

CARACTERIZAÇÃO SEDIMENTOLÓGICA PRELIMINAR DE DEPÓSITOS RECENTES DO RIO JACU BRAÇO NORTE, DISTRITO DE BIRIRICAS, MUNICÍPIO DE DOMINGOS MARTINS, ES E SUAS IMPLICAÇÕES AMBIENTAIS

¹Cassiano Gustavo Juan Franco Neves Bragança, ¹Marcel Sarcinelli Pimenta, ¹Garion Guidotti de Souza dos Santos, ¹Gabriel Gomes da Silva, ¹Bruno Pagung Santi Soares, ¹Rafael Carlos Moura Santana, ²Juan Alfredo Ayala Espinoza
(Departamento de Geologia, Centro de Ciências Exatas, Naturais e da Saúde, Universidade Federal do Espírito Santo. Alto Universitário, s/nº, Guararema, Alegre – ES, CEP 29500-000, cassianevesbrag@hotmail.com, ¹Discente do Curso de Bacharelado em Geologia, ²Professor Adjunto ao Departamento de Geologia)

RESUMO

O presente trabalho vem apresentar o estudo realizado acerca da caracterização sedimentológica com base na morfologia, textura e mineralogia dos depósitos recentes de sedimentos que constituem depósitos de canal recentes no trecho final do Rio Jacu Braço Norte (antes de o mesmo confluir no Rio Jucu), no distrito de Biriricas, município de Domingos Martins, Espírito Santo. As análises granulométricas seguiram padrões já definidos em literatura. Os resultados indicam que os depósitos são arenosos, com predomínio de areia grossa, muito bem selecionados e leptocúrticos. Estas areias são compostas por aproximadamente 85% de quartzo que, ao longo do trecho estudado, mostram os efeitos da dinâmica fluvial e influência que o clima tem relacionado ao intemperismo, erosão, transporte e sedimentação. À luz dos dados obtidos, percebe-se que a composição desses sedimentos está atrelada apenas à composição das rochas presentes na área da bacia hidrográfica de drenagem, e que tais resultados refletem com certa precisão o regime climático-pluviométrico para o período da coleta.

Palavras-chave: Sedimentos, Rio Jacu Braço Norte, dinâmica sedimentar, mineralogia.

INTRODUÇÃO

Uma das melhores e mais simples definições de sedimentologia foi originalmente proposta por Wadell (1932 *apud* Dias 2004), definindo a sedimentologia como o estudo científico dos sedimentos; Suguio (2003) descreve a sedimentologia como sendo o estudo dos depósitos sedimentares e suas origens, podendo ser aplicada em vários tipos de depósitos: antigos ou modernos, marinhos ou continentais, aplicável inclusive em seus conteúdos faunísticos e florísticos, minerais, texturas e estruturas, além da diagênese e evolução temporal e espacial.

Pereira e colaboradores (2005) nos apresentam que todas as rochas expostas na crosta terrestre são submetidas à ação do intemperismo, seja físico, químico e/ou biológico, alterando e quebrando as rochas e levando à liberação dos constituintes minerais das rochas, ficando os agentes de transporte e erosivos encarregados de transportar e depositar esses produtos.

A geologia do estado do Espírito Santo, apesar de ter sido revisada nos últimos anos, concluindo com a publicação do mapa geológico 1:400.000 em 2013, tem carência de informações geológicas no que se refere à caracterização de depósitos quaternários, os quais na sua maioria estão representados por depósitos fluviais e de encosta.

O intuito do presente trabalho é fazer um estudo da caracterização granulométrica e mineralógica, visando em primeiro lugar a geração de informações geológicas que possam servir para alimentar o banco de dados para atualização do mapa geológico do estado, e a possibilidade de aproveitamento econômico.

Vale lembrar que os sistemas fluviais tem grande capacidade erosiva e transportadora (Schumm 1977 *apud* Lana et al 2008), além de serem sistemas muito dinâmicos, o que ocasiona mudanças drásticas em curto período de tempo.

A base cartográfica utilizada foi uma adaptação da geologia regional a partir de Vieira & Menezes (2015), em escala 1:400.000.

