

# Distribuição granulométrica dos sedimentos de superfície do estuário do rio Minho

Ana M. Costa<sup>a</sup>, Mário Mil-Homens<sup>a</sup>

[ana.costa@lneg.pt](mailto:ana.costa@lneg.pt)

<sup>a</sup> Laboratório Nacional de Energia e Geologia, Unidade de Geologia Marinha, Estrada da Portela, Apartado 7586, 2721-866 Alfragide, Portugal

## Resumo

Em Agosto de 2009, no âmbito do Projecto Natura Miño-Minho (0234\_NATURA\_MIÑO\_MINHO\_1\_E) foi realizada a campanha Minho09 onde se realizou a colheita de 49 amostras de superfície com amostrador Van Veen. Estas amostras foram colhidas no troço do rio Minho entre Tuy e Caminha. Neste trabalho são apresentados os dados de granulometria determinados nessas amostras.

De uma forma geral, as amostras estudadas são essencialmente compostas por areias (80%;  $63 \mu\text{m} > \text{material} > 2000 \mu\text{m}$ ) com uma componente de cascalho (11%;  $\text{material} > 2000 \mu\text{m}$ ) e de material fino (9%;  $\text{material} < 63 \mu\text{m}$ ). As amostras mais grosseiras (sedimento cascalhento) encontram-se a montante do estuário havendo uma diminuição gradual da fracção grosseira para jusante onde se encontram as areias. Esta distribuição permite dividir o estuário em duas zonas distintas: de montante (Tuy) a Vila Nova de Cerveira, e de Vila Nova de Cerveira à boca do estuário. A primeira zona, mais a montante é caracterizada por material mais grosseiro – cascalho a sedimento cascalhento, sub-maturo indicando uma maior energia e uma maior proximidade à rocha-mãe. A zona mais a jusante é constituída essencialmente por areias mal calibradas a moderadamente calibradas indicando uma menor energia.

## Introdução

Os parâmetros estatísticos das distribuições granulométricas constituem a base para vários esquemas para classificação de ambientes sedimentares. Apesar de não existir consenso na comunidade científica, vários investigadores propuseram diferentes critérios para distinguir diferentes ambientes de deposição, tendo por base as distribuições granulométricas, e assumindo que cada ambiente pode ser tipificado por uma gama característica de condições de energia.

Com excepção dos trabalhos de Alves (1996) e de Balsinha et al. (2009), não estão publicados outros estudos granulométricos no estuário do Rio Minho. Assim, o presente trabalho tem como objectivo apresentar os resultados preliminares das análises granulométricas e estudar as variações texturais ao longo do troço do rio estudado.

## Materiais e Métodos

### *Colheita de amostras de superfície*

No âmbito do Projecto Natura Miño-Minho (0234\_NATURA\_MIÑO\_MINHO\_1\_E), foram colhidas com um amostrador Van Veen (Agosto de 2009 durante a campanha Minho09) 49 amostras de superfície no estuário do rio Minho (Figura 1; Duarte et al., 2009). Neste trabalho as amostras são referidas pelo número de estação.

