISSE
MQ-39	304358	8858286	GRANITO GNÁISSICO S DE COMPOSIÇÃO SIENOGANÍTICA
MQ-40	303730	8861562	BIOTITA-SIENOGANITO DO TIPO S
MQ-41	303209	8863183	SILLIMANITA-BIOTITA-XISTO
MQ-42	302853	8865527	SILLIMANITA-BIOTITA-XISTO
MQ-43	302637	8866478	SILLIMANITA-BIOTITA XISTO COM LENTES DE CALCISSILICÁTICA
MQ-44	302608	8866868	SIENOGANITO POFIRÍTICO DO TIPO S
MQ-45	301571	8869512	SIENOGANITO POFIRÍTICO DO TIPO S
MQ-46	301384	8871451	BIOTITA-SIENOGANITO PORFIRÍTICO
MQ-47	300793	8874778	BIOTITA-SIENOGANITO
MQ-48	300949	8878456	SILLIMANITA-BIOTITA-PARAGNAISSE
MQ-49	301034	8878916	SILLIMANITA-BIOTITA-PARAGNAISSE
MQ-50	300720	8886125	COBERTURA DE SOLO (LATOSSOLO)

MQ-51	240455	8853027	PARAGNAISSE E DIQUES DE ANFIBOLITO
MQ-52	244132	8846415	PARAGNAISSE FINAMENTE BANDADO
MQ-53	243674	8841238	BIOTITA-PARAGNAISSE COM DIQUES DE ANFIBOLITO
MQ-54	245273	8836943	PARAGNAISSE QUARTZO FELDSPÁTICO
MQ-55	245225	8834404	GRANITO S, PARAGNAISSE BANDADO E ANFIBOLITO
MQ-56	245385	8834091	CALCISSILICATADA SULFETADA
MQ-57	245400	8833773	CALCISSILICATADA SULFETADA E GOSSANS
MQ-58	239066	8828815	GRANITO GNÁISSICO MIGMATIZADO
MQ-59	239576	8830226	GNAISSE MIGMATIZADO COM MOBILIZADOS GRANÍTICOS
MQ-60	239403	8831761	LATERITO (CROSTA FERRUGINIZADA)
MQ-61	239270	8835880	GRANITO GNÁISSICO COM GRANADA
MQ-62	239713	8842196	LEUCOGNAISSE FINO (GRANOFELS)
MQ-63	241544	8844133	GRANOFELS QUARTZO FELDSPÁTICO
MQ-64	246138	8852770	SAPRÓLITO DE GNAISSE FINO
MQ-65	246488	8853991	GRANITÓIDE FOLIADO
MQ-66	246918	8856357	PARAGNAISSE QUARTZO FELDSPATO E METAGRANITO
MQ-67	249919	8868146	BIOTITA METASIENOGRANITO
MQ-68	249750	8872212	GNAISSE QUARTZO FELDSPÁTICO, BANDADO E DOBRADO
MQ-69	252876	8873803	SILLIMANITA XISTO E PARAGNAISSE COM SILLIMANITA
MQ-70	254627	8874287	PARAGNAISSE ALTERADO
MQ-71	261590	8876918	COBERTURA DE SOLO (LATOSSOLO)
MQ-72	256977	8877660	SAPRÓLITO DE GNAISSE LATERITIZADO
MQ-73	255677	8877300	BIOTITA-GNAISSE QUARTZO FELDSPÁTICO
MQ-74	249523	8883461	GNAISSE CALCISSILICÁTICA E METAGRANITO S
MQ-75	246626	8896289	METAGRANITO FOLIADO
MQ-76	248498	8899454	METAGRANITO FOLIADO
JM-1	309291	8967548	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-2	309625	8966414	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-3	309220	8966061	CONGLOMERADO
JM-4	308775	8965573	ARENITO ARCOSIANO
JM-4A	305235	8963787	SILTE ARENOSO
JM-5	304327	8963836	ARENITO ARCOSIANO
JM-6	301719	8964219	ARENITO ARCOSIANO
JM-7	298406	8964883	ARENITO ARCOSIANO
JM-8	297695	8961657	ARENITO ARCOSIANO
JM-9	298548	8959924	ARENITO ARCOSIANO
JM-10	298307	8959311	ARGILA
JM-11	298528	8957232	SILTE
JM-11A	299521	8955705	ARGILA
JM-11B	300526	8954381	ARGILA
JM-12	300933	8952447	ARGILA-SILTOSA
JM-12A	300155	8948190	SILTE ARGILOSO
JM-13	300257	8947050	ARENITO ARCOSIANO
JM-13A	297828	8945109	SILTE ARGILOSO
JM-13B	297075	8944848	SILTE ARGILOSO
JM-14	295852	8944858	ARENITO ARCOSIANO
JM-14A	294111	8944681	SILTE ARGILOSO
JM-15	293389	8944011	ARENITO ARCOSIANO
JM-16	292179	8941979	SIENOGRANITO
JM-17	291733	8940739	AREIA CONGLOMERÁTICA FERRUGINOSA

JM-18	291773	8940985	SIENOGRANITO
JM-18A	291837	8939174	AREIA CONGLOMERÁTICA FERRUGINOSA
JM-18B	289808	8938451	AREIA CONGLOMERÁTICA FERRUGINOSA
JM-18C	288496	8939689	AREIA CONGLOMERÁTICA FERRUGINOSA
JM-18D	287100	8940349	SILTE ARGILOSO
JM-18E	285242	8940125	SILTE ARGILOSO
JM-19	283866	8940704	QUARTZITO
JM-19A	283045	8941636	SILTE ARGILOSO
JM-20	280500	8942374	SIENOGRANITO
JM-21	289693	8939963	AREIA CONGLOMERÁTICA FERRUGINOSA
JM-21A	278871	8941337	AREIA FERRUGINOSA
JM-22	278140	8941813	QUARTZITO
JM-23	276891	8940559	AREIA FERRUGINOSA
JM-23A	275372	8939115	SILTE ARGILOSO
JM-24	274253	8938780	QUARTZITO
JM-25	272531	8938437	QUARTZITO
JM-26	269759	8937990	SIENOGRANITO
JM-26A	269794	8938064	SIENOGRANITO
JM-27	267425	8938185	SIENOGRANITO
JM-28	265502	8939065	SIENOGRANITO
JM-29	262581	8939582	SIENOGRANITO
JM-30	261325	8940724	SIENOGRANITO RAPAQUI
JM-30A	261489	8943261	AREIA FERRUGINOSA
JM-30B	259548	8943803	SILTE ARGILOSO
JM-31	258971	8944057	QUARTZITO
JM-32	287730	8935908	AREIA FERRUGINOSA
JM-33	288445	8935325	SILTE
JM-34	288613	8935715	AREIA
JM-35	288798	8935377	ANFIBOLITO
JM-36	288711	8934824	AREIA FERRUGINOSA
JM-37	288122	8933835	AREIA FERRUGINOSA
JM-37A	287171	8933092	AREIA FERRUGINOSA
JM-38	286888	8932599	AREIA SEIXOSA FERRUGINOSA
JM-39	286931	8931756	ANFIBOLITO
JM-40	284558	8930921	AREIA FERRUGINOSA
JM-41	282996	8928430	AREIA FERRUGINOSA
JM-42	231529	8930428	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-42A	231085	8930971	MONZOGRANITO SAPROLITIZADO
JM-43	231467	8932846	QUARTZITO
JM-44	232592	8934395	MONZOGRANITO MILONITIZADO SAPROLITIZADO
JM-44A	233816	8935217	SILTE ARGILOSO
JM-45	236178	8936326	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-46	238332	8937864	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-47	239346	8938707	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-48	239925	8940844	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-49	240640	8942190	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-50	242682	8945120	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-51	243835	8946124	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-52	243908	8920011	SILTE LAMINADO
JM-52A	244111	8919562	LATERITO

JM-52B	244920	8918034	SILTE ARGILOSO
JM-52C	245041	8917042	SILTE ARGILOSO
JM-52D	245523	8915167	SILTE ARGILOSO
JM-52E	246241	8914169	SILTE ARGILOSO
JM-53	247549	8913319	AREIA E ARGILA
JM-53A	247704	8913150	MONZOGRANITO MILONITIZADO SAPROLITIZADO
JM-53B	249621	8910823	MONZOGRANITO MILONITIZADO SAPROLITIZADO
JM-54	249598	8908662	MONZOGRANITO BANDADO
JM-55	222003	8919296	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-56	220363	8920149	SIENOGRANITO
JM-57	218947	8921938	SIENOGRANITO
JM-58	217301	8943255	LATERITA DECOMPOSTA
JM-58A	215936	8940297	LATERITA DECOMPOSTA
JM-58B	219804	8931997	LATERITA DECOMPOSTA
JM-59	222839	8917157	SIENOGRANITO
JM-60	196526	8930671	SIENOGRANITO MILONITIZADO
JM-61	205244	8932632	SIENOGRANITO MILONITIZADO
JM-61A	205181	8933003	SIENOGRANITO MILONITIZADO
JM-62	203802	8942533	LATERITA DECOMPOSTA
JM-63	245606	8901361	SILTE LAMINADO E SILTE ARENOSO
JM-64	289157	8936726	GNAISSE CALCISSILICÁTICO
JM-64A	292057	8932777	LATERITA DECOMPOSTA
JM-64B	289427	8930298	LATERITA DECOMPOSTA
JM-64C	289688	8927919	LATERITA DECOMPOSTA
JM-65	291354	8925300	MONZOGRANITO MILONITIZADO
JM-65A	298096	8913984	LATERITA DECOMPOSTA
JM-65B	289084	8921973	LATERITA DECOMPOSTA
JM-65C	289481	8921442	LATERITA DECOMPOSTA
JM-65D	292157	8919531	LATERITA DECOMPOSTA
JM-65E	293823	8917914	LATERITA DECOMPOSTA
JM-66	277753	8941826	METASILTITO
JM-67	275401	8943611	METAPELITO
JM-68	275180	8945760	METAPELITO
JM-69	275970	8946797	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-70	275504	8948403	META-QUARTZO ARENITO
JM-70A	275568	8948679	METATUFO
JM-70B	275440	8948882	METATUFO
JM-71	271858	8953994	METATUFO
JM-72	271895	8958785	SIENOGRANITO
JM-73	274177	8959536	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-74	272122	8951142	SIENOGRANITO
JM-75	270469	8948707	QUARTZO ARENITO ESTRATIFICADO
JM-76	316000	8956001	GRANITO PORFIRÍTICO SAPROLITIZADO
JM-78	318541	8953007	ARENITO ARCOSIANO
JM-78A	317976	8951586	AREIA
JM-78B	318033	8948470	AREIA
JM-79	308488	8945755	QUARTZO ARENITO ESTRATIFICADO
JM-79A	306458	8950559	LATERITA DECOMPOSTA
JM-79B	306761	8948531	LATERITA DECOMPOSTA
JM-79C	307649	8946896	AREIA

JM-80	310292	8945010	CONGLOMERADO
JM-81	313117	8945037	ARENITO ARCOSIANO
JM-82	318181	8940904	SIENOGRANITO RAPAOKIVI
JM-83	318118	8942145	SIENOGRANITO
JM-84	316908	8962530	CONGLOMERADO
JM-85	316429	8963751	CONGLOMERADO
JM-86	309959	8968255	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-86A	310405	8968588	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-87	311192	8967020	CONGLOMERADO
JM-87A	312068	8967238	CONGLOMERADO
JM-87B	312729	8967528	CONGLOMERADO
JM-90	315088	8966194	ARENITO ARCOSIANO
JM-108	312093	8969609	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-109	311594	8968551	ARGILA
JM-110	310219	8968770	SIENOGRANITO PORFIRÍTICO
JM-220	308059	8953800	AREIA
JM-221	314440	8959878	AREIA
JM-222	315599	8962457	AREIA
JM-299	282460	8929186	AREIA FERRUGINOSA
JM-300	281221	8928188	AREIA FERRUGINOSA
JM-301	280258	8926933	SILTE ARGILOSO
JM-302	265824	8937661	SIENOGRANITO
JM-303	265459	8937556	AREIA FERRUGINOSA
JM-304	264681	8937517	AREIA FERRUGINOSA
JM-305	263891	8937539	AREIA FERRUGINOSA
JM-306	262919	8937267	AREIA FERRUGINOSA
JG-1	309746	8967454	GRANITO PORFIRÍTICO
JG-2	310247	8965860	ARENITO ARCOSIANO
JG-3	309793	8964320	ARENITO ARCOSIANO
JG-4	304950	8962893	ARENITO ARCOSIANO
JG-5	298163	8961863	ARENITO ARCOSIANO
JG-6	303890	8962994	AREIA
JG-7	301160	8954483	ARGILA
JG-8	301211	8954333	AREIA FERRUGINOSA
JG-9	301544	8953228	AREIA FERRUGINOSA
JG-10	301244	8949575	ARENITO ARCOSIANO
JG-11	300652	8947313	ARENITO
JG-12	300370	8946805	ARGILA
JG-13	299543	8945800	ARENITO ARCOSIANO
JG-14	298800	8944938	ARENITO ARCOSIANO
JG-15	295463	8944240	AREIA FERRUGINOSA
JG-16	293164	8941968	SIENOGRANITO
JG-17	292684	8940448	BIOTITA-GRANITO
JG-18	292333	8940185	SILTE ARGILOSO
JG-19	301195	8947663	GRANITO / METATUFO
JG-20	288867	8938751	AREIA FERRUGINOSA
JG-21	287871	8939696	AREIA FERRUGINOSA
JG-22	286091	8939576	AREIA FERRUGINOSA
JG-23	282607	8941153	SIENOGRANITO
JG-24	282125	8941465	SIENOGRANITO