A área de estudo está situada na Folha Domingos Martins (SF.24-V-A-III), entre os meridianos 40°30' e 41°00' de longitude oeste e os paralelos 20°00' e 20°30' de latitude sul. A área tem acesso pela rodovia BR-262, na primeira entrada para o distrito de Biriricas no sentido Viana-Domingos Martins.

As rochas da região são caracterizadas, predominantemente, por litotipos agrupados no Complexo Paraíba do Sul (Féboli 1993). Estes litotipos são compostos essencialmente de gnaisses aluminosos localmente migmatizados, com lentes de rocha calcissilicática e anfibolítica, ou por sillimanita-biotita gnaisses quartzosos e biotita-anfibólio gnaisses, cinza a cinza escuro, de granulação fina a média, bandado, localmente migmatizado, com intercalações de anfibolitos e rochas calcissilicáticas, apresentando ainda frequentes níveis de quartzito associados a granada-sillimanita gnaisses de aspecto xistoso (sintetizado a partir de Féboli 1993).

Posteriormente, Vieira & Menezes (2015), em trabalho para se confeccionar o Mapa Geológico do Estado do Espírito Santo, apresentaram que, sintetizando e focando apenas na área de estudo, os litotipos predominantes para a região seriam rochas pertencentes ao Complexo Nova Venécia, sendo este composto por sillimanita-granada-cordierita-biotita gnaisses bandado com intercalações de

calcissilicáticas, e granitoides foliados a gnáissicos predominantemente metaluminosos, calcialcalinos, do tonalito Jequitibá e ortogneisse Santa Tereza, sendo todos os litotipos datando do Neoproterozoico, como apresentado na Figura 1.

METODOLOGIA

Em campo, foram definidos quatro pontos de coleta de sedimentos em depósitos recentes de canal ao longo de um trecho de 2 km do Rio Jacu Braço Norte, sendo cada ponto espaçado em aproximadamente 500 m, seguindo a trajetória de montante (mais próxima da nascente, no município de Domingos Martins) à jusante (mais próximo ao deságue, seguindo em direção à Viana) (como também visto na Figura 1). Utilizaram-se GPS, cavadeira, lupa de bolso, sacos plásticos herméticos e caderneta de campo.

Os processos de amostragem, marcação, preparação e análise seguiram padrão já definido em literatura (como apresentado em ABNT NBR 16434:2015; ABNT NBR 7181:2016).

As amostras, após serem secadas passaram por peneiramento para dessa forma iniciar a análise estatísticas seguindo as formulações propostas por Folk & Ward (1957) para assimetria e *kurtosis* (angulosidade), e Inman (1952) para o desvio padrão (seleção). Para a análise da composição mineralógica foram utilizados estereomicroscópios, imã e catálogos de minerais em grãos para identificação dos minerais, em tanto que para a relação de tipo de sedimento foi utilizado o método dos pontos contados, onde em cada fração foi contado 300 elementos. Dessa forma, foi possível se realizar a caracterização sedimentológica do depósito.

$$\text{Assimetria (SKi)} = \frac{\phi_{84} - \phi_{16} + 2\phi_{50}}{2(\phi_{84} - \phi_{16})} + \frac{\phi_{95} - \phi_5 - 2\phi_{50}}{2(\phi_{95} - \phi_5)}$$
$$\text{Kurtosis (Kg)} = \frac{\phi_{95} - \phi_5}{2,44(\phi_{75} - \phi_{25})}$$
$$\text{Desvio padrão } (\sigma) = \frac{\phi_{84} - \phi_{16}}{2}$$

Todas as análises realizadas em estereomicroscópio sobre os grãos se deram de acordo com os padrões adotados por Pettijohn e colaboradores (1987 apud Tucker 2001) (para o grau de arredondamento e esfericidade), a Escala Granulométrica Universal de Udden-Wentworth (1922) (para o tamanho dos grãos), e as informações apresentadas para base comparativa por Pereira e colaboradores (2005) (para a mineralogia).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados das diferentes etapas de processamento das amostras são apresentadas a seguir::

a) Amostra P1 – $\Phi = 0,5$:

