

**Universidade do Minho**  
Escola de Ciências

Cátia Sofia Carvalho Ferreira **Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado**

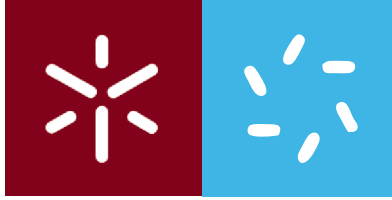
Cátia Sofia Carvalho Ferreira

**Indicadores dos processos morfodinâmicos na  
bacia do rio Cávado**

UMinho | 2018

Abril de 2018





**Universidade do Minho**

Escola de Ciências

Cátia Sofia Carvalho Ferreira

**Indicadores dos processos  
morfodinâmicos na bacia do rio Cávado**

Tese de Mestrado

Mestrado em Geociências, Ramo Dinâmica Externa e  
Mudanças Globais

Trabalho efetuado sob a orientação da

**Professora Doutora M. Isabel S. R. Caetano Alves**

## Declaração

Nome: Cátia Sofia Carvalho Ferreira

Endereço eletrónico: catia\_sofia\_ferreira91@hotmail.com

Telefone: 915 381 536

Número de cartão de cidadão: 14022911

Título dissertação/tese:

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

Orientadora:

Professora Doutora M. Isabel S. R. Caetano Alves

Ano de conclusão: 2018

Designação do Mestrado:

Mestrado em Geociências, Ramo Dinâmica Externa e Mudanças Globais

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE/TRABALHO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_



## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar quero expressar o meu reconhecido agradecimento à Professora Doutora Maria Isabel Caetano Alves, minha orientadora, a qual sempre me estimulou e apoiou, e sem o saber foi de certa forma muitas vezes o impulso para continuar esta jornada.

Um agradecimento aos técnicos Maria Elisabete Vivas Alves, António Saúl Sendas e António de Sousa Azevedo do Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho que me ajudaram a executar os trabalhos laboratoriais e pelo apoio e disponibilidade demonstrada.

Agradeço também à Marta Rodrigues, ao meu irmão Vitor Ferreira, à minha cunhada Sara Campos e ao meu pai Manuel Ferreira por me ajudarem durante a fase de amostragem.

Agradeço ao meu companheiro de vida, André Vieira, pelo apoio e incentivo incondicional que demonstrou.

Por fim, agradeço ao meu filho, Gonçalo Vieira, pela sua paciência e compreensão, por todas as vezes que ouviu “A mamã não pode brincar, está a trabalhar!” É a ele que dedico este trabalho.



# Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

Cátia Ferreira, 2018, Tese de Mestrado, Universidade do Minho

## Resumo

Os sistemas fluviais mudam ao longo do espaço e do tempo, em resposta a diversos fatores, sejam eles naturais ou antrópicos. Este trabalho foi desenvolvido na bacia do rio Cávado e tem como principal objetivo a descrição de indicadores dos processos da dinâmica fluvial tendo em vista a futura aplicação em termos de monitorização.

De entre os vinte e sete geoindicadores definidos em 1996, existem três relacionados com os cursos de água e de maior interesse para o presente trabalho. São eles: a morfologia e posição do canal; o escoamento canalizado; e a carga fluvial e deposição de sedimentos.

A metodologia de trabalho desenvolveu-se segundo várias etapas: trabalho de campo, para seleção e caracterização dos locais e recolha das amostras, nas barras e nos depósitos de terraço; estudo sedimentológico, inclui análise textural e composicional, por observação macroscópica e à lupa binocular; tratamento dos dados, usando ferramentas como *Excel* e *Sedmac*, permitindo interpretação parcial e conjunta dos resultados.

O espectro composicional presente nos sedimentos, essencialmente quartzo, feldspato e granito, refletem a composição geológica da região, onde se localiza a bacia hidrográfica do Cávado. A análise das distribuições dimensionais permitiu anotar que: foi fornecido ao sector em estudo um grande leque dimensional de partículas, desde lodo a seixo; a distribuição granulométrica dos sedimentos de cada barra, indica que houve variação da energia das correntes fluviais; ainda que, as barras, no troço estudado entre a Confluência do rio Homem-Cávado e a praia fluvial da Barca do Lago, apresentam semelhança em termos de tamanho dos materiais que as constituem.

A metodologia adotada permite identificar alterações na dinâmica fluvial e, deste modo, o presente trabalho será a base para uma futura monitorização do rio Cávado.

**Palavras-chave:** Rio Cávado; geoindicadores; morfodinâmica.



# Indicators of the morphodynamic processes in the Cávado river basin

Cátia Ferreira, 2018, MSc. Thesis, University of Minho.

