

CARACTERIZAÇÃO MINERALÓGICA DOS SEDIMENTOS DO IGARAPÉ DIABINHO (FORMAÇÃO SOLIMÕES) NO ESTADO DO ACRE – PROVENIÊNCIA E IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS*

Marília Portela Castilho¹

Marcondes Lima da Costa^{2**}

Henrique Diniz Farias de Almeida³

¹Então em 2007 graduanda em geologia da Faculdade de Geologia da Universidade Federal do Pará (UFPA;)

²Então professor do PPGG/UFPA, orientador do Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) de M.P. Castilho, hoje professor titular voluntário do mesmo; marcondeslc@gmail.com**;

³Então pesquisador voluntário, geólogo com mestrado, junto ao Grupo de Mineralogia e Geoquímica (GMGA-CNPQ) no Instituto de Geociências da UFPA.

Este trabalho foi apresentado por Marília Portela Castilho no segundo semestre de 2007 como Trabalho de Conclusão de Curso à Faculdade de Geologia do Curso de Graduação em Geologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará UFPA como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Geologia, tendo como orientador o professor Dr. Marcondes Lima da Costa e coorientador o mestre geólogo Henrique Diniz Farias de Almeida. O trabalho foi avaliado e aprovado pelo Prof. Dr. Rômulo Simões Angélica (IG/UFPA). O texto final foi entregue apenas em 2008. A pesquisa foi apoiada pelos projetos de pesquisa Geosedintama e SelenMerAs e a taxa de bancada financiados pelo CNPQ sob a coordenação do professor Dr. Marcondes Lima da Costa. Nesta publicação manteve-se o conteúdo técnico original, não havendo qualquer alteração, exceto às referências bibliográficas relativas aos trabalhos publicados sobre o TCC. Mesmo considerando as quase duas décadas decorridas sobre a conclusão do trabalho acredita-se que este trabalho em sua íntegra original é ainda de real importância para as ciências geológicas, tanto no Acre como além de suas fronteiras. Parte dos resultados deste trabalho foram publicados em Castilho e Costa (2005) e Castilho (2006).

***Autor para correspondência.*

ABSTRACT

Igarapé Diabinho, situated in the central region of the state of Acre, is a tributary on the right bank of the Envira river, belonging to the Juruá river basin. Its U-shaped grooved channel is carved in sediments known as the Solimões Formation, of Late Miocene–Pleistocene age. The rocky exposures along Diabinho stream demonstrate a succession of massive silt-clay sediments, covered by other compact sandy silts

cemented by carbonates. These sediments are partly overlain by alluvial (fluvial-lacustrine) sediments from the Quaternary, in the region where this stream dominates. For the study, samples collected in three profiles along a ravine on the right bank of Igarapé Diabinho were investigated, in an area used for picnics during the dry season, that is, with slight human disturbance. To assist in identifying the probable source areas of these sediments, and determine their weathering and transport conditions, granulometric analyzes were carried out, investigating the mineralogical composition of the sediments, their heavy minerals, and the mineralogy of the sediments' clay fraction. The sediments are predominantly silts with little clay, being composed of quartz, feldspars (albite and microcline), clay minerals (smectite, illite, and kaolinite), muscovite, and chlorite. As a result, the sediments were deposited in mild paleoclimatic conditions under weak chemical weathering, indicated by the predominance of unstable minerals, such as amphiboles, feldspars, biotite, epidote, garnet, apatite, and titanite. The dominant presence of aluminosilicates (kyanite, andalusite, sillimanite, garnet, and micas) and epidote indicates that these sediments had as their primary source metamorphosed pelitic rocks. A second assemblage composed of tourmaline, zircon, apatite, titanite, and even ilmenite points to possible contributions from basic and intermediate igneous rocks that are currently observed in Serra do Divisor on the borders of Brazil and Peru. In conclusion, these findings contribute to implications in the paleoenvironmental context by providing insights into the probable source areas of the sediments, determining the weathering and transport conditions, and identifying the mineralogy of the sediments.

INTRODUÇÃO

O estado do Acre está situado no extremo oeste da Região Norte do Brasil fazendo fronteira com os Estados do Amazonas e Rondônia, e os países Peru e Bolívia. Sua superfície territorial é de 153.149,9 km², o correspondente a 3,2% da Amazônia brasileira e 1,8% do território nacional.

A parte central do Estado é drenada pelas bacias do Rio Juruá e Purus, que desenvolvem seus cursos iniciais nos terrenos sub-andinos, no Peru, em região limite com o Brasil desembocando no Rio Solimões. São caracterizados como rios de águas brancas ou barrentas devido a alta carga de material em suspensão (suspensatos), sendo estes retirados de barrancos localizados nas margens dos rios.

O Igarapé Diabinho é um afluente da margem direita do rio Envira, pertencente à bacia do rio Juruá. Em períodos chuvosos este Igarapé eleva o seu nível de água, aumentando extremamente sua competência e por muitas vezes chega a transbordar com forte velocidade de corrente, ocasionando a erosão da margem do Igarapé ao longo de sua extensão, enquanto que no período seco o nível de água é bem baixo, expondo as rochas constituintes da Formação Solimões de idade miocênica tardia-pleiocênica e sedimentos silto-arenosos pertencentes ao Holoceno sobreposto a esta Formação, situando-se nos barracos laterais.

A Formação Solimões de idade miocênica tardia-pleiocênica, estende-se em superfície por mais de 80% do Estado. Predominam rochas argilosas com concreções carbonáticas gipsíferas, ocasionalmente com material carbonizado, contendo pirita e localmente grande acúmulo de fósseis vertebrados e invertebrados. A ocorrência de veios de gipsita e material carbonático nesta Formação, indica a presença de clima semiárido, depositados em ambiente continental de água doce. Subordinadamente ocorrem siltitos, calcários sílticos argilosos, arenitos ferruginosos e conglomerados polimíticos (Radambrasil, 1976). Esta unidade geológica foi depositada, em resposta aos movimentos tectônicos *Quéchuas* que soergueram os Andes e cujos, litotipos sugerem leques aluviais gigantes (Latrubesse *et al.*, 1994). Nesse ambiente, desenvolveram-se grandes lagos e pântanos, onde se estabeleceu fauna diversa, de idade Miocênica Superior-Pleistocênica (Latrubesse *et al.*, 1994)

Sedimentos aluvionares quaternários acompanham as drenagens atuais, formando terraços em clara discordância sobre os sedimentos da Formação Solimões, onde a superfície de contato é delineada por um conglomerado basal rico em ossos fósseis desta fauna (Costa, 2002).

Com o intuito de contribuir para a determinação das prováveis áreas fontes para estes sedimentos e suas possíveis localizações geográficas, assim como também fazer se possível alguma inferência na determinação do contexto paleoambiental da área, realizou o estudo de minerais pesados e dos aspectos granulométricos e mineralógicos.

OBJETIVOS

Caracterização mineralógica dos sedimentos da seção Igarapé –Diabinho com o intuito de contribuir para a determinação das prováveis áreas fontes para estes sedimentos, como também para uma possível inferência paleoambiental deste sítio.

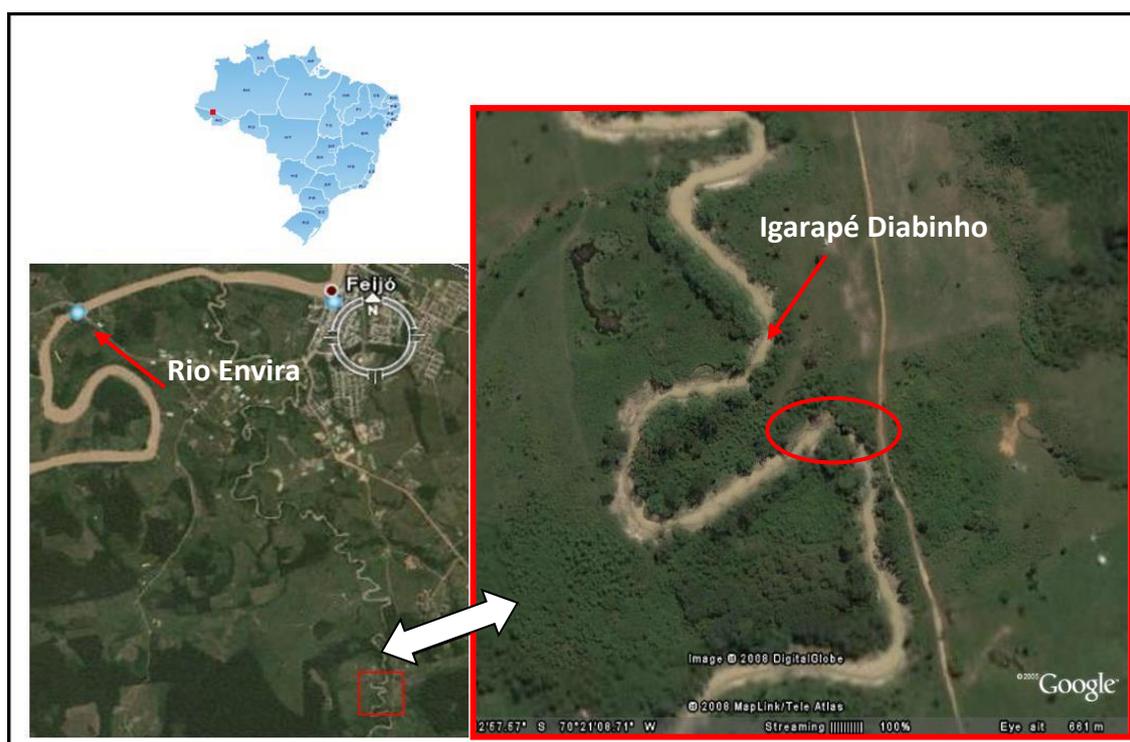


Figura 2: Mapa esquemático, baseado em imagem de satélite, para mostrar os pontos de coleta de amostras no Igarapé Diabinho. Fonte, Google Earth (2007).

- Ponto de coleta de amostras nos barrancos do Igarapé Diabinho.

Geologia

A área ocupada pelo estado do Acre é representada essencialmente pelos sedimentos cenozóicos da Formação Solimões (Figura 3), com ocorrência restrita de unidades que ocorrem no Parque Nacional da Serra do Divisor, as quais foram denominadas de Formação Ramon, Serra do Divisor, Azul e Moa. Além dessas, outra unidade com ampla distribuição no Estado são os depósitos holocênicos, representados pelos aluviões atuais das planícies fluviais e aluviões indiferenciados. Ocorrem ainda resquícios de rochas cristalinas correspondentes ao embasamento, sendo englobadas no contexto geológico do complexo Xingu.

a) Formação Moa

Esta unidade está subdividida em dois membros, inferior (Capanaua) e superior (Água Branca) (Leite, 1959 *apud* Radambrasil, 1977). Esta divisão foi proposta por Moura & Wanderley (1938) devido a diferenças litológicas e fisiográficas (Radambrasil, 1977).

Membro Capanaua

Caracteriza-se por um conglomerado basal, polimítico, mal selecionado, com seixos e matacões constituídos de quartzitos, quartzo- traquito, silexito, arenito e sienito. Estes seixos são subarredondados, com alguns facetados (tetraédricos). Apresenta matriz composta de areia grossa a conglomerática, em geral não apresenta estratificação e quando esta está presente ocorre entre sedimentos argilosos e sílticos. Localmente ocorrem lentes de argilitos micáceos escuros a cinza escuro com material carbonoso de plantas remanescentes (Leite, 1958 *apud* Radambrasil, 1977).

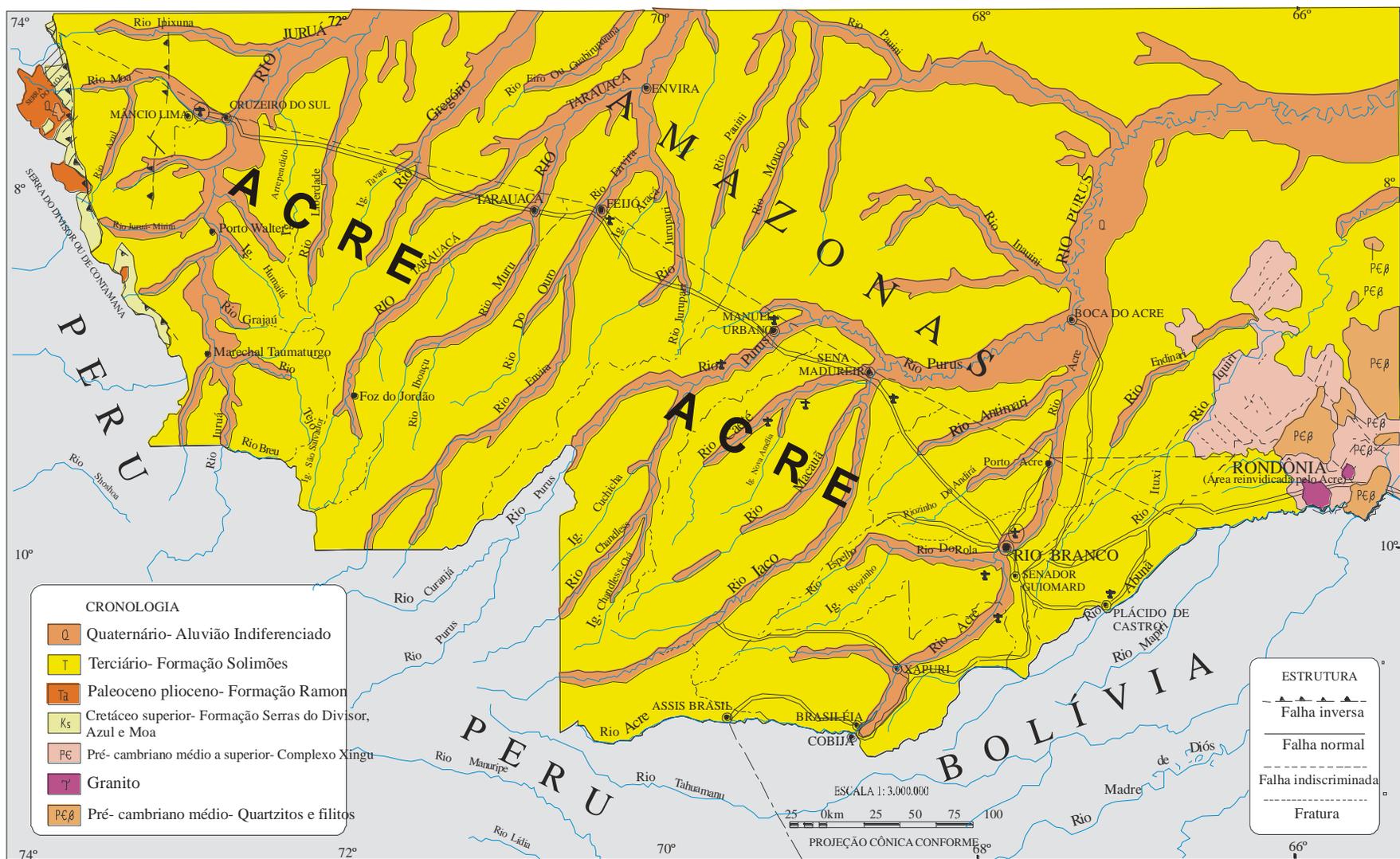


Figura 3: Mapa Geológico do estado do Acre e adjacências. Fonte Atlas Geográfico e Ambiental do Acre, 1991.

Membro Água- Branca

Este membro é formado por espessa seção de arenitos de cor amarela, creme à rósea. Apresenta-se ao longo da seção e com maior frequência, granulometria fina a média, muito uniforme, com bom grau de seleção. São verificados também neste pacote arenosos, nas partes mais inferiores, níveis com grãos de quartzo grossos a conglomeráticos, geralmente ferruginosos, conferindo-lhe uma cor amarela e às vezes dando-lhe maior consistência, originando quedas d'água de grandes dimensões e topografias muito acidentadas com escarpas. É característica também deste membro a surgência de água, cujas temperaturas são levemente superiores à do rio Moa; estas águas são fortemente carregadas de soluções ferruginosas, verificadas nos igarapés Suadouro e Central, a 1,5 km da saída do rio Moa da serra da Jaquirana (Radambrasil, 1977).

b) Formação Azul

Bouman (1959) *apud* Radambrasil, 1977, dividiu esta formação em dois membros, inferior e superior, baseado em diferentes características litológicas.