JG-25	281270	8941628	AREIA FERRUGINOSA
JG-26	280460	8941662	AREIA COM CASCALHO
JG-27	277429	8939992	AREIA FERRUGINOSA
JG-28	276171	8938924	AREIA FERRUGINOSA
JG-29	274230	8938188	GRANITO PORFIRÍTICO
JG-30	272518	8937789	ARGILA
JG-31	272312	8937744	AREIA
JG-32	270747	8937426	ARGILA SILTOSA
JG-33	268208	8937226	AREIA
JG-34	268159	8937560	BIOTITA-GRANITO PORFIRÍTICO
JG-35	264880	8938659	GRANITO PORFIRÍTICO
JG-36	264051	8938397	ARENITO CAULÍNICO / SEDIMENTO ARENO-SILTOSO
JG-37	262159	8939540	AREIA ARGILOSA
JG-38	258515	8943422	LATERITO
JG-39	254766	8944006	AREIA
JG-40	251082	8945846	BIOTITA GRANITO
JG-41	248929	8946816	AREIA FERRUGINOSA
JG-42	249054	8946977	MONZOGRANITO
JG-43	247897	8947006	METATUFO / QUARTZITO
JG-44	244876	8946236	GRANITO DEFORMADO
JG-45	245581	8947131	QUARTZITO
JG-46	249997	8947578	QUARTZITO
JG-47	250777	8946709	QUARTZITO
JG-48	251872	8946126	QUARTZITO
JG-49	231763	8931534	ARGILA SILTOSA
JG-50	232235	8932774	ARGILA SILTOSA
JG-51	234623	8934850	ARGILA SILTOSA
JG-52	237513	8936105	QUARTZITO
JG-53	237862	8936215	ARGILA ARENOSA
JG-54	239153	8937194	GRANITO DEFORMADO E AREIAS FERRUGINIZADAS.
JG-55	240088	8939738	GRANITO DEFORMADO
JG-56	242490	8943694	GRANITO COM DEFORMAÇÃO HETEROGENEA.
JG-57	243790	8945158	GRANITO COM DEFORMAÇÃO HETEROGENEA.
JG-58	244287	8945571	ARGILA SILTOSA
JG-59	235629	8929382	SILTE ARGILOSO
JG-60	238697	8927898	SILTE ARGILOSO
JG-61	239916	8926899	AREIA FERRUGINIZADA
JG-62	240492	8926340	AREIA ARGILOSA
JG-63	241435	8925305	AREIA ARGILOSA
JG-64	244119	8919554	AREIA
JG-65	314915	8961018	ARENITO ARCOSIANO
JG-66	302773	8949694	AREIA SILTOSA
JG-67	299537	8945537	ARENITO
JG-68	298382	8944060	CONGLOMERADO
JG-69	297670	8943527	ARENITO ARCOSIANO
JG-70	296246	8941524	CONGLOMERADO
JG-71	296061	8941305	GRANITO
JG-72	220305	8920105	SIENOGANITO
JG-73	245431	8901448	ARGILA-SILTOSA
JG-74	271146	8926426	CALCISSILICÁTICA

JG-75	271417	8925028	LATERITO
JG-76	275636	8920486	LATERITO
JG-77	299500	8943418	CONGLOMERADO
JG-78	300180	8943338	QUARTZO-ARENITO
JG-79	301111	8942845	QUARTZO-ARENITO / CONGLOMERADO
JG-80	302516	8942007	BIOTITA-SIENOGRAFITO
JG-81	304318	8940526	GRAFITO SAPROLITIZADO
JG-82	305196	8939836	BIOTITA-SIENOGRAFITO
JG-83	306790	8938584	SIENOGRAFITO
JG-84	309329	8935301	LATERITO
JG-85	309196	8935144	SIENOGRAFITO
JG-86	307557	8928008	LATERITO
JG-87	295774	8938321	LATERITO
JG-88	296398	8933596	ANFIBOLITO
JG-89	300997	8947127	ARENITO
JG-90	220363	8920149	SIENOGRAFITO
JG- 292	282924	8928962	AREIA FERRUGINOSA
JG- 293	283337	8927355	AREIA, ARGILA
JG- 294	283337	8927355	AREIA, ARGILA
JG- 295	283473	8925417	ARGILITO
JG- 296	282797	8924526	CASCALHO, ARGILA, SILTE ARGILOSO
JG- 297	282796	8924190	PARAGNAISSE
JG- 298	283597	8923574	PARAGNAISSE
JG- 299	283590	8923564	MILONITO GRANITO
JG- 300	283697	8923506	ULTRAMILONITO
JG- 301	283882	8923169	GRAFITO MILONITIZADO
JG- 302	283363	8922406	GRAFITO MILONITIZADO
JG- 303	283706	8922115	METAMORFITO SAPROLITIZADO
JG- 304	283770	8921782	ANFIBOLITO
JG- 305	284218	8922245	MILONITO
JG- 306	284895	8921675	CALCISSILICÁTICA

ANEXO 3

TABELA 9: RELAÇÃO DE PROCESSOS DNPM (SITUAÇÃO LEGAL DE ÁREAS) AHE DE SANTO ANTÔNIO

TABELA 9: RELAÇÃO DE PROCESSOS DNPM (SITUAÇÃO LEGAL DE ÁREAS) – AHE DE JIRAU

ANO	PROCESSO	FASE	NOME	SUBSTÂNCIA	SITUAÇÃO ATUAL
1961	413	Concessão de Lavra	CIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1961	414	Concessão de Lavra	CIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1961	415	Concessão de Lavra	CIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1961	420	Concessão de Lavra	CIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1961	1137	Concessão de Lavra	CIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1961	1140	Concessão de Lavra	CIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1961	1145	Concessão de Lavra	CIA DE MINERAÇÃO SÃO LOURENÇO	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1962	52	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1962	53	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/AVERB ARREND DIREIT LAVR EFETIV EM 5/ 3/1996
1962	54	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/AVERB ARREND DIREIT LAVR EFETIV EM 5/ 3/1996
1962	55	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/AVERB ARREND DIREIT LAVR EFETIV EM 5/ 3/1996
1962	61	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/AVERB ARREND DIREIT LAVR EFETIV EM 5/ 3/1996
1962	62	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/AVERB ARREND DIREIT LAVR EFETIV EM 5/ 3/1996
1962	64	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/AVERB ARREND DIREIT LAVR EFETIV EM 5/ 3/1996
1962	65	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/AVERB ARREND DIREIT LAVR EFETIV EM 5/ 3/1996
1964	5370	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1964	5371	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 12/ 7/1994
1970	805996	Requerimento de Pesquisa	HUBERTO LIMA DO NASCIMENTO	CASSITERITA	REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 2/ 6/2005
1972	812919	Disponibilidade	MINERAÇÃO ESPINHEIRO LTDA	MANGANÊS	DISPONIB/EDITAL DISPONIBILIDAD LAVRA PUB EM 15/ 9/1995
1972	812924	Concessão de Lavra	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	CASSITERITA	CONC LAV/RAL ANO BASE APRESENTADO EM 13/ 3/1997
1974	811574	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO LINDIRANA LTDA	CASSITERITA	AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/ 3/1996
1974	811574	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO LINDIRANA LTDA	CASSITERITA	AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/ 3/1996
1977	803186	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO LINDIRANA LTDA	CASSITERITA	AUT PESQ/PEDIDO AVERB INCORP/CESSAO PROTOC EM 2/ 8/1994
1981	880064	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO VITINGA LTDA	OURO	AUT PESQ/PEDIDO AVERB INCORP/CESSAO PROTOC EM 2/ 8/1994
1981	880064	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO VITINGA LTDA	OURO	AUT PESQ/PEDIDO AVERB INCORP/CESSAO PROTOC EM 2/ 8/1994
1981	880064	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO VITINGA LTDA	OURO	AUT PESQ/PEDIDO AVERB INCORP/CESSAO PROTOC EM 2/ 8/1994
1981	880065	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO VITINGA LTDA	OURO	AUT PESQ/PEDIDO AVERB INCORP/CESSAO PROTOC EM 2/ 8/1994
1983	880410	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO MOTTA LTDA	CASSITERITA	AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/ 3/1995
1983	880410	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO MOTTA LTDA	CASSITERITA	AUT PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 28/ 3/1995
1983	881679	Autorização de Pesquisa	C R ALMEIDA S.A. ENGENHARIA DE OBRAS	PLATINA	EM 25/ 7/2005

1984	881133	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO RIBEIRAO DOS OURIVES LTDA	TITÂNIO	REQ PESQ/PEDIDO DE DESISTENCIA PROTOCOLI EM 9/12/1997
1992	880051	Req. de Lavra Garimpeira	COOPERATIVA DE EXPLORAÇÃO AURÍFERA RIO MADEIRA LTDA	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880055	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880056	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880057	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880058	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880059	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880060	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880061	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880062	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880063	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1992	880076	Req. de Lavra Garimpeira	ANTONIO AUGUSTO DE ALKIMIN JUNIOR	MINÉRIO DE OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1994	880221	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	CASSITERITA	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 9/ 3/1994
1994	880222	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	CASSITERITA	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 9/ 3/1994
1994	880223	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	CASSITERITA	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 9/ 3/1994
1995	886386	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 24/ 6/2005
1995	886387	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 24/ 6/2005
1995	886391	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/PEDIDO INCORPORAÇÃO/CESSAO PROT EM 2/ 9/1998
1995	886392	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886393	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 8/ 6/2005
1995	886394	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 8/ 6/2005
1995	886395	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 8/ 6/2005
1995	886396	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 24/ 6/2005
1995	886397	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	AUT PESQ/TÍTULO CANCELADO PUBLICADO EM 8/ 6/2005
1995	886398	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886399	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886400	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 8/ 4/2004
1995	886401	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 8/ 4/2004
1995	886402	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886403	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886404	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886405	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886408	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 8/ 4/2004

1995	886411	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886413	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 8/ 4/2004
1995	886415	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 6/ 2/2004
1995	886416	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/COMPLEMENTAÇÃO REQ PESQ PROTOCO EM 28/ 3/1995
1995	886421	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 8/ 4/2004
1995	886422	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 8/ 4/2004
1995	886424	Disponibilidade	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	DISPONIB/ÁREA DISPONÍVEL ART 26 CM PUBLI EM 7/ 7/2004
1995	886427	Requerimento de Pesquisa	MINERAÇÃO SILVANA INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 14/ 5/2004
1997	886128	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886129	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886130	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886131	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886132	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886133	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886136	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886137	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886138	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886139	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886140	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886141	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886142	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886145	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886146	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886147	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886150	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886151	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886152	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886155	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886156	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886157	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886159	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886160	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	886161	Req. de Lavra Garimpeira	WILIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002

1997	887252	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887254	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887255	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887257	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887258	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887260	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887261	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887263	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887264	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887265	Req. de Lavra Garimpeira	JOSÉ CEZAR MARINI	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1997	887306	Req. de Lavra Garimpeira	WILLIAM DONIZETE BRITO	OURO	REQ PLG/SOLICITA PRORROGAÇÃO PRAZO EXIG EM 5/12/2002
1998	886305	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 10/10/2002
1998	886306	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886307	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886308	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886309	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886310	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886311	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886312	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886313	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886314	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886315	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886316	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886317	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886318	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886319	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886320	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886321	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886322	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886323	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886324	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/TORNA S/EFEITO EXIGÊNCIA PUBLIC EM 10/10/2002
1998	886325	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002
1998	886326	Req. de Lavra Garimpeira	HAJIME TAKAHASHI MORI	OURO	REQ PLG/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 2/10/2002

1999	886080	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886081	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886082	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886084	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886085	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886086	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886088	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886089	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886090	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886091	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886092	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886093	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886094	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886095	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886096	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886097	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886098	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886099	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886100	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886101	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886102	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886103	Requerimento de Lavra	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ LAV/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 6/ 8/2004
1999	886104	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886105	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886106	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886107	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
1999	886108	Req. de Lavra Garimpeira	COOGAMPA COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DE MUTUM - PARANÁ	QUARTZO	REQ PLG/REQUERIM LAVRA GARIMPEIRA PROTOC EM 29/11/1999
2000	886107	Requerimento de Pesquisa	JOSÉ FERREIRA SANTIAGO	OURO	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 19/ 6/2000
2000	886387	Autorização de Pesquisa	JOSÉ FERREIRA SANTIAGO	CASSITERITA	EM 20/12/2004
2002	886000	Autorização de Pesquisa	ANTONIO BIANCO FILHO	COLUMBITA	EM 9/ 5/2005
2002	886001	Autorização de Pesquisa	LUIZ ARAÚJO DOS SANTOS	TANTALITA	EM 3/ 3/2005
2002	886084	Autorização de Pesquisa	JOSÉ MARIO CARNEIRO TEIXEIRA	ESTANHO	AUT PESQ/ALVARÁ DE PESQUISA 03 ANOS PUBL EM 30/ 4/2004
2002	886108	Autorização de Pesquisa	HUBERTO LIMA DO NASCIMENTO	ESTANHO	AUT PESQ/PEDIDO A VERB INCORP/CESSAO PROTOC EM 8/ 6/2005

