

MÉTODO PARA ANÁLISE GRANULOMÉTRICA DE DEPÓSITOS RUDÁCEOS

Ney FETT JÚNIOR¹

(1) Laboratório de Geodinâmica Superficial, Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário Trindade, CEP 88040-970, Florianópolis, Santa Catarina. Endereço eletrônico: ney_fett_junior@yahoo.com.br

Introdução
Materiais e Métodos
Resultados e Discussão
Conclusões
Agradecimentos
Referências Bibliográficas

RESUMO - Métodos fundamentados no peneiramento e na pesagem de cascalhos são pouco utilizados em estudos sedimentológicos e de áreas afins, pois comumente requerem a amostragem de volumes enormes de partículas. Diante disso, este trabalho apresenta técnica relativamente simples, de baixo custo, para análise granulométrica de clastos rudáceos, na qual os materiais e os procedimentos podem ser ajustados aos objetivos, cronograma e orçamento da pesquisa. Assim, pretende-se tornar esse tipo de prática acessível a todos os níveis do meio acadêmico-científico, desde alunos de graduação até professores e pesquisadores. A aplicação do método permitiu diferenciar depósitos cascalhosos quaternários encontrados na base de planícies de inundação do médio curso do Rio Pardo, região centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul. Além disso, possibilitou propor hipóteses sobre a dinâmica fluvial relacionada à gênese desses sedimentos, com base na variação de tamanhos de grão e na moda.

Palavras-chave: cascalhos, análise granulométrica, peneiramento e pesagem de sedimentos clásticos.

ABSTRACT - Methods based on the sieving and weighing of gravel are seldom used in sedimentological studies and related fields because this procedure commonly requires the sampling of very large volumes of particles. This paper presents a relatively simple and low cost technique for granulometric analysis of rudaceous clasts, in which the materials and the procedures can be adjusted to the research objectives, schedule and budget. The purpose of the paper is to make the practice accessible to all levels of the academic-scientific community, from graduate students to professors and researchers. The application of the method allowed differentiating quaternary gravelly deposits found at the base of floodplains of the Middle Pardo River, in the central-eastern region of Rio Grande do Sul State. It also allowed proposing hypotheses about the fluvial dynamics related to the genesis of those sediments, based on the variation in grain size and mode.

Keywords: gravels, granulometric analysis, sieving and weighing of clastic sediments.

INTRODUÇÃO

Historicamente, os métodos para determinar a distribuição granulométrica de depósitos de cascalhos tem constituído tema bastante controverso na Sedimentologia. Técnicas baseadas na contagem de clastos rudáceos – como a proposta por Wolman (1954) – se caracterizam pela aplicação relativamente simples e, portanto, são mais difundidas no meio acadêmico-científico. Todavia, geralmente envolvem erros consideráveis inerentes ao procedimento e ao operador (Bunte & Abt, 2001; Daniels & McCusker, 2010). Além disso, há o problema de combinar dados

dessa natureza – referentes à quantidade de partículas – com aqueles obtidos para frações menores – relativos à massa do material. Embora existam cálculos para transformar frequência de número em frequência de peso (Leopold, 1970), tal conversão comumente apresenta elevado grau de generalização. Por outro lado, métodos fundamentados no peneiramento e na pesagem de cascalhos são considerados tradicionalmente pouco práticos. O principal motivo é o grande volume de sedimentos a ser classificado, que dificulta ou impossibilita o transporte para laboratório e o

processamento em campo – sobretudo se o depósito contiver matacões (> 256 mm). Adicionalmente, não há consenso entre os pesquisadores sobre a massa necessária para uma amostra se tornar representativa da variação granulométrica do material analisado (Church *et al.*, 1987; Gale & Hoare, 1992, 1994; Dunkerley, 1994; Bunte & Abt, 2001). Consequentemente, em muitos trabalhos realizam-se amostragens inadequadas de clastos rudáceos, que levam à subestimação e/ou superestimação do peso de determinadas frações nos resultados.

Pode-se afirmar que o peneiramento e a pesagem de cascalhos são mais vantajosos do que a contagem, pois geram dados de grandeza comparável à dos fornecidos pelas técnicas laboratoriais habitualmente usadas para areia,

silte e argila. Ainda assim, esse tipo de análise granulométrica tem pouca popularidade, aparentemente devido à disseminação de procedimentos que exigem tamanhos de amostra muito grandes – da ordem de várias centenas de quilos até algumas toneladas – e/ou instrumental de alto custo, desencorajando sua aplicação. Diante disso, o presente artigo propõe método simplificado de peneiramento e pesagem de cascalhos, que se baseia principalmente em elementos teóricos e práticos discutidos na obra de Bunte & Abt (2001). Embora o guia elaborado por esses autores seja específico para leitos cascalhosos de cursos de água rasos, a técnica ora apresentada também é utilizável em depósitos rudáceos quaternários, conforme se demonstrará a seguir.