A referida amostra apresenta uma massa de 228,7 g, na qual 90% de toda a massa é constituída de quartzo subarredondado e de baixa esfericidade, 6% é constituída de mica (podendo ser biotita e/ou moscovita) angulosa e de baixa esfericidade, 2% de granada subangulosa e de alta esfericidade, 1% de feldspato, estando alguns em estágio avançado de alteração para minerais argilosos, anguloso e de baixa esfericidade e 1% de anfibólio anguloso e de baixa esfericidade.

b) Amostra P1 – $\Phi = 0,75$:

Esta amostra apresenta uma massa de 29,7 g, sendo 85% constituída por quartzo subarredondado e de baixa esfericidade, 8% de mica subangulosa e de baixa esfericidade, 2% anfibólio subanguloso e de baixa esfericidade, 2% de zircão anguloso e de baixa esfericidade, 2% de granada subangulosa e de alta esfericidade e 1% de feldspato anguloso e de baixa esfericidade.

c) Amostra P1 – $\Phi = 1$:

Esta fração apresenta uma massa de 15,4 g, na qual 85% é constituída por quartzo subarredondado e de baixa esfericidade, 8% de mica subangulosa e de baixa esfericidade, 3% de zircão anguloso e de baixa esfericidade, 3% de granada subangulosa e de alta esfericidade e 1% de feldspato anguloso e de baixa esfericidade.

d) Amostra P1 – Fundo:

Na amostra de fundo das peneiras deste ponto, a massa restante foi de 22,3 g, sendo que esta foi a única amostra em todas com a ocorrência de minerais magnéticos, representando 3% da constituição total da amostra; 80% da constituição é de quartzo arredondado e de baixa esfericidade, 8% de mica subangulosa e de baixa esfericidade, 4% de granada subangulosa e de alta esfericidade, 2% de zircão anguloso e de alta esfericidade, 2% de feldspato subanguloso e de baixa esfericidade e 1% de turmalina muito angulosa e de baixa esfericidade.

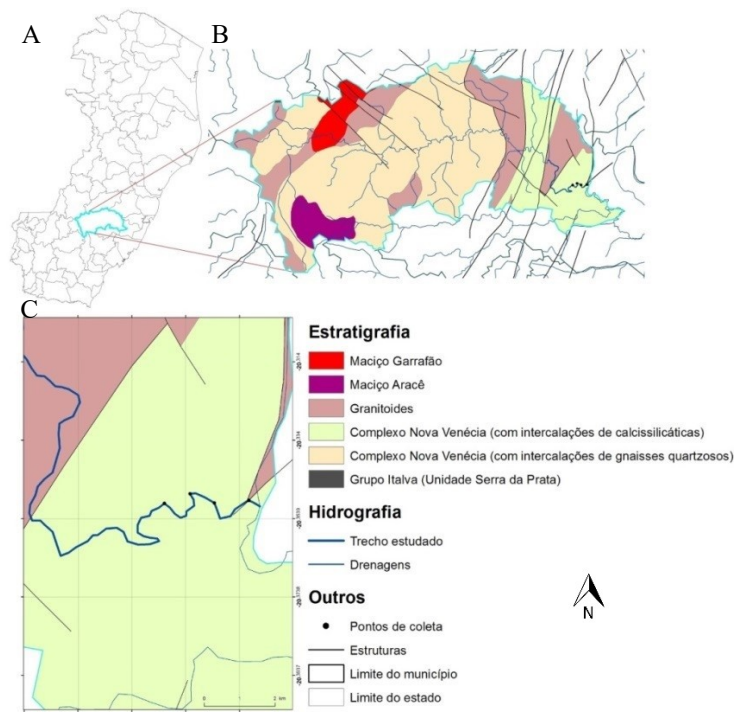


Figura 1 - Localização do município de Domingos Martins no estado do Espírito Santo (A). Mapa geológico simplificado da bacia de drenagem no município de Domingos Martins (B). No detalhe, trecho estudado destacado e com pontos de coleta de sedimentos plotados (C). Adaptado a partir de Vieira & Menezes (2015).