2002	886160	Requerimento de Pesquisa	ALFACON ENGENHARIA LTDA.	GRANITO ORNAMENTAL	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 24/ 1/2003
2002	886160	Requerimento de Pesquisa	ALFACON ENGENHARIA LTDA.	GRANITO ORNAMENTAL	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 24/ 1/2003
2003	886000	Autorização de Pesquisa	TRANQUILO FIDELE GARBIN	GRANITO ORNAMENTAL	AUT PESQ/PAGAMENTO DA TAXA ANUAL PAGA PROT EM 29/ 7/2005
2003	886037	Autorização de Pesquisa	VENICIUS LEONIDAS BIESDORF	OURO	AUT PESQ/COMUNICAÇÃO OCORR OUTRA SUBSTANCI EM 23/ 2/2005
2003	886137	Autorização de Pesquisa	JOSÉ FERREIRA SANTIAGO	OURO	EM 22/ 3/2005
2003	886138	Autorização de Pesquisa	JOSÉ FERREIRA SANTIAGO	OURO	EM 22/ 3/2005
2003	886248	Requerimento de Pesquisa	GILMAR CEZAR TOLOTTI	OURO	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 25/ 2/2005
2004	886232	Requerimento de Pesquisa	GLAUCO OMAR CELLA	MINÉRIO DE ESTANHO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 13/ 7/2005
2004	886236	Disponibilidade	GLAUCO OMAR CELLA	MINÉRIO DE ESTANHO	DISPONIB/TORNA S/EFEITO DISPO ART 26 CM PU EM 18/ 8/2005
2004	886260	Autorização de Pesquisa	VENDELINO ALBINO MENDONÇA	OURO	AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO SOLICITADA EM 10/ 8/2005
2004	886280	Requerimento de Pesquisa	ORLANDO JOSÉ DA SILVA	MINÉRIO DE OURO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 4/ 5/2005
2004	886281	Autorização de Pesquisa	EDVALDO SANTOS LOPES	MINÉRIO DE OURO	AUT PESQ/INICIO DE PESQUISA COMUNICADO EM 7/ 7/2005
2004	886282	Requerimento de Pesquisa	EDVALDO SANTOS LOPES	MINÉRIO DE OURO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 19/ 8/2004
2004	886285	Autorização de Pesquisa	MINERAÇÃO XACRIABA LTDA.	QUARTZO INDUSTRIAL	AUT PESQ/GUIA DE UTILIZAÇÃO AUTORIZADA EM 28/ 2/2005
2004	886315	Requerimento de Pesquisa	EDVALDO SANTOS LOPES	OURO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 13/ 7/2005
2004	886345	Req. de Lavra Garimpeira	COOPERATIVA DOS GARIMPEIROS DO RIO MADEIRA - COOGARIMA	MINÉRIO DE OURO	EM 4/ 1/2005
2004	886418	Requerimento de Pesquisa	FAZENDA RIO MADEIRA S. A.	GRANITO ORNAMENTAL	REQ PESQ/DOCUMENTO DIVERSO PROTOCOLIZADO EM 4/ 4/2005
2004	886422	Requerimento de Pesquisa	GLAUCO OMAR CELLA	MINÉRIO DE ESTANHO	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 5/10/2004
2004	886422	Requerimento de Pesquisa	GLAUCO OMAR CELLA	MINÉRIO DE ESTANHO	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 5/10/2004
2004	886442	Requerimento de Pesquisa	LAURI PEDRO PETTENON	CASSITERITA	REQ PESQ/CUMPRIMENTO EXIGÊNCIA PROTOCOLI EM 4/ 7/2005
2004	886443	Autorização de Pesquisa	LAURI PEDRO PETTENON	CASSITERITA	AUT PESQ/COMUNICAÇÃO OCORR OUTRA SUBSTANCI EM 16/ 6/2005
2004	886444	Autorização de Pesquisa	LAURI PEDRO PETTENON	CASSITERITA	AUT PESQ/COMUNICAÇÃO OCORR OUTRA SUBSTANCI EM 16/ 6/2005
2004	886445	Disponibilidade	LAURI PEDRO PETTENON	CASSITERITA	DISPONIB/ÁREA DISPONÍVEL ART 26 CM PUBLI EM 13/ 7/2005
2004	886561	Requerimento de Pesquisa	OZIEL PEREIRA DE OLIVEIRA	GRANITO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 13/ 7/2005
2005	886043	Requerimento de Pesquisa	EDVALDO SANTOS LOPES	OURO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 18/ 7/2005
2005	886047	Requerimento de Pesquisa	EDVALDO SANTOS LOPES	OURO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 13/ 7/2005
2005	886062	Requerimento de Pesquisa	ALBERICO PAIVA DE FARIAS FILHO	ESTANHO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 21/ 7/2005
2005	886063	Requerimento de Pesquisa	ALBERICO PAIVA DE FARIAS FILHO	ESTANHO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 21/ 7/2005
2005	886070	Requerimento de Pesquisa	GEMAS DO NORTE COMERCIO DE PEDRAS PRECIOSAS E SEMIPRECIOSAS LTDA	ESTANHO	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 5/ 4/2005
2005	886071	Requerimento de Pesquisa	GEMAS DO NORTE COMERCIO DE PEDRAS PRECIOSAS E SEMIPRECIOSAS LTDA	TOPÁZIO	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 5/ 4/2005
2005	886073	Licenciamento	CABRAL & PERIS LTDA	AREIA	EM 8/ 6/2005
2005	886077	Requerimento de Pesquisa	EDVALDO SANTOS LOPES	OURO	REQ PESQ/EXIGÊNCIA PUBLICADA EM 13/ 7/2005

2005	886117	Requerimento de Pesquisa	JOSE JOAIBSON MORTENE	CASSITERITA	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 13/ 5/2005
2005	886223	Requerimento de Pesquisa	RIO MADEIRA COMÉRCIO IMPORTAÇÃO E EXPORTAÇÃO DE MINÉRIOS LTDA.	ESTANHO	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 4/ 7/2005
2005	886224	Requerimento de Pesquisa	COOPERATIVA ESTANÍFERA DE MINERADORES DA AMAZÔNIA LEGAL LTDA	CASSITERITA	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 5/ 7/2005
2005	886250	Requerimento de Pesquisa	JOAO CARLOS CARVALHO SITON	CASSITERITA	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 27/ 7/2005
2005	886256	Requerimento de Pesquisa	COOPERATIVA ESTANÍFERA DE MINERADORES DA AMAZÔNIA LEGAL LTDA	CASSITERITA	REQ PESQ/REQ PESQUISA COMPLETO PROTOCOLI EM 5/ 8/2005

Fonte: DNPM, 19º Distrito em 15/09/2005

ANEXO 4

PLANILHAS DE DESCRIÇÕES PETROGRÁFICAS

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

 PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

 PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	300257	8947050	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Arenito de coloração rosa, mostrando porções amareladas e esbranquiçadas, granulação fina a média, apresentando estratificação plano-paralela e níveis de seixos esparsos.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

 TEXT.: Granular fina a média COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	57	Muscovita	Traços
Albita	20	Zircão	Traços
Microclínio	10	Ilmenita	Traços
Sericita (matriz)	10	Turmalina	Traços
Fragmentos de rocha	3		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulometria fina, apresentando grãos com diâmetro máximo de 1,8 mm e média de 0,8 mm. Mostra uma elevada imaturidade textural e composicional, exibindo matriz micácea, com fragmentos de rochas diversas e grandes quantidade de feldspatos.

O feldspato predominante é a albita que ocorre em cristais límpidos, porém fraturados, com macla característica, os quais ainda mantém a forma prismática e também ocorrem como grãos subangulosos.

O feldspato predominante é a albita que ocorre em cristais límpidos, porém fraturados, com característica, os quais ainda mantêm a forma prismática e, também, ocorrem como grãos subangulosos.

O microclínio apresenta a macla do periclinio característica, ocorrendo como cristais prismáticos, límpidos e fraturados, por vezes com preenchimento das fraturas por sericita. A maioria dos grãos são angulosos a subangulosos, que indicam pouco transporte e alta imaturidade mineralógica.

Os grãos de quartzo são límpidos, subarredondados a subangulosos, de extinção ondulante e fraturados.

Grãos lamelares de muscovita ocorrem entre os constituintes quartzo – feldspáticos, em forma encurvadas e em *kink bands*, denotando deformação por peso de carga. Na maioria das vezes está alterada para sericita, a qual é muito freqüente na matriz, cimentando os grãos quartzo – feldspáticos.

Os fragmentos de rochas são, na sua maioria, representado por metachert, meta siltito, quartzito e metarenito.

Da mesma forma que os outros constituintes minerais, os fragmentos de rocha são subangulosos a angulosos, baixa esfericidade e bastante alterados.

Entre os minerais resistentes presentes, destaca-se a ilmenita, zircão e turmalina.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Sedimentar

ROCHA: Arcósio

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 13/04/2005

13/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	292179	8941979	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração rosa, fanerítica, granulação média, isotrópica, constituída de feldspato, quartzo, biotita, clorita. Presença de vênulas centimétricas de quartzo. A rocha apresenta um forte cisalhamento rúptil, segundo o qual estão alojadas vênulas, veios e diques aplíticos.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Cataclástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
	Inequigranular média	

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	32	Fluorita	Traços
Ortoclásio	62	Zircão	Traços
Albita	5	Opacos	Traços
Biotita (oxidada)	1		

OBSERVAÇÕES:

Rocha inequigranular média, isotrópica, com textura gráfica, mesopertítica e cataclástica.

Observa-se uma intensa cataclase, com cominuição de grãos e neoformação de grãos euédricos de quartzo em microzona de falhas extensionais. Óxido de ferro e diminutos cristais de biotita, encontram-se preenchendo as mais variadas fraturas na rocha. Observa-se o desenvolvimento de pseudotaquilito em algumas porções da lâmina.

O feldspato alcalino é do tipo ortoclásio mesopertítico, que apresenta forma prismática, fortemente argilizado, fornecendo coloração amarronada em luz natural. Fraturas são preenchidas por quartzo e óxido de ferro. Intercrescimento gráfico são relativamente comuns. Os cristais de feldspato alcalino foram submetidos a uma cataclase extensiva, que permeia os mesmos, gerando uma fragmentação no interior dos fenocristais.

As mesopertitas desenvolvem-se paralelamente ao eixo “C” dos cristais de ortoclásio.

O feldspato é do tipo albita, com forma prismática, mostrando-se também, argilizado e com cataclase superimposta. Este processo de quebraimento dos cristais desloca os planos de macla.

Os cristais de quartzo exibem formas prismáticas e formas subarredondadas, com cristais límpidos, de forte extinção ondulante e lamelas de deformação. Geralmente, estão intercrescidos com ortoclásio, formando a textura gráfica. Cristais de segunda geração, desenvolvem-se nas fraturas e formam microvênulas preenchidas por diminutos cristais em arranjo granoblástico, além de cristais maiores em forma hexagonais.

No geral, a cataclase é pervasiva, desenvolvendo subgranulação e neoformação de grãos de quartzo, com raros pseudotaquilitos, denotando deformação em condições rúpteis.

Minerais de biotita, restringe-se a pequenos grãos desenvolvidos ao redor dos cristais de quartzo e feldspato, preenchendo fraturas (minerais secundários). Cristais maiores (primários) estão quase que totalmente transformados para óxido de ferro e opacos.

Dentre os acessórios, destaca-se a fluorita, que ocorre como grãos globulares, incolores, geralmente inclusos nos feldspatos. O zircão ocorre de forma subordinada e está associado à biotita e aos opacos.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Ígnea Intrusiva

ROCHA: Feldspato Alcalino Granito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 13/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	292684	8940448	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Biotita-granito, róseo, de granulação média a grossa, baixa susceptibilidade magnética. presença de cavidades miarolíticas; predominância de feldspato potássico sobre feldspato cinza claro (plagioclásio).

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Hipidiomórfica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	27	Calcita	Traços
Ortoclásio	40	Epidoto	Traços
Oligoclásio	18	Fluorita	Traços
Albita	9	Zircão	Traços
Clorita	6	Magnetita	Traços

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação grossa, textura inequigranular hipidiomórfica definida por fenocristais de forma prismática de ortoclásio, plagioclásio e quartzo, em tamanhos que variam de 8 mm a 2 mm. Textura gráfica é representada pelo intercrescimento de quartzo e feldspato potássico. Textura rapakivítica subordinada definida por fenocristais subarredondados de ortoclásio envolvidos por fina auréola de plagioclásio.

O ortoclásio é mesopertítico, com intercrescimento de albita em forma de vênulas e em cristais quadráticos. Exibem microfraturas preenchidas por carbonato de origem hidrotermal. Nas bordas dos fenocristais é comum a presença de intercrescimento gráfico.

O plagioclásio é de duas gerações: os primeiros são de composição An_{21} (oligoclásio), os quais exibem maclas bem definidas, embora deslocadas por microfraturas e escalonamento das mesmas. Além disso, mostram-se bastante transformadas para sericita, com fraturas preenchidas por agregados de sericita, carbonato (calcita) e óxido de ferro. O plagioclásio de segunda geração é representado pela albita, a qual está intercrescida no feldspato potássico, formam auréolas ao redor do ortoclásio e em intercrescimento gráfico junto com o quartzo.

Os cristais de quartzo são também de duas gerações, onde os primários são subarredondados, de tamanho de 2 a 4 mm, extinção ondulante e fraturas preenchidas por óxido de ferro. Os de segunda geração, formam intercrescimento gráfico com o feldspato e ocupam os espaços intergranulares do plagioclásio e ortoclásio.

O mineral máfico original era representado possivelmente pela biotita, agora totalmente transformada para clorita e agregados de opacos (magnetita?).

As cloritas, por sua vez, estão parcialmente transformadas para um agregado de epidoto, com formação de *kink-band* e intercrescidos com calcita, além de intercrescimento de fluorita ao longo das clivagens. Todas essas feições são sugestivas de hidrotermalismo.

A paragênese mineral constituída por calcita + clorita + sericita + epidoto + fluorita é sugestiva de processo hidrotermal. A argilização dos feldspato sugere alteração intempérica.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Ígnea

ROCHA: Sienogranito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 27/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

 PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

 PETRÓGRAFO GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	283866	8940704	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração arroxeada, granulação fina, formada essencialmente de quartzo, foliada e afetada por fraturas aleatórias.

Características microscópicas:

 Text.: Granoblástica Comp. Modal: Estimada Calculada

Equigranular	Inequigranular	Mega componentes
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Mineralogia	%	Mineralogia	%
Quartzo	97		
Sericita	3		
Zircão	Traços		
Óxido de ferro	Traços		

Observações:

Rocha de textura granoblástica definida pelo arranjo a 120° de cristais de quartzo em contato serrilhado/lobulado. A rocha é composta quase que exclusivamente por cristais de quartzo, restando os espaços intersticiais entre os grãos preenchidos por sericita. A rocha foi submetida a uma deformação dúctil, onde observa-se a formação de subgrãos submilimétricos de quartzo, formando um agregado granoblástico alongado.