MATERIAIS E MÉTODOS

O método proposto para análise granulométrica de cascalhos requer equipamentos que podem ser facilmente encontrados no comércio – lojas de utensílios domésticos, ferragens e outras – geralmente com preços bastante acessíveis. Basicamente, o *kit* para peneiramento e pesagem de clastos rudáceos em campo deve ser constituído por: 1) lona plástica preta, com dimensões mínimas de 2,5 m x 2,5 m; 2) cinco ou mais baldes de plástico resistente com capacidade de 20 l; 3) escovas de cerdas plásticas duras; 4) facas ou canivetes; 5) pá de jardinagem; 6) paquímetro; 7) balança com capacidade de 10 kg e precisão de 50 g; e 8) cinco formas de alumínio com dimensões mínimas de 40 cm x 26 cm x 5,5 cm. Essas formas serão usadas para confeccionar peneiras com aberturas de 256, 128, 64, 32 e 16 mm (Foto 1); tal serviço pode ser realizado em funilarias e metalúrgicas a custos relativamente baixos. É importante ressaltar que os itens listados variam de acordo com alguns fatores. A quantidade de escovas e facas, por exemplo, depende de quantas pessoas se envolverão no trabalho. O número de peneiras também pode

ser modificado conforme o grau de detalhamento adotado no estudo da granulometria – intervalos maiores ou menores do que 1ϕ (ϕ). Por outro lado, a quantidade de baldes e o tamanho da lona plástica tendem a aumentar com o volume de sedimentos a ser processado.

Em campo, o procedimento inicial consiste em determinar a massa da amostra a ser coletada, que comumente é função do tamanho máximo de grão existente no depósito de cascalhos. Segundo Bunte & Abt (2001), tal propriedade granulométrica corresponde aos maiores clastos rudáceos presentes em quantidades representativas no material amostrado, e não necessariamente à maior partícula encontrada. A literatura especializada descreve diversas técnicas para avaliar o tamanho máximo de grão (Graham, 1985; Gale & Hoare, 1991); entretanto, a escolha deve fundamentar-se no pressuposto mencionado anteriormente. Assim, neste trabalho, sugere-se o método de Surlyk (1978), que também merece destaque pela praticidade.