A parte inferior da seção é identificada pela presença de uma seqüência uniforme de arenitos amarelos, creme a vermelhos de granulometria fina a média, muitas vezes depositados em bancos compactos e outras vezes apresentando estratificações cruzadas, onde ocorrem variações granulométricas de fina a grossa e ocasionalmente com bordas mostrando disseminações de óxido de ferro.

Por toda a seção do membro superior predominam as intercalações de folhelhos sílticos e arenitos que caracterizam muito bem à parte do topo. As espessuras das lentes destas litologias são bastante variáveis, predominando bancos de arenitos que atingem até 45m de espessura. Estes são creme-amarelados, com granulometria fina e grãos de quartzo subangulares ocorrendo localmente, de aspecto maciço com estratificações cruzadas de pequena amplitude, muitas vezes apresentando coloração amarelada devido a concentrações ferruginosas. Ao longo deste pacote arenoso são vistas finas camadas de folhelhos e siltitos cinza-escuros de dimensões centimétricas.

c) Formação Serra do Divisor ou Divisor

Esta unidade posiciona-se acima da Formação Azul e abaixo da Formação Ramon. Seu contato inferior é concordante; por outro lado o contato superior com a

Formação Ramon é feito por uma possível discordância angular e baixo ângulo (Radambrasil, 1977).

É constituída predominantemente de arenitos maciços com estratificações cruzadas e plano-paralelas, apresentando colorações variegadas, branca, amarela, creme, rósea e avermelhada. A granulometria média ocorre com maior freqüência ao longo da seção, podendo apresentar variações de fina a grossa e às vezes conglomeráticas, geralmente associadas a estratificações cruzadas. O arredondamento dos grãos é bastante variado, ocorrendo desde angulosos a bem arredondados; quanto à mineralogia, é composta essencialmente de quartzo e de maneira reduzida, zircão, turmalina e finíssimas palhetas de sericita, cimentadas por sílica, conferindo boa consistência e material ferruginoso, responsável pela coloração amarelo-avermelhada. Estes arenitos em direção à base tornam-se mais friáveis e porosos; em direção ao topo ocorrem com maior freqüência níveis mais ferruginosos que desenvolvem crostas lateritizadas bastante compactas atingindo espessuras de 30 cm (Radambrasil, 1977).

d) Formação Ramon

Esta formação repousa sobre os arenitos da Formação Divisor, por uma provável discordância angular; seu contato superior ocorre com a Formação Solimões e não é visto no território brasileiro (Radambrasil, 1977).

Sua idade é baseada em correlações estratigráficas e através de eventos orogênicos que afetaram a bacia subandina no intervalo Cretáceo-terciário, responsáveis pelos soerguimentos da Cordilheira Andina e serra do Moa.

A parte mais basal da Formação Ramon é caracterizada por um arenito muito duro que em algumas áreas está altamente silicificado, com aspecto de *chert* sobre estas camadas ocorre outro arenito de coloração vermelho- tijolo característica das *red beds*, argilosos e de granulometria média, com pequenas camadas intercaladas de arenitos litificados. Outra característica é a presença de conglomerados calcários e leitos de calcários. Sobre estes horizontes basais desenvolve-se espessa seção de folhelhos, argilitos e siltitos intercalados por toda a seção. Em direção ao topo, há uma gradação para siltitos e argilitos que se intercalam com maior freqüência; são rochas maciças, de cores vermelha, acastanhadas, mostrando, entretanto, tonalidades mais claras como cinza- azulado e branco. Muitas vezes estas rochas ocorrem de tal forma endurecidas, formando relevos positivos. Na porção mais superior predominam as intercalações de

argilitos e siltitos maciços, cinza-azulados a esverdeados, apresentando folhelhos verdes bem laminados e com fraturas concoidais (Radambrasil, 1977).

e) Formação Solimões

A Formação Solimões consiste em sedimentos argilosos, sílticos e argilo-arenosos e de areias finas a médias, subangular com intercalações de linhito, nódulos calcáreos e limoníticos e veios de gipsita, indicativos de clima semiárido, sendo observados ainda conglomerados polimíticos. Os sedimentos são caracterizados por uma variedade de cores variando de vermelho a preto. As cores mais escuras (azul, cinza e preto) prevalecem nas partes mais superiores da formação. Nos arenitos, são comuns estruturas sedimentares tais como estratificação cruzada e laminar. Estruturas de bioturbação são freqüentes (Hoorn, 1993). A base desta formação está em contato gradual com Formação Ramón, este contato consiste em uma transição de argilitos avermelhados para arenito finos.

A Formação Solimões tem sido estudada e individualizada em diversos trabalhos, recebendo muitas denominações no Brasil e no Peru. Orton, em 1837, foi quem primeiro descreveu na localidade de Pebas, no rio Marañón no Peru, argilas plásticas e arenosas, cinza-escuras ou claras, contendo grandes depósitos de linhito denominando-as de Formação Pebas (Oliveira & Leonardos, 1943 *in* Radambrasil op cit.). No Brasil, Rego (1930) descreve a Série Solimões constituída de argilas e areias pardas, castanhas ou azuladas, ocorrendo ao longo dos rios Javari, Solimões, Acre e Purus.

Silva *et al.* 1976; Frailey *et al.* 1988, Kronberg *et al.* 1989 consideram a Formação Solimões como sendo de idade pleistocênica superior. Contudo, respaldados em novos dados paleontológicos, Latrubesse & Rancy (1995) passaram a considerar a Formação Solimões como pertencente ao Mioceno Superior-Plioceno nos níveis mais superiores que afloram no Acre.

Os sedimentos pelíticos e psamíticos da Formação Solimões e os aluviões holocênicos se estendem por além das fronteiras do Acre, tendo sido depositados sobre os sedimentos miocênicos e pré- miocênicos da Bacia do Acre (Costa *et al.* 1989).

f) Aluviões Holocênicos

Esta unidade, sobreposta discordantemente à Formação Solimões, subdivide-se em aluviões indiferenciados e aluviões atuais.

Aluviões Indiferenciados

Representam os depósitos aluviais mais antigos formando os terraços, os colúvios e os elúvios do sopé da Serra do Divisor. Os primeiros são caracteristicamente argilosos, siltosos e arenosos de granulação fina, ocasionalmente médios a grosseiros inconsolidados, apresentando-se com estruturas primárias, tais como estratificações cruzadas e plano-paralelas e constituídas de quartzo e minerais opacos. A espessura destes depósitos varia de 1 a 6 m e o contato entre seus tipos litológicos é gradacional, embora, às vezes, apareçam contatos bruscos, formados por uma crosta ferruginosa. Os colúvios e elúvios, encontrados no sopé das serras, são areias médias a grossas, de cor creme com grãos de quartzo angulares e subarredondados sem estrutura visível (Radambrasil, 1977).

Aluviões Atuais

São encontrados nas planícies fluviais, constituindo barrancos e praias em ambas as margens dos rios, com espessura de até 5 m. As praias, nas partes convexas dos meandros, são sedimentos predominantemente arenosos de granulação fina, cores branca, amarela e avermelhada (resultante do intemperismo). São compactos ou friáveis. às vezes, apresentam seqüência gradacional com areias muito finas com minerais opacos. É comum encontrar depósitos recentes de vegetais em carbonização e piritizados, ossos e madeiras retrabalhadas (Radambrasil, 1977).

Clima

O clima do Estado é do tipo tropical, quente e úmido com a temperatura média anual de 24,5°C e índice pluviométrico anual, variando geograficamente de 1600mm na parte leste a 3000mm e oeste (Acre 2000). A umidade do ar varia de 80 a 95%.

Podem-se distinguir duas estações ou períodos: o período de estiagem, denominado verão, que ocorre entre os meses de junho a agosto e o período chuvoso, denominado inverno, caracterizado por precipitações intensas, normalmente entre os meses de setembro a maio.

Solo

Os solos do Estado mapeados pelo RADAMBRASIL (1976) são divididos em Podzólicos, Argissolos, Alissolos, Luvisolos e Nitossolos, mas em estudos recentes

realizados pelo Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre-ZEE/AC em 1999 mostraram que os solos de maior ocorrência no estado do Acre são os Argissolos amarelos e vermelhos, Cambissolos, Gleissolos e Latossolos amarelos.

Os argissolos amarelos e vermelhos são os de maior expressão em área, ocorrendo desde o limite sudoeste até a extremidade noroeste do Estado, na cidade de Cruzeiro do Sul. Os cambissolos eutróficos que, são os mais férteis, localiza-se na parte central do Estado entre os rios Iaco e Tarauacá.

Os latossolos têm sua ocorrência no extremo sudeste do estado nos municípios de Rio Branco, Senador Guimard e Capixaba. Enquanto os Gleissolos ocorrem em faixas estreitas acompanhando as planícies de inundação dos principais rios do estado do Acre.

Vegetação

A vegetação do estado do Acre é formada por florestas latifoliadas perene, a Hiléia, com resposta ao clima quente e úmido, com altas precipitações.

Os solos acreanos formados a partir de rochas sedimentares abrigam uma vegetação natural composta basicamente de florestas: Tropical Densa e Tropical Aberta, que se sobressai por sua característica florística, constituindo um grande valor econômico para o Estado. Os diferentes tipos de florestas e até mesmo de vegetação não florestal são em virtude das variações locais de clima e, sobretudo, mudanças topográficas e de solo no Estado (Acre 2000). A floresta tropical densa ocorre sobre sedimentos terciários mais precisamente em interflúvios tabulares, nos dissecados em cristas, colinas e terrenos submontanos com maior umidade relativa e maior precipitação, representada por árvores que variam de 30 a 50 m de altura e são observadas como espécies de valor econômico como a castanheira, balsame, cedro, aguano, cumaru de cheiro etc.

A floresta tropical aberta ocorre principalmente em terras baixas do terciário e nos aluviões holocênicos e são constituídas de palmeiras, bambus e cipós. A floresta aberta de palmeira ocorre em terras baixas de arenitos terciários, sobretudo nas superfícies dissecadas. Por outro lado, a floresta aberta de bambus ocorre em áreas de terras baixas e no arenito cretáceo da Serra do Divisor, enquanto a floresta aberta de cipó é mais bem observada nas encostas de relevo residual e aluviões holocênicos.

Relevo

O relevo principal do Estado corresponde a uma plataforma regular que desce suavemente em cotas da ordem de 300m nas fronteiras, para pouco mais de 100m nos limites com o Estado do Amazonas, e uma ramificação na Serra Peruana de Contamana na extremidade ocidental onde está situado ponto culminante do Estado a Serra do Divisor, com uma altitude de 600m.

O relevo se apresenta bastante uniforme, não possuindo disparidades topográficas. Tendo como base esta uniformidade a não presença de grandes desníveis altimétricos. As principais unidades morfoestruturais são: a Planície Amazônica, representada pelos terraços fluviais, que são patamares esculpidos pelos rios com declive voltado para o leito fluvial, geralmente comportando meandros abandonados ou em processos de abandono e áreas aplainadas resultantes da acumulação fluvial periódica ou permanentemente alagadas. Além disso, o Planalto Rebaixado da Amazônia representado por colinas e relevo de topo pouco convexo; cristas-relevo de topo contínuo e aguçado e interflúvios tabulares.

Hidrografia

A hidrografia do Estado se apresenta bastante complexa com sua drenagem bem distribuída. É constituída pelas Bacias do Rio Juruá e do Rio Purus, que são afluentes pela margem direita do Rio Solimões. Como principal característica dos rios Purus e Juruá é o paralelismo entre si e as mudanças de direção dos seus cursos devidas eles terem seus leitos implantados sobre falhas e fraturas, e mostram um padrão meandrante.

O rio Purus apresenta uma extensão de cerca de 3400 Km navegável da foz a desembocadura do rio Iaco, com origem no alto do Fitzcarrald, no Peru. Na época das cheias, atinge a cidade de Manuel Urbano e tem como principais afluentes o rio Acre e o Iaco.

O rio Juruá nasce na Serra da Contamana, apresentando uma extensão de 3500 Km. É navegável da foz até a cidade de Cruzeiro do Sul e em épocas de cheias, também, é navegável até a foz do Breu.e possuem largas planícies de inundação e vários meandros abandonados, tendo como principais afluentes acreanos os rios Envira, Tarauacá e Moa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Fase de campo

As atividades de campo foram realizadas pelo Prof. Dr. Marcondes Lima da Costa no período de 21 a 29 de julho de 2005, próximo a cidade de Feijó no Estado do Acre. Consistiu na coleta de 21 amostras a partir de três perfis Figuras 4 e 5 localizados às margens do Igarapé Diabinho afluente da margem direita do Rio Envira ao longo de um trecho cuja extensão é de aproximadamente 40 metros. Estas amostras foram devidamente identificadas e armazenadas em sacos plásticos, bem como todas utilizadas neste trabalho.

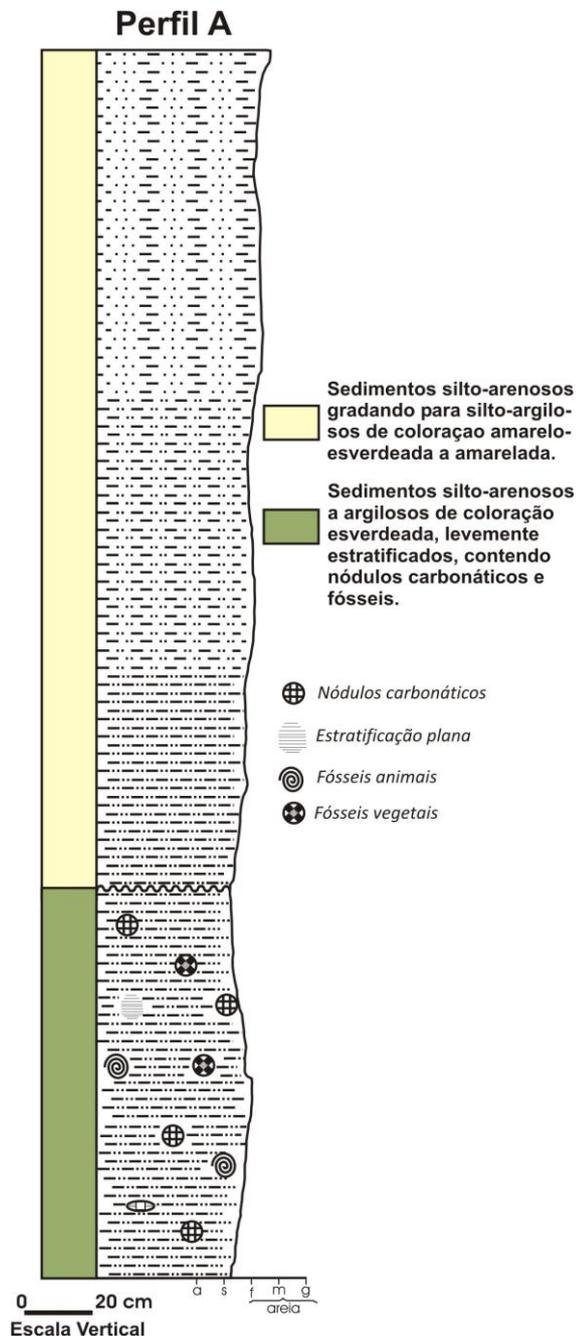


Figura 4: Perfil esquemático, correspondente a seção A. Acima da discordância têm-se os sedimentos do Holoceno e abaixo os da Formação Solimões.