Outra deformação posterior foi superimposta à rocha, agora de caráter rúptil, imprimindo uma rede de fraturas submilimétricas, preenchidas por cristais prismáticos de quartzo (tipo dente

de cã) que cresceram, perpendicularmente às paredes das fraturas. Formas hexagonais nestes cristais são freqüentes, assim como crescimento zonado.

Além disso, as fraturas foram percoladas por óxido/hidróxido de ferro (amorfo) de coloração amarronada.

As condições metamórficas são possivelmente compatíveis com temperaturas da fácies xisto verde.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE:	Metamórfica
---------	-------------

ROCHA:	Quartzito
--------	-----------

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 13/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF. AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO Gilmar Rizzotto

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	280500	8942374		

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração rosa, fanerítica, granulação fina a média, cortada por vênulas de quartzo, apresentando cisalhamento rúptil, sendo constituída por feldspato, quartzo e máficos.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT: Cataclástica Comp. Modal: Estimada CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	33		
Ortoclásio	60		
Albita	6		
Epidoto	1		
Opacos	Traços		
Zircão	Traços		

OBSERVAÇÕES:

A rocha exibe uma forte estrutura cataclástica com predominância de quebramento mineral. A textura granular hipidiomórfica apresenta-se quase que indistinguível em função dos efeitos cataclásticos superimpostos.

Os cristais de feldspato alcalino são possivelmente de ortoclásio mesoperítico, apresentando uma película ferruginosa e argilo-minerais, fornecendo uma coloração marron-avermelhada em luz natural.

Da mesma forma, ocorrem os cristais de albita, extremamente fraturados, escalonamento do plano de macla e argilização / ferruginização das mesmas.

Os cristais de quartzo encontram-se mais límpidos do processo de alteração, porém também fraturados e em parte substituídos por quartzo de 2º geração (hexagonais) e que mostram zonação de crescimento.

A rocha é entrecortada por microvênulas de quartzo e fraturas preenchidas por agregados amorfos de epidoto e óxido de ferro, denotando hidrotermalismo associado ao fraturamento/catacláse. Minerais opacos amorfos, também ocorrem formando aglomerados ao longo das fraturas.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE:	Ígnea
---------	-------

ROCHA:	Feldspato alcalino granito
--------	----------------------------

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS

COMPLEMENTARES:

Data: 12/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLOGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C:	1508	SUREG/PV
----------------------	------	------	----------

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO Gilmar Rizzotto

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	269759	6937990	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

<p style="text-align: center;">Rocha de coloração rosa, fanerítica, isotrópica, equigranular, leucocrática, constituída de quartzo, feldspato, epidoto e mica.</p>
--

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Equigranular grossa COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
Sim		

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Microclínio	49	Fluorita	Traços
Quartzo	42	Mica Branca	Traços
Plagioclásio	8	Zircão	Traços
Biotita	1	Opacos	Traços
Anfibólio	Traços	Clorita	Traços
Epidoto	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura equigranular grossa e pertítica. A primeira é representada por fenocristais de feldspato alcalino do tipo microclínio (\emptyset máx. de 1,2 cm), fenocristais de oligoclásio (\emptyset máx. de 5,0 mm) e fenocristais de quartzo (\emptyset máx. de 4,0 mm). A segunda textura é representada por lamelas de pertita (albita) inclusas no microclínio.

O microclínio apresenta inclusões de quartzo, anfíbólio, albita e biotita, fortemente maclado e pertítizado com freqüente alteração imtempérica do tipo argilização. Fraturas são relativamente freqüentes e encontram-se preenchidas por óxidos/hidróxidos de ferro (goethita) e mica branca.

Por vezes nas suas bordas ocorrem intercrescimento mirmequítico de albita e quartzo.

O plagioclásio é de duas gerações: a primeira é representada por fenocristais de oligoclásio (An₂₂) parcialmente transformado por finos agregados de mica branca e epidoto.

Fraturas são freqüentes e preenchidas por óxidos de ferro. Os cristais de segunda geração são representados pela albita, que ocorre como inclusões no microclínio (pertitas), como intercrescimento com quartzo (mirmequitas) e raros cristais euédricos inclusos nos feldspatos alcalinos.

A biotita ocorre como cristais tabulares, de pleocroísmo marron-avermelhado, apresentando inclusões de fluorita ao longo dos planos de clivagem e inclusões de apatita de forma aleatória. Encontram-se parcialmente substituída por clorita e com formação de opacos ao longo das clivagens. Isto se deve ao processo de alteração pós-magmática. Inclusões de zircão metamítico também é freqüente.

O anfíbólio é restrito a pequenos cristais transformados parcialmente para biotita e opacos.

Os minerais de alteração são do tipo mica branca, epidoto, óxido de ferro (opacos) e clorita, ambos associados a processos pós-magmáticos, possivelmente, por processo hidrotermal.

Acessórios mais comuns estão representados por zircão, fluorita, e apatita.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: | Ígnea

ROCHA: | Feldspato alcalino granito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 12/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF: AFLOR.Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO Gilmar Rizzotto

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	265502	8939065	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração rosa claro, fanerítica, granulação grossa, equigranular, leucocrática, isotrópica, constituída de feldspato, quartzo e biotita.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT: _____ COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text" value="Sim"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Microclínio	44	Clorita	Traços
Quartzo	23	Fluorita	Traços
Oligoclásio	20	Allanita	Traços
Albita	8	Zircão	Traços
Biotita	5	Opacos	Traços
Anfibólio	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura equigranular hipidiomórfica, mesopertítica e poiquilítica. A textura equigranular hipidiomórfica é representada por fenocristais de microclínio, oligoclásio e quartzo, aproximadamente equidimensionais, com exceção do microclínio que chega a atingir, por vezes, tamanhos centimétricos.

A textura mesoperfítica é representada por intercrescimento de lamelas e cristais prismáticos de albita junto com microclínio, geralmente ao longo do plano de macla. A textura poiquilítica é representada pelo intercrescimento simplectítico de quartzo e fluorita no interior de cristais de biotita.

Os fenocristais de microclínio exibem, além das pertitas, inclusões de quartzo anédrico, anfibólio e plagioclásio. Mostra fraca alteração intempérica (argilização) e fraturas preenchidas por material amorfo (goethita).

O oligoclásio é raro como fenocristal, ocorrendo com inclusões de quartzo euédrico e biotita e, freqüentemente, alterado para um agregado de mica branca. Por vezes, mostra variação composicional (zonação). Da mesma forma que no microclínio, os cristais de oligoclásio apresentam fraturas preenchidas por material amorfo e fraca alteração intempérica para argila.

A biotita exhibe bordas de reação quando em contato com o microclínio, desenvolvendo simplectitos com quartzo. Mais raramente, desenvolve intercrescimento simplectítico com anfibólio. Este é bastante raro e encontra-se transformado (parcialmente) para biotita.

O acessório comumente encontrado é a fluorita, ocorrendo como cristais globulares, prismáticos, geralmente incluso na biotita ou associado a ela juntamente com zircão. Alteração para clorita e óxido de ferro é comum ao longo das clivagens.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE:	Ígnea Plutônica
---------	-----------------

ROCHA:	Fluorita Sienogranito
--------	-----------------------

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS

COMPLEMENTARES:

Data: 12/04/2005

..

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input style="width: 80px;" type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	--

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	261325	8940724	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de cor rosa pálida, porfírica, matriz fanerítica grossa, equigranular, leucocrática, apresentando fenocristais com textura rapakivi, diques preenchidos por aplitos e veios de quartzo. Constituída de feldspato, quartzo e micas.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: inequigranular hipidiomórf. COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Ortoclásio	38		
Oligoclásio	23		
Quartzo	38		
Muscovita	1		
Fluorita	Traços		
Zircão	Traços		
Opacos	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação grossa, textura inequigranular hipidiomórfica, definida por fenocristais de ortoclásio (6 mm), oligoclásio (4 a 6 mm) e quartzo (1 cm).

O ortoclásio é mesopertítico com intercrescimento lamelar de albita. Mostra-se freqüentemente fraturado com preenchimento das fraturas por óxido de ferro e mica branca. Fraturamento moderado dos cristais.

O plagioclásio do tipo oligoclásio exibe formas prismáticas, parcialmente alterado para sericita e muscovita. O outro plagioclásio é a albita, que ocorre como intercrescimento no ortoclásio.

O quartzo exibe leve extinção ondulante, microfraturas preenchidas por hidróxido de ferro (goethita).

Minerais máficos, se presentes, foram totalmente substituídos para muscovita e óxido de ferro.

O acessório predominante é a fluorita, ocorrendo como cristais euédricos, e por vezes, associados aos minerais opacos. Entretanto, os opacos estão bastante alterados por oxidação. Zircão é outro acessório disperso pela lâmina.

O fraturamento moderado dos cristais sugere efeitos cataclásticos superimpostos com posterior percolação de fluídos intempéricos como óxido / hidróxido de ferro.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Ígnea Plutônica

ROCHA: Fluorita Monzogranito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	258971	8944057	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha metamórfica de cor branca-arroxeadada, constituída essencialmente de quartzo.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: granoblástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	99	Sericita e Opacos	1

OBSERVAÇÕES:

Rocha com predominância de granulação fina, entretanto, entremeada por uma rede de veios de quartzo neoformado de granulação mais grossa.

A textura é granoblástica muito fina, representada por um agregado de diminutos cristais de quartzo mal formado ou anédricos.

De outra forma, a rocha é entrecortada por uma rede de microvênulas de quartzo, das mais variadas espessuras, formada por um processo posterior, ou seja, um processo cataclástico onde ocorre o fraturamento e quebramento dos minerais, com posterior preenchimento das

fraturas por sílica, neoformando cristais maiores de quartzo do que na matriz. Esses cristais são na sua maioria hexagonais, com crescimento perpendicular às paredes da fratura.

A rocha inicialmente foi metamorfitizada em condições metamórficas de fácies xisto verde e, posteriormente, com cataclase superimposta à níveis quase que superficiais.

Material de alteração (secundario) é representado por finas palhetas de sericita e material amorfo (óxi-hidróxido de ferro), este último, preenchendo fraturas.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica

ROCHA: Metachert

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 14/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	268159	8937560	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Biotita-granito porfirítico de cor rosa a cinza claro, com predominância de k-feldspato (pórfiros com dimensões de 2 cm). Cisalhamento rúptil menos acentuado do que o do ponto JG-23. Presença de máficos (biotita predominante).

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Hipidiomórfica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
	Grossa	

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	23	Clorita	5
Ortoclásio	43	Muscovita	Traços
Oligoclásio	20	Zircão	Traços
Albita	8	Epidoto	Traços
Fluorita	1		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação grossa, textura hipidiomórfica inequigranular, com predominância da textura cataclástica. Observa-se microzonas cataclásticas com desenvolvimento de brecha cataclástica onde o quebramento dos constituintes minerais é bastante pronunciado. Essas microzonas apresentam ramificações que se espalham por toda a rocha produzindo um quebramento generalizado dos minerais quartzo-feldspáticos, com preenchimento posterior por microgrãos angulosos de quartzo, albita, clorita, sericita e fluorita.

Os fenocristais de ortoclásio apresentam manclas de Carlsbad, mesopertíticos e fortemente subgranulados nas porções afetadas pela cataclase. Argilização resultante do intemperismo químico fornece uma coloração amarronada aos cristais.

O plagioclásio do tipo oligoclásio (An₁₈₋₂₂) apresenta planos de maclas deslocadas pelo fraturamento e com processo de transformação para sericita mais desenvolvido ao longo das fraturas. Os cristais de albita (segunda geração) são menos deformados e pouco alterados.

A paragênese mineral representada por muscovita, clorita, fluorita e epidoto é indicativa de derivação hidrotermal, associada aos processos cataclásticos superimposto.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Ígnea

ROCHA: Fluorita Sienogranito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 27/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

 PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

 PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	288798	8935377	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração verde escuro, textura nematoblástica, fraturada, composta basicamente de anfibólio. Presença de pirita e arsenopirita como minerais acessórios.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

 TEXT.: nemato- e granoblástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Hornblenda	51	Epidoto	1
Clinopiroxênio	6	Apatita	Traços
Plagioclásio	39	Opacos	Traços
Titanita	3		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura nematoblástica e granoblástica. A primeira é representada pelo alinhamento de cristais alongados de hornblenda e clinopiroxênio e, a segunda, é representada por arranjo granoblástico a 120° de cristais de plagioclásio em contato plano (reto) entre os mesmos.

A hornblenda é pleocróica nos tons de verde-azulado a verde-acastanhado, em contato reativo com cristais de clinopiroxênio, e por vezes, substituindo os mesmos.

O clinopiroxênio está representado por diopsídio e augita, sendo que o primeiro predomina. Os raros cristais de augita estão quase que transformados completamente para hornblenda (fases reliquiares de augita). O diopsídio está em equilíbrio metamórfico com a hornblenda. Aglomerados de hornblenda substituindo piroxênios reliquiares juntamente com porfiroclastos de plagioclásio sugerem protólito gabróico.

Os cristais de plagioclásio ocorrem em arranjo granoblástico na matriz (An_{38}) e em cristais relíctos ígneos (porfiroclásticos) de composição An_{44} . Planos de maclas estão deformados e com extinção ondulante, sugerindo metamorfismo / deformação em rocha já previamente cristalizada.

Titanita ocorre em agregados globulares granoblásticos em contato reto com hornblenda, sendo considerados de origem metamórfica. Da mesma forma, ocorrem cristais de epidoto bordejando cristais de hornblenda. A paragênese metamórfica com hornblenda + diopsídio + plagioclásio + epidoto + titanita, sugere metamorfismo de temperatura compatível com a fácies epidoto-anfibolito.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica

ROCHA: Anfibolito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 14/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	286993	8931756	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração verde escuro, textura nematoblástica, apresentando foliação mineral, constituída basicamente de anfíbólio. Presença de pirita e arsenopirita. Este último, associado a veios de quartzo com largura de 5 cm.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Nematoblástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
hornblenda	63	opacos	1
plagioclásio	33	biotita	2
quartzo	1	apatita	Traços

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura nematoblástica representada por agregados alinhados de hornblenda verde-oliva. Textura granoblástica subordinada, representada por agregado granoblástico de plagioclásio em contato reto.