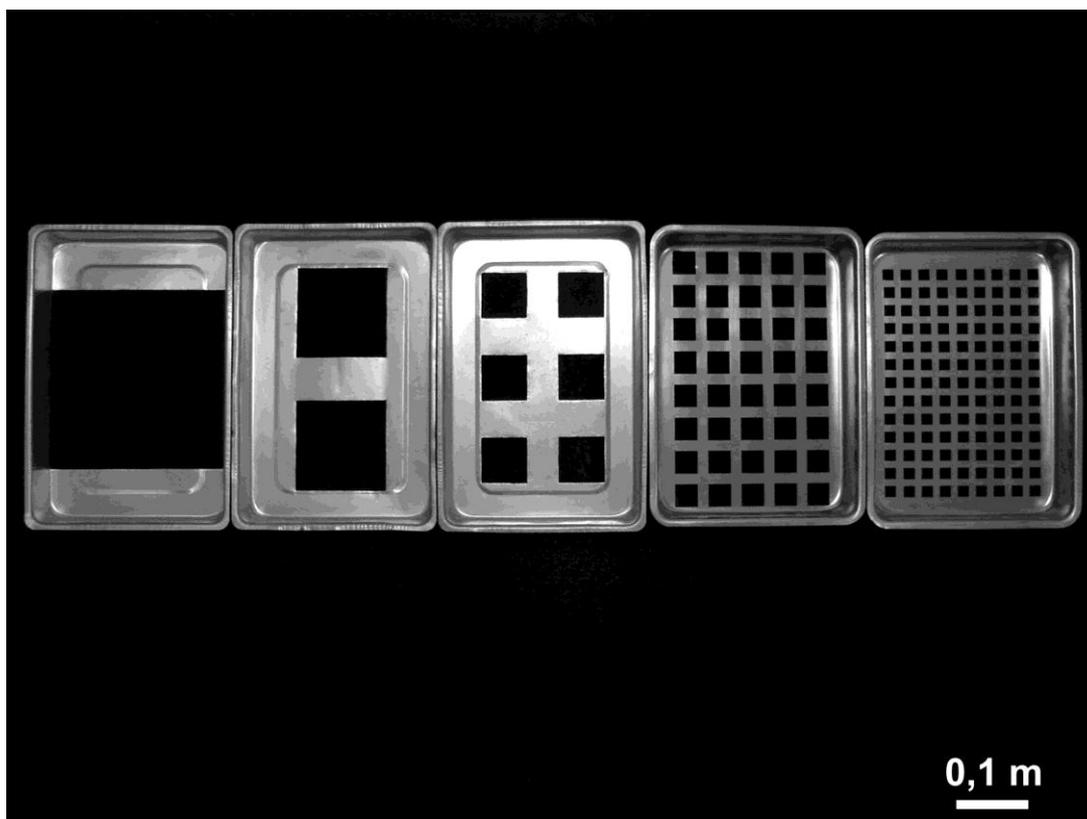


Foto 1. Exemplos de peneiras com aberturas de 256, 128, 64, 32 e 16 mm, respectivamente, confeccionadas em formas de alumínio.

Primeiramente, selecionam-se visualmente os doze maiores cascalhos do afloramento, ao longo de faixa com 5 m de largura. Depois, medem-se os três eixos – maior (a),

intermediário (b) e menor (c) – de cada clasto com o paquímetro para cômputo do diâmetro médio (D_m) (Equação 1).

$$D_m = (\text{eixo } a + \text{eixo } b + \text{eixo } c) / 3 \quad (1)$$

Em seguida, descartam-se as duas maiores partículas e calcula-se a média, que equivale ao tamanho máximo de grão. Os dez clastos rudáceos utilizados nessa fase são pesados posteriormente; a média dos valores obtidos é igual à massa do tamanho máximo de grão. De acordo com Bunte & Abt (2001), para fornecer medida estatística confiável da distribuição granulométrica de sedimentos cascalhosos, a amostra coletada deve ter entre 20 e 100 vezes a massa do tamanho máximo de grão. Com base nesse referencial numérico, pode-se classificar o nível de detalhe da análise em baixo (20 x), médio (60 x) e alto (100 x). A escolha de determinado fator de multiplicação depende essencialmente dos objetivos do estudo e da disponibilidade de tempo e recursos financeiros e humanos para executar essa etapa

da pesquisa. Diante disso, se a massa do tamanho máximo de grão for 5 kg, a massa da amostra poderá ser qualquer valor entre 100 kg e 500 kg.

Na sequência, realiza-se a coleta dos cascalhos com o auxílio de baldes. Cada recipiente é preenchido com material até aproximadamente metade de seu volume (8 kg – 10 kg) e, em seguida, pesado. Do número obtido, deve-se deduzir a massa do balde, mensurada previamente. Os sedimentos coletados são espalhados sobre a lona plástica, estendida em local relativamente amplo e seco. Tais procedimentos se repetem sucessivamente, até que a massa total da amostra seja atingida. A seguir, deixam-se os clastos rudáceos para secar ao sol durante algumas horas – esse processo é acelerado pela cor preta da lona, que

absorve maior quantidade de calor (Foto 2). Depois que o material estiver seco, removem-se as partículas menores – areia, silte e argila –

aderidas à superfície dos cascalhos, por meio de escovação e/ou raspagem com faca ou canivete.



Foto 2. Sedimentos cascalhosos espalhados sobre lona plástica preta para secar ao sol.

Subsequentemente, procede-se ao peneiramento e à pesagem dos clastos rudáceos. Embora não exista regra para definir a menor abertura de peneira utilizada em campo, esse método se aplica principalmente a partículas com diâmetro superior a 16 mm – tamanhos de grão menores podem ser processados mais facilmente em laboratório (Bunte & Abt, 2001). Todos os cascalhos, a começar pelos maiores, devem ser peneirados, separando-se as diferentes classes granulométricas – 256, 128, 64, 32 e 16 mm, ou as estabelecidas conforme a exigência do estudo – em baldes ou pilhas sobre a lona plástica. Por ser mais prática, recomenda-se a primeira opção. Ao término dessa operação, o material é pesado na balança. Caso sejam empregados baldes, há necessidade de corrigir os valores obtidos, descontando-se a massa dos recipientes. Se os sedimentos retidos em determinada peneira tiverem massa

excedente em relação à capacidade da balança (10 kg), pode-se dividi-los em duas ou mais partes para pesá-los. Blocos grandes e matacões pequenos são pesados individualmente. Às vezes, a massa de um único clasto rudáceo é superior a 10 kg; diante disso, devem-se considerar as seguintes possibilidades: 1) quebrar a partícula em fragmentos menores; 2) usar balança com capacidade maior; ou 3) medir o volume e a densidade do cascalho.