e) **Amostra P2 – $\Phi = 0,5$:**

A referida amostra apresenta uma massa de 203,8 g, na qual 90% de toda a massa é constituída de quartzo subarredondado e de baixa esfericidade, 6% é constituída de mica subangulosa e de baixa esfericidade, 2% de granada subarredondada e de alta esfericidade, 1% de feldspato subanguloso e de alta esfericidade e 1% de turmalina anguloso e de baixa esfericidade.

f) **Amostra P2 – $\Phi = 0,75$:**

Esta amostra apresenta uma massa de 11,9 g, sendo 85% constituída por quartzo subarredondado e de baixa esfericidade, 7% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 3% de granada subarredondada e de alta esfericidade, 2% de zircão anguloso e de baixa esfericidade, 2% de anfibólio subanguloso e de baixa esfericidade e 1% de feldspato subanguloso e de alta esfericidade.

g) **Amostra P2 – $\Phi = 1$:**

Esta fração apresenta uma massa de 36,8 g, na qual 85% é constituída de quartzo subarredondado e de baixa esfericidade, 9% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 3% de granada arredondada e de alta esfericidade, 2% de zircão anguloso e de baixa esfericidade e 1% de feldspato subarredondado e de alta esfericidade.

h) **Amostra P2 – Fundo:**

Na amostra de fundo das peneiras deste ponto, a massa restante foi de 23,4 g, sendo constituída por 88% de quartzo arredondado e de alta esfericidade, 6% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 2% de granada arredondada e de alta esfericidade, 2% de zircão subanguloso e de alta esfericidade e 2% de feldspato subarredondado e de alta esfericidade.

i) **Amostra P3 – $\Phi = 0,5$:**

A referida amostra apresenta uma massa de 215,4 g, na qual 90% de toda a massa é constituída de quartzo arredondado e de baixa esfericidade, 7% é constituída de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 2% de granada arredondada e de alta esfericidade e 1% de feldspato subarredondado e de alta esfericidade.

j) **Amostra P3 – $\Phi = 0,75$:**

Esta amostra apresenta uma massa de 30,6 g, sendo 85% constituída por quartzo arredondado e de baixa esfericidade, 8% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 3% de granada arredondada e de alta esfericidade, 2% de zircão subanguloso e de alta esfericidade, 1% de anfibólio subanguloso e de baixa esfericidade e 1% de feldspato subarredondado e de alta esfericidade.

k) **Amostra P3 – $\Phi = 1$:**

Esta fração apresenta uma massa de 15,6 g, na qual 90% é constituída de quartzo arredondado e de alta esfericidade, 7% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 2% de granada arredondada e de alta esfericidade e 1% de zircão subanguloso e de alta esfericidade.

l) **Amostra P3 – Fundo:**

Na amostra de fundo das peneiras deste ponto, a massa restante foi de 24,2 g, sendo constituída por 90% de quartzo arredondado e de alta esfericidade, 5% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 2% de granada arredondada e de alta esfericidade, 1% de zircão subanguloso e de alta esfericidade, 1% de anfibólio subanguloso e de baixa esfericidade e 1% de feldspato subarredondado e de alta esfericidade.

m) **Amostra P4 – $\Phi = 0,5$:**

A referida amostra apresenta uma massa de 219,9 g, na qual 90% de toda a massa é constituída de quartzo arredondado e de baixa esfericidade, 6% é constituída de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 3% de granada arredondada e de alta esfericidade e 1% de feldspato subarredondado e de alta esfericidade.

n) **Amostra P4 – $\Phi = 0,75$:**

Esta amostra apresenta uma massa de 28,1 g, sendo 90% constituída por quartzo arredondado e de alta esfericidade, 6% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 2% de granada arredondada e de alta esfericidade, 1% de zircão subarredondado e de alta esfericidade e 1% de anfibólio subarredondado e de baixa esfericidade.