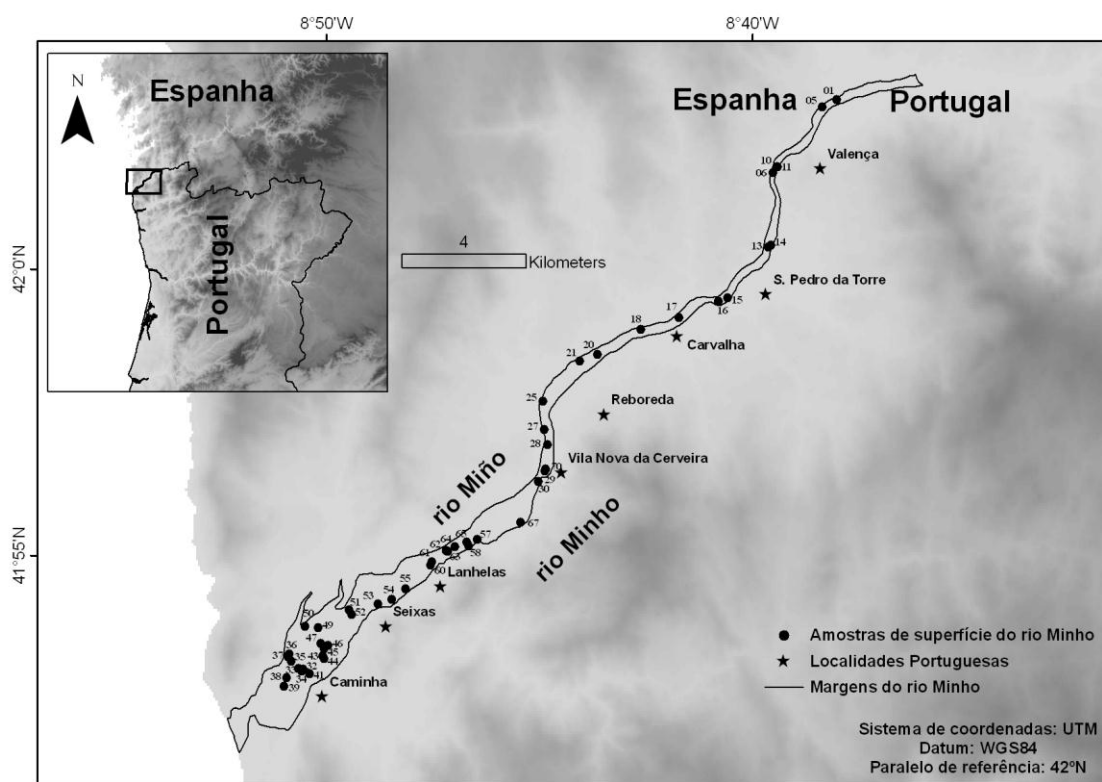


Figura 1 – Localização das amostras de superfície colhidas no rio Minho durante a campanha MINHO09.

### *Granulometria*

A granulometria foi determinada utilizando o equipamento Coulter Lazer LS230 capaz de medir granulometrias na gama de 0.04-2000  $\mu\text{m}$ , tendo por base a metodologia interna do Laboratório de Sedimentologia e Micropaleontologia (LSM) do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG). De acordo com esta metodologia, as amostras, depois de liofilizadas, são pesadas e crivadas a húmido num crivo de 2000  $\mu\text{m}$ . A fracção superior a 2000  $\mu\text{m}$  é seca numa estufa a 60°C e pesada de novo. Através da diferença entre o peso total da amostra e a fracção superior a 2000  $\mu\text{m}$  é possível determinar a percentagem de cascalho na amostra total.

A fracção de granulometria inferior a 2000  $\mu\text{m}$  foi pré-tratada para destruição da matéria orgânica. Numa primeira etapa, 1 ml de 0.033 M de hexa-metaphosphate de sódio (Calgon) e

200 ml of água desionizada foram adicionados à amostra durante 48 horas para desagregação do sedimento. Num segundo passo, diferentes volumes (25 a 75 ml por dia, durante pelo menos 4 dias) de peróxido de hidrogénio com amónia ( $\text{NH}_3\text{O} + \text{H}_2\text{O}_2$ ; 0.5 ml de  $\text{HN}_3\text{O}$  por 100 ml de  $\text{H}_2\text{O}_2$ ) foram adicionados à solução para remoção total da matéria orgânica. O volume total de  $\text{H}_2\text{O}_2$  adicionado depende a quantidade de matéria orgânica presente na amostra. De forma a remover o  $\text{H}_2$  libertado durante reacção química da solução, esta foi aquecida em banho-maria a  $60^\circ$  durante 24 horas. O excesso de líquido da solução foi eliminado através de aproximadamente 6 lavagens com 1000 ml de água desionizada com a ajuda de filtros de velas cerâmicas.