Por fim, subdivide-se o material restante sobre a lona plástica para realizar análise granulométrica convencional em laboratório. Uma subamostra de massa igual a 6 kg é suficiente para tal finalidade, desde que os cascalhos com diâmetro superior a 16 mm tenham sido peneirados e pesados em campo (Bunte & Abt, 2001). Esse procedimento consiste em distribuir os sedimentos sucessivamente, com o auxílio de pá pequena,

em uma série de baldes vazios; a quantidade de recipientes utilizados depende, sobretudo, do volume da amostra coletada. Convém salientar que a distribuição deve ser homogênea, de modo que todos os baldes contenham massa equivalente de partículas. Em seguida, registra-se o número total de subamostras, levando-se apenas uma para laboratório.

Em laboratório, o processamento da subamostra segue técnicas tradicionais da Sedimentologia – peneiramento da fração grossa (cascalho e areia) e pipetagem da fração fina (silte e argila) – abordadas detalhadamente por vários autores, como Suguio (1973), McManus (1985) e Gale & Hoare (1991). Todos os seixos e grânulos (> 2 mm) são peneirados e pesados; posteriormente, multiplica-se a massa de cada classe granulométrica pelo total de subamostras obtidas em campo. Por outro lado, o material constituído por partículas menores do que 2 mm deve ser homogeneizado e quarteado até produzir subamostra com massa em torno de 100 g a 150 g. Nesse caso, os resultados da análise são corrigidos primeiramente para a massa da subamostra coletada em campo (6 kg), por meio de regra de três simples. Assim, caso haja 25 g de argila em 100 g de sedimentos, haverá 1,5 kg de argila em 6 kg de sedimentos. Somente após essa operação os valores são multiplicados pelo número de subamostras de campo. Finalmente, os dados gerados em campo e em laboratório podem ser agrupados e representados em histogramas e curvas de frequência simples e acumulada.

No presente trabalho, o método de análise granulométrica descrito nos parágrafos anteriores foi aplicado a depósitos rudáceos quaternários do médio curso do Rio Pardo, região centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 1). Situada no contato entre o Planalto Meridional e a Depressão Periférica Gaúcha (Ab' Saber, 1970), essa área é caracterizada por escarpamento relativamente baixo e festonado, orientado no sentido leste-oeste. O desnível existente entre as duas

unidades geomorfológicas – cerca de 500 m, em média – favorece a ocorrência de fluxos de alta energia nos cursos de água, que apresentam leitos predominantemente cascalhosos. Devido à migração lateral do Rio Pardo e seus tributários, na base das planícies de inundação se encontram extensas camadas constituídas principalmente pela fácies cascalho suportado por clastos com laminação horizontal incipiente (Gh), segundo a nomenclatura proposta por Miall (1978, 1996) (Foto 3). De acordo com o referido autor, essa fácies está relacionada geneticamente a depósitos de barras longitudinais ou acumulações residuais de canal. Provenientes predominantemente de basaltos da Formação Serra Geral, tais sedimentos foram datados por luminescência opticamente estimulada (LOE); as idades variam de mais de 89.400 anos a 19.100 anos (Fett Júnior, 2011). Para o estudo da granulometria desse material, coletaram-se amostras em cinco afloramentos distintos, localizados ao longo das margens dos cursos de água (Figura 1). Em geral, as amostras tinham entre 103 kg e 162 kg – aproximadamente 20 a 50 vezes a massa do tamanho máximo de grão. Na etapa de campo, apenas duas pessoas estavam envolvidas na coleta, limpeza, peneiramento e pesagem dos clastos rudáceos maiores do que 16 mm. Nessa condição, o tempo médio despendido em cada local amostrado foi de 10 a 12 horas. As partículas correspondentes às classes cascalho (> 2 mm) e areia (2 mm – 0,062 mm) foram peneiradas em intervalos sucessivos de 1 phi (ϕ). O conteúdo de argila ($< 0,004$ mm) foi determinado por meio de pipetagem, enquanto o teor total de silte (0,062 mm – 0,004 mm) foi calculado a partir do peso inicial de finos existentes nas subamostras produzidas por quarteamento em laboratório. Todas as atividades laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análises Sedimentológicas do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CECO-UFRGS).