o) **Amostra P4 – $\Phi = 1$:**

Esta fração apresenta uma massa de 13,8 g, na qual 87% é constituída de quartzo muito arredondado e de alta esfericidade, 8% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 3% de granada arredondada e de alta esfericidade e 2% de zircão subarredondado e de alta esfericidade.

p) **Amostra P4 – Fundo:**

Na amostra de fundo das peneiras deste ponto, a massa restante foi de 19,5 g, sendo constituída por 85% de quartzo muito arredondado e de alta esfericidade, 7% de mica subarredondada e de baixa esfericidade, 3% de granada arredondada e de alta esfericidade, 2% de zircão subarredondado e de alta esfericidade, 2% de anfibólio subarredondado e de baixa esfericidade e 1% de feldspato subarredondado e de alta esfericidade.

A seguir são apresentados os dados estatísticos e gráficos que, complementando as análises em lupa, auxiliam na precisão da caracterização sedimentológica dos depósitos em estudo:

q) **Amostra P1:**

Tabela 1 - Dados da análise granulométrico-estatística da Amostra P1.

AMOSTRA P1						
MASSA DA AMOSTRA - 296,1g						
Φ	A.S.T. M.	m m	MASSA RETIDA (g)	MASSA ACUMULADA (g)	% MASSA RETIDA	% MASSA ACUMULADA
0,5	25	0,7 1	228,7	228,7	77,24	77,237
0,75	30	0,5 9	29,7	258,4	10,03	87,267
1	35	0,5	15,4	273,4	5,2	92,468
FUNDO			22,3	296,1	7,53	100

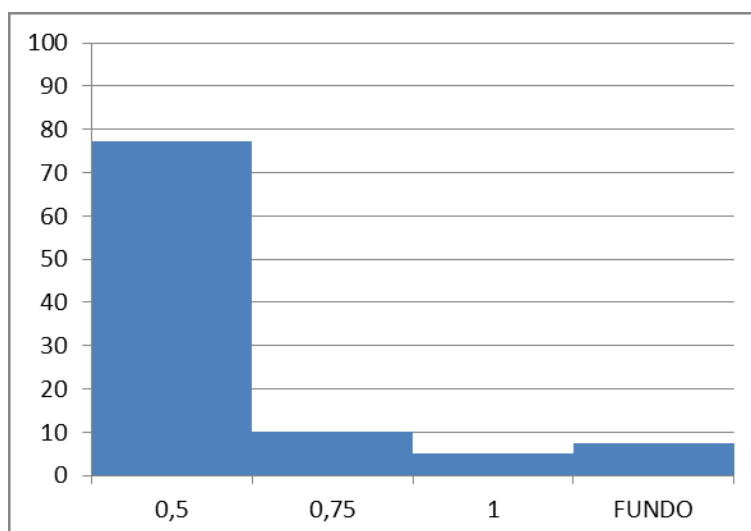


Figura 2 - Histograma de porcentagem de massa retida x Φ da Amostra P1.

De acordo com os resultados obtidos através da análise estatística, pode-se perceber que se trata de um sedimento constituído de areia grossa, muito bem selecionada ($\sigma\Phi = 0,1905$, ou seja, $< 0,35$), fortemente assimétrica no sentido dos finos ($SKi = 0,6159$, ou seja, entre $+1,00$ e $+0,30$) e muito leptocúrtica no sentido das areias grossas ($Kg = 2,3726$, ou seja, entre $1,50$ e $3,00$).

r) **Amostra P2:**

Tabela 2- Dados da análise granulométrico-estatística da Amostra P2.

AMOSTRA P2						
MASSA DA AMOSTRA - 275,9g						
Φ	A.S.T. M.	M m	MASSA RETIDA (g)	MASSA ACUMULADA (g)	% MASSA RETIDA	% MASSA ACUMULADA
0,5	25	0,71	203,8	203,8	73,87	73,87
0,75	30	0,59	11,9	215,7	4,31	78,18
1	35	0,5	36,8	252,5	13,34	91,52
FUNDO			23,4	275,9	8,48	100