As amostras foram então armazenadas em frascos de vidro com 1 ml of Calgon para prevenir floculação, sendo também adicionada uma gota de formaldeído a fim de evitar a formação de fungos. Posteriormente, e antes da análise no Coulter, as amostras foram homogeneizadas com um agitador vertical a 700 rpm durante cerca de 15 minutos. Cada amostra é analisada em média 2 a 3 vezes para avaliar a qualidade dos dados. Duas amostras (16 e 28) foram analisadas apenas uma vez por falta de material. A precisão foi determinada através do Desvio Padrão Relativo (Relative Standard Deviation - RSD) calculado entre as médias das diferentes análises da mesma amostra. O RSD foi sempre menor do que 10%, com excepção de duas amostras 27 e 47, pelo que se assume que a precisão é boa.

## **Resultados e discussão**

O sedimento é essencialmente composto por areia e cascalho com diferentes percentagens de silte e argila. (Figura 2; Tabela 1). O sedimento com granulometria mais grosseira (cascalho) encontra-se mais a montante com uma diminuição gradual de granulometria (areia) para jusante, estando a amostra com maior percentagem de cascalho (69%; 01) localizada a Norte de Valença (Figura 3). A jusante, perto de Seixas, Lanhelas e Caminha, foram encontradas algumas amostras mais grosseiras (sedimento cascalhento) com percentagens de cascalho de aproximadamente 16% (41, 49, 55; Figura 3). A amostra 44 apresenta a maior percentagem de areia (98%; Tabela 1), estando localizada perto de Caminha, na boca do rio Coura. Apenas duas amostras apresentam maior percentagem de fracção fina (ff; silte + argila) no conjunto de amostras recolhidas: a amostra 11 (34% ff) localizada perto de Valença e a amostra 47 (63% ff) localizada também na boca do rio Coura.

A fracção superior a  $2000 \mu\text{m}$  é essencialmente composta por quartzo, feldspatos, fragmentos líticos e micas, com grau de rolamento de angular a sub-angular. Enquanto que a fracção inferior a  $2000 \mu\text{m}$ , constitui uma areia grosseira, mal calibrada, fortemente enviesada para o grosseiro (Tabela 2; Figuras 4a; 4b; 4c; 5) e essencialmente composta por quartzo e micas,

com grau de rolamento de angular a sub-angular. A curtose varia de forma aleatória na área de estudo (Figura 4d).

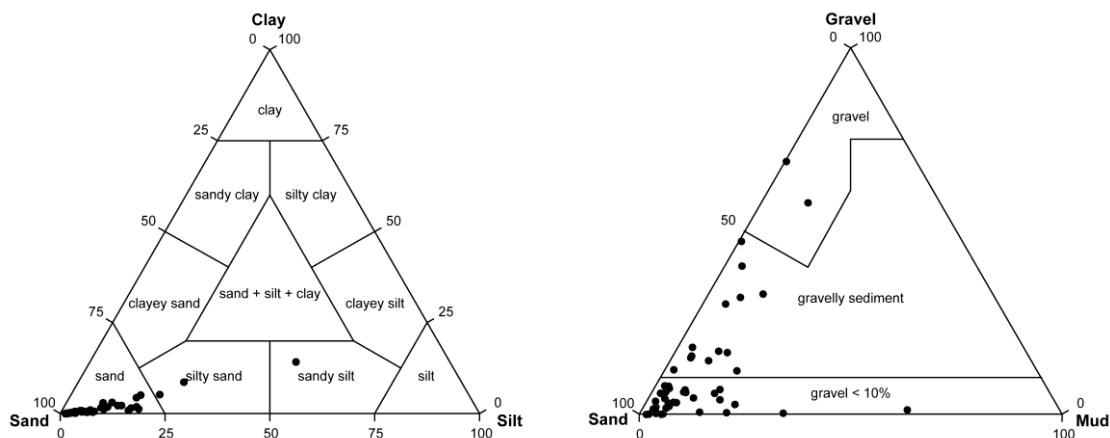


Figura 2 – Gráficos ternários com componente cascalho-areia-silte-argila das amostras de superfície do estuário do rio Minho. Limites determinados por Shepard (1954) (a) e modificados por Schlee (1973) (b). Gravel – cascalho; Sand – areia; Silt – silte; Clay – argila; Mud – fracção fina (silte+argila).