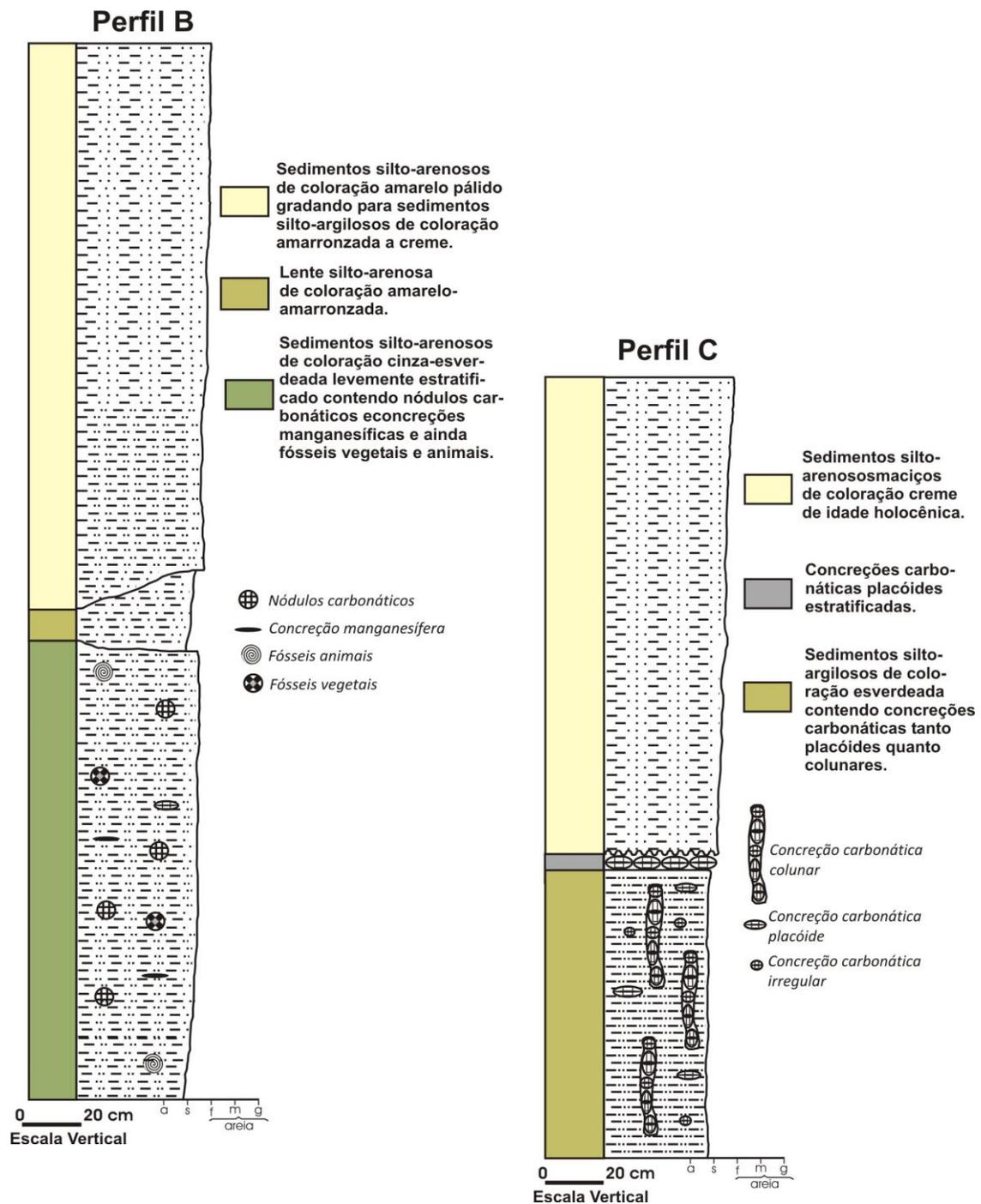


Figura 5: Perfis esquemáticos B e C, mostrando suas litologias. Na porção superior têm-se os sedimentos do Holoceno e logo abaixo se têm os da Formação Solimões.

Preparação das amostras

As amostras coletadas durante fase de campo foram expostas para secagem em temperatura ambiente e separadas para tratamento em função dos diferentes métodos apresentados a seguir.

Separação granulométrica

As análises granulométricas foram realizadas no Laboratório de Sedimentologia do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará (UFPA) consistindo-se na separação das frações areia, silte e argila, no total de 21 amostras.

As amostras foram primeiramente secas em temperatura ambiente e em seguida desagregadas manualmente. Posteriormente foram selecionados 100 gramas de cada amostra para o trabalho, que para cada uma procedeu-se da seguinte maneira:

- As amostras foram colocadas em béqueres de vidro, onde se adicionou água destilada para lavagem;
- Utilizando-se ultrassom da marca Thornt Inpec Eletrônica Ltda, as amostras foram desagregadas;
- Em seguida passadas em uma peneira de 0,062mm para separação da fração grossa (areia) da fração fina (silte e argila);
- A areia retida na peneira foi levada à estufa para secar a uma temperatura de 50°C;
- O silte e a argila em suspensão foram levados para separação por processo de centrifugação a 1000 rpm durante dois minutos; sendo que, para as amostras que apresentaram um caráter heterogêneo da solução, fora adicionado cerca de 5g de solução de pirofosfato de Sódio para homogeneizar; para este processo utilizou-se uma centrífuga de marca Heralus Chisty modelo 4121.
- Nesse processo a fração silte depositou-se no fundo do recipiente, enquanto a fração argila permaneceu em suspensão; O silte separado foi levado á estufa para secar a uma temperatura de 50°C;
- A argila em suspensão foi levada novamente à centrífuga a 2000 rpm durante cinco minutos para concentração e depois levada à estufa para secar a uma temperatura de 50°C;
- Depois de secas, a areia, o silte e a argila foram pesados separadamente, o que permite a determinação do percentual relativo entre as mesmas, e posterior construção de gráficos.

Separação e identificação dos minerais pesados.

Foram selecionadas 17 amostras de sedimentos consolidados e inconsolidados, para o estudo de minerais pesados.

Na figura 6 é mostrado o esquema analítico as quais as amostras foram submetidas para o estudo de minerais pesados.

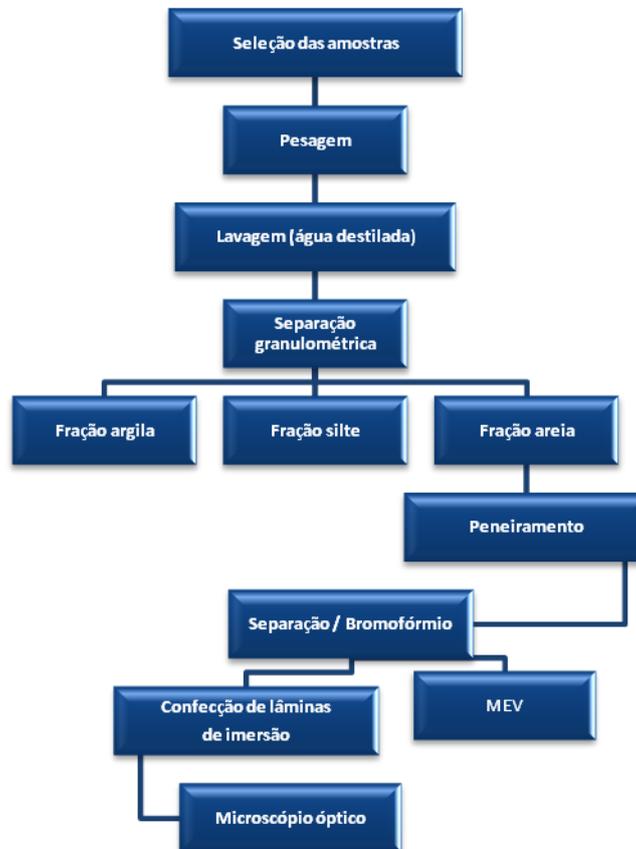


Figura 6: Representação dos métodos utilizados na identificação dos minerais pesados.

A separação de minerais pesados foi realizada no laboratório de sedimentologia da Universidade Federal do Pará (UFPA) onde se procedeu da seguinte maneira:

- Primeiramente pesaram-se cerca de 300g de sedimentos de cada amostra para proceder com o método.
- Em seguida as amostras foram lavadas para desagregação e retirada da argila por decantação, após esta etapa as amostras foram colocadas para secar em estufa com temperatura de 50°C. Depois de secas as amostras foram peneiradas em peneiras com abertura entre 0,062-0,250mm.

- Os minerais pesados foram extraídos das frações entre 0,062-0,125mm e 0,125-0,250mm, denominadas respectivamente de fração fina e grossa. Na concentração de minerais pesados foi utilizado o bromofórmio (CHBr_3), de densidade 2.89g/ml, em seguida lavados com álcool para posterior montagem dos grãos em lâminas de vidro com bálsamo do Canadá ($n=1,538$).
- Na confecção das lâminas adotou-se o seguinte procedimento: o material foi homogeneizado, em seguida foi realizada a limpeza das lâminas e das lamínulas com álcool de uso doméstico, após isso, as lâminas foram devidamente etiquetadas com suas respectivas simbologias e colocadas sobre a bancada do laboratório. Depois da aplicação do bálsamo do Canadá, os minerais foram distribuídos sobre as lâminas com o auxílio de um pequeno bastão de metal. Finalmente foram colocadas as lamínulas e esperou-se secar por três dias em temperatura ambiente.

Preparação de lâminas delgadas para petrografia

Para preparação de lâminas delgadas, tomou-se uma fina secção da amostra para ser separada em uma serratriz manual da marca Hillquist para a formação do denominado tablete e este posteriormente foi levado a uma placa aquecedora da marca Fanem modelo 186 para a perda total da umidade. Além disso, preparou-se uma solução com resina Haraldite da série GY257 e um endurecedor da série HY951 na proporção 3:1 respectivamente, posteriormente mergulha-se o tablete nesta solução ficando em repouso por 24 horas, porém a cada 30 minutos foi verificado se a amostra sofreu alguma reação com a solução.

Para a colagem do tablete na lâmina delgada fez-se o desbaste do mesmo em uma politriz com carborundo da série 300, 600 e 1000, paralelamente foram feitos o desbaste da lâmina com carborundo da série 1000 em uma placa de vidro para que ambas possuíssem uma superfície plana. Terminada esta fase foram feitas a colagem do tablete com Haraldite da série 750 e catalisador da série HY837, levando em seguida para repouso por 48 horas, posteriormente fez-se o desbaste da amostra na desbastadora da marca Decoplan até que a mesma atingisse espessura de 60 micras, em seguida repete-se o procedimento na politriz para que a amostra alcance espessura de 30 micras. Para finalização do trabalho é realizado um corte na amostra de forma retangular,

limpando-a com álcool para a colocação da lamínula com etelan, deixando em repouso por 48 horas para a catalização total e retirada o excesso com xilol.

A identificação mineralógica foi realizada em microscópio óptico da marca Zeiss Axiolab Pol, pentecente ao laboratório de gemologia da UFPA.

Microscopia Eletrônica de Varredura / Sistema de Energia Dispersiva (MEV/SED).

O estudo em microscopia eletrônica de varredura foi realizado para identificação de algumas variedades de minerais pesados opacos e transparentes, e de fragmentos da rocha fresca, bem como a obtenção de dados químicos destes, mas principalmente na obtenção de imagens dos grãos minerais.

Os materiais foram previamente selecionados em lupa binocular e colocados em um suporte metálico. Em seguida metalizados com ouro em um aparelho EMITEC KSS, sob vácuo 3×10^{-1} bar e corrente 25 mA. Posteriormente foram analisados em um microscópio eletrônico de varredura ZEISS modelo Leo 1430, para obtenção de imagens elétrons retro-espalhados, com sistema analítico SED 500 DP, desenvolvido pela IXRF-4 Systems Inc. O equipamento está instalado no Laboratório de Microscopia eletrônica do Instituto de Geociências da UFPA.

Análises Mineralógicas por difração de Raios-x (DRX).

Para a identificação dos argilominerais foram preparadas lâminas a partir da fração argila separada durante as análises granulométricas. Da argila em suspensão foram retirados com a ajuda de uma pipeta cerca de 2ml e espalhados sobre lâminas de vidro. Após o processo, as mesmas lâminas foram impregnadas com etileno-glicol em um dissecador por 24 horas e analisadas por DRX. Utilizou-se o difratômetro de raios-x de marca PANalytical, modelo X'PERT PRO MPD (PW 3040/60), com goniômetro PW 3050/60 (Theta/Theta) e com tubo de raios-x cerâmico de anodo de Cu ($K\alpha_1$ 1,540598 Å), modelo PW3373/00, foco fino longo, 2200W, 60Kv. O detector utilizado é do tipo RTMS, X' Celerator. Os registros foram realizados no intervalo 3° a 35° 2θ . A aquisição de dados foi feita com o software *X'Pert Data Collector*, versão 2.1^a, e o tratamento dos dados com o software *X'Pert HighScore* versão 2.1b, também da PANalytical.

Todos os equipamentos e softwares pertencem ao Laboratório de Raios-X do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Pará.

Para as análises de difração de raios-x em amostra total foi utilizada a técnica do “método do pó”. As amostras foram primeiramente pulverizadas, em seguida prensadas no acessório específico e então analisadas pelo difratômetro. Nesta fase foi utilizado o mesmo equipamento empregado para as argilas, porém com os registros realizados no intervalo 5 a 75° 2 θ .

INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE MINERAIS PESADOS EM SEDIMENTOS

No estudo de minerais pesados, normalmente se procede na concentração das amostras utilizando-se líquidos densos, neste caso utilizou-se o bromofórmio, com peso específico de $\sim 2,85\text{g/cm}^3$. Ao contrário de quartzo e feldspato, estes grãos afundam no líquido, sendo por este motivo, referidos como minerais pesados. Estes ocorrem em todas as areias, desde contribuições mínimas, até quase a totalidade de um depósito de *placer*. Usualmente formam menos de 1% do sedimento, sendo o restante quartzo, feldspatos, fragmentos líticos e biogênicos (Addad, 2001). A quantidade de minerais pesados em uma determinada areia depende da abundância de cada um na área fonte e do transporte, que inclui a sua capacidade de sobrevivência ao intemperismo, à abrasão e a sua segregação devido a diferenças na densidade e forma, e através de intemperismo, erosão e transporte, principalmente fluvial, são fornecidos ao sistema sedimentar (Nascimento, 2002). Muitos dos minerais pesados podem ser parcial ou totalmente destruídos pelo intemperismo químico e diagênese.

Muitos são os fatores que controlam a proporção dos minerais pesados em uma assembléia dentre eles estão: a) composição da área-fonte; b) estabilidade química; c) resistência mecânica e d) comportamento hidráulico dos grãos, além da granulometria do sedimento e da técnica de separação. Portanto, muitas vezes as informações obtidas diretamente de uma assembléia não refletem em totalidade as características da rocha-fonte.

Os minerais pesados no estudo de proveniência

A sobrevivência dos minerais pesados (MP) durante o ciclo sedimentar tem sido tradicionalmente utilizada como argumento nos estudos de proveniência pelo fato desses minerais registrarem a assinatura petrogenética da rocha-mãe mesmo após severas condições de eventos químicos. Tal fato permite uma interpretação a

proveniência. Muitas vezes, a interpretação da proveniência de minerais pesados é tão complexa quanto o contexto geológico da área-fonte (Nascimento, 2002).

A distribuição espacial dos minerais pesados numa área geográfica pode levar ao reconhecimento de províncias que se caracterizam pela presença de espécies de MP volumetricamente mais importantes, as quais não ocorrem em províncias adjacentes. Este procedimento é muito utilizado no estudo de proveniência de grandes sistemas fluviais que drenam extensas áreas geográficas através de seus afluentes (Monton, 1985 apud Nascimento, 2002).