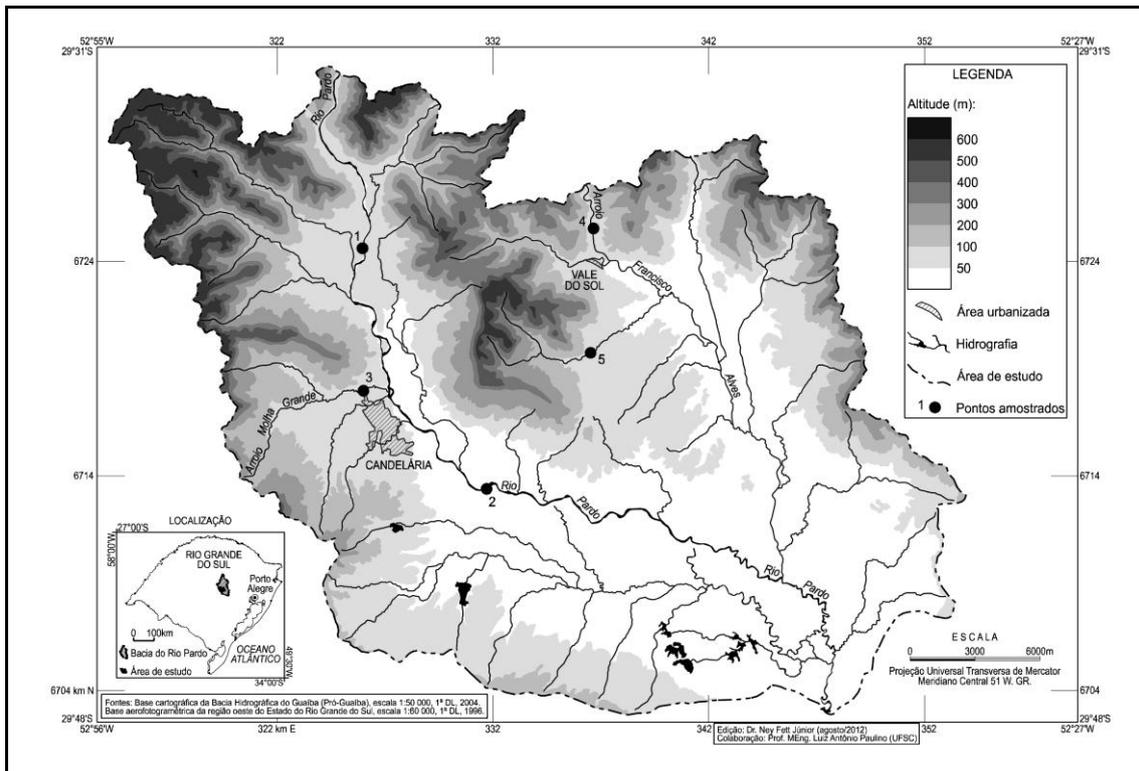


Figura 1. Mapa hipsométrico do médio curso do Rio Pardo, com localização dos pontos amostrados.