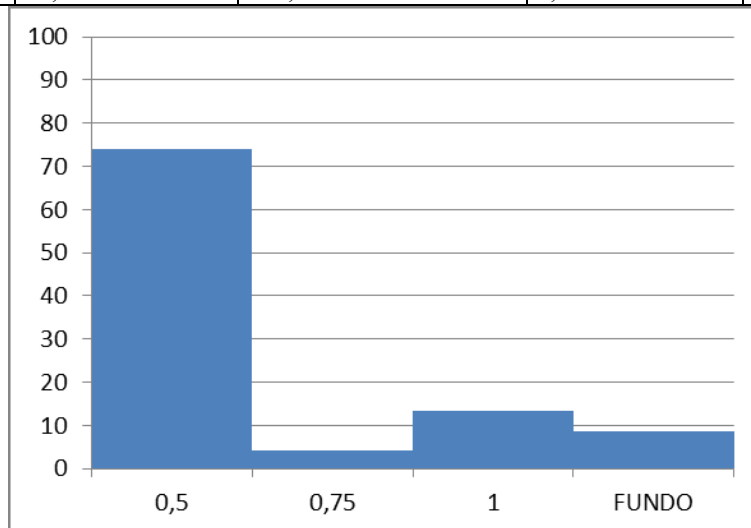


Figura 3 - Histograma de porcentagem de massa retida x Φ da Amostra P2.

De acordo com os resultados obtidos através da análise estatística, pode-se perceber que se trata de um sedimento constituído de areia grossa, muito bem selecionada ($\sigma\Phi = 0,278 < 0,35$), fortemente

assimétrica no sentido dos finos ($SK_i = 1,2565 > 1,00$) e leptocúrtica (com leve bimodalidade) no sentido das areias grossas ($1,11 < Kg = 1,3152 < 1,50$).

s) **Amostra P3:**

Tabela 3 - Dados da análise granulométrico-estatística da Amostra P3.

AMOSTRA P3						
MASSA DA AMOSTRA - 285,8g						
Φ	A.S.T. M.	m m	MASSA RETIDA (g)	MASSA ACUMULADA (g)	% MASSA RETIDA	% MASSA ACUMULADA
0,5	25	0,7 1	215,4	215,4	75,37	75,37
0,75	30	0,5 9	30,6	246	10,71	86,07
1	35	0,5	15,6	261,6	5,45	91,53
FUNDO			24,2	285,8	8,47	100

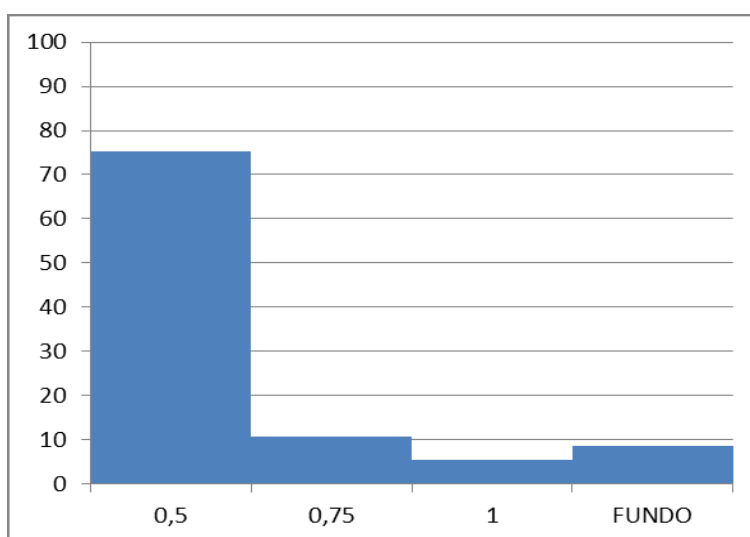


Figura 4 - Histograma de porcentagem de massa retida x Φ da Amostra P3.

De acordo com os resultados obtidos através da análise estatística, pode-se perceber que se trata de um sedimento constituído de areia grossa, muito bem selecionada ($\sigma\Phi = 0,19375 < 0,35$), fortemente assimétrica no sentido dos finos ($SKi = 1,5967 > 1,00$) e muito leptocúrtica no sentido das areias grossas ($1,50 < Kg = 2,144 < 3,00$).

t) **Amostra P4:**

Tabela 4 - Dados da análise granulométrico-estatística da Amostra P4.