O ESTUDO DOS ARGILOMINERAIS E A RECONSTRUÇÃO PALEOAMBIENTAL

Segundo Suguu (1980) o estudo dos minerais de argila ganhou importância com o desenvolvimento das pesquisas de petróleo, pois determinados tipos de argila sugerem horizontes ou áreas potencialmente petrolíferas e, além disso, de 50% a 60% das rochas sedimentares contêm minerais de argila. Em se tratando do estudo de reconstruções paleoambientais, os minerais de argila têm ganhado merecido destaque.

A seção Igarapé Diabinho é marcada por algumas camadas com volume significativo de argilominerais, constituindo então uma excelente oportunidade para se analisar as condições paleoclimáticas prevalentes durante a deposição, uma vez que os argilominerais detríticos bem como os autigênicos podem apresentar características morfoestruturais específicas inerentes ao ambiente deposicional.

As associações de argilominerais formadas por intemperismo estão relacionadas diretamente com parâmetros climáticos (pluviosidade e temperatura) e com a composição do substrato rochoso, sendo frequentemente utilizadas para determinar proveniência e mudanças na área-fonte dos sedimentos (Gravian *et al*, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise Granulométrica

De acordo com as análises granulométricas os sedimentos da Formação Solimões do Igarapé Diabinho apresentam granulometria predominantemente siltica (Figuras 7, 8 e 9) com pouca areia e argila. Essa predominância foi verificada em todos os três perfis com poucas variações entre as camadas da base para o topo. Foram analisadas ainda algumas amostras que recobrem a Formação Solimões nesta seção, tais amostras correspondem ao Holoceno e sua granulometria é também predominantemente

síltica, reforçando a ideia de que os sedimentos que compõem o Holoceno na Bacia do Acre, têm como fonte rochas retrabalhadas da Formação Solimões.

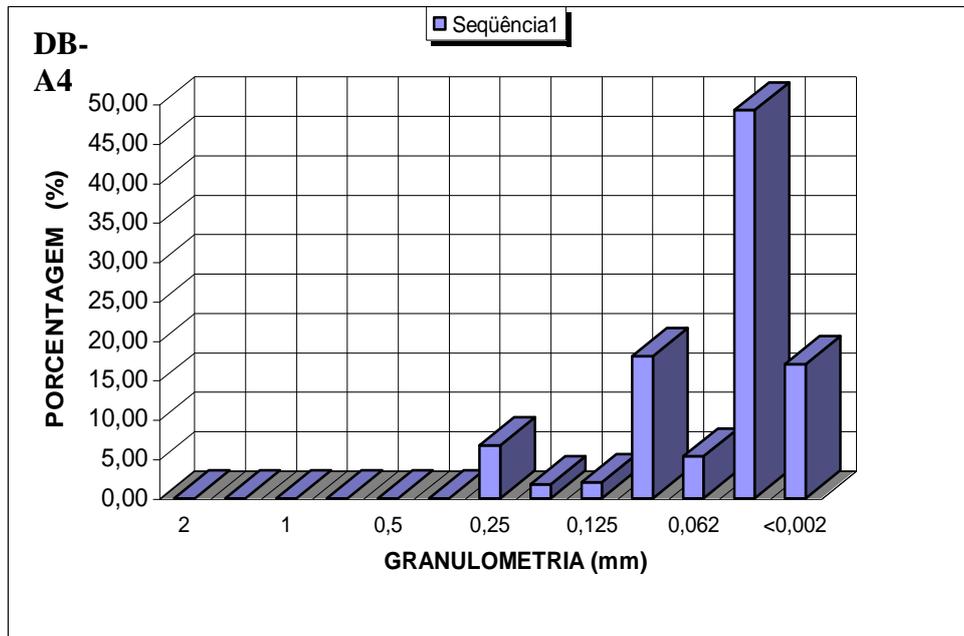


Figura 7: Histograma correspondente a amostra DB-A4 (perfil A), mostrando a predominância da fração silte nessas rochas.

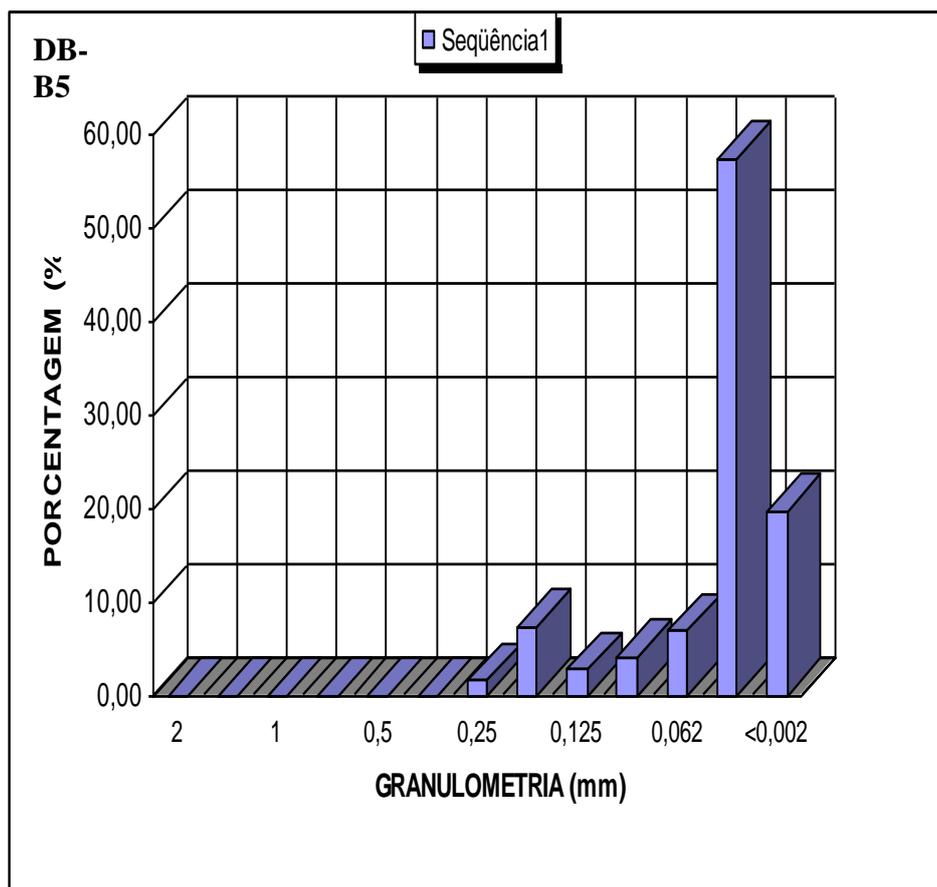


Figura 8: Histograma correspondente a amostra DB-B5 (perfil B), caracterizando a predominância da fração silte nas rochas da Formação Solimões nesta seção.

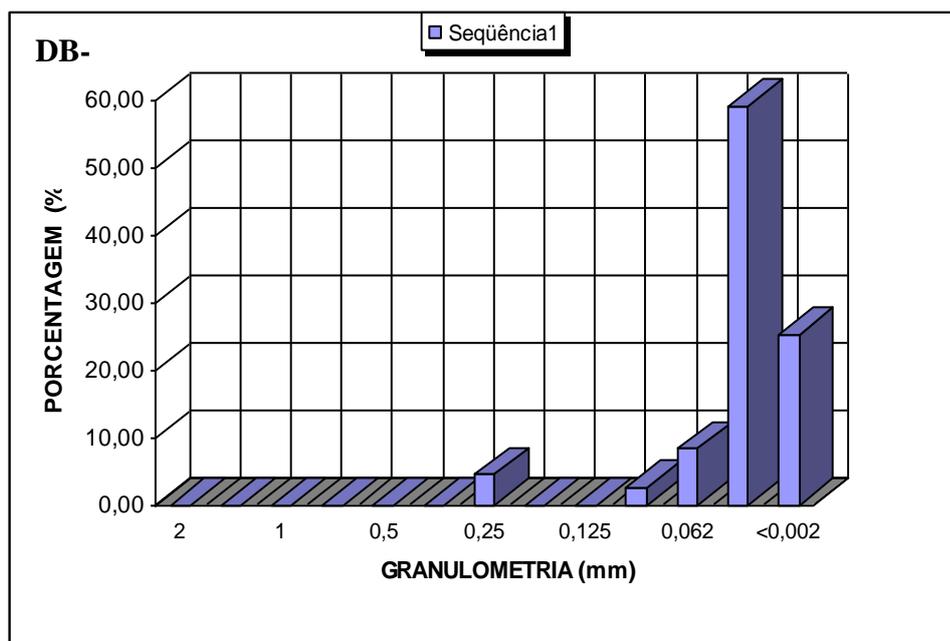


Figura 9: Histograma correspondente a amostras DB-C2 (perfil C), evidenciando a granulometria predominantemente siltica.

Caracterização Mineralógica

Por Difração de Raios-X (amostra total)

A caracterização mineralógica por DRX em amostra total mostrou que os sedimentos da Formação Solimões e dos Terraços Aluviais da seção do Diabinho são constituídos de: quartzo, esmectita, albita, muscovita, microclineo, caulinita, calcita e illita, além de traços de rutilo, listados nas tabelas a seguir de acordo com cada perfil.

Tabela 1: Minerais identificados por DRX correspondentes as amostras do perfil A.

	PERFIL A				
	DB-A2	DB-A3	DB-A4	DB-A5	DB-A6
Quartzo	•	•	•	•	•
Albita		•			•
Esmectita	•	•	•	•	•
Muscovita			•	•	•
Calcita	•				
Microclineo					
Caulinita	•				
Rutilo	•				

• - Mineral presente.

Tabela 2: Minerais identificados por DRX correspondentes as amostras do perfil B.

PERFIL 2							
	DB-1B	DB-B1	DB-B2	DB-B3	DB-B4	DB-B5	DB-B6
Quartzo	•	•	•	•	•	•	•
Albita	•	•	•		•	•	
Esmectita	•	•	•	•	•	•	•
Muscovita				•	•	•	•
Calcita	•	•	•	•			
Microclíneo				•	•	•	•
Caulinita						•	

• - Mineral presente.

Tabela 3: Minerais Identificados por DRX presentes nas amostras do perfil C.

PERFIL 3								
	DB-1C	DB-C1	DB-C2	DB-C3A	DB-C3C	DB-C3D	DB-C4	DB-C5
Quartzo	•	•	•	•	•	•	•	•
Albita	•			•	•		•	•
Esmectita	•	•	•	•	•	•	•	•
Muscovita	•	•	•	•				•
Calcita	•	•			•	•	•	•
Microclíneo	•							•
Caulinita	•	•				•		
Illita								•

• - Mineral presente.

Em termos de abundância os principais minerais identificados foram o quartzo seguido pela esmectita e albita; seguidos por calcita, albita e o microclíneo, e os menos freqüentes estão representados pela caulinita, illita e o rutilo, identificado apenas em uma amostra. Os difratogramas mais representativos de cada perfil podem ser observados nas figuras (10, 11 e 12).

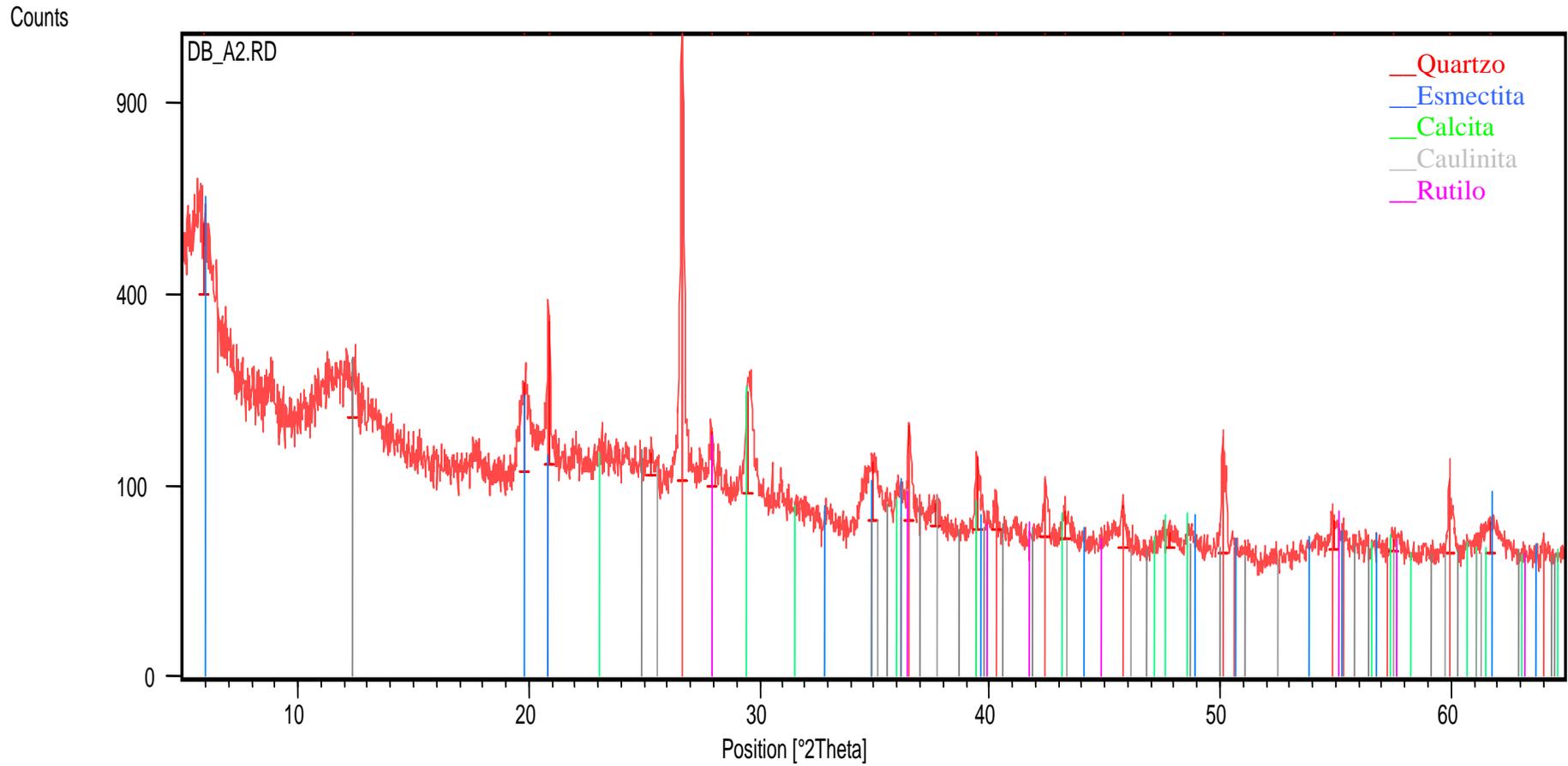


Figura 10: Difratoograma de raios – x correspondente a amostra DB-A2 do perfil A, minerais identificados: quartzo, esmeclita, calcita, caulinita e rutilo.