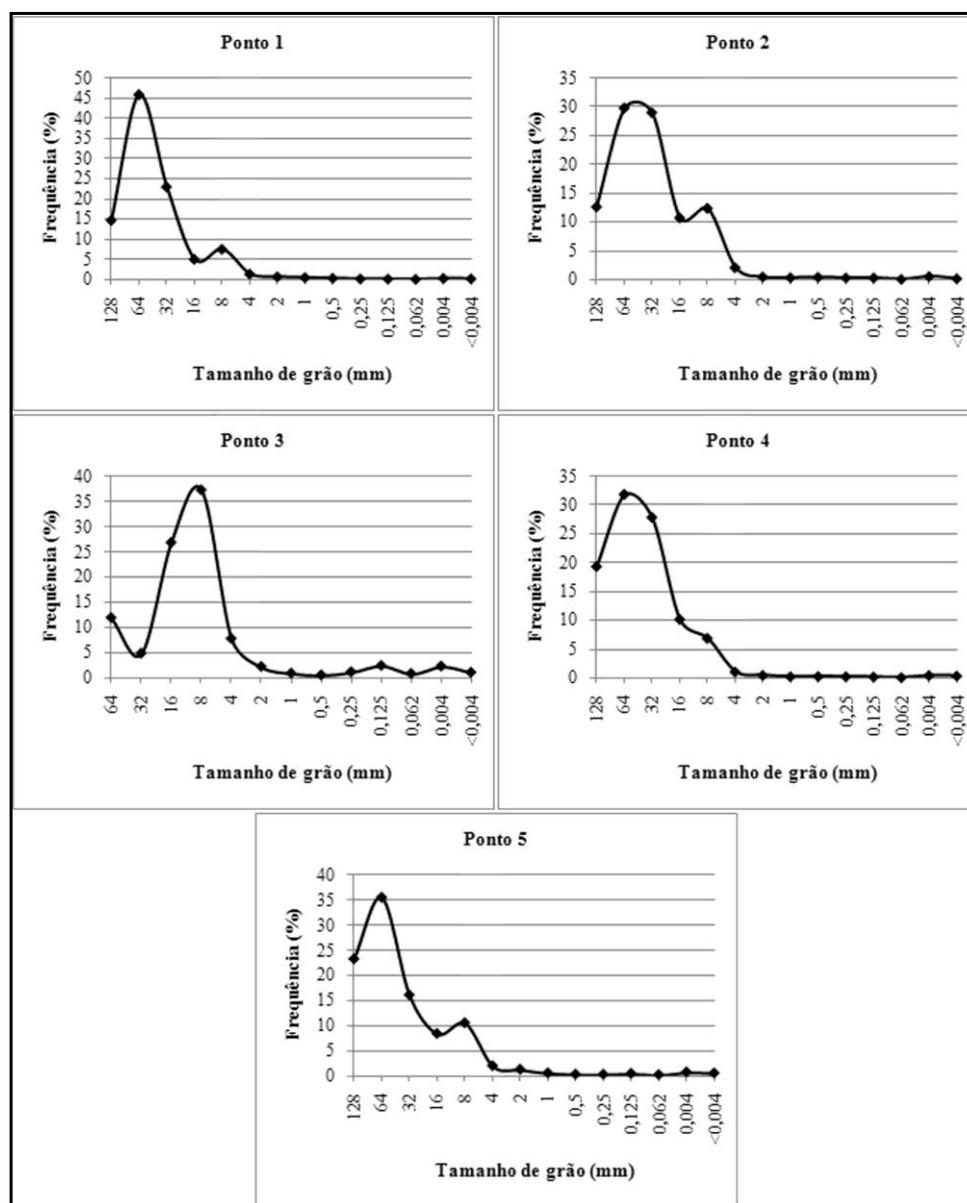


Foto 3. Afloramentos de camadas basais de cascalhos com laminação horizontal incipiente (fácies Gh) nas planícies de inundação do Rio Pardo (esquerda – ponto 1) e de afluente do Arroio Francisco Alves (direita – ponto 5).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta pesquisa, optou-se por apresentar os resultados obtidos na análise granulométrica em curvas de frequência simples (Figura 2). Conforme Krumbein (1934), as curvas de frequência simples são mais adequadas do que os histogramas para representar a variação contínua de tamanhos de grão, pois tendem a manter a forma independentemente do intervalo das classes granulométricas. A classificação de cascalho e areia em frações inteiras (1 phi) e a determinação das quantidades totais de silte e argila acarretariam imperfeições nas curvas de frequência acumulada, introduzindo erros consideráveis no cálculo de parâmetros

estatísticos clássicos – como diâmetro médio, mediana, grau de seleção, assimetria e curtose. Assim, a única medida estatística utilizada no presente estudo foi a moda, estimada pelo exame das curvas de frequência simples. Finalmente, é importante destacar que as observações sobre processos sedimentares se fundamentam no pressuposto de que não houve mudanças significativas no estilo deposicional ou no padrão de canal do Rio Pardo e seus afluentes durante o Pleistoceno Superior e o Holoceno, dada à semelhança faciológica marcante entre os depósitos de planície de inundação antigos e atuais (Fett Júnior, 2011).



Situados ao longo da margem direita do Rio Pardo, os pontos 1 e 2 se caracterizam pela ocorrência de clastos rudáceos bimodais. No primeiro, as modas primária e secundária consistem, respectivamente, nas categorias 64 mm (bloco) e 8 mm (seixo). No segundo ponto, observa-se leve mudança na bimodalidade do material, pois a moda primária passa a ser constituída pelas classes 64 mm (bloco) e 32 mm (seixo), com proporções praticamente iguais (Figura 2). A análise dos gráficos também revela que, do ponto 1 para o 2, diminui a quantidade total de blocos (128 mm e 64 mm) e, concomitantemente, aumenta o percentual de seixos (32 mm, 16 mm e 8 mm). Esses dados indicam redução geral dos tamanhos de grão entre os locais, que distam aproximadamente 12,6 km em linha reta. Uma vez que os depósitos têm idades distintas – 19.100 anos (ponto 1) e mais de 72.000 anos (ponto 2) – pode-se atribuir tal variação granulométrica a flutuações no regime hidrológico do Rio Pardo durante o Pleistoceno Superior. Por outro lado, também é possível considerar os efeitos da abrasão fluvial durante o transporte dos cascalhos, bem como o decréscimo da energia de fluxo do rio, controlada principalmente pelo declive do fundo do vale. Assim, os resultados corroborariam a hipótese sobre a relativa uniformidade dos processos sedimentares nesse período.