## Abstract

The fluvial systems change over time and space, as an answer to several factors, being them natural or anthropic. This work was developed in Cávado river basin and its main objective is to describe the indicators of the process of fluvial dynamic, for future application in terms of monitoring.

Among twenty-seven geoindicators defined in 1996, there are three related to the streams and of major interest in this work. They are: the stream channel morphology and position; streamflow; and stream sediment storage and load.

The methodology was developed according to several stages: the field for selection and characterization of the sites, and sampling on bars and terrace deposits; the sedimentological study, includes textural and compositional analysis, by macroscopic and binocular observation; use of tools such as *Excel* and *Sedmac* tools, allowed the partial and joint interpretation of the results.

The compositional spectrum presented in the sediments, essentially quartz, feldspar and granite, reflect the geological composition of the Cávado river basin. The analysis of the dimensional distributions allowed to note that: a large dimensional range of particles, from mud to pebble, was supplied to the basin; the granulometric distribution of the sediments of each bar indicates changes in the energy of streamflow; the bars, in the studied area, between the rivers Homem-Cávado confluence and the Barca do Lago fluvial beach, are similar in terms of the particle size.

The adopted methodology allows to easily observe changes in the fluvial dynamics and, therefore, this work will be as the basis for the future monitoring of the Cávado river.

**Key-words:** Cávado river; geoindicators; morphodynamic.



# ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
1.1. Apresentação do tema de tese .....	1
1.2. Objetivos .....	1
1.3. Metodologia de trabalho .....	2
<b>2. BACIA HIDROGRÁFICA DO CÁVADO-PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS</b> .....	<b>3</b>
2.1. Localização.....	3
2.2. Enquadramento geológico e geomorfológico .....	4
2.3. Aspetos climáticos .....	8
2.4. Hidrogeologia.....	9
2.5. Usos e necessidades da água .....	11
2.6. Pressões naturais e antropogénicas .....	12
2.7. Ocupação do solo .....	13
2.8. Perigos e riscos .....	14
2.9. Populações e atividades económicas.....	15
<b>3. DINÂMICA FLUVIAL</b> .....	<b>17</b>
3.1. Descrição e caracterização do sistema fluvial .....	17
3.1.1. Escala temporal e espacial.....	17
3.1.2. Bacia, rede e padrão de drenagem.....	18
3.1.3. Zonamento morfológico do sistema fluvial .....	19
3.1.4. Classificação dos sistemas fluviais.....	20
3.1.5. Controlos naturais e antrópicos e alterações no canal .....	23
3.2. Geoindicadores.....	27
3.3. Da nascente à foz- O presente e o passado do rio Cávado .....	36
3.3.1. Da nascente até à Ponte do Bico.....	36
3.3.2. Da confluência do rio Homem-Cávado até à foz.....	53
3.3.3. Dinâmica fluvial do Cávado .....	71
<b>4. AMOSTRAGEM SEDIMENTAR</b> .....	<b>75</b>
4.1. Critérios de seleção das barras fluviais .....	75
4.2. Metodologia adotada na recolha de sedimentos.....	76
4.3. Locais amostrados.....	78
4.3.1. Praia fluvial Porto-Carrero.....	79
4.3.2. Confluência rio Homem-Cávado .....	80
4.3.3. Praia fluvial de Manhente .....	81
4.3.4. Praia fluvial de Barcelinhos .....	82
4.3.5. Praia fluvial da Barca do Lago .....	84





## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Apresentação do tema de tese

As atividades humanas nas bacias fluviais têm aumentando e são variadas: desde a exploração direta dos recursos, à instalação de estruturas e equipamentos de carácter permanente, nas áreas marginais aos cursos de água, historicamente inundáveis e à modificação do espaço de circulação das correntes fluviais, alterando o trajeto devido a estruturas implantadas quer nas margens, quer no canal. Estas intervenções produzem alterações na dinâmica dos subsistemas que compõem os sistemas fluviais, tendo por vezes efeitos nefastos sobre bens e pessoas assim como, sobre as comunidades bióticas que neles vivem. Interessa por isso, conhecer os processos e identificar indicadores da dinâmica fluvial. Estudos desta natureza são de grande interesse por servirem para monitorizar a dinâmica fluvial, com aplicação ao ordenamento e gestão do território no espaço fluvial.

O trabalho será um contributo para o conhecimento da dinâmica do rio Cávado, sob o ponto de visto geológico, recorrendo a métodos de estudos usados em geomorfologia e sedimentologia. Deste modo, este trabalho enquadra-se na tipologia de estudos do Mestrado em Geociências, ministrado na Universidade do Minho, Ramo Dinâmica externa e mudanças globais, e justifica a escolha do tema desenvolvido nesta tese intitulada “ Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado”.