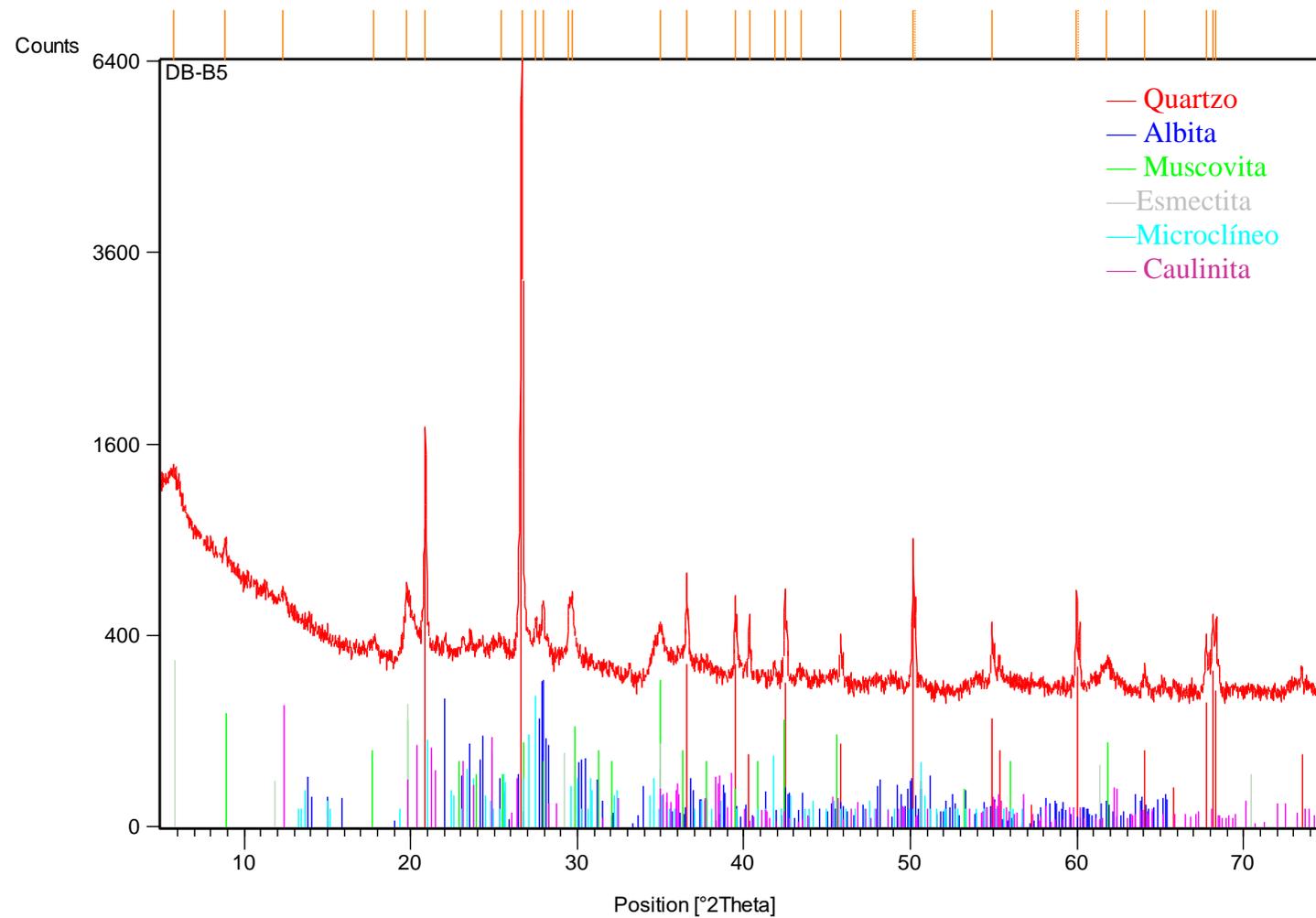


Figura 11: Difratoograma de raios-x correspondente a amostra DB-B5 do perfil B, minerais identificados: quartzo, albita, muscovita, esmeclita, microclíneo e caulinita.

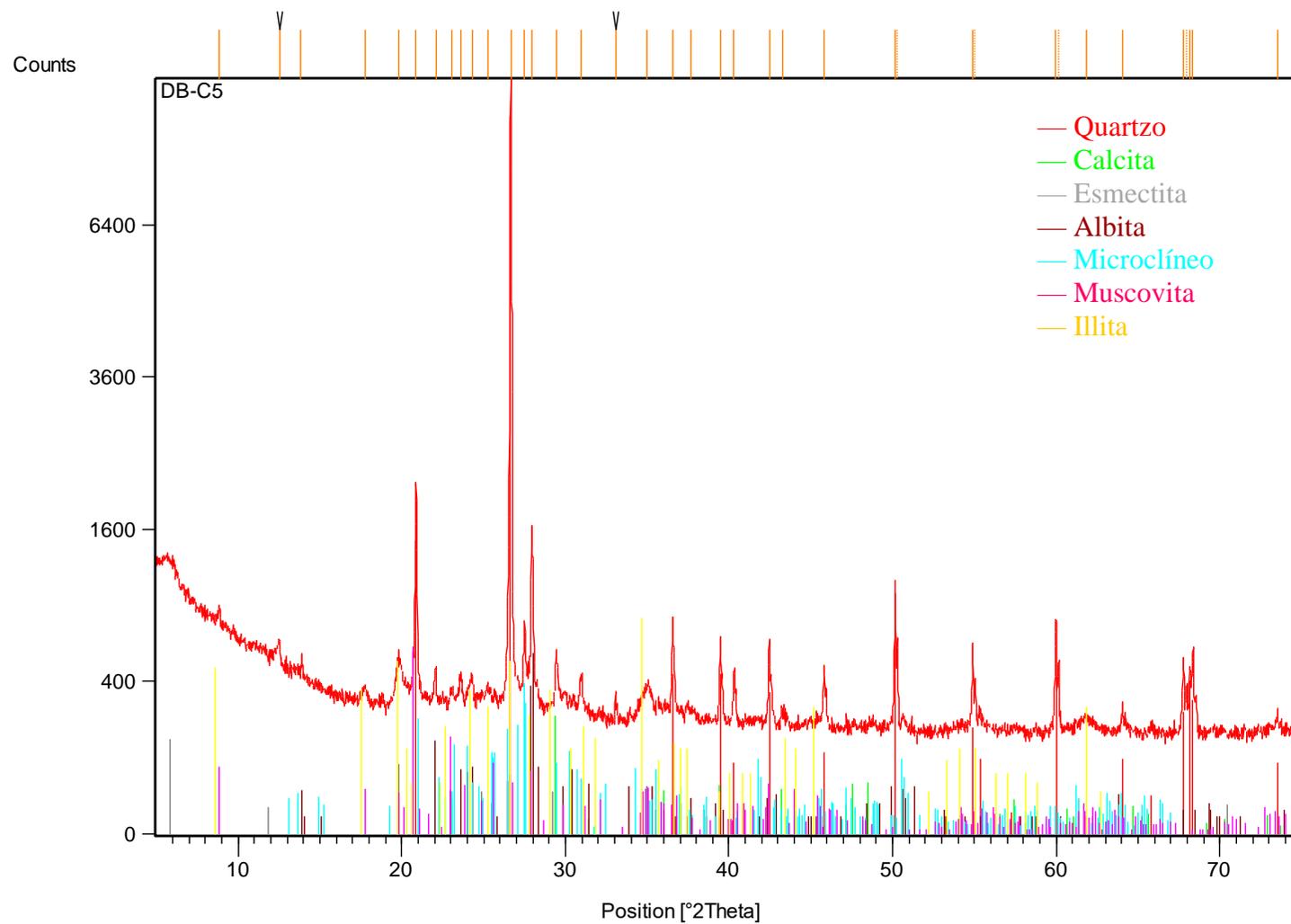


Figura 12: Difratoograma de raios-x correspondente a amostra DB-C5 do perfil C, minerais identificados: quartzo, calcita, esmectita, albita, microclíneo e illita.

Por Difração de Raios-x (fração argila)

As análises por difração de raios-x da fração argila indicaram os seguintes minerais de argila em ordem de abundância: esmectita, illita e caulinita. Ainda foi possível identificar o quartzo, demonstrando que a separação não foi completa. (Figuras 13, 14 e 15).

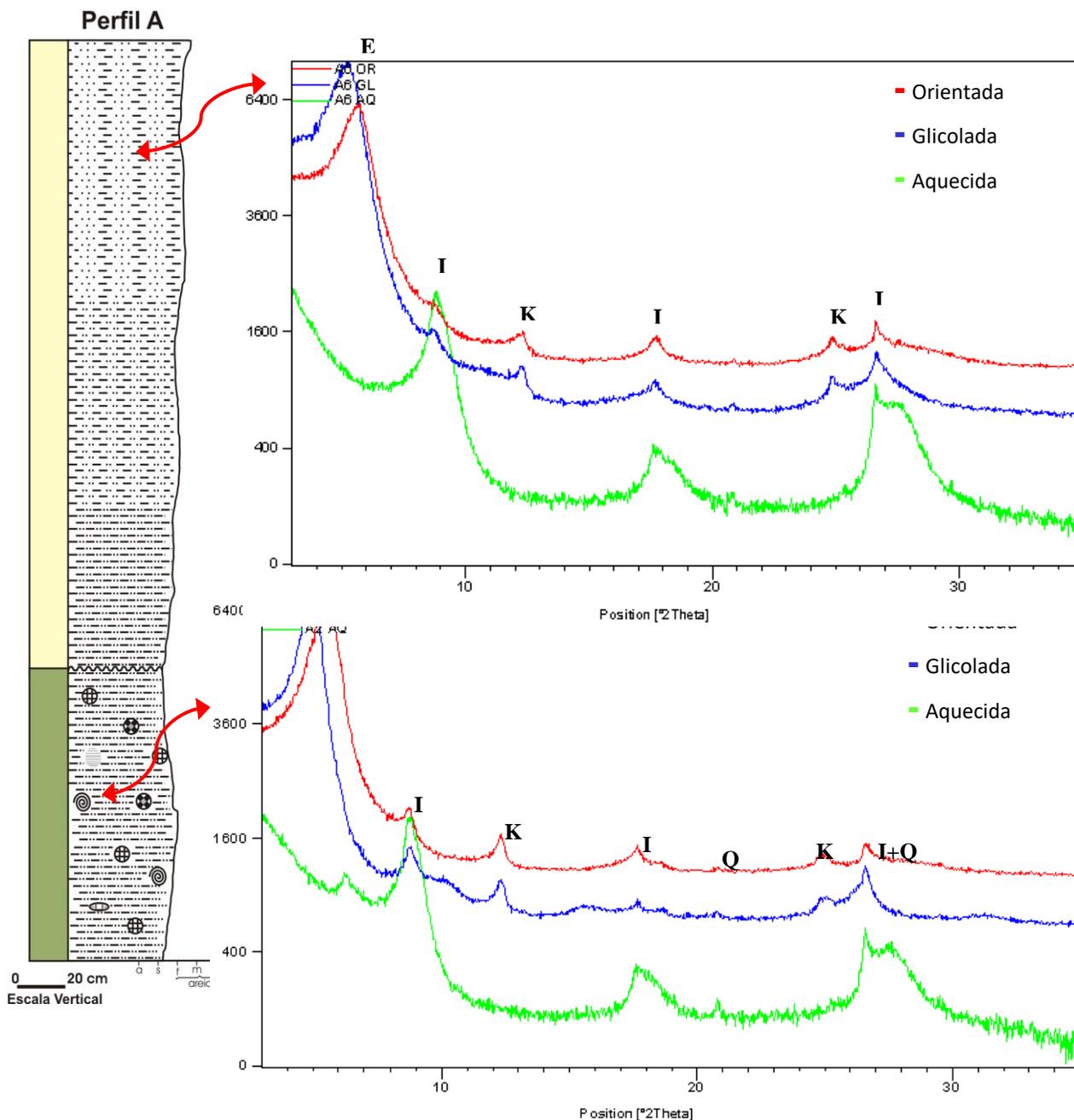


Figura 13: Difratograma da fração argila, representativo do perfil A, amostra DB-A6 na porção superior e DB-A2 na inferior. E-esmectita, I-illita, K-caulinita. Q-quartzo. A seta em vermelho indica o local onde a amostra foi coletada no perfil.

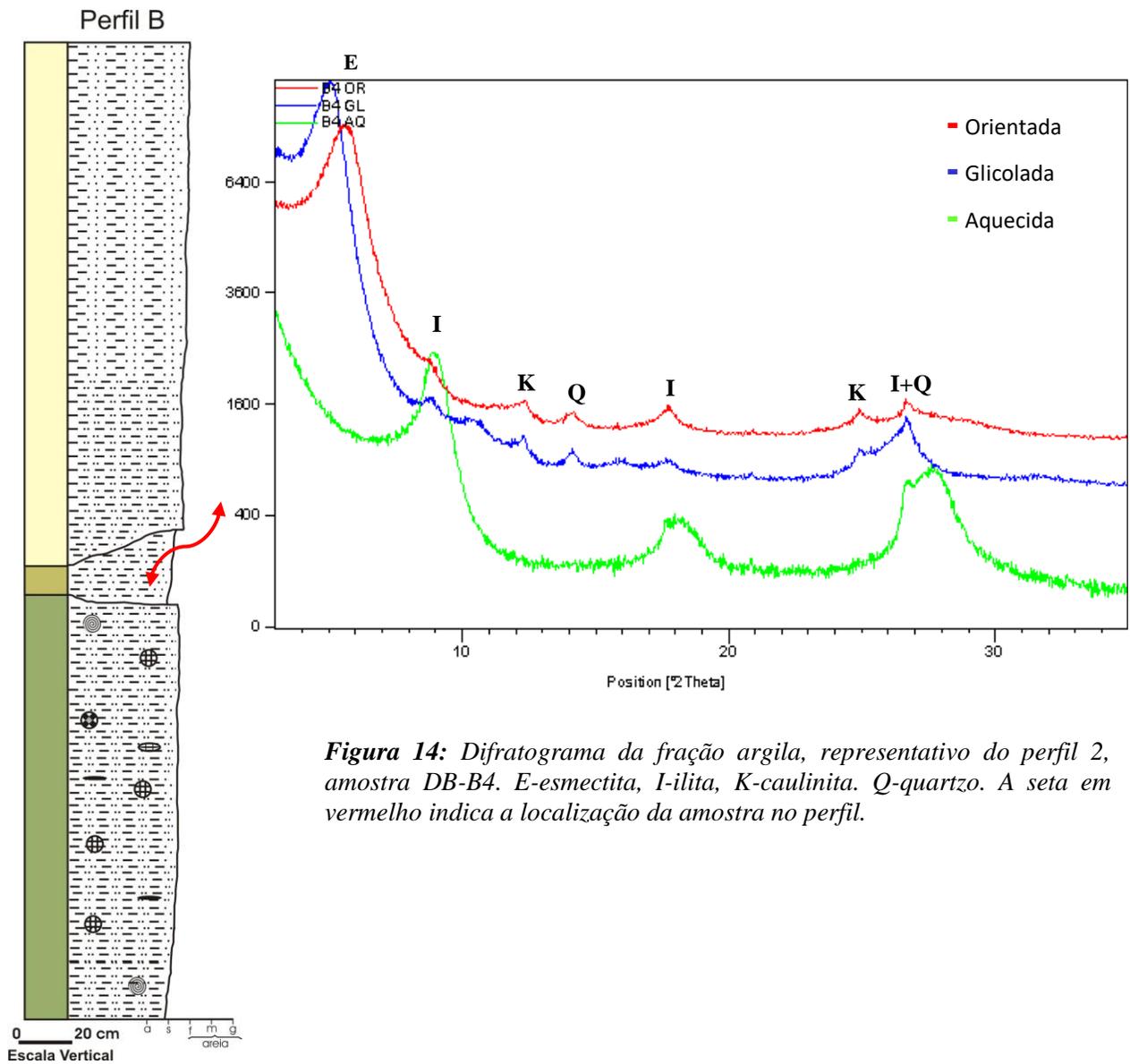


Figura 14: Difratoograma da fração argila, representativo do perfil 2, amostra DB-B4. E-esmectita, I-ilita, K-caulinita. Q-quartzo. A seta em vermelho indica a localização da amostra no perfil.