AMOSTRA P4						
PESO DA AMOSTRA - 281,3g						
Φ	A.S.T. M.	mm	MASSA RETIDA (g)	MASSA ACUMULADA (g)	% MASSA RETIDA	% MASSA ACUMULADA
0,5	25	0,71	219,9	219,9	78,17	78,17
0,75	30	0,59	28,1	248	9,99	88,16
1	35	0,5	13,8	261,8	4,91	93,07
FUNDO			19,5	281,3	6,93	100

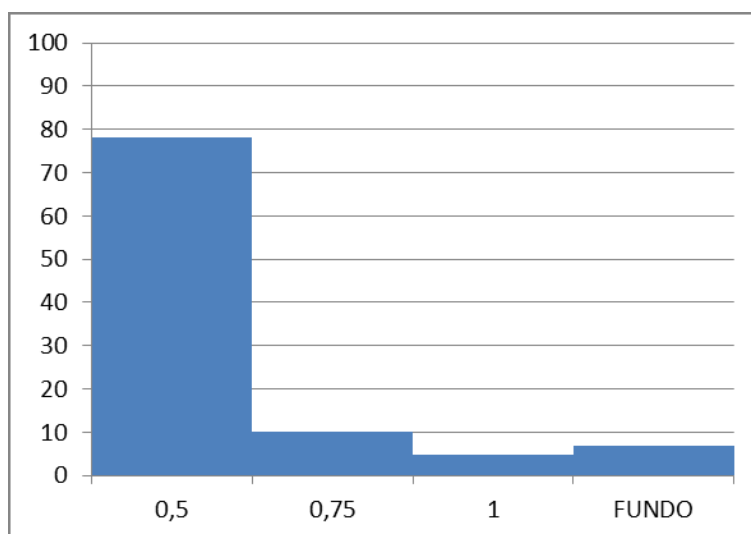


Figura 5 – Histograma de porcentagem de massa retida x Φ da Amostra P4 com os resultados obtidos através da análise estatística, pode-se perceber que se trata de um sedimento constituído de areia grossa, muito bem selecionada ($\sigma\Phi < 0,35$), fortemente assimétrica no sentido dos finos (SKi acima de +1,00) e muito leptocúrtica no sentido das areias grossas (Kg entre 1,50 e 3,00).

Pelos resultados aqui apresentados pode-se notar como a influência sazonal do clima, em especial a pluviometria, afetam os processos de erosão, transporte e sedimentação.

Quando analisado o conjunto de amostras no sentido de montante para jusante, observa-se que as granulometrias passantes do Φ 1, em relação à sua porcentagem em peso, aumentam, com exceção das partes topograficamente planas (P4), o que permite inferir que o atual regime de chuvas tem gerado fluxos aquosos com velocidades não menores a 50 cm/s – de acordo com o Diagrama de Hjulström (Sundborg 1956) – para poder dessa forma erodir o sedimento arenoso das rochas e distribuir este material até a quebra da declividade do terreno, onde a maior parte do material é depositado e outra pequena porção distribuída na planície, a exemplo da Amostra P4, que tem uma menor porcentagem em peso.

A erosão e retrabalhamento das rochas ao longo do trajeto podem ser verificadas quando analisados os grãos ao longo do percurso, os quais apresentam um progressivo aumento do grau de arredondamento e esfericidade.