### 1.2. Objetivos

O tema proposto foi desenvolvido na bacia do rio Cávado e tem como principal objetivo a identificação de indicadores de processos da dinâmica fluvial tendo em vista a futura aplicação em termos de monitorização e prevenção, a partir do estudo geomorfológico e sedimentológico.

Neste trabalho foi escolhido o troço mais a jusante da bacia do Cávado, a partir da confluência com o rio Homem, tendo como intervalo temporal o ano de 2016. Contudo, foram ainda analisadas amostras recolhidas nos terraços fluviais, com intuito de comparar esses materiais com os depositados pelo rio mais recentemente.

Esta tese tem ainda como objetivo a redação de um trabalho que proporcione aos futuros leitores, alunos, professores, geólogos ou outras pessoas dedicadas ou não às ciências da Terra,

uma ferramenta que possa ser utilizada como base para a monitorização do sistema fluvial Cávado.

### 1.3. Metodologia de trabalho

A metodologia, seguida neste trabalho, desenvolveu-se segundo várias etapas:

- a) Investigação bibliográfica sobre os sistemas fluviais, os geoindicadores e sobre a bacia hidrográfica do rio Cávado a partir de fotos, publicações em papel e por via eletrónica, bem como a consulta da cartografia geológica e topográfica existente;
- b) Reconhecimento por satélite, a partir da ferramenta "*Google Earth*" e em campo dos possíveis locais a serem objeto de trabalho;
- c) Seleção e identificação desses mesmos locais;
- d) Planeamento do trabalho de campo, incluindo o tipo de amostragem a realizar em cada barra, segundo os critérios estabelecidos;
- e) Amostragem nos locais e barras selecionadas;
- f) Estudo laboratorial das amostras, executado nos laboratórios do Departamento de Ciências da Terra, da Universidade do Minho;
- g) Tratamento, interpretação, análise e discussão dos dados obtidos, a partir de ferramentas como *Excel* e *Sedmac*;
- h) Redação da dissertação.

## 2. BACIA DO RIO CÁVADO - PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS

### 2.1. Localização geográfica

A bacia hidrográfica do rio Cávado (Figura 1) localiza-se no noroeste de Portugal continental, sendo limitada, a norte, pelas bacias do rio Lima e rio Neiva, e a sul, pelas bacias do rio Douro e rio Ave. A bacia pertence à Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça e segundo o Plano de Gestão Hidrográfica da Região Hidrográfica 2 (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012) ocupa de área total 1593 km<sup>2</sup>.