Tabela 1 – Parâmetros estatísticos de distribuição das fracções de cascalho, areia, silte e argila nas amostras de superfície do estuário do Minho.

	% cascalho	% areia	% silte	% argila	% fracção fina
<b>Mínimo</b>	0	31	0,5	0,1	0,6
<b>Média</b>	11	80	7,5	1,6	9,0
<b>Máximo</b>	69	98	48,7	14,3	63,0

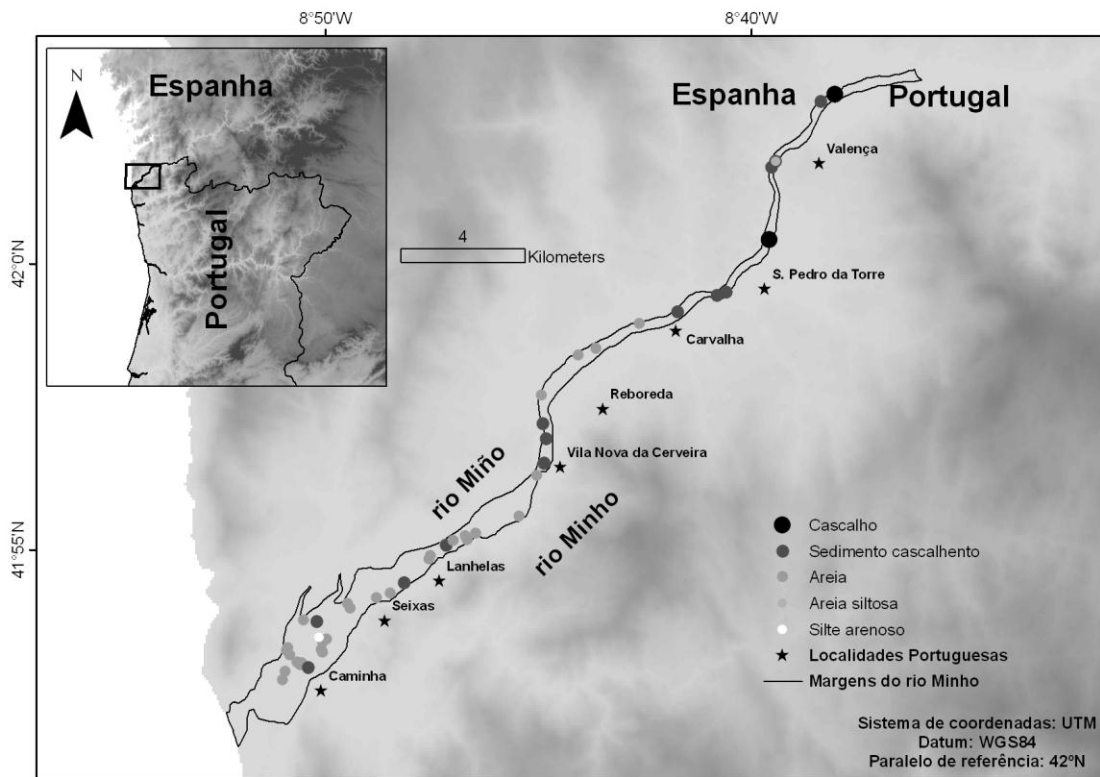


Figura 3 – Distribuição granulométrica no estuário de rio Minho segundo a classificação definida por Shepard (1954) e modificada por Schlee (1973).

Tabela 2 – Parâmetros estatísticos de análise textural do sedimento.

	valor médio ( $\mu\text{m}$ )	Calibração ( $\mu\text{m}$ )	Assimetria	Curtose
<b>Mínimo</b>	132,4	157,3	0,09	0,01
<b>Média</b>	578,7	374,4	0,97	1,63
<b>Máximo</b>	986,6	578,2	2,85	7,54