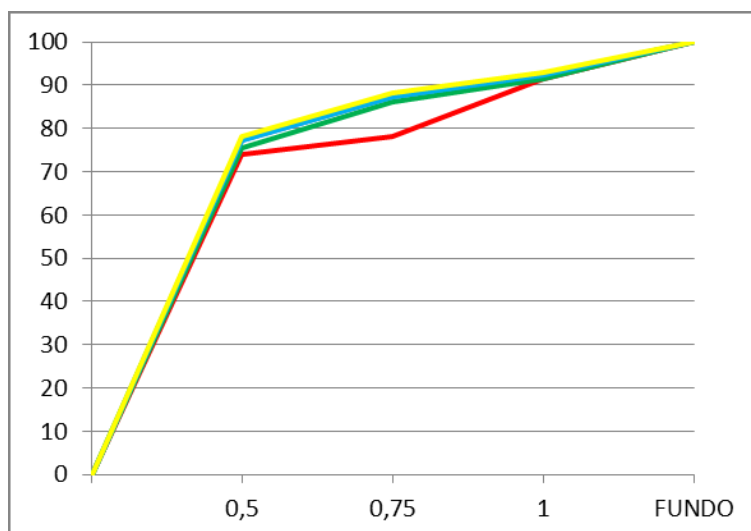


Figura 6 - Gráfico (linhas) de porcentagem de massa acumulada x Φ para todas as amostras. A linha azul representa a Amostra P1; a linha vermelha, a Amostra P2; a verde, a Amostra P3; e a amarela, a Amostra P4.

CONCLUSÃO

Do ponto de vista ambiental, o fluxo aquoso gerado pelo regime pluviométrico atual não é capaz de transportar sedimentos magnéticos, como visto na fração passante da malha Φ 1 (fundo) da Amostra P1, e o acúmulo dos sedimentos de granulometria passantes da malha Φ 1 (fundo) ao longo do trajeto, com exceção do último ponto, por estar em uma região mais plana, mostra que os mesmos foram sendo erodidos, retrabalhados e transportados de pontos anteriores e localidade mais à montante.

O intemperismo físico-químico das rochas que limitam a bacia hidrográfica determina majoritariamente a composição mineralógica dos sedimentos, o que pode significar que o regime de chuvas escassas não possibilitou que minerais erodidos de regiões e bacias hidrográficas adjacentes fossem realocados na bacia do Rio Jacu Braço Norte.

Do ponto de vista econômico, as análises composicionais não mostraram existência de minerais nobres (Au, Pt), radioativos (Th) ou gemas.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Geologia da Universidade Federal do Espírito Santo, ao Laboratório de Sedimentologia por possibilitar tal pesquisa fornecendo os equipamentos necessários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2015) NBR 16434: Amostragem de resíduos sólidos, solos e sedimentos – Análise de compostos orgânicos voláteis (COV) – Procedimento. 21 p.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2016) NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. 12 p.
- Dias JÁ (2004) A Análise Sedimentar e o Conhecimento dos Sistemas Marinhos (versão preliminar). Faro: Universidade do Algarve. 80p.
- Feboli WL (1993) Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Domingos Martins. Folha SF.24-V-A-III. Estado do Espírito Santo. Escala 1:100.000. Brasília: DNPM/CPRM. 192 p.
- Folk RL, Ward WC (1957) Brazos River bar, a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 27, 1: 3-26.
- Inman DL (1952) Measures for Describing the Size Distribution of Sediments. *Journal of Sedimentary Petrology*, v. 22, 3: 125-145.
- Lana CE, Castro PTA (2008) Análise sedimentológica e de proveniência de sedimentos fluviais nas cabeceiras do rio das Velhas, município de Ouro Preto, MG. *Geociências*, v. 61 1: 63-68.
- Pereira RM, Ávila CA, Lima PRAS (2005) Minerais em Grãos: técnicas de coleta, preparação e identificação. São Paulo: Oficina de Textos. 240p.
- Suguio K (2003) *Geologia Sedimentar*. São Paulo: Blucher. 416p.
- Sundborg A (1956) The River Klaralven: A Study of Fluvial Processes. *Geografiska Annaler*, v. 38, 3: 268-316.
- Tucker ME (2001) *Sedimentary Petrology: An Introduction to the Origin of Sedimentary Rocks*. 3. ed. Oxford: Blackwell Science Ltd. 272p.
- Vieira VS, De Menezes RG (2015) *Geologia e Recursos Minerais do Estado do Espírito Santo: texto explicativo do mapa geológico e de recursos minerais*. Belo Horizonte: CPRM. 289p.
- Wentworth CK (1992) A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments. *The Journal of Geology*, v. 30, 5: 377-392.