O ponto 3 se localiza à margem esquerda do Arroio Molha Grande, cerca de 1 km a montante da desembocadura no Rio Pardo. Nesse afloramento, o material rudáceo apresenta duas modas – 8 mm (primária) e 64 mm (secundária) – que estão incluídas nas classes granulométricas seixo e bloco, respectivamente. Além disso, o conteúdo de partículas nas categorias 64 mm (12%) e 32 mm (5%) é significativamente menor do que nos sedimentos amostrados em outros pontos (Figura 2). Essas peculiaridades evidenciam a constituição relativamente mais fina do depósito em comparação aos demais analisados neste trabalho. Ocorrida em período anterior a 89.400 anos, a sedimentação estaria associada a condições de baixa energia de fluxo, provavelmente em razão da proximidade da foz do curso de água (Figura 1).

No ponto 4, situado na margem esquerda do Arroio Francisco Alves, encontram-se cascalhos unimodais na base da sequência deposicional da planície de inundação – a classe 64 mm (bloco) representa a moda do material. Tal propriedade revela que os sedimentos são ligeiramente mais bem selecionados nesse local. Todavia, exceto pela ausência de pico secundário na categoria 8 mm, a forma geral da curva de frequência simples se assemelha aos gráficos dos pontos 1, 2 e 5 (Figura 2). Deste modo, essa leve diferença no grau de seleção pode ser explicada pela variabilidade espacial desse parâmetro estatístico em determinado ambiente de sedimentação (ex.: ao longo de uma barra longitudinal) ou entre ambientes de sedimentação distintos (ex.: barra longitudinal e acumulação residual de canal).

O ponto 5 está localizado à margem esquerda de tributário do Arroio Francisco Alves, na povoação de Rio-Pardense. Datado de 79.000 anos, esse depósito rudáceo tem caráter bimodal. As modas primária e secundária equivalem, respectivamente, às classes 64 mm (bloco) e 8 mm (seixo). Trata-se do material mais grosso avaliado no presente estudo, pois é constituído predominantemente por blocos (59% – Figura 2). Diante disso, supõe-se que os cascalhos teriam sido transportados por cheias rápidas, de alta energia, provenientes de elevações adjacentes. Esses eventos também são favorecidos pela existência de vales estreitos a montante do ponto 5 (Figura 1).

Por meio da análise de todas as curvas de frequência simples, constata-se forte tendência à bimodalidade nos sedimentos rudáceos quaternários do médio curso do Rio Pardo. Tal característica está relacionada basicamente ao predomínio de duas classes granulométricas na fração cascalho. Na maioria das vezes, a moda primária corresponde à categoria 64 mm (bloco), e a secundária, pouco expressiva, à classe 8 mm (seixo); no ponto 3, essas modas são invertidas. Aparentemente, esses dados indicam variação de energia do processo responsável pela gênese de barras longitudinais e acumulações residuais no leito de canais fluviais. Como os clastos rudáceos são transportados somente durante as cheias, sugerem-se duas hipóteses principais para interpretar a natureza bimodal desses materiais:

1) variabilidade de fluxo no decorrer de um único evento – como o início e o final de cheia; ou 2) diferença de magnitude entre os eventos

mais frequentes em determinado curso de água – como cheias anuais e quinquenais (ou decenais).

CONCLUSÕES

O método proposto no presente trabalho pode contribuir para popularizar o peneiramento e a pesagem de cascalhos em estudos granulométricos. Além de utilizar instrumental de baixo custo, produz dados compatíveis com os obtidos pelas técnicas tradicionalmente adotadas em laboratório. Destaca-se também a adaptabilidade desse procedimento metodológico, cujos elementos – como equipamentos, amostragem e outros – podem ser adequados aos objetivos e recursos da pesquisa. Isso facilita sua aplicação, tanto por parte de iniciantes quanto por especialistas em Sedimentologia e áreas afins. Os resultados da análise granulométrica de depósitos rudáceos quaternários do médio curso do Rio