A hornblenda apresenta pleocroísmo que varia de verde-oliva a verde-amarelado, em equilíbrio metamórfico com os cristais de biotita.

O plagioclásio é do tipo andesina, exibindo extinção ondulante e, raramente alterado para sericita.

Nesta rocha não ocorre piroxênio, mas possivelmente o protólito seja um gabro de granulação fina, de nível crustal mais raso que o anterior (hipótese).

A biotita ocorre em forma de palheta geralmente associada a hornblenda, em equilíbrio metamórfico com a mesma. A não ocorrência de epidoto e titanita, neste anfibolito em relação à rocha JM-35, e sim de biotita, deve-se provavelmente a deficiência de cálcio substituído por potássio, aparecendo a biotita.

Raros cristais diminutos de quartzo na matriz, sugere magmas toleíticos como origem destas rochas.

Acessórios estão representados por opacos e raros cristais de apatita.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica
ROCHA: anfibolito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 14/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	231529	8930428	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração cinza, leococrática, equigranular fenerítica grosseira; constituída de quartzo, feldspato e biotita. Apresenta filiação metamórfica e aplitos concordantes.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Protomilonítica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Microclínio	21	Biotita	11
Oligoclásio	23	Titanita	2
Quartzo	35	Epidoto	1
Hornblenda	6	Opacos	1
Fluorita, zircão, clorita	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura protomilonítica, lepidoblástica, granoblástica e pertítica. A primeira é mais evidente e pervasiva onde ocorrem porfiroclastos de microclínio e oligoclásio envoltos por lamelas de biotita e prismas de hornblenda sigmoidal.

Os porfiroclastos de microclínio exibem bordas subgranuladas e recristalizadas, com pertitas em forma de lamelas e mesopertitas. Inclusões de quartzo ovalado, subarredondado no interior dos porfiroclastos são relictos ígneos.

Porfiroclastos de oligoclásio exibem zonação ígnea preservada, subdivisão de cristais e bordas subgranuladas. Alteração para sericita e epidoto é freqüente nos porfiroclastos.

O quartzo raramente ocorre como porfiroclasto, pois o mesmo mostra-se totalmente recristalizado em agregado granoblástico suturado. A formação de subgrãos é reflexo do efeito deformacional.

A hornblenda, juntamente com biotita verde, são os máficos predominantes. A hornblenda mostra-se parcialmente transformada para biotita e epidoto.

A biotita, por sua vez, mostra formas sigmoidais, *kink bands*, contornando os porfiroclastos feldspáticos. Mostra uma alteração para clorita, de forma incipiente.

A titanita ocorre em agregados globulares, denotando a sua derivação metamórfica. Ocorre associada a opacos, possivelmente ilmenita ou ilmeno-magnetita, da qual deriva em parte.

O epidoto é secundário e derivado da transformação da hornblenda e biotita e também ocorre no núcleo dos plagioclásios.

Os acessórios mais comuns são allanita, zircão e fluorita. Esta última é derivada por processo hidrotermal.

A paragênese metamórfica com feldspato potássico + Plagioclásio + Hornblenda + biotita + epidoto + titanita é sugestiva de condições metamórficas da Fácies Anfibolito Inferior.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica
ROCHA: Titanita-Hb-Bt Metamonzogranito protomilonítico

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 14/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	231467	8932846	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração creme-amarelada, apresentando foliação metamórfica e constituída essencialmente de quartzo. Algumas porções da amostra se encontram intemperizadas e ferruginizadas.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: granoblástica alongada COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA
quartzo	98	
muscovita	1	
opacos	1	

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura granoblástica-alongada, definida pelo arranjo dos grãos de quartzo com contato plano-lobulado a 120°.

Observa-se a formação de subgrãos e recristalização intensa, onde os cristais maiores mostram-se subdivididos internamente e com bordas subgranuladas e recristalizadas.

A granulação é relativamente homogênea, com tamanho de grão variando entre 0,1 mm a 2,0 mm. Extinção ondulante é comum nos cristais de quartzo e quase todos os cristais estão alongados segundo a direção do fluxo metamórfico.

Finas palhetas de muscovita também ocorrem, juntamente com esparsos cristais de minerais opacos, muitas vezes, apresentando-se como “fantasmas”, restando apenas a forma externa dos mesmos. Estes estão alterados e transformados para óxido de ferro.

Da mesma forma, óxido e hidróxido de ferro preenche as poucas fraturas existentes na rocha.

O acessório presente é o zircão, ocorrendo de forma esparsa pela lâmina.

O grau metamórfico é compatível com as condições metamórficas da Fácies Xisto Verde superior.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica
ROCHA: Quartzito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 14/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	236178	8936326	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração creme-rosada, fanerítica, de granulação fina a média, equigranular, composta de feldspato, quartzo e mica. Em certas porções ocorrem milonitizadas com bandamento composicional revelando estiramento dos minerais, separando-as em zonas de concentração, tanto de quartzo-feldspato, quanto de micas.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: granoblástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Microclínio	41	Epidoto	2
Quartzo	35	Opacos	1
Oligoclásio	10	Allanita	Traços
Biotita	6	Zircão	Traços
Titanita	3	Apatita	Traços
Hornblenda	1	Mica branca	Traços

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação bimodal onde se destacam porfiroclastos de feldspato potássico e plagioclásio em matriz fina recristalizada composta por estes minerais e máficos associados.

A estrutura dominante é a protomilonítica, formada por feições de augen-gnaiss.

As texturas são do tipo granoblástica, pertítica, mirmequítica e porfiroclástica.

A textura granoblástica é definida pelo arranjo recrystalizado dos minerais quartzo-feldspáticos na matriz. Muitas vezes, na sombra de pressão dos porfiroclastos, formam-se agregados granoblásticos de minerais quartzo-feldspáticos.

A textura porfiroclástica é definida por porfiroclastos de microclínio e oligoclásio envoltos por agregados grano-lepidoblásticos de quartzo e biotita.

O microclínio, quando porfiroclasto, apresenta subdivisão em grãos menores, efeito do processo deformacional, com recrystalização nas bordas e ao longo das zonas de ruptura dos grãos. Na sombra de pressão também é comum a geração de neogrãos de microclínio. A textura pertítica é reliquiar (magmática) nos porfiroclastos de microclínio. Por vezes, forma-se intercrescimento mimerquítico (albita + quartzo) nas bordas dos porfiroclastos de microclínio.

O plagioclásio é do tipo Oligoclásio (An_{14}), ocorrendo na forma de porfiroclasto (relicto ígneo), com bordas recrystalizadas em diminutos cristais. Os porfiroclastos mostram-se bastante alterados por um agregado de mica branca e epidoto.

O quartzo raramente ocorre como porfiroclasto, mostrando-se geralmente, recrystalizado formando “esteiras de grãos”, subgrãos e grãos neoformados. A maioria dos cristais encontra-se estirado segundo o fluxo metamórfico.

Porfiroclastos de titanita, também, ocorrem, mostrando-se rotacionados, com sombra de pressão preenchidas por opacos e quartzo. Formas euédricas sugerem que as titanitas (porfiroclastos) sejam relictos ígneos, juntamente com porfiroclastos de allanita. Entretanto, por sua vez, os epidotos são de origem metamórfica e geralmente desenvolvem-se bordejando as titanitas e as biotitas, e nas sombras de pressão dos porfiroclastos de titanita.

A hornblenda ocorre como cristais “fantasmas”. Ou seja, apenas mantém forma e pleocroísmo, estando quase que completamente transformada em biotita e epidoto.

A biotita apresenta pleocroísmo verde a verde-amarelado, sugerindo alto teor de Fe^{+2} . Encontra-se orientada segundo o fluxo metamórfico, em forma sigmoidal, definindo a foliação da rocha. Encontra-se geralmente associada aos máficos (hornblenda, titanita, epidoto e opacos).

Os acessórios são zircão, apatita e opacos euédricos (magnetita?).

A paragênese metamórfica constituída pelos minerais feldspato potássico + plagioclásio + quartzo + biotita + hornblenda + titanita + epidoto é indicativa de metamorfismo de fácies epidoto-anfibolito.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica

ROCHA: Biotita Metasienogranito protomilonítico

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 14/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	236178	8936326	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de cor creme-rosada, fanerítica fina-média, leucocrática, equigranular, constituída de feldspatos, quartzo e micas. Em certas porções de grande amplitude a rocha apresenta-se milonitizada, tendo bandamento composicional. Ocorrem porções do granito mais grosseiro formando um augengranito com cristais de quartzo e feldspatos volteados por lineações de micas.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Granoblástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	38	Epidoto	Traços
Oligoclásio	25	Zircão	Traços
Microclínio	33		
Biotita	3		
Granada	Traços		
Opacos	Traços		
Muscovita	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação fina a média, textura granoblástica definida pelo arranjo dos cristais quartzo – feldspáticos em contato suturado a 120°. Raros porfiroclastos de microclínio e oligoclásio ocorrem envoltos por subgrãos milimétricos de microclínio neoformado (metamórfico), plagioclásio (metamórfico) e quartzo também recristalizado.

O microclínio é pertítico, apresentando bordas recristalizadas e, por vezes, com inclusões de mirmerquitos (Qzo + Alb). O plagioclásio (porfiroclastos) exhibe maclas deslocadas, zonação composicional e parcialmente alterado para agregado de mica branca e epidoto. Envoltos dos subgrãos de plagioclásio ocorre uma recristalização de microclínio que envolve os mesmos. Na matriz é comum o intercrescimento mimerquítico entre albita e quartzo.

O quartzo não ocorre como porfiroclasto, apenas na matriz em cristais alongados segundo a foliação metamórfica.

Os máficos são pouco freqüentes e estão representados por escassas palhetas de biotita. As palhetas são de tamanho reduzido (0,2 mm) e ocorrem geralmente associadas a grãos globulares de granada e epidoto, ambos de origem metamórfica.

A semelhança composicional com a JM-45 é evidente, muito embora esta rocha não contenha titanita e hornblenda. Por outro lado, a JM-45A possui granada. A possível interpretação é que seja uma fácies tardia (tardi-tectônico?) em relação à JM-45.

Os constituintes minerais em equilíbrio metamórfico sugerem temperaturas metamórficas compatíveis com a fácies anfibolito inferior (epidoto anfibolito).

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica

ROCHA: Granada –Biotita Metamonzogranito
--

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	249598	8908662	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de cor cinza-clara com variações esbranquiçadas e acinzentas – escuras. Ocorrem porções milonitizadas, com a foliação contornando os porfiroclastos de quartzo e feldspato. É constituída de biotita, granada e mineral magnético, além dos já citados. As porções de granulação mais fina, formam diques sinplutônicos de dimensões decimétricas, e são caracterizadas pela lineação de minerais máficos e de quartzo.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Granoblástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	35	Opacos	Traços
Microclinio	37	Muscovita	Traços
Oligoclásio	24		
Biotita	2		
Epidoto	2		
Granada	1		
Zircão	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação média a grossa, de textura granoblástica definida pelo arranjo dos cristais de plagioclásio, microclínio e quartzo a contato plano / lobado a 120°.

Textura porfiroclástica subordinada formada por relíctos ígneos de plagioclásio e microclínio com bordas subgranuladas e recristalizadas. Apresenta também uma bimodalidade na granulação com porções de minerais de tamanho de até 5 mm a 1,0 cm e porções com minerais neoformados até 0,5 a 1,2 mm.

O microclínio (fenocristal relicto ígneo) é pertítico, enquanto que os grãos neoformados por recristalização metamórfica não apresentam intercrescimentos.

O plagioclásio exhibe planos de maclas deslocados e encurvados, composição oligoclásio (An₂₃), freqüentemente alterado para mica branca (muscovita). A recristalização do microclínio e não do oligoclásio, sugere temperaturas metamórficas da fácies anfíbolito inferior.

O quartzo ocorre dividido em subgrãos, geralmente com extinção ondulante, bordas subgranuladas, recristalizado e levemente alongados na matriz.

Raros minerais máficos ocorrem e são representados por biotita pardacenta, associada a aglomerados de epidoto. Cristais de granada ocorrem dispersos pela lâmina e são de origem metamórfica.

A paragênese com FK + PG + QZO + GD + BT + EP é indicativa de metamorfismo da fácies anfíbolito inferior.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica

ROCHA: Granada-Biotita Metamonzogranito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input style="width: 80px;" type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	--

 PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

 PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	275504	8948403	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração arroxeadada, clástica fina, intercalada por lentes centimétricas de natureza pelítica. Constituída de grãos de quartzo cimentados por sílica, bem litificada. Apresentando vênulas de quartzo

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

 TEXT.: _____ COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	85		
Feldspato	12		
Sericita	2		
Zircão	Traço		
Opacos	Traço		
Fragmento de rocha	1		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação fina, textura granoblástica definida pelo arranjo dos cristais de quartzo em contato serrilhado a 120°

Os cristais de quartzo exibem extinção ondulante, formas xenomórficas e contato serrilhado entre os grãos, sugere metamorfismo superimposto. Subgranulação é rara e quando se faz presente, é nas bordas que a mesma ocorre.

Raros cristais de albita ocorrem entre os grãos de quartzo, geralmente apresentando-se sericitizado.

Fragmentos de rochas são poucos comuns sendo constituindo de matachert. Entre os constituintes quartzo-feldspáticos ocorrem palhetas de sericita, preenchendo os espaços vazios da matriz. Zircão é o mineral resistato mais comum.

O metamorfismo superposto é de muito baixo grau.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Sedimentar

ROCHA: Metarenito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input style="width: 80px;" type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	--

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCV	275568	8948679	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de coloração cinza-escuro, pelítica, apresentando foliação incipiente e fraturas abertas preenchidas por sílica. Apresenta porções creme-rosadas e amígdalas de quartzo microcristalino.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: _____ COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	73		
Sericita	25		
Opacos	2		
Zircão	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulometria extremamente fina, com grãos de quartzo de tamanho de décimos de milímetro.