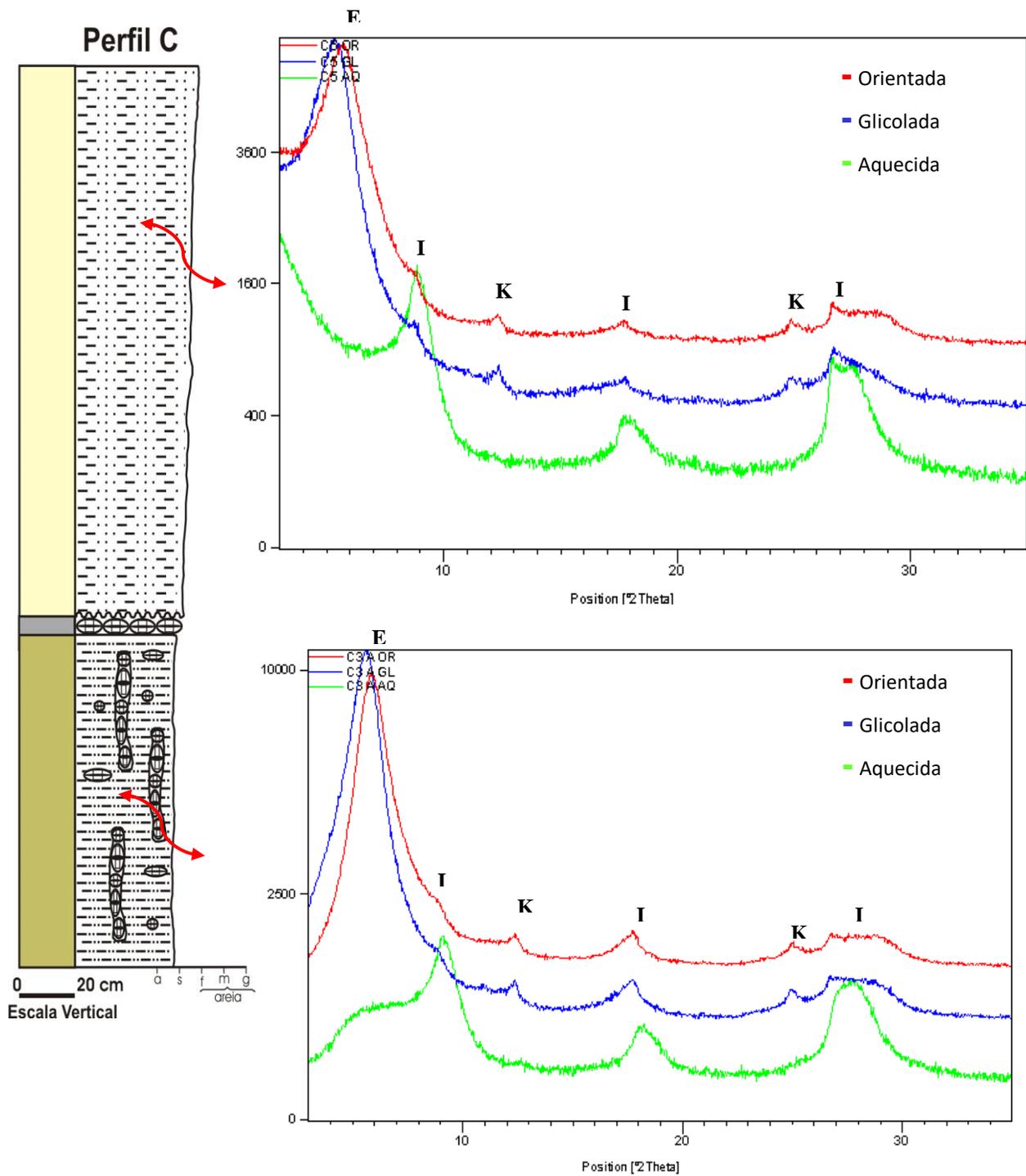


Figura 15: Difratogramas da fração argila, representativo do perfil C, amostra DB-C5 (Holoceno) acima e DB-C3(F. Solimões) abaixo. E-esmectita, I-ilita, K-caulinita. A seta em vermelho indica a posição da amostra no perfil.

Petrografia

A identificação mineralógica por microscopia óptica através de lâminas delgadas só foi possível nas poucas amostras rochas bem consolidadas. Trata-se em geral de rochas pelíticas silto-argilosas e silto-arenosas, em sua maioria sustentadas pela matriz ou cimento carbonático.

Sob o microscópio foi possível identificar quartzo, muscovita, argilominerais, microclíneo, hematita e albita (Figura 16, 17 e 18). Assim como observado nas amostras de mão, as lâminas delgadas mostraram a dominante presença de argilominerais.

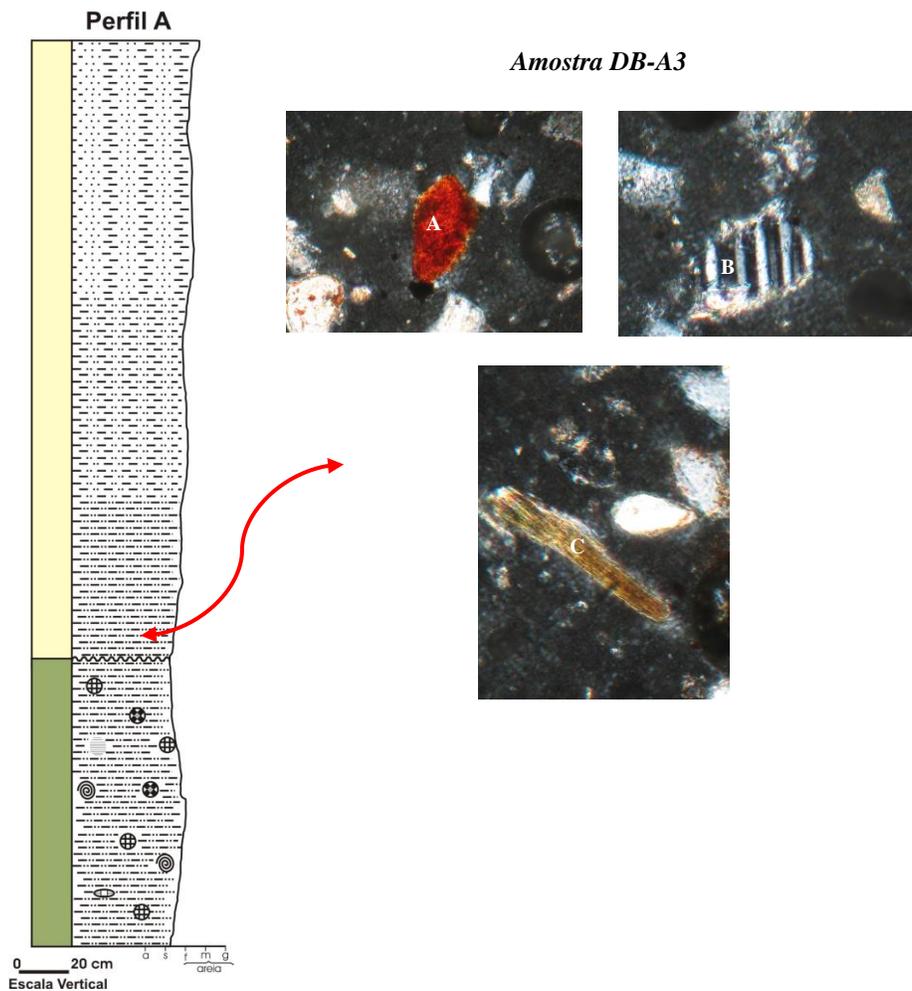
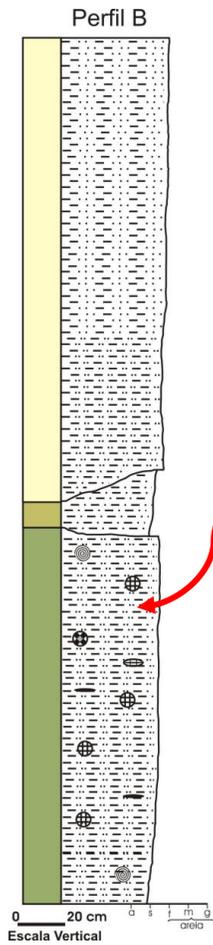


Figura 16: Fotomicrografias obtidas com nicóis cruzados de minerais identificados na amostra DB-A3 no perfil A, em A têm-se biotita, em B albita e em C um mineral micáceo alterado para argilo-mineral. A seta em vermelho mostra a localização da amostra no perfil.



Amostra DB-B3

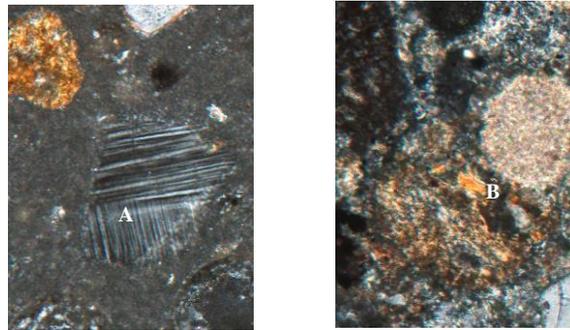
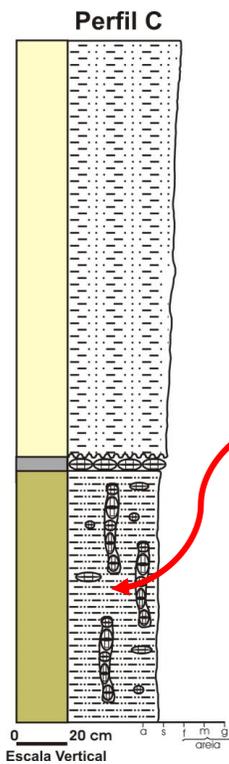


Figura 17: Fotomicrografias obtidas com nicóis cruzados de minerais identificados na amostra DB-B3 onde, em A têm-se microclíneo e em B argilomineral. A seta em vermelho indica a posição da amostra no perfil.



Amostra DB-C2

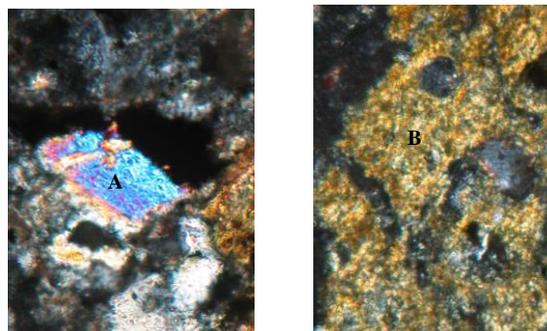


Figura 18: Fotomicrografias obtidas com nicóis cruzados, evidenciando os minerais identificados na amostra DB-C2 onde, em A têm-se muscovita e em B argilomineral.

Minerais pesados

A) – Por microscopia óptica

Os minerais pesados identificados nos sedimentos da seção do Igarapé Diabinho foram epidoto, andaluzita, cianita, zircão, sillimanita, turmalina, muscovita, granada, anfibólio, rutilo e titanita. Em quantidades menores que 1% se identificou ainda apatita, estaurolita biotita e monazita (Figuras 19 e 20). Praticamente não há divergência mineralógica entre os três perfis investigados como mostram as figuras a seguir (Figuras. 19 e 20), tanto na fração grossa quanto na fina.

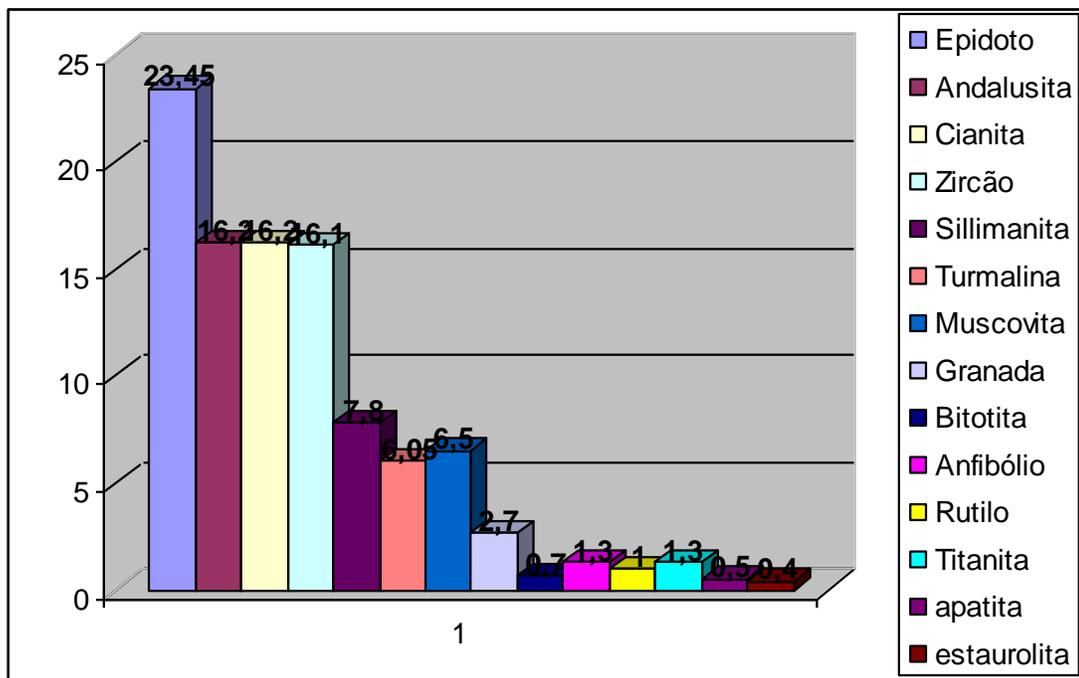


Figura 19: Distribuição da frequência média (em percentual) de minerais pesados na fração fina das amostras de sedimentos da seção Igarapé Diabinho.

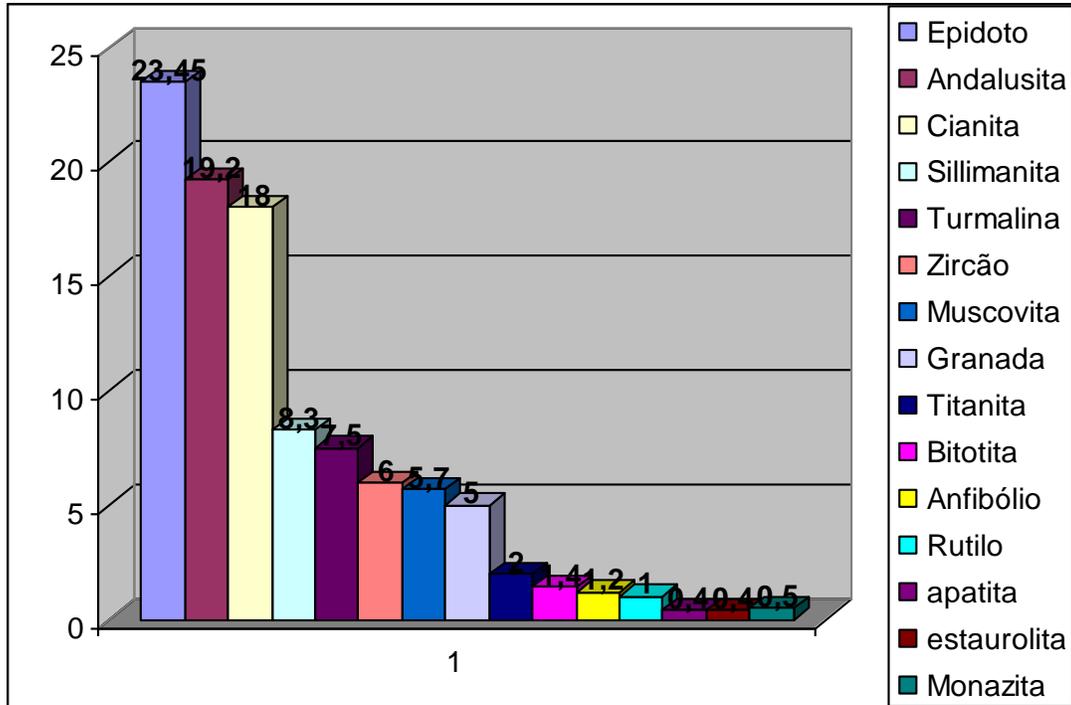


Figura 20: Distribuição da frequência média (em percentual) de minerais pesados na fração grossa das amostras de sedimentos da seção Igarapé Diabinho.