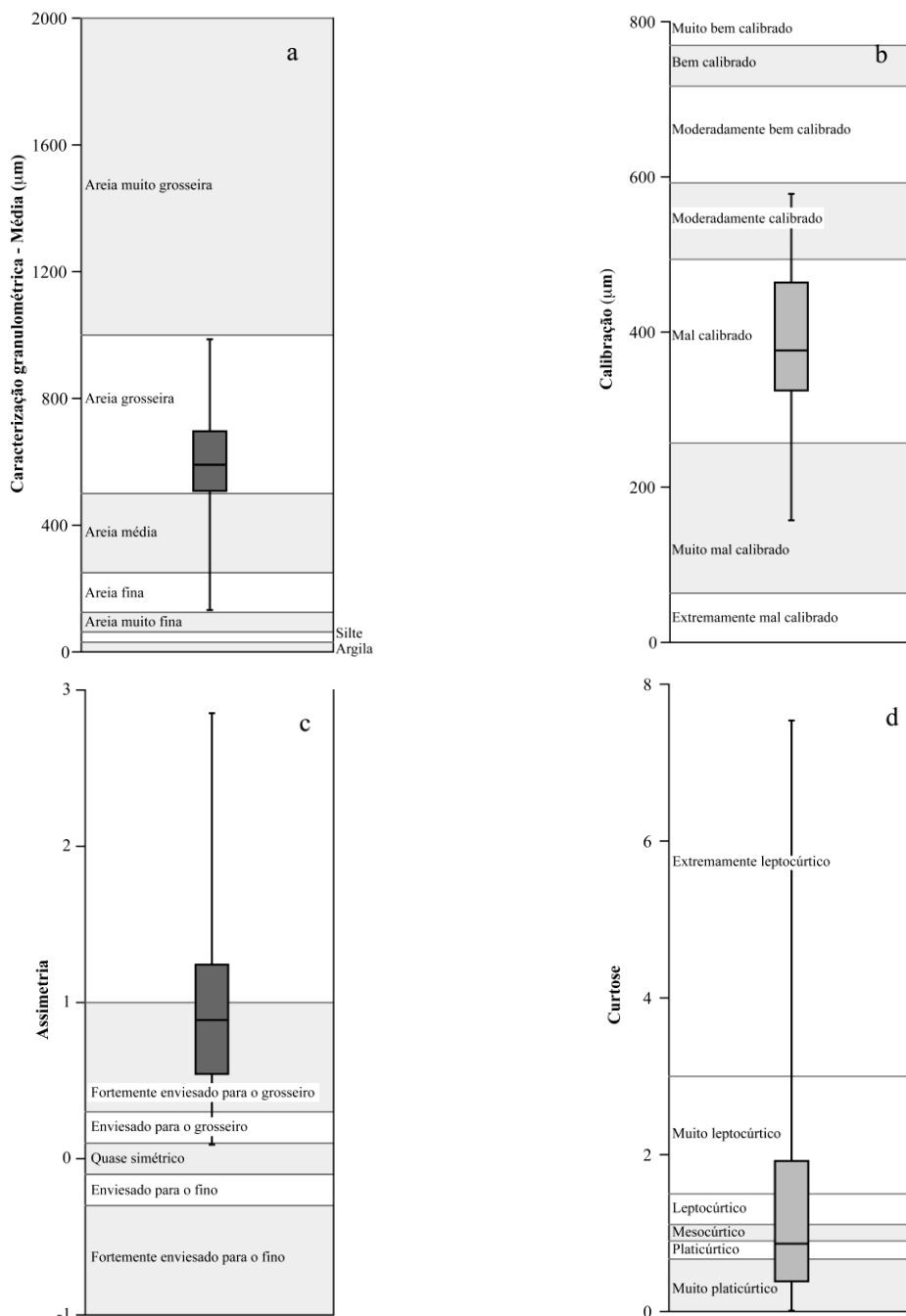


Figura 4 – Valor médio ( $\mu\text{m}$ )(a), calibração ( $\mu\text{m}$ )(b), assimetria (c) e curtose (d) para a fracção menor do que 2000  $\mu\text{m}$  dos amostras de superfície do estuário do Minho.