Apresenta estrutura sedimentar preservada em pequena escala, representada por laminação espaçada milimetricamente, onde tem-se lâminas de sericita + quartzo e lâminas só de sericita. Isto reflete uma laminação primária de argila + silte.

A rocha é pintalgada de minerais submilimétricos e opacos (indistinguíveis na composição) que fornece à rocha uma textura do tipo “sal e pimenta” quando visualizada à luz natural.

Raras fraturas ocorrem e estão preenchidas por óxido/hidróxido de ferro (goethita).

A sericita ocorre em micropalhetas definindo uma incipiente foliação / clivagem ardosiana. A paragênese quartzo + sericita não fornece muitas informações à respeito do grau metamórfico, mas provavelmente, trata-se de metamorfismo de grau muito baixo (xisto verde inferior).

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica
ROCHA: Filito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input style="width: 80px;" type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	--

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCII	271858	8953994	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de cor cinza-grafite, fanerítica fina, bem litificada, foliada e fraturada. apresentando pequenas variações composicionais. Mostra-se parcialmente capeada por lente ferruginizada de cor vermelha-alaranjada.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: _____ COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	65		
Sericita	35		
Opacos	Traços		
Zircão	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulometria fina exibindo uma bimodalidade granulométrica definida por minerais submilimétricos de sericita, quartzo e argilo-minerais e outra fração de minerais de quartzo de aproximadamente 0,25 mm.

Esta fração constitui-se de fragmento de cristais de quartzo onde os mesmos mostram-se com as mais variadas formas, como formas triangulares, meia-lua, aciculares, sugerindo derivação por explosão vulcânica.

A rocha apresenta a superfície primária (Sø) preservada, definida por lâminas milimétricas de fragmentos de quartzo alternados por lâminas milimétricas de sericita e quartzo microcristalino. Essa alternância sugere intervalos regulares na deposição de cinzas com material piroclástico.

Metamorfismo de baixo grau superimposto à rocha é sugerido pelo contato serrilhado a 120° dos grãos de quartzo e neoformação de grãos, além da neoformação de sericita alinhada segundo o fluxo metamórfico.

Fraturas pós-metamorfismo encontram-se preenchidas por quartzo e sericita, ambas de granulação maior do que a matriz da rocha. Essas fraturas são também preenchidas por filetes de óxido de ferro. Diminutos grãos de opacos ocorrem dispersos pela rocha. A paragênese com quartzo + sericita indica metamorfismo de fácies xisto-verde inferior.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Metamórfica

ROCHA: Metatufo

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCII	274177	8959536	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de cor vermelha-carmin, porfírica, fanerítica fina-média, equigranular, leucocrática, isotrópica, constituída de feldspato, quartzo, micas e piritita.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Porfírica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	28	Titanita	Traços
Ortoclásio	51	Epidoto	Traços
Oligoclásio	10	Zircão	Traços
Clorita	1		
Opacos	2		
Albita	7		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura porfírica definida por fenocristais de ortoclásio e oligoclásio, dispersos em matriz fanerítica fina, constituída por agregados de albita e quartzo. Os cristais de

quartzo na matriz apresentam formas ripidiformes e esqueletais, indicando, juntamente com a textura porfirítica, condições de cristalização em profundidade rasa (hipabissal).

A rocha apresenta-se em elevado estágio de alteração intempérica, onde os fenocristais de feldspato exibem uma película de argila por sobre os cristais, processo facilitado por sericitização prévia dos mesmos.

Os cristais de ortoclásio são pertíticos, embora mostram-se bastante alterados por sericitização e argilização, o que dificulta a visualização dos intercrescimentos.

Os fenocristais de plagioclásio apresentam planos de maclas totalmente mascarados pela sericitização e argilização, tornando difícil a sua identificação. Bordas corroídas pelo líquido magmático tardio.

O quartzo não ocorre como fenocristal, apenas na matriz, formando um agregado pseudográfico com albita.

Os microcristais de biotita estão transformados totalmente para clorita.

Epidoto ocorre em agregados globulares, derivados do plagioclásio; a titanita é subordinada e derivada dos opacos.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Ígnea Hipabissal

ROCHA: Álcali – Feldspato Granito (subvulcânico)

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	318181	8940904	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha de cor rosa, porfirítica, com fenocristais ovóides de textura rapakivi, isotrópica, leucocrática, inequigranular, matriz grosseira, constituída de feldspato, quartzo e biotita. Apresenta veios de quartzo centimétricos e vênulas decimétricas selando as fraturas, bem como, aplitos formando diques. Os fenocristais possuem manteamento de k-feldspato ao centro circundado por plagioclásio sódico.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Inequigranular Hipidiomorf COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	32	Biotita	1
Microclinio	50	Epidoto	Traços
Oligoclásio	9	Zircão	Traços
Albita	4	Fluorita	Traços
Arfvedsonita	2	Apatita	Traços
Clorita	2		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de textura inequigranular hipidiomórfica definida pelos cristais tabulares de microclínio e oligoclásio e cristais hexagonais de quartzo. Textura pertítica também é comum, com intercrescimento de cristais de albita no interior do feldspato alcalino. Textura rapakivi subordinada, a qual é definida pelo envolvimento do microclínio por auréola de albita / oligoclásio.

O microclínio exhibe fraturas preenchidas por material secundário do tipo epidoto, clorita e óxido de ferro. O mantimento dos fenocristais por albita é freqüente, assim como o intercrescimento pertítico.

Os fenocristais de oligoclásio ocorrem em proporção bem menor que o microclínio, mostrando efeitos deformacionais do tipo deslocamento do plano de maclas. Mostram-se alterados para sericita e epidoto.

O quartzo ocorre como fenocristais prismáticos a subarredondados, mostrando efeito deformacional do tipo forte extinção ondulante e início do processo de formação de subgrãos. Em estágios mais avançados da deformação (zonas de deformação concentrada), apresentam subgranulação nas bordas, sugerindo cisalhamento rúptil.

Microfraturas são freqüentes e preenchidas por óxido de ferro, clorita, fluorita e epidoto.

Os máficos são representados por arfvedsonita e biotita. A primeira mostra-se transformada para clorita e epidoto, ocorrendo em agregados dispersos pela lâmina.

A biotita mostra-se totalmente transformada para clorita e com formação de *kink bands*.

As fraturas e os espaços intergranulares estão preenchidos por clorita + epidoto + fluorita + quartzo, resultantes de processos pós-magmáticos.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Ígnea Plutônica
ROCHA: Arfvedsonita - Álcali - Feldspato Granito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 15 / 04 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCIII	309746	8967454	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Granito de coloração rosa escura a marron claro, porfirítico, matriz fina fanerítica com presença de pórfiros de K-feldspato menores de 5 mm. A rocha se encontra afetada por fraturamento rúptil. Em mostra presença de quartzo fumê; raros máficos; levemente magnética. Os cristais de feldspato mostram intercrescimento de quartzo.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Porfirítica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	26	Hornblenda	2
Ortoclásio	51	Zircão	Traços
Olgoiclásio	12	Apatita	Traços
Albita	9		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulação bimodal (fenocristais milimétricos e matriz fanerítica fina) que apresenta textura porfirítica, representada por fenocristais (diâmetro entre 6 a 2 mm) de ortoclásio, quartzo e plagioclásio em matriz disforme, embora fanerítica, composta por quartzo e albita. Também ocorre a textura mesopetítica, representada pelo intercrescimento de albita no feldspato potássico.

Ortoclasto é prismático, pertítico, com freqüentes inclusões de quartzo subarredondado e albita. Mostra-se fortemente alterado pelo processo de argilização intempérica, formando um filme amarronzado de argila por sobre os fenocristais. Fraturas abertas são freqüentes e preenchidas por material micácio disforme e óxido de ferro.

O plagioclásio é de duas gerações. O primeiro a cristalizar foi o oligoclásio, que ocorre como fenocristais tabulares, freqüentemente alterado para sericita (alteração pós-magmática) e argilosa. A segunda geração é representada por cristais de albita que ocorrem intercrescidos no ortoclasto e em agregados disforme na matriz.

O quartzo exibe formas subarredondadas a pseudo-hexagonais, mostrando embainhamento e bordas corroídas, sugerindo cristalização em baixa profundidade (condições subvulcânicas). Apresenta-se isento de alteração, com poucas fraturas.

A hornblenda verde-amarronzada é o máfico predominante e mostra-se em desequilíbrio químico com os minerais adjacentes, ou seja, encontra-se transformada parcialmente em albita, epidoto e quartzo, formando textura em peneira. A hornblenda ocorre geralmente envolvendo cristais fantasmas de clinopiroxênio (augita?), bastante transformada, onde se observa a clivagem e birrefringência típica de piroxênios.

Acessórios incluem o zircão, opacos anédricos e raros cristais de apatita.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Ígnea

ROCHA: Hornblenda Sienogranito

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 29/04/2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508.260"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCIII	298163	8961863	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Arenito arcossiano grosseiro com presença de níveis de conglomerado fino e estratificação cruzada.
--

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Clástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	40	Fragmento de rocha	12
Feldspato	47	Zircão	Traços
Mica	1		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulométrica fina, relativamente uniforme no tamanho de grãos. Mostra alta imaturidade mineralógica e textural, com moderada quantidade de feldspatos e fragmentos de rocha. De outra forma, apresenta grau elevado de compactação, onde seus contatos apresentam uma fase inicial de suturamento. Sendo assim, ocorre uma diminuição no grau de porosidade da rocha.

Na matriz encontram-se palhetas de muscovita, por vezes deformadas devido a pressão dos grãos de quartzo e feldspato por sobre os mesmos.

Fragmentos de rochas e fragmentos de quartzo metamórfico são frequentes, exibindo formas subarredondadas a subangulosas.

Os grãos de feldspato são na sua maioria de microclinio, albita e oligoclásio, indicando área fonte de granitos. Fragmentos de metachert, metassiltito e quartizito são subordinados.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Sedimentar

ROCHA: Arcósio

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A; Howie, R.A; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 29 / 04 / 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508.260"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCVI	300652	8947313	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Arenito quartzo-feldspático com seixos de quartzo, quartzo-arenito fino dispersos e em níveis.
--

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Clástica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
Quartzo	66	Mica	Traços
Feldspato	20	Turmalina	Traços
Fragmentos de rocha	14	Epidoto	Traços
Zircão	Traços		

OBSERVAÇÕES:

Rocha de granulométrica média grossa, com grãos de tamanho de 0,25 mm a 3,5 mm. Os grânulos com tamanho superior a 2 mm são raros. A rocha mostra uma elevada imaturidade textural e mineralógica, representada pela grande quantidade de feldspato, fragmentos de rocha, mica e baixo arredondamento dos grãos. Boa parte dos fragmentos de rocha e fragmentos de quartzo metamórfico são de tamanho de grânulo a areia grossa.

Os feldspatos são do tipo microclínio, oligoclásio e albita, mostrando forma subangulosa a subarredondada e alterada parcialmente para sericita.

Os fragmentos de rocha são constituídos na sua maioria, por metarenitos, quartzo, metachert, metassilito, quartzo recristalizado (metamórfico), calcedônia e até de clastos de epidoto. Em função da elevada taxa de imaturidade mineralógica e textural, sugere área fonte próxima.

O contato reto a lobulado entre os grãos sugere pressão de carga moderada no processo de soterramento. Com isso, o espaço intergranular foi reduzido e preenchido por cimento silicoso. Os minerais resistentes compreendem zircão e turmalina.

Os minerais resistidos do tipo muscovita e biotita encontram-se deformados por pressão de carga.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: Sedimentar

ROCHA: Arcósio

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.
--

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

--

Data: 29 / 04 / 2005

	PROGRAMA DE LEVANTAMENTOS GEOLÓGICOS BÁSICOS DO BRASIL	PLANILHA DE ANÁLISE PETROGRÁFICA
---	---	---

CADASTRO:

PROJETO: RIO MADEIRA	C/C: <input type="text" value="1508.260"/> SUREG/PV
----------------------	---

PREF.: AFLOR. Nº AMOSTRA: LOTE: Nº LAB.:

PETRÓGRAFO: GILMAR RIZZOTTO

EQUIP. AUX.: _____

MAPA	UTM (E)	UTM (N)	MC	UF
SC20VCIII	309291	8967548	63	RO

CARACTERÍSTICAS MESOSCÓPICAS:

Rocha holocristalina, fanerítica, coloração marrom-avermelhada, textura porfirítica onde destacam-se os cristais subarredondados de quartzo em matriz quartzo-feldspática fina.

CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS:

TEXT.: Porfirítica COMP. MODAL: ESTIMADA CALCULADA

EQUIGRANULAR	INEQUIGRANULAR	MEGA COMPONENTES
	Fina	

MINERALOGIA	%	MINERALOGIA	%
ORTOCLÁSIO	49	FLUORITA	TRAÇOS
QUARTZO	26	ZIRCÃO	TRAÇOS
OLIGOCLÁSIO	12	APATITA	TRAÇOS
ALBITA	9	OPACOS	TRAÇOS
HORNBLENDA	3		
CLINOPIROXÊNIO	1		

OBSERVAÇÕES:

A granulação e bimodal onde destacam-se fenocristais subarredondadas e prismáticos de quartzo, fenocristais prismáticos de ortoclásio e oligoclásio, dispersos em matriz fenerítica fina.

A textura é porfirítica, definida por fenocristais (\varnothing entre 6 a 2 mm) de ortoclásio, quartzo e plagioclásio em matriz disforme, embora fenerítica, composta por quartzo, albita, anfibólio e opacos. Também ocorre a textura mesopertítica, representa pelo intercrescimento de albita no

feldspato potássico. A textura rapakivi é subordinada e representa por fenocristais subarredondados de ortoclásio envoltos mpor auréola de albita alterada por siricita.