Epidoto – é um dos minerais mais abundantes nos barrancos da seção Igarapé Diabinho, apresenta uma variedade de formas e cores. São freqüentes grãos anédricos a subédricos, exibindo, geralmente feições de corrosão nas bordas, são grãos angulosos a subangulosos e muitos subarredondados. As colorações variam de verde-claro a verde-acastanhado, predominando o verde. (Figura 21).



Figura 21: Fotomicrografia de epidoto, exibindo sua forma sua superfície irregular.

Andaluzita – seus cristais são incolores, com formas anédricas raramente prismáticos, variando de angulosos a subangulosos. Sua ocorrência é principalmente registrada na fração grossa (Figura 22).



Figura 22: Grão de andaluzita apresentando sua forma anédrica.

Cianita – se apresenta geralmente como cristais tabulares prismáticos alongados curtos e ainda subarredondados, alguns fraturados. Seus grãos são angulosos a subangulosos, normalmente incolores, com raras ocorrências de coloração azulada (Figura 23).



Figura 23: Grão de cianita alongado.

Zircão – ocorre em quantidade significativa, apresentando uma ampla variedade de formas, ocorrendo tanto formas de grãos euédricos angulosos a subangulosos quanto formas de grãos subarredondados a bem arredondados. São concentrados principalmente na fração fina (Figura 24).

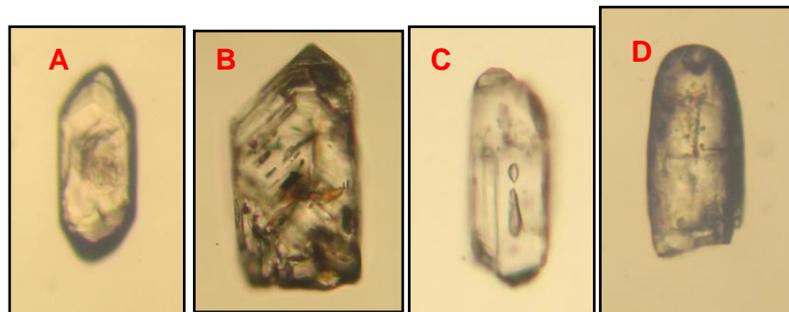


Figura 24: Diferentes formas de zircões. Em (A e B) têm-se grãos com faces bem formadas; em (c) zircão com faces sub-arredondadas e em (D) zircão com faces arredondadas.

Sillimanita – apresenta-se na forma de grãos prismáticos curtos a alongados, predominantemente angulosos, incolores, por vezes sub-angulosos (Figura 25).

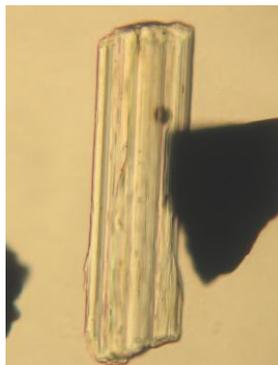


Figura 25: Grão de sillimanita, exibindo sua forma alongada.

Turmalina – relativamente freqüente, se apresenta em cristais com coloração variando de verde-azulado, marrom-esverdeado a marrom. Seus grãos apresentam-se sob duas formas: a) cristais prismáticos bem formados, angulosos a subangulosos, b) grãos bem arredondados. (Figura 26).



Figura 26: Grãos de turmalina, da esquerda para direita tem-se: grão arredondado, grão sub-arredondado e grão com faces bem preservadas.

Muscovita – bastante freqüente em algumas amostras, ocorre sob forma de placas elipsoidais, arredondadas a subarredondadas, com evidências de corrosão nas bordas. Sua presença está principalmente associada à fração grossa.

Granada – ocorre em quantidade considerável, principalmente na fração fina. São freqüentes grãos angulosos incolores, e em menor quantidade subangulosos.

Anfibólio – seus grãos apresentam-se sob formas alongadas, angulosos a subangulosos, com coloração oscilando entre verde-escura a verde-clara. Apresentam-se na forma de hornblenda e actinolita, sendo a primeira mais freqüente (Figura 27).



Figura 27: Grão de anfibólio do tipo hornblenda.

Rutilo – ocorre como grãos angulosos a subangulosos, geralmente está em quantidade similares em ambas as frações fina e grossa.

Titanita – apresenta-se em quantidade discreta nestes sedimentos. Seus grãos são em geral irregulares, angulosos, com coloração variando entre amarelo e castanho.

Apatita – ocorre como grãos achatados de forma arredondada a semi-hexagonal, possui ainda cristais alongados, angulosos. Sua presença está registrada principalmente na fração fina.

Estaurolita – exhibe geralmente grãos irregulares, angulosos, com fraturas conchoidais e raramente prismáticos. A coloração varia de amarelo-pálido, amarelo intenso (ouro) a vermelho-amarelado.

B) Por microscopia eletrônica de varredura (MEV/SED)

Através da identificação dos minerais pesados por Microscopia Eletrônica de Varredura com Sistema de Energia Dispersiva (MEV/SED), possibilitou a obtenção de análises químicas semiquantitativas em grãos individuais, a partir disto possibilitando a identificação do mineral.

À princípio procurou-se analisar principalmente os minerais opacos, e grãos de zircão.

Dentre os 36 grãos analisados onze correspondem a ilmenita (Figura 28), oito a zircão (Figura 31), sete a granada (Figura 29), três a turmalina, três a apatita, dois ao epidoto, um a biotita e um a cianita (Figura 30).

A ilmenita destacou-se como o principal mineral pesado opaco nesses sedimentos, que de uma maneira geral apresenta-se na forma de grãos angulosos a sub-angulosos com algumas feições de corrosão e abrasão.

O zircão apresenta-se tanto na forma de grãos bem arredondados quanto na forma de grãos prismáticos com faces muito bem formadas (Figura 31). Tais evidências sugerem que estes zircões podem ter sofrido um longo transporte até o local de deposição, ou mesmo se tratar de grãos que já sofreram mais de um ciclo sedimentar, já os grãos exibindo faces ainda bem preservadas sugerem um rápido transporte até o local de deposição, assim como também pode se tratar de uma recristalização através de um evento de metamorfismo na área fonte, e posterior deposição até o sítio atual.

A granada foi identificada tanto na fração fina quanto na grossa, geralmente se apresenta em grãos transparentes a levemente opacos quando observados em lupa binocular. Ao MEV pode-se observar melhor que estes grãos se apresentam como angulosos a subangulosos em forma de fragmentos irregulares e alongados. Sua composição mostra teores de Fe, Al e Si compatíveis com os da variedade de almandina (Figura 29).

A turmalina ocorre principalmente como grãos sub-arredondados a arredondados.

A apatita se apresenta em formas relativamente euédricas ou como grãos ângulos a sub-angulosos.

O epidoto apresenta sua morfologia irregular, com muitas feições de corrosão e abrasão.

A biotita encontra-se sob forma relativamente arredondada e morfologicamente placosa.

O único grão de cianita se apresenta como cristal euédrico (Figura 30).

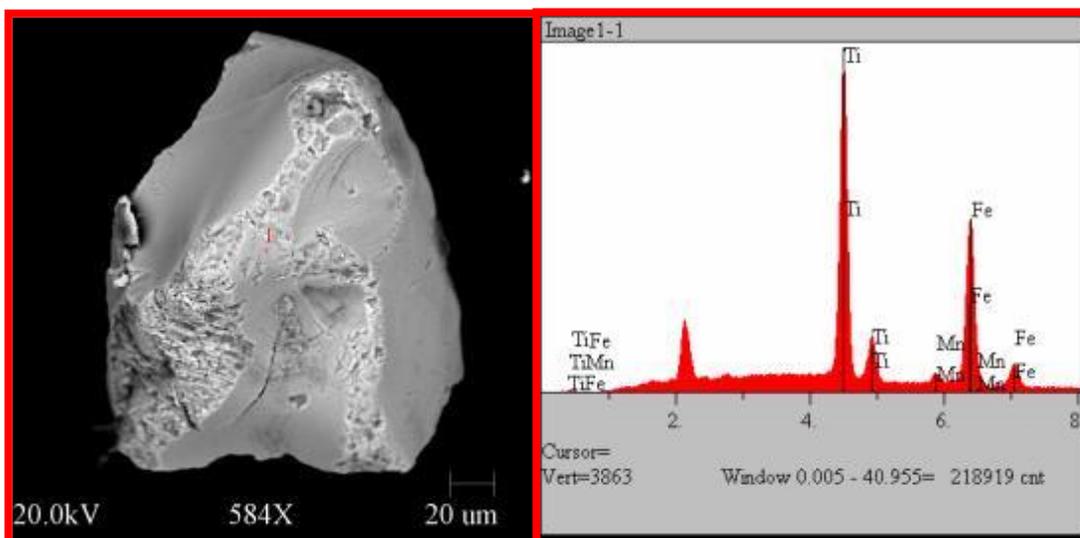


Figura 28: imagem de MEV espectro de SED, exibindo a forma irregular do grão de ilmenita.

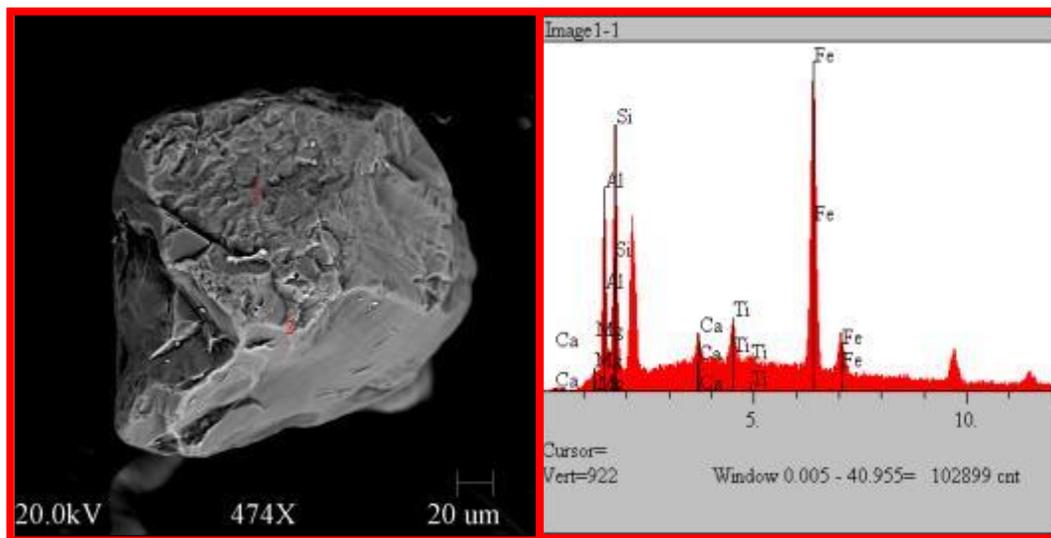


Figura 29: Imagem de MEV e espectro SED, correspondente a granada do tipo almandina.

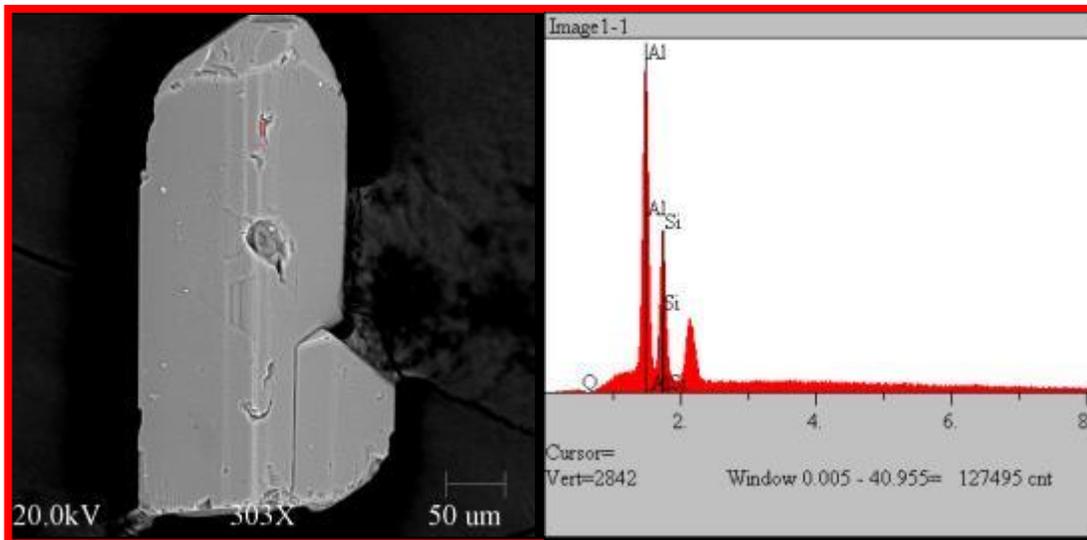


Figura 30: Imagem de MEV e espectro de SED, comprovando a presença de cianita nesses sedimentos, apresentando sua forma irregular.

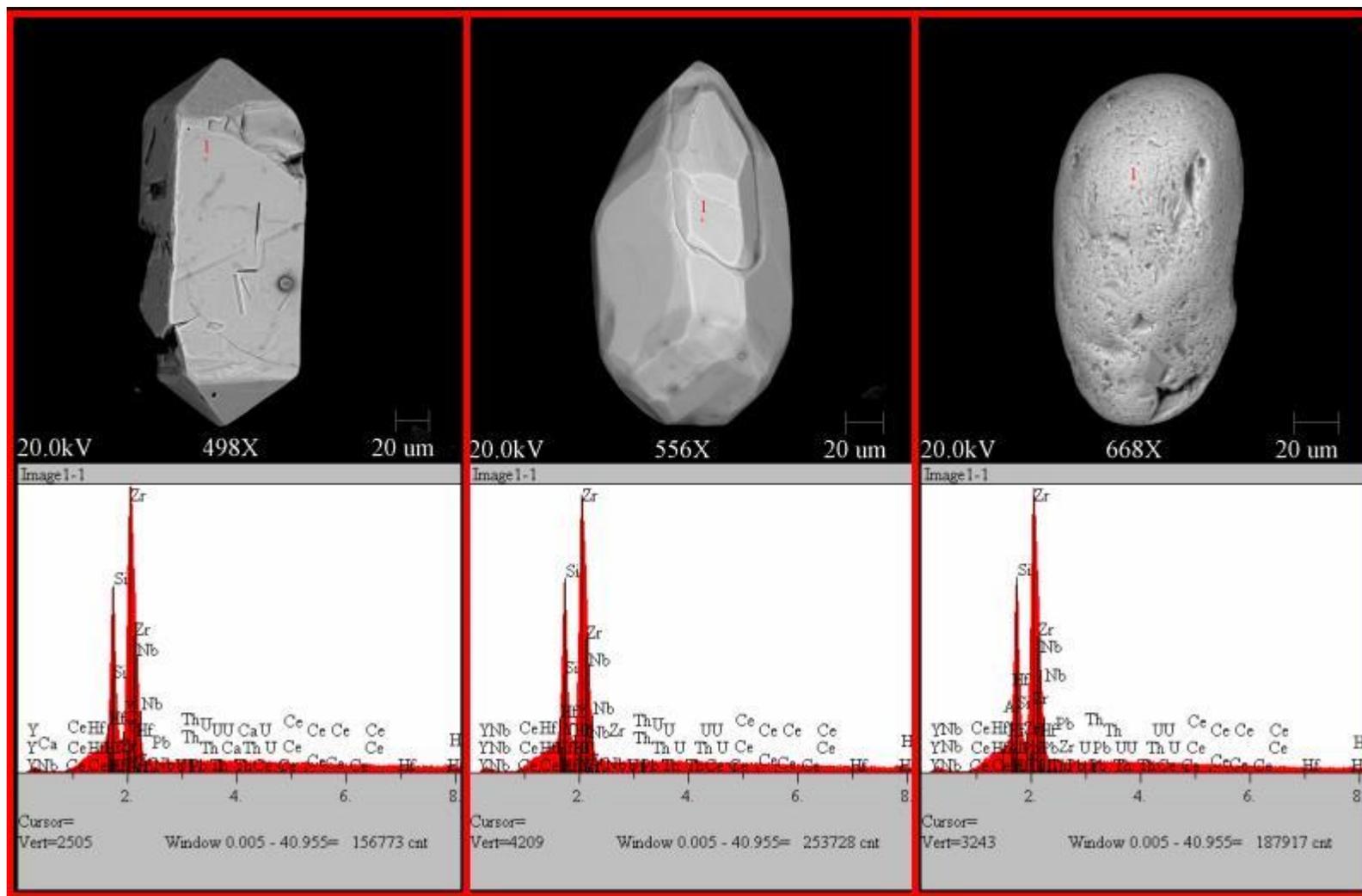


Figura 31: Imagens de MEV e espectros de SED correspondentes a grãos de zircões, exibindo suas morfologias variando desde euédricos a bem arredondados.

DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

Aspectos granulométricos e mineralógicos

Em termos granulométricos as amostras estudadas de um modo geral são dominadas pela fração silte, que é constituída principalmente por quartzo, muscovita, caulinita, feldspato (albita e microclineo) e esmectita. Calcita é acessório comum. Estes dados podem indicar que se trata de uma paleo-planície de inundação, embora em estudos realizados em sedimentos de praia do Acre por Viana (2005) e Almeida (2006), tenham concluído que os sedimentos de praia do Acre tenham uma granulometria predominantemente areia fina+silte.

Minerais de argila

As análises mostraram que os argilominerais de maior ocorrência em termos de abundância são a esmectita seguido pela illita e caulinita. Almeida (2005), estudando a mineralogia dos sedimentos de praia (barras em pontal) no Estado do Acre, verificou que na área central do Estado, há uma maior ocorrência de esmectita, tal autor relacionou este quadro com o fato de que nesta porção do Acre é maior a exposição da fácies argilosa da Formação Solimões e maior a predominância da fração silte. Isto se relaciona relativamente bem com a seção estudada no Igarapé Diabinho, o qual localiza-se na porção central do Estado e bem como apresenta uma distribuição granulométrica predominantemente siltica e com maior ocorrência de esmectita como mostraram os resultados.

O mesmo autor caracterizou essas esmectitas como sendo do tipo montmorilonita-nontronita e concluiu que estes sedimentos têm como fonte atual os litotipos da Formação Solimões e os sedimentos dos terraços aluviais antigos. Fato este que permite sugerir que os sedimentos da seção estudada serviram de fonte para os sedimentos estudados pelo autor citado, o que permite inferir o quadro de que as esmectitas da seção igarapé Diabinho podem ser caracterizadas como do tipo montmorilonita-nontronita.

Gonçalves (2004) sugere que a montmorilonita como espécie esmectítica contribui para idéia de que a deposição se dá em ambiente continental. O que contribui para justificar que a Formação se deu em ambiente deposicional predominantemente fluviolacustre.

Os minerais pesados

A diversidade de minerais pesados da seção Igarapé Diabinho é bastante rica, com pelo menos 16 espécies minerais. A integração dos dados destes minerais ao contexto morfológico dos grãos minerais estudados permite tecer considerações referentes aos processos intempéricos e à proveniência relacionados aos seus sedimentos.

Litologias fontes e possíveis localizações geográficas

De acordo com os dados obtidos no presente trabalho foram identificadas pelo menos duas assembléias de minerais pesados distintas. Tais assembléias sugerem a participação de fontes dominadas por rochas metamórficas de alto grau, ígneas ácidas a intermediárias, em que as metamórficas são representadas principalmente por epídoto e silicatos de alumínio (cianita, andaluzita, sillimanita, granada e micas); e as ígneas por zircão, turmalina, ilmenita e apatita, seguidos por minerais cuja ocorrência pode ser dada tanto em rochas ígneas quanto metamórficas.

Os minerais representantes de rochas metamórficas são os constituintes mais frequentes da assembléia mineral estudada, tanto na fração fina quanto na grossa. Já os minerais representantes de rochas ígneas são de certa forma, menos frequentes, mas bastante significativos, com exceção da apatita que ocorre em pouca quantidade. Tendo conhecimento sobre esse quadro pode-se sugerir que as fontes primárias dos sedimentos da seção Igarapé Diabinho eram constituídas em grande escala por rochas metamórficas como, por exemplo, xistos derivados de pelitos, e em menor escala por rochas ígneas ácidas a intermediárias. Acredita-se que tais rochas são encontradas ao longo do Cráton Amazônico, e nas porções andinas e sub-andinas do Peru e da Bolívia.

O trabalho realizado por Oliveira (2005) nos rios Purus e Acre e por Castilho (2006) no rio Juruá mostra bastante similaridade mineralógica entre as assembléias aqui inferidas e obtidas pelos autores em sua pesquisa, assim como suas litologias fontes.

As possíveis litologias fontes para esses sedimentos encontradas ao longo da porção sudoeste do Cráton Amazônico estariam relacionadas a rochas geradas durante o grande ciclo orogênico Sunsás de idade entre 1280-950 Ma (Souza, 2001). Dentro deste ciclo há a ocorrência de vários outros subciclos, dentro dos quais se destaca a Orogênese Nova Brasilândia, onde se localiza o Grupo Nova Brasilândia (Rizzoto *et al.* 1999). Este grupo é representado por rochas metassedimentares de baixo/médio grau metamórfico (xistos, filitos, anfíbolitos, rochas

calcissilicáticas e granitos), e ainda de alto grau metamórfico, muito passíveis a serem fontes dos sedimentos estudados.

As mesmas rochas citadas anteriormente são marcadas por paragêneses compostas de sillimanita, titanita, granada, muscovita, piroxênio, biotita, ilmenita, turmalina e zircão. Entre estes os quatro primeiros minerais correspondem aos acessórios mais representativos em quartzo-mica-xisto, paragnaisses e gnaisses, e os seis últimos em anfibolitos e metagabros, além de ocorrerem em proporções significantes no Granito Rio Branco e nas rochas da Suíte Rio Pardo (Rizzoto *et al*, 1999 *apud* Oliveira, 2005).

As regiões do Peru e da Bolívia, assim como os demais segmentos andinos, constituem um complexo cenário geológico, onde ocorrem rochas sedimentares, ígneas e metamórficas confinadas a uma estreita faixa alongada e, compartimentada por diversos elementos estruturais. Nos terrenos sub-andinos dominam bacias sedimentares de idades ordovicianas e terciárias, que foram preenchidas por sedimentos arenosos e argilosos, com menor ocorrência de conglomerados, os quais estão distribuídos na base do Eoceno e no topo do Oligoceno (Jaillarde & Soler, 1996 *apud* Oliveira, 2005).

As rochas presentes nos terrenos andinos possuem fortes indícios de fazerem parte do conjunto de áreas fontes fornecedoras de sedimentos para o sítio deposicional do Igarapé Diabinho, como demonstra a assembléia de minerais pesados identificada no presente trabalho.

Intemperismo, condições de transporte e inferências ambientais

O conjunto de minerais pesados estudados, nos mostra que a seção do Igarapé Diabinho, de acordo com a classificação de Addad (2001) é constituída tanto por minerais ultraestáveis (zircão, turmalina e rutilo), quanto por minerais estáveis (cianita andaluzita, sillimanita, granada e estauroлита), como também minerais instáveis (epidoto, apatita, micas e anfibólio), e relacionando esses aspectos com a variedade morfológica desses grãos, que se apresentam desde euédricos a subédricos, permite classificar esses sedimentos como predominantemente imaturos.

Contudo em se tratando de sedimentos miocênicos da Formação Solimões deve-se considerar que a presença de indivíduos de mesma espécie mineral a exemplo da turmalina, zircão e ilmenita, com diferentes aspectos morfológicos, mostrando desde grãos angulosos até bem arredondados, sugere mudanças climáticas, sedimentos retrabalhados em outros ciclos e diferenças na localização da área fonte primária.

Segundo Suguio (1999), do Plioceno ao Quaternário, as condições climáticas reinantes no planeta sofreram graduais mudanças, passando de clima moderadamente quente e úmido para clima frio, com precipitação média. Embora essas mudanças sejam reconhecidas em grande parte do globo terrestre, incluindo porções do território brasileiro, a área estudada parece não ter sido submetida a tais oscilações climáticas, pois, a presença de minerais altamente instáveis ao intemperismo químico como o epidoto, anfibólio e biotita, que sob condições de clima úmido sofrem a perda parcial ou total de seus elementos e transformam-se em argilominerais, indica condições de clima com tendência a árido. Entre outros, Costa *et al.* (1989) também chegou a essa conclusão, baseando-se na freqüente presença de veios de gipsita que cortam as unidades da Formação Solimões.

A ampla variedade da forma dos grãos de minerais pesados aqui estudados sugere que estes sedimentos podem ter seguido caminhos diferentes até o atual depósito, onde foram estudados. Uma vez que grãos subarredondados representariam fontes mais distais, como as regiões andinas e sub-andinas do Peru e da Bolívia, ao passo que os grãos com faces ainda preservadas sugerem fontes mais próximas ao atual depósito. Isso ocorre devido a diferenças nas características dos meios de transporte, o que se reflete no resultado dos efeitos hidrodinâmicos sobre a granulometria e formato dos grãos, como também a distância percorrida da área fonte até seu sítio deposicional. Fato este que pode ser observado nas diferentes formas dos grãos de turmalina e zircão destes sedimentos.

Contudo não pode ser descartada a possibilidade de uma dada espécie mineral representar mais de um ciclo petrogenético, tornando ainda mais complexo a identificação de áreas fontes.

Agradecimentos

Ao Prof. Cláudio Nery Lamarão, pelas horas fornecidas no laboratório de microscopia eletrônica e por sua amizade; ao Grupo de Mineralogia e Geoquímica Aplicada (GMGA), pelo apoio e incentivo; em especial ao Marcelo Farinha a Cristiane Silva e Camila Almeida, pela ajuda na pulverização das amostras e pelos momentos de descontração e alegria durante toda a graduação; ao meu companheiro de equipe Gleidson Barros, pelos constantes trabalhos acadêmicos realizados em parceria durante toda a graduação; ao CNPQ pela bolsa de produtividade em pesquisa a M.L. Costa concedida bem como ao apoio financeiro ao projeto de

pesquisa Geosedintama e SelenMerAs, sob a coordenação de Marcondes Lima da Costa, que apoiou a realização deste trabalho no seu todo.

REFERÊNCIAS

ACRE. 1991. Governo do Estado do Acre. Atlas Geográfico e Ambiental do Estado do Acre. IMAC. Rio Branco.

ACRE 2000. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. Zoneamento ecológico-econômico: recursos natural e meio ambiente documento final. Ríó Branco: Sectma.

ADDAD, J. 2001. Minerais Pesados: uma ferramenta para prospecção, proveniência, paleogeografia e análise ambiental. São Paulo, 80 p.

ALMEIDA, H.D.F de. 2005. Mineralogia, Geoquímica, Fertilidade e Origens dos Sedimentos de Praia (Barra em Pontal) das Bacias dos Rios Purus e Juruá no Estado do Acre. Belém, Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica-PPGG. (Dissertação de Mestrado).

BRASIL. Projeto RADAMBRASIL. 1977 Folha SB/SC.18 Javari/Contama: Geologia, geomorfoogia, pedologia, vegetação e uso potencial do solo. Rio de Janeiro, DNPM. (Levantamento de recursos naturais,13).

COSTA, M. L.; COSTA, W. A. M; SANTOS, A. J. M. 1989. Exploração Geoquímica para fosfatos no Estado do Acre. *Anais do II Congresso Brasileiro de Geoquímica*, Rio de Janeiro- RJ, 29- 37 p.

COSTA, M. L. 2002. Mineralizações de fragmentos de tecidos ósseos fósseis de sedimentos da bacia do Acre. In: KLEIN, E.L.; VASQUES, M.L; COSTA, M.L. da (Ed.). *Contribuições à Geologia da Amazônia*. Belém, SBG. v. 3, p. 301-308.

CASTILHO, M.P. 2006. Os minerais pesados e idades de zircões dos sedimentos da bacia do rio Juruá, no Estado do Acre – Brasil. XVII Seminário de Iniciação Científica da UFPA. Boletim de resumos.

CASTILHO, M.P. & COSTA, M.L. 2005. *Os Minerais Pesados e Idade De Zircões Dos Sedimentos De Praia Dos Rios Purus E Juruá No Estado Do Acre*. In: XVI SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFPA, BELÉM-PA: Livro de Resumos, p. 138.

FRAILEY, C. D.; LAVINA, E. L.; RANCY, A. SOUZA FILHO, J. P. 1988. A proposed pleistocene/ holocene lake in the Amazon basin and its significance to amazonian geology and biogeografia. *Acta Amazonica*. 119- 143 p.

GONÇALVES, D.F. 2004. Argilominerais da Formação Codó (Aptiano Superior) – Bacia do Grajaú: implicações ambientais e climáticas. Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. (Dissertação de Mestrado).

GRAVIAN, É.G; KAFINO, C.V; BROD, J.A.; BOAVENTURA, G.R.; SANTOS, R. V; GUIMARÃES, E. M.; JOST, H.2002. Proveniência de arenitos das Formações Uberaba e Marília (Grupo Bauru) e do Garimpo Bandeira: implicações para a controvérsia sobre a fonte do diamante do triângulo mineiro. *Revista Brasileira de Geociências*. Vol. 32(4): 545-558p.

JAILLARD, E., SOLER, P., 1996. Cretaceous to early Paleogene tectonic evolution of the northern Central Andes (0– 18_S) and its relations to geodynamics. *Tectonophysics*. p. 41– 53.

KRONBERG, B. I.; FRANCO, J. R.; BENCHIMOL, R. E.; HAZENBERG, G.; DOHERTY, W.; VANDERVOET, A. 1989. Geochemical variations in solimões Formation Sediments (Acre basin, western Amazonia). *Acta amazonica*. p. 319- 333.

LATRUBESSE, E. M. & RANCY, A. 1995. The Late quaternary of Upper Juruá River, Southwestern Amazonia, Brazil: Geology and vertebrate Palentology. In: RABASSA, J & SALEME, M. (ed), Quaternary of south America and Antarctic Peninsula. p. 27-45.

LATRUBESSE, E. M. & RANCY, A. 2000. Neotectonic influence on tropical rivers of southwestern Amazon during the late quaternary: the Moa and Ipixuna river basins, Brazil. *Quaternary International*. Vol. 72. 67-72 p.

OLIVEIRA, A. I & LEONARDOS, O. H. 1943. Geologia do Brasil. Rio de Janeiro, Serviço de Informação Agrícola, 813p.

OLIVEIRA, M.S. 2005. Os minerais pesados e idades de zircões dos sedimentos de praias (barras em pontal) dos rios Purus e Acre no Estado do Acre-Brasil. Belém, Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Graduação em Geologia, 87p. (Trabalho de Conclusão de Curso).

RADAMBRASIL. 1976. *Levantamentos de recursos naturais (geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra)*. Folha Rio branco, 116p.

RIZZOTTO, G. J. 1999 *Petrologia e ambiente tectônico do Grupo Nova Brasilândia- RO*. Porto Alegre, 136 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

SOUZA, F.J. 1991. Revisão da Geologia da Porção SW do Estado de Mato Grosso, S do Estado de Rondônia e do leste da Bolívia. *Revista brasileira de geociências*. SBG. 21(1):74-81.

SUGUIO, K. 1999. As mudanças paleoclimáticas da Terra e os seus registro, com ênfase no Quaternário. *CONTRIBUIÇÕES À GEOLOGIA DA AMAZÔNIA*. Manaus-Amazonas, v.2, p.25-56.

VIANA, E. C. A. 2005. Aspectos granulométricos, mineralógicos e químicos de sedimentos de praias (barras em pontal) do Rio Acre e sua relação com a fertilidade. Belém, Universidade Federal do Pará, Centro de Geociências, Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica. (Dissertação de Mestrado).