A Figura 5 mostra as relações entre os vários parâmetros da granulometria. Desta relações é possível evidenciar um grupo de amostras que se destaca do grupo principal, com características de areia fina a média, muito mal calibradas a mal calibradas, de assimetria muito leptocúrtica a extremamente leptocúrtica e fortemente enviesadas para o grosseiro.

Estas amostras (32, 33, 34, 35, 36, 39, 47, 50, 51 e 52) localizam-se perto de Caminha, na foz do rio Minho.

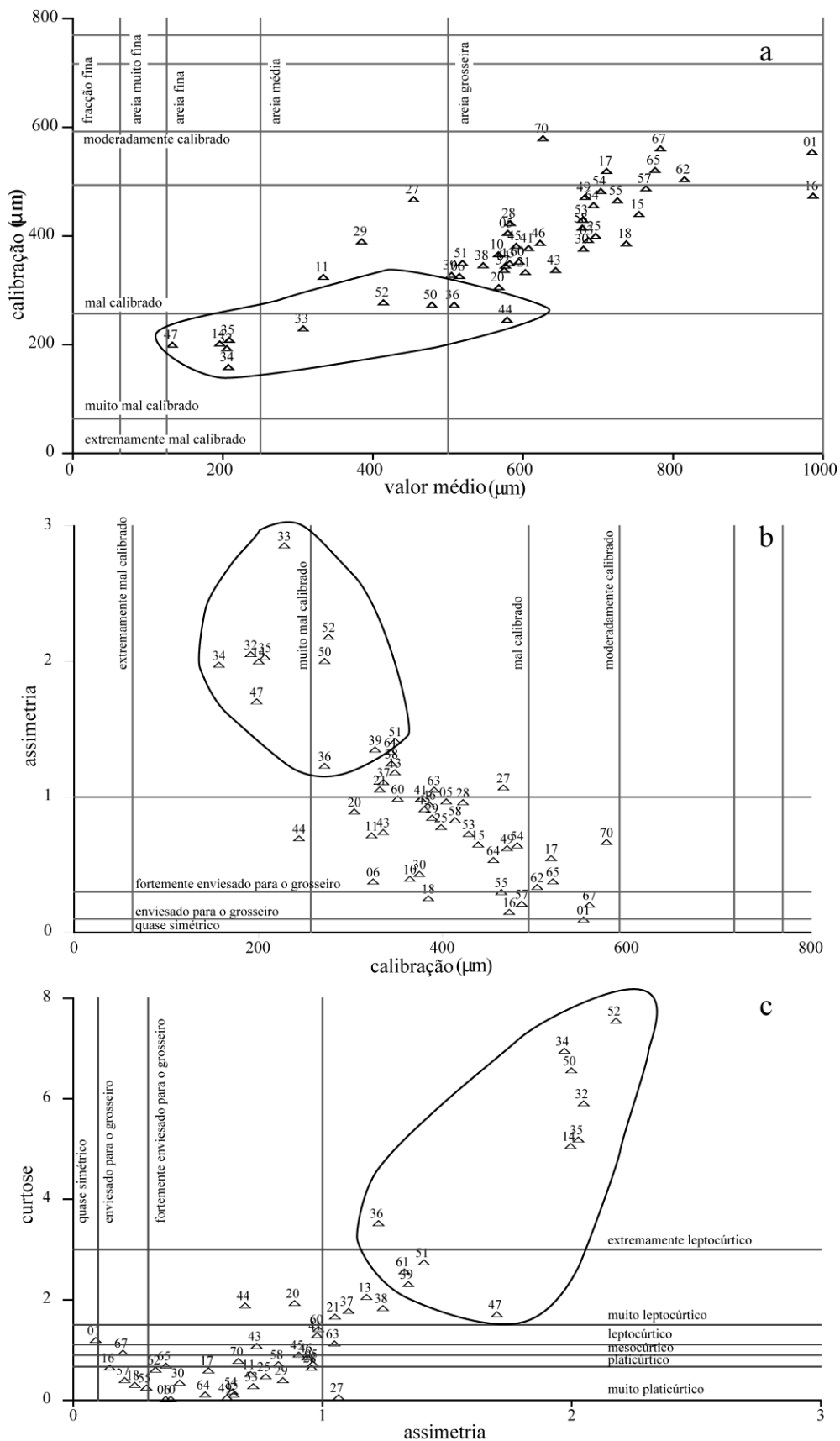


Figura 5 – Gráficos de expressão entre os parâmetros da granulometria: Valor médio ( $\mu\text{m}$ ) vs. Calibração ( $\mu\text{m}$ ) (a); Calibração ( $\mu\text{m}$ ) vs. Assimetria (b); Assimetria vs. Curtose (c).