Pardo são considerados promissores, pois permitiram caracterizar a sedimentação associada a canais fluviais de ordens distintas. Adicionalmente, foi possível conjecturar sobre as condições hidrodinâmicas vigentes durante a deposição das partículas, baseando-se apenas na variação de tamanhos de grão e na moda. Assim, acredita-se que o método pode fornecer informações importantes para conhecer processos sedimentares, sobretudo em ambientes fluviais e de encosta. A técnica já foi empregada em outros tipos de sequências deposicionais, como pedimentos e leques aluviais (Fett Júnior, 2011), embora este artigo tenha abordado somente o uso em cascalheiras de planícies de inundação.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de doutorado entre julho e dezembro de 2009. A meus pais, Ney Fett e Carmen Teresinha Fett, pela colaboração durante os trabalhos de campo. Ao técnico Gilberto Silveira dos Santos, do Laboratório de Análises Sedimentológicas do Centro de Estudos de Geologia Costeira e Oceânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CECO-UFRGS), pela orientação nos procedimentos laboratoriais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AB' SABER, A. N. Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil. **Geomorfologia**, v. 20, p. 1-26, 1970.
2. BUNTE, K. & ABT, S. R. **Sampling surface and subsurface particle-size distributions in wadable gravel- and cobble-bed streams for analyses in sediment transport, hydraulics, and streambed monitoring**. Fort Collins: USDA Forest Service, Rocky Mountain Research Station, General Technical Report, v. 74, 428 p., 2001. Disponível em: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr074.pdf. Acessado em: 9 jun 2009.
3. CHURCH, M. A.; MCLEAN, D. G.; WOLCOTT, J. F. River bed gravels: sampling and analysis. In: THORNE, C. R.; BATHURST, J. C.; HEY, R. D. (Editores), **Sediment transport in gravel-bed rivers**. New York: John Wiley & Sons, p. 43-88, 1987.
4. DANIELS, M. D. & MCCUSKER, M. H. Operator bias characterizing stream substrates using Wolman pebble counts with a standard measurement template. **Geomorphology**, v. 115, p. 194-198, 2010.
5. DUNKERLEY, D. L. Discussion: Bulk sampling of coarse clastic sediments for particle-size analysis. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 19, p. 255-261, 1994.
6. FETT JÚNIOR, N. **Aloestratigrafia e evolução do relevo do Pleistoceno Médio ao Holoceno no médio curso do Rio Pardo, região centro-leste do Estado do Rio Grande do Sul, Brasil**. Florianópolis, 2011. 467 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina.
7. GALE, S. J. & HOARE, P. G. **Quaternary sediments: petrographic methods for the study of unlithified rocks**. New York: Belhaven Press, 323 p., 1991.
8. GALE, S. J. & HOARE, P. G. Bulk sampling of coarse clastic sediments for particle-size analysis. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 17, p. 729-733, 1992.
9. GALE, S. J. & HOARE, P. G. Reply: Bulk sampling of coarse clastic sediments for particle-size analysis. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 19, p. 263-268, 1994.
10. GRAHAM, J. Collection and analysis of field data. In: TUCKER, M. (Editor), **Techniques in Sedimentology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p. 5-62, 1985.
11. KRUMBEIN, J. C. Size frequency distributions of sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 4, p. 65-77, 1934.
12. LEOPOLD, L. B. An improved method for size distribution of stream bed gravel. **Water Resources Research**, v. 6, p. 1357-1366, 1970.

13. MCMANUS, J. Grain size determination and interpretation. In: TUCKER, M. (Editor), **Techniques in Sedimentology**. Oxford: Blackwell Scientific Publications, p. 63-85, 1985.
14. MIALL, A. D. Lithofacies types and vertical profile models in braided deposits: a summary. In: MIALL, A. D. (Editor), **Fluvial Sedimentology**. Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir, v. 5, p. 597-604, 1978.
15. MIALL, A. D. **The geology of fluvial deposits: sedimentary facies, basin analysis, and petroleum geology**. Berlin: Springer-Verlag, 582 p., 1996.
16. SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgar Blücher-EDUSP, 317 p., 1973.
17. SURLYK, F. Submarine fan sedimentation along fault scarps on tilted fault blocks (Jurassic – Cretaceous boundary, East Greenland). **Bulletin of Grønlands Geologiske Undersøgelse**, v. 128, p. 1-108, 1978.
18. WOLMAN, M. G. A method of sampling coarse river-bed material. **Transactions of the American Geophysical Union**, v. 35, p. 951-956, 1954.

*Manuscrito recebido em: 24 de Setembro de 2012
Revisado e Aceito em: 03 de Junho de 2013*