O ortoclásio é prismático, pertítico, com freqüentes inclusões de quartzo subarredondados e albita. Mostram-se fortemente alterado pelo processo de argilização intempérica, formando um filme amarronado de argila por sobre os fenocristais.\fraturas aleatórias são freqüentes e preenchidas por material micáceo e goethita.

O plagioclásio foi gerado em duas gerações: a 1ª geração é do oligoclásio, que ocorre como fenocristais tabulares, freqüentemente alterados para sericita e epidoto (alteração pós-magmática). A 2ª geração é representada por cristais de albita que ocorrem intercrescidos no ortoclásio e em agregados disforme na matriz.

O quartzo exibe formas subarredondadas a pseudo-hexagonais, mostrando ambainhamento e bordas corroídas, sugerindo cristalização em baixa profundidade (condições subvulcânicas). Apresenta-se isento de alteração com poucas fraturas.

A hornblenda mostra pleocróismo verde médio a verde-amarronado, com textura em peneira originada a partir de inúmeras inclusões de quartzo e albita. A mesma ocorre geralmente envolvendo cristais fantasmas de clinopiroxênio (augita?), os quais mostram-se bastantes transformados, onde observa-se somente a clivagem e birefringência características dos piroxênios. Esses, por sua vez, geram opacos por exsolução ao longo dos planos de clivagens.

O zircão é o acessório dominante, euédrico e zonado. Raros cristais de fluorita e apatita também ocorrem.

CLASSIFICAÇÃO:

CLASSE: ÍGNEA HIPABISSAL

ROCHA: HORNBLENDA SIONOGRANITO

REFERÊNCIA/AUTOR:

Deer, W.A.; Howie, R.A.; Zussman, J. An Introduction to The Rock – Forming Minerals. London: Longman, 1966. 528 p.

REFERÊNCIAS COMPLEMENTARES:

Data: 14/04/2005

ANEXO 5

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRA DE ÁGUA AII DE SANTO ANTÔNIO

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.272/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA....: SAÍDA DO POÇO Nº 01
 DATA DA COLETA....: 19/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 23/05/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor Aparente	<5 uH ¹¹	15 uH
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,30 uT	5 uT
Condutividade elétrica	48,7 µS/cm a 25º C	-
pH	6,2 -	6,0 - 9,5 ⁰²
Sólidos totais dissolvidos	28 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,5 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	14,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	14,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	16,6 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,23 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Aniões	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ CALCÍO	5,6	0,28	-	Cl ⁻ CLORETO	3,3	0,09	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,6	0,05	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	2,5	0,11	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	2,2	0,04	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	17,1	0,28	-

⁰¹VMP-Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

⁰²Intervalo recomendado; Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th. ed.1995.

⁰³Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁰⁴ND-Não detectado-Limite de detecção:Amônia em NH₃,0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 06 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho
 Gerência Técnica
 CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.273/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA...: SAÍDA DO POÇO Nº 02
 DATA DA COLETA....: 19/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 23/05/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor aparente	<5 uF ⁰²	15 uF
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,09 uT	5 uT
Condutividade elétrica	54,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,2 -	6,0 - 9,5 ⁰³
Sólidos totais dissolvidos	27 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	1,1 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	11,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	11,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	19,1 mg/L	300 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ CÁLCIO	5,1	0,25	-	Cl ⁻ CLORETO	5,6	0,16	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	1,5	0,13	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,0	0,00	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	2,5	0,11	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	5,0	0,08	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	13,4	0,22	-

⁰¹VMP=Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

⁰²Intervalo recomendado; Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

⁰³Unidade Hazen (mg.Pi-Cv/L)

⁰⁴ND=Não detectado -Limite de detecção:Análise em NH₃0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 06 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Geófila Titúcio
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.274/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA....: SAÍDA DO POÇO Nº 03
 DATA DA COLETA....: 19/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 23/05/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁽¹⁾
Cor aparente	<5 uH ⁽²⁾	15 uH
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,04 uT	5 uT
Condutividade elétrica	61,2 µS/cm a 25° C	-
pH	5,2 -	6,0 - 9,5 ⁽³⁾
Sólidos totais dissolvidos	29 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitrato em N	0,9 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	8,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	8,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	8,9 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁽¹⁾	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁽¹⁾
Ca ²⁺ (CALCÍO)	2,0	0,10	-	Cl ⁻ (CLOROÍO)	9,4	0,26	250 mg/L
Mg ²⁺ (MAGNÉSIO)	0,9	0,08	-	SO ₄ ²⁻ (SULFATO)	0,0	0,00	250 mg/L
Na ⁺ (SÓDIO)	7,8	0,34	200 mg/L	NO ₃ ⁻ (NITRATO)	4,0	0,06	-
K ⁺ (POTÁSSIO)	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ (BICARBONATO)	9,8	0,16	-

⁽¹⁾VMP=Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

⁽²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

⁽³⁾Unidade: Hards (mg CaCO₃/L)

⁽⁴⁾ND=Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃: 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 06 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Gerência Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.275/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA...: SAÍDA DO POÇO Nº 04
 DATA DA COLETA....: 19/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 23/05/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁽¹⁾
Cor Aparente	<5 uF ⁽²⁾	15 uF
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,02 uT	5 uT
Condutividade elétrica	34,5 µS/cm a 25° C	-
pH	4,6 -	6,0 - 9,5 ⁽³⁾
Sólidos totais dissolvidos	16 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,8 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	5,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	5,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	8,0 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁽¹⁾	Ânioms	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁽¹⁾
Ca ²⁺ (CALCÍO)	2,0	0,10	-	Cl ⁻ (CLORETO)	4,0	0,11	250 mg/L
Mg ²⁺ (MAGNÉSIO)	0,9	0,08	-	SO ₄ ²⁻ (SULFATO)	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ (SÓDIO)	2,5	0,11	200 mg/L	NO ₃ ⁻ (NITRATO)	3,5	0,06	-
K ⁺ (POTÁSSIO)	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ (BICARBONATO)	6,1	0,10	-

⁽¹⁾VMP=Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

⁽²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

⁽³⁾Unidade: 100µm (mg Pt-Cu/L)

⁽⁴⁾ND=Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃: 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 06 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Gerência Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.276/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA....: SAÍDA DO POÇO Nº 05
 DATA DA COLETA....: 19/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 23/05/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁰
Cor Aparente	<5 uH ¹¹	15 uH
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,01 uT	5 uT
Condutividade elétrica	25,4 µS/cm a 25° C	-
pH	4,8 -	6,0 - 9,5 ¹²
Sólidos totais dissolvidos	10 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,8 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	4,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	4,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	7,6 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹⁰	Anions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹⁰
Ca ²⁺ CÁLCIO	2,0	0,10	-	Cl ⁻ CLORETO	1,5	0,04	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,6	0,05	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	1,4	0,06	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	3,1	0,05	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,0	0,00	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	4,9	0,08	-

¹⁰VMP=Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério de Saúde/2004)

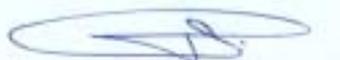
¹¹Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

¹²Unidade litras (mg P-Co/L)

¹³ND=Não detectado -Limite de detecção:Amônia em NH₃,0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 06 de junho de 2005



Thaies S. Viana de Carvalho
 Gerência Técnica
 CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.277/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA...: SAÍDA DO POÇO N° 06
 DATA DA COLETA...: 19/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 23/05/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁽¹⁾
Cor aparente	<5 uIT ⁽²⁾	15 uI
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,08 uT	5 uT
Condutividade elétrica	38,9 µS/cm a 25° C	-
pH	6,0 -	6,0 - 9,5 ⁽³⁾
Sólidos totais dissolvidos	21 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,6 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	5,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	5,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	10,2 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,12 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁽¹⁾	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁽¹⁾
Ca ²⁺ (CÁLCIO)	2,6	0,13	-	Cl ⁻ (CLOROÍO)	7,6	0,21	250 mg/L
Mg ²⁺ (MAGNÉSIO)	0,9	0,08	-	SO ₄ ²⁻ (SULFATO)	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ (SÓDIO)	3,9	0,17	200 mg/L	NO ₃ ⁻ (NITRATO)	2,7	0,04	-
K ⁺ (POTÁSSIO)	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ (BICARBONATO)	6,1	0,10	-

⁽¹⁾VMP=Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério de Saúde/2004)

⁽²⁾Intervalo recomendado. Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

⁽³⁾Unidade Hazen (mg Pb-Ca/L)

⁽⁴⁾ND=Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃:0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 06 de junho de 2005



Thaless S. Viana de Carvalho
 Gerência Técnica
 CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO: 8.278/05
 INTERESSADO: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA: SAÍDA DO POÇO Nº 07
 DATA DA COLETA: 19/05/2005
 COLETADA: PELO INTERESSADO
 CHEGADA: 23/05/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁽¹⁾
Cor Aparente	<5 uH ⁽²⁾	15 uH
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,11 uT	5 uT
Condutividade elétrica	39,2 µS/cm a 25° C	-
pH	5,5 -	6,0 - 9,3 ⁽³⁾
Sólidos totais dissolvidos	21 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,6 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	6,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	6,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	10,2 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,12 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁽¹⁾	Anions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁽¹⁾
Ca ²⁺ CÁLCIO	1,5	0,08	-	Cl ⁻ CLOROÍDIO	6,6	0,19	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	1,5	0,13	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	3,9	0,17	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	2,7	0,04	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	7,3	0,12	-

⁽¹⁾VMP=Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

⁽²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed 1993.

⁽³⁾Unidade Bloom (mg Pb-Co/L)

⁽⁴⁾ND=Não detectado -Limite de detecção:Amônia em NH₃0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físico-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 06 de junho de 2005



Thaís S. Viana de Carvalho
 Geógrafa Técnica
 CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.326/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 16
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁾
Cor Aparente	<5 uH ²⁾	15 uH
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	0,94 uT	5 uT
Condutividade elétrica	97,0 µS/cm a 25° C	-
pH	5,4 -	6,0 - 9,5 ³⁾
Sólidos totais dissolvidos	48 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	2,7 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	9,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	9,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	16,6 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹⁾	Anions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹⁾
Ca ²⁺ CALCÍO	4,1	0,20	-	Cl ⁻ CLORÍDIO	18,5	0,52	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	1,5	0,13	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,0	0,00	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	12,0	0,52	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	11,9	0,19	-
K ⁺ POTÁSSIO	2,7	0,07	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	11,0	0,18	-

¹⁾VMP - Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

²⁾Intervalo recomendado, Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed 1995.

³⁾Unidade Hazen (mg P₂O₅/L)

⁴⁾ND - Não detectado - Limite de detecção: Análise em NH₃, 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Gênia Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO: 8.327/05
 INTERESSADO: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA: SAÍDA DO POÇO Nº 17
 DATA DA COLETA: 20/05/2005
 COLETADA: PELO INTERESSADO
 CHEGADA: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁾
Cor Aparente	<5 uH ¹⁾	15 uH
Odor	Não objetível -	Não objetível
Turbidez	1,13 uT	5 uT
Condutividade elétrica	87,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,0 -	6,0 - 9,5 ²⁾
Sólidos totais dissolvidos	46 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,2 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	9,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	9,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	34,4 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,12 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ³⁾	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ³⁾
Ca ²⁺ CÁLCIO	8,2	0,41	-	Cl ⁻ CLORÍDO	3,3	0,09	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	3,4	0,28	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	20,1	0,42	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	1,4	0,06	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	0,8	0,01	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,0	0,00	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	11,0	0,18	-

¹⁾VMP- Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério de Saúde/2004)

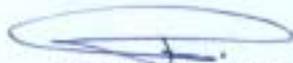
²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th. ed.1995.

³⁾Unidade Base (mg Pt-Ca/L)

⁴⁾ND= Não detectado- Limite de detecção: Amônia em NH₃ 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Geógrafa Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.328/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 18
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor Aparente	<5 uP ⁰²	15 uP
Odor	Não objetivo -	Não objetivo
Turbidez	1,07 uT	5 uT
Condutividade elétrica	60,0 µS/cm a 25° C	-
pH	5,9 -	6,0 - 9,5 ⁰³
Sólidos totais dissolvidos	38 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,3 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	19,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	19,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	24,2 mg/L	500 mg/L
Ferro total	<0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ CALCÍO	8,2	0,41	-	Cl ⁻ CLORÍDIO	6,1	0,17	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,9	0,08	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	2,5	0,11	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	1,2	0,02	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	23,2	0,38	-

⁰¹VMP-Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

⁰²Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

⁰³Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁰⁴ND=Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃:0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físico-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Gerência Técnica
CBO 01403656

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.329/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA...: SAÍDA DO POÇO Nº 19
 DATA DA COLETA....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁾
Cor Aparente	5 uH ²⁾	15 uH
Odor	Não objetível -	Não objetível
Turbidez	1,20 uT	5 uT
Condutividade elétrica	80,0 µS/cm a 25° C	-
pH	5,5 -	6,0 - 9,5 ³⁾
Sólidos totais dissolvidos	46 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,4 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	10,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	10,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	14,0 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,12 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹⁾	Aniões	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹⁾
Ca ²⁺ CALCÍO	2,0	0,10	-	Cl ⁻ CLORÍDIO	17,7	0,50	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	2,2	0,18	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	1,2	0,03	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	10,6	0,46	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	1,6	0,03	-
K ⁺ POTÁSSIO	1,6	0,04	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	12,2	0,20	-

¹⁾VMP - Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

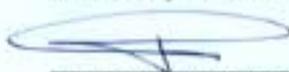
²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed 1995.