De uma forma geral, o estuário do rio Minho pode dividir-se em dois sectores distintos: da zona mais a montante (Tuy) até Vila Nova de Cerveira, onde o sedimento é composto por material mais grosseiro - cascalho e sedimento cascalhento (Shepard, 1954 modificado por Schlee, 1973) e de Vila Nova de Cerveira até à boca do estuário onde o sedimento é composto essencialmente por areia, reflectindo as condições energéticas existentes no rio. Estas são responsáveis em geral pela inibição da deposição de sedimentos finos a montante, sendo estes transportados e parcialmente depositados nas zonas a jusante. De acordo com o método gráfico determinado por Folk (1980), esta areia é caracterizada como areia grosseira, mal calibrada e fortemente enviesada para o grosseiro, confirmando os resultados obtidos por Alves (1996). A maturidade textural do sedimento, dada pelo diâmetro médio ( $\mu\text{m}$ ), pela calibração ( $\mu\text{m}$ ) e pelo grau de rolamento determina um sedimento sub-maturo em toda a área estudada. A variação de granulometria de montante para jusante permite também definir uma diminuição relativa da energia nesta direcção e uma maior proximidade à rocha-mãe dada pela presença de feldspato no cascalho, com grau de rolamento de angular a sub-angular. As características associadas ao grupo de amostras diferenciado na Figura 5 pode estar associado a dragagens que são feitas no leito do rio para manter o canal navegável.

### **Agradecimentos**

Este trabalho foi realizado no âmbito do Projecto Natura Miño-Minho (0234\_NATURA\_MIÑO\_MINHO\_1\_E). As amostras foram colhidas a bordo do RV Leopard Atlantic pelo que gostaríamos de agradecer à sua tripulação do pelo seu eficiente desempenho. Um agradecimento especial para Carlos Antunes pelo apoio logístico e pela cedência do espaço no Acquamuseu de Vila Nova de Cerveira para armazenamento e amostragem dos sedimentos superficiais durante a campanha Minho09. Gostaríamos também de agradecer ao pessoal da UGM-LNEG que participou na campanha Minho09 e que deu apoio técnico no trabalho laboratorial.

### **Referências**

Alves, A.M.C. (1996), Causas e processos da dinâmica sedimentar na evolução actual do litoral do Alto Minho, Dissertação para obtenção do grau de Doutor em Ciências, na área de conhecimento de Geologia, Universidade do Minho, Braga, 442p.

Balsinha, M.J., Santos, A.I., Alves, A.M.C., Oliveira, A.T.C. (2009), Textural composition of sediments from Minho and Douro estuaries (Portugal) and its relation with hydrodynamics, ICS2009 Proceedings, Journal of Coastal Research 56, 1330-1334.

Duarte, H., Aranda, A., Lopes, C., Mil-Homens, M., Borges, R., Santos, C., Cavaleiro, C., Mateus, S., Lúcia, A. (2009), MINHO09 Cruise Report - Geophysical survey and sediment sampling of the Minho River, Relatório Técnico, Unidade de Geologia Marinha, INGMARDEP 06/2009, 29p.

Folk, R.L. (1980), Petrology of sedimentary rocks, Hemphill Publishing Company, Texas, 182p.

Schlee, J.S. (1973), Atlantic continental shelf and slope of the United States – sediment texture of the northeastern part, US Geological Survey, Professional paper 529-L, 64p.

Shepard, F. (1954), Nomenclature based on sand-silt-clay ratios, Journal of Sedimentary Petrology, 24, 151-158.