³⁾Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁴⁾ND - Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃ 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físico-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho
 Orientador Técnico
 CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO: 8.330/05
 INTERESSADO: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA: SAÍDA DO POÇO Nº 20
 DATA DA COLETA: 20/05/2005
 COLETADA: PELO INTERESSADO
 CHEGADA: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁾
Cor aparente	<5 uT ²⁾	15 uT
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,02 uT	5 uT
Condutividade elétrica	28,0 µS/cm a 25° C	-
pH	4,9 -	6,0 - 9,5 ³⁾
Sólidos totais dissolvidos	16 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	ND mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	4,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	4,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	2,5 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,5 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹⁾	Anions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹⁾
Ca ²⁺ CÁLCIO	0,5	0,03	-	Cl ⁻ CLORETO	5,6	0,16	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,3	0,03	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,0	0,00	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	3,9	0,17	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	0,2	0,00	-
K ⁺ POTÁSSIO	1,2	0,03	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	4,9	0,08	-

¹⁾VMP-Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

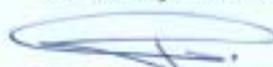
²⁾Intervalo recomendado, Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

³⁾Unidade Haizes (mg P-Cu/L)

⁴⁾ND-Não detectado-Limite de detecção: Amônia em NH₃, 0,04mg/L; Nitrato em N, 0,05 mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Gerente Técnico
CRQ 01403636


**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO: 8.331/05
 INTERESSADO: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA: SAÍDA DO POÇO Nº 21
 DATA DA COLETA: 20/05/2005
 COLETADA: PELO INTERESSADO
 CHEGADA: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP*
Cor Aparente	5 uH ⁷⁵	15 uH
Odor	Não objetivo -	Não objetivo
Turbidez	1,23 uT	5 uT
Condutividade elétrica	48,0 µS/cm a 25° C	-
pH	5,9 -	6,0 - 9,5 ¹⁹
Sólidos totais dissolvidos	29 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,3 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	16,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	16,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	19,1 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,30 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ²⁰	Anions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ²⁰
Ca ²⁺ CALCÍO	4,6	0,23	-	Cl ⁻ CLORÍDO	2,8	0,08	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	1,9	0,15	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	1,2	0,03	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	1,4	0,06	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	1,2	0,02	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	19,5	0,32	-

*VMP- Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

¹⁹Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed 1995.

²⁰Unidade Hacon (mg Pt-Co/L)

²¹ND- Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃, 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Geólogo Técnico
CRQ 0140636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.332/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA...: SAÍDA DO POÇO Nº 22
 DATA DA COLETA...: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor Aparente	60 uF ⁰²	15 uF
Odor	Não objetivo -	Não objetivo
Turbidez	6,50 uT	5 uT
Condutividade elétrica	254,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,4 -	6,0 - 9,5 ⁰³
Sólidos totais dissolvidos	162 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,1 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	72,1 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	72,1 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	58,6 mg/L	500 mg/L
Ferro total	2,83 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ (CÁLCIO)	13,8	0,69	-	Cl ⁻ (CLOROÍO)	30,4	0,86	250 mg/L
Mg ²⁺ (MAGNÉSIO)	5,9	0,48	-	SO ₄ ²⁻ (SULFATO)	4,4	0,09	250 mg/L
Na ⁺ (SÓDIO)	24,6	1,07	200 mg/L	NO ₃ ⁻ (NITRATO)	0,3	0,00	-
K ⁺ (POTÁSSIO)	8,2	0,21	-	HCO ₃ ⁻ (BICARBONATO)	87,9	1,44	-

⁰¹VMP - Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

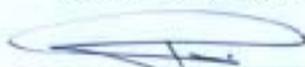
⁰²Intervalo recomendade; Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

⁰³Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁰⁴ND - Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃, 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Os parâmetros de cor, turbidez e ferro acima, estão fora dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Geólcua Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.333/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 23
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹
Cor aparente	5 uT ²	19 uT
Odor	Não objetivo -	Não objetivo
Turbidez	1,10 uT	5 uT
Condutividade elétrica	178,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,0 -	6,0 - 9,5 ³
Sólidos totais dissolvidos	100 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,3 mg/L NH ₃
Nitratos em N	2,7 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	26,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	26,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	24,2 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹
Ca ²⁺ (CÁLCIO)	7,1	0,36	-	Cl ⁻ (CLORÍDO)	30,4	0,86	250 mg/L
Mg ²⁺ (MAGNÉSIO)	1,5	0,13	-	SO ₄ ²⁻ (SULFATO)	3,1	0,07	250 mg/L
Na ⁺ (SÓDIO)	23,0	1,00	200 mg/L	NO ₃ ⁻ (NITRATO)	11,9	0,19	-
K ⁺ (POTÁSSIO)	8,2	0,21	-	HCO ₃ ⁻ (BICARBONATO)	31,8	0,52	-

¹VMP - Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde 2004)

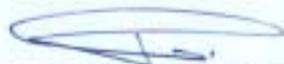
²Intervalo recomendado; Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed. 1995.

³Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁴ND - Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃ 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Gerência Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.334/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 24
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁾
Cor Aparente	<5 uT ²⁾	15 uT
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,27 uT	5 uT
Condutividade elétrica	14,5 µS/cm a 25° C	-
pH	5,6 -	6,0 - 9,5 ³⁾
Sólidos totais dissolvidos	8 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitros em N	ND mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	3,5 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	3,5 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	3,2 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,29 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹⁾	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹⁾
Ca ²⁺ CÁLCIO	0,5	0,03	-	Cl ⁻ CLOROÍDIO	1,8	0,05	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,5	0,04	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,0	0,00	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	1,4	0,06	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	0,0	0,00	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	4,3	0,07	-

¹⁾VMP - Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

³⁾Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁴⁾ND - Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃, 0,04mg/L; Nitro em N 0,05 mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Geógrafa Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.335/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 25
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor Aparente	5 uH ⁰²	15 uH
Olor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,05 uT	5 uT
Condutividade elétrica	53,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,1 -	6,0 - 9,5 ⁰³
Sólidos totais dissolvidos	27 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,3 mg/L NH ₃
Nitratos em N	2,2 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	14,5 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	14,5 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	22,9 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Aniões	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ CALCÍO	7,7	0,38	-	Cl ⁻ CLORÍDIO	1,5	0,04	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,9	0,08	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	1,4	0,06	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	8,9	0,14	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,0	0,00	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	17,7	0,29	-

⁰¹VMP- Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério de Saúde/2004)

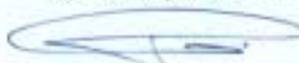
⁰²Intervalo recomendade, Metodologia de análise: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed 1995.

⁰³Unidade Hazen (mg P-Cu/L)

⁰⁴ND- Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃: 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físico-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thaís S. Viana de Carvalho

Gerência Técnica
CRQ 01495636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.336/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 26
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹
Cor Aparente	<5 uT ²	15 uT
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	0,98 uT	5 uT
Condutividade elétrica	84,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,3 -	6,0 - 9,5 ³
Sólidos totais dissolvidos	49 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	1,1 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	27,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	27,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	31,9 mg/L	500 mg/L
Ferro total	<0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹	Anions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹
Ca ²⁺ CÁLCIO	9,2	0,46	-	Cl ⁻ CLOROÍO	4,8	0,14	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	2,2	0,18	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	3,9	0,17	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	4,7	0,08	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,0	0,00	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	33,0	0,54	-

¹VMP- Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

²Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

³Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁴ND- Não detectado- Limite de detecção: Amônia em NH₃: 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físico-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho
Geógrafa Técnica
CRQ 01403616

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.337/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 27
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁾
Cor Aparente	5 uH ²⁾	15 uH
Odor	Não objetível -	Não objetível
Turbidez	1,13 uT	5 uT
Condutividade elétrica	83,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,2 -	6,0 – 9,5 ³⁾
Sólidos totais dissolvidos	51 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,3 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,7 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	27,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	27,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	33,1 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹⁾	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹⁾
Ca ²⁺ CÁLCIO	9,7	0,48	-	Cl ⁻ CLORÉTO	5,8	0,16	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	2,2	0,18	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	1,2	0,03	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	2,5	0,11	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	3,2	0,05	-
K ⁺ POTÁSSIO	1,6	0,04	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	33,0	0,54	-

¹⁾VMP – Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed 1995.

³⁾Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁴⁾ND – Não detectado – Limite de detecção Amônia em NH₃, 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thaless S. Viana de Carvalho
 Geógrafa Física
 CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.338/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA...: SAÍDA DO POÇO Nº 28
 DATA DA COLETA...: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor Aparente	<5 uH ⁰²	15 uH
Odor	Não objetível -	Não objetível
Turbidez	1,05 uT	5 uT
Condutividade elétrica	55,0 µS/cm a 25º C	-
pH	6,5 -	6,0 - 9,5 ⁰³
Sólidos totais dissolvidos	33 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitrato em N	0,05 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	21,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	21,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	22,9 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,12 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Aniões	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ (CALCÍO)	4,1	0,20	-	Cl ⁻ (CLORETO)	1,5	0,04	250 mg/L
Mg ²⁺ (MAGNÉSIO)	3,1	0,25	-	SO ₄ ²⁻ (SULFATO)	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ (SÓDIO)	1,4	0,06	200 mg/L	NO ₃ ⁻ (NITRATO)	0,2	0,00	-
K ⁺ (POTÁSSIO)	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ (BICARBONATO)	25,6	0,42	-

⁰¹VMP- Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde/2004)

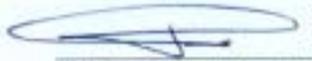
⁰²Intervalo recomendado, Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995

⁰³Unidade Hazen (mg Pt-Cr/L)

⁰⁴ND- Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃, 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físico-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Geógrafa Titular
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.339/05
 INTERESSADO.....: CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 - PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 29
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor aparente	<5 uH ²³	15 uH
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	0,99 uT	5 uT
Condutividade elétrica	25,0 µS/cm a 25° C	-
pH	5,7 -	6,0 - 9,5 ²⁴
Sólidos totais dissolvidos	14 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,4 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	9,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	9,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	11,5 mg/L	500 mg/L
Ferro total	<0,06 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Aniões	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ CÁLCIO	3,1	0,15	-	Cl ⁻ CLORÍDIO	0,1	0,00	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,9	0,08	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,6	0,01	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	0,0	0,00	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	1,7	0,03	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,0	0,00	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	11,0	0,18	-

⁰¹VMP-Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde 2004)

²³Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

²⁴Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

²⁵ND-Não detectado-Limite de detecção: Amônia em NH₃, 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thaís S. Viana de Carvalho
 Geógrafa Física
 CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.340/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA....: SAÍDA DO POÇO Nº 30
 DATA DA COLETA....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ⁰¹
Cor Aparente	5 uH ⁰²	15 uH
Odor	Não objetível -	Não objetível
Turbidez	1,27 uT	5 uT
Condutividade elétrica	129,0 µS/cm a 25° C	-
pH	6,8 -	6,0 - 9,5 ⁰³
Sólidos totais dissolvidos	76 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NH ₃
Nitratos em N	0,7 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	48,0 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	48,0 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	53,5 mg/L	500 mg/L
Ferro total	0,17 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ⁰¹	Aniões	mg/L	mmol(-)/L	VMP ⁰¹
Ca ²⁺ CALCÍO	18,4	0,92	-	Cl ⁻ CLOROÍO	2,0	0,06	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	1,9	0,15	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	1,2	0,03	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	1,4	0,06	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	3,0	0,05	-
K ⁺ POTÁSSIO	1,6	0,04	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	58,6	0,96	-

⁰¹VMP-Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde 2004)

⁰²Intervalo recomendado. Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed.1995.

⁰³Unidade Hazen (mg Pt-Ca/L)

⁰⁴ND-Não detectado -Limite de detecção: Amônia em NH₃:0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Todos os parâmetros acima, estão dentro dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thales S. Viana de Carvalho

Gerência Técnica
CRQ 01403636

**BOLETIM DE ANÁLISE DE ÁGUA
FÍSICO-QUÍMICA**

CERTIFICADO.....: 8.348/05
 INTERESSADO.....: CPRM – SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL
 PROCEDÊNCIA.....: AV. LAURO SODRÉ, 2561 – PORTO VELHO - RO
 LOCAL DA COLETA.....: SAÍDA DO POÇO Nº 31
 DATA DA COLETA.....: 20/05/2005
 COLETADA.....: PELO INTERESSADO
 CHEGADA.....: 01/06/2005

PARÂMETROS	RESULTADOS	VMP ¹⁾
Cor Aparente	40 u/f ²⁾	15 u/f
Odor	Não objetável -	Não objetável
Turbidez	1,87 uT	3 uT
Condutividade elétrica	7,60 µS/cm a 25° C	-
pH	5,4 -	6,0 - 9,5 ³⁾
Sólidos totais dissolvidos	3 mg/L	1.000 mg/L
Amônia em NH ₃	ND mg/L	1,5 mg/L NL
Nitrato em N	0,1 mg/L	10 mg/L N
Alcalinidade de hidróxidos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de carbonatos em CaCO ₃	0,0 mg/L	-
Alcalinidade de bicarbonatos em CaCO ₃	1,3 mg/L	-
Alcalinidade total em CaCO ₃	1,3 mg/L	-
Dureza total em CaCO ₃	1,3 mg/L	500 mg/L
Ferro total	1,07 mg/L	0,3 mg/L

COMPOSIÇÃO IÔNICA PREDOMINANTE

Cátions	mg/L	mmol(+)/L	VMP ¹⁾	Ânions	mg/L	mmol(-)/L	VMP ¹⁾
Ca ²⁺ CALCÍO	0,3	0,01	-	Cl ⁻ CLORETO	0,71	0,02	250 mg/L
Mg ²⁺ MAGNÉSIO	0,2	0,01	-	SO ₄ ²⁻ SULFATO	0,0	0,00	250 mg/L
Na ⁺ SÓDIO	0,0	0,00	200 mg/L	NO ₃ ⁻ NITRATO	0,2	0,00	-
K ⁺ POTÁSSIO	0,4	0,01	-	HCO ₃ ⁻ BICARBONATO	1,5	0,03	-

¹⁾VMP - Valores máximos permitidos para consumo humano (Portaria 518 do Ministério da Saúde 2004)

²⁾Intervalo recomendado; Metodologia de análises: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 19th ed 1995.

³⁾Unidade Hazen (mg Pt-Co/L)

⁴⁾ND- Não detectado - Limite de detecção: Amônia em NH₃: 0,04mg/L.

CONCLUSÃO: Os parâmetros de cor e ferro acima, estão fora dos limites físicos-químicos de potabilidade de acordo com a Portaria 518/2004 do MS.

Recife, 13 de junho de 2005



Thaless S. Viana de Carvalho
 Geógrafa Técnica
 CRG 01403636