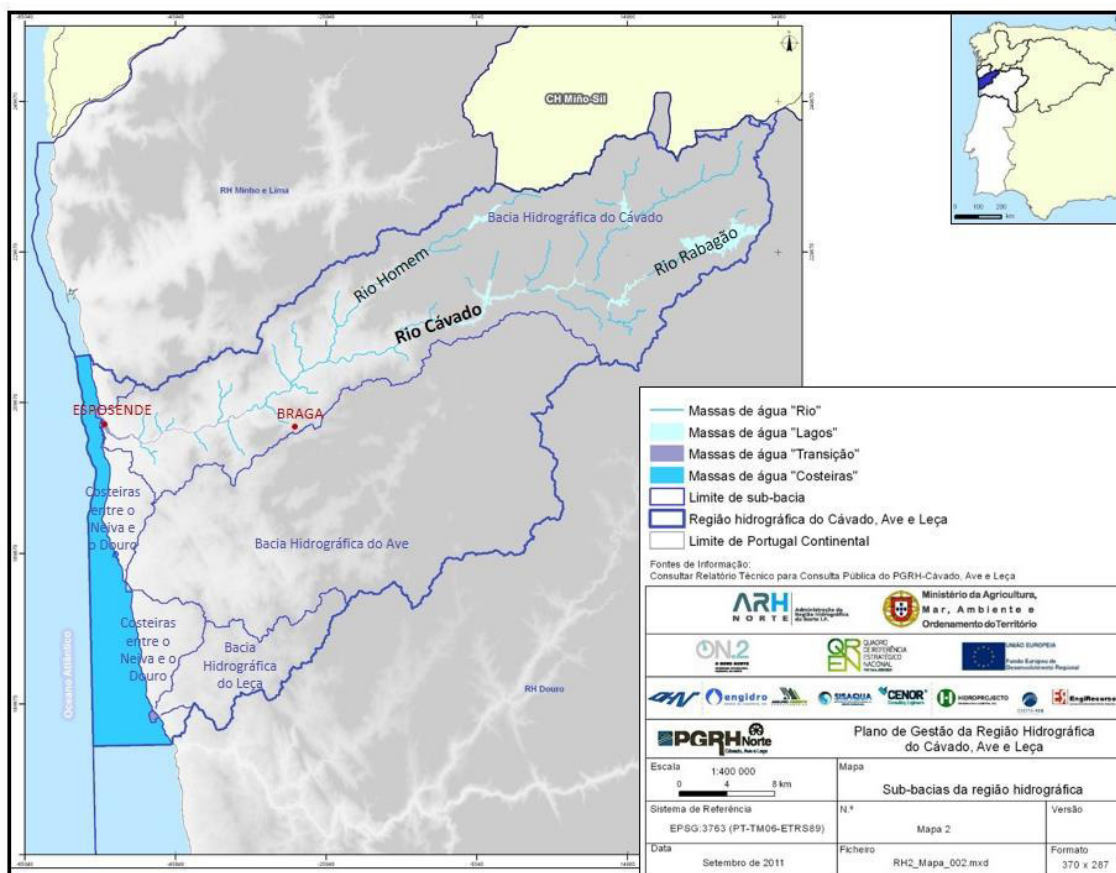


Figura 1. Enquadramento da bacia hidrográfica do Cávado no noroeste de Portugal continental (Modificado de Lacastra & Lacerda, (Coord.), 2012).

O rio Cávado nasce na Serra do Larouco (concelho de Montalegre), mais concretamente na Fonte da Pipa, a 1520 m de altitude. Atravessa, de montante para jusante os concelhos de Montalegre, Terras de Bouro, Vieira do Minho, Amares, Póvoa de Lanhoso, Vila Verde, Braga,

Barcelos e Esposende, onde vem desaguar no Oceano Atlântico, após um percurso de 129 km (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012).

O rio Cávado tem como principais afluentes o rio Homem, na margem direita, com um comprimento de 45 km, que nasce na Serra do Gerês e o rio Rabagão, na margem esquerda, com um comprimento de 37 km, que nasce entre as serras do Barroso e Larouco. Na área da bacia hidrográfica do rio Cávado cerca de 256 km<sup>2</sup> correspondem à bacia hidrográfica do rio Homem e 248 km<sup>2</sup> correspondem à bacia hidrográfica do rio Rabagão (António *et al.*, 2008).

## **2.2. Enquadramento geológico e geomorfológico**

A bacia hidrográfica do rio Cávado localiza-se no Maciço Hespérico, na Zona Centro Ibérica, dominando as rochas graníticas, hercínicas, que intruem rochas do Câmbrio e principalmente do Silúrico. Encontram-se ainda rochas pliocénicas, plistocénicas e holocénicas. Na figura 2 está representado um extrato da carta geológica de Portugal à escala 1/500 000 (Oliveira *et al.*, 1992) referente à bacia hidrográfica do rio Cávado.

A partir da análise da figura 2 é possível verificar que, no sector mais a montante da bacia do Cávado, no concelho de Montalegre, destaca-se uma importante área de xistos e quartzitos que se irrompem por entre os granitos de duas micas indiferenciado, litologia dominante no setor. É a nordeste de Montalegre, nestes afloramentos, que se encontra o local mais elevado da área da bacia do Cávado.

No setor mais a jusante evidencia-se um claro predomínio das rochas magmáticas intrusivas, com destaque para os granitos biotíticos em geral porfiróides, que surgem na serra do Gerês, os granitos e granodioritos porfiróides em Vieira do Minho e Terras de Bouro e os granitos monzoníticos que surgem em Amares e Vila Verde. Na região de Braga, ocorrem alguns afloramentos de xistos, vulcanitos ácidos e básicos e quartzitos, que integram a Unidade de Vila Nune e Valença. A norte de Barcelos afloram quartzodioritos e granodioritos biotíticos.

As formações continentais provenientes do sistema fluvial estão presentes na bacia do rio Cávado, incluindo os depósitos de Prado localizados no concelho de Vila Verde. Ao longo do rio Cávado existem depósitos de terraço, formados por areias, calhaus rolados e argilas, escalonados a diferentes níveis (Teixeira & Cândido de Medeiros, 1969; Braga, 1988) Entre Barcelos e Fão, estes terraços definem o antigo estuário do Cávado. Os depósitos fluviais apresentam grande valor

económico para esta região, visto as argilas e as areias constituírem a matéria-prima de importante indústria cerâmica entre Prado e Barcelos.

Na faixa litoral existem depósitos de praias antigas. O litoral da região entre Apúlia e Amorosa é formado por extensas praias de areias, quase sempre finas observando-se com frequência, como em Fão, areias negras, ilmeníticas. Na orla litoral, são ainda numerosos os depósitos de praias antigas, constituídas por areia e calhaus rolados dispostos a diferentes altitudes. Os níveis mais altos são limitados, do interior, por uma arriba fóssil, particularmente bem conservada na região norte do Cávado (Teixeira & Cândido de Medeiros, 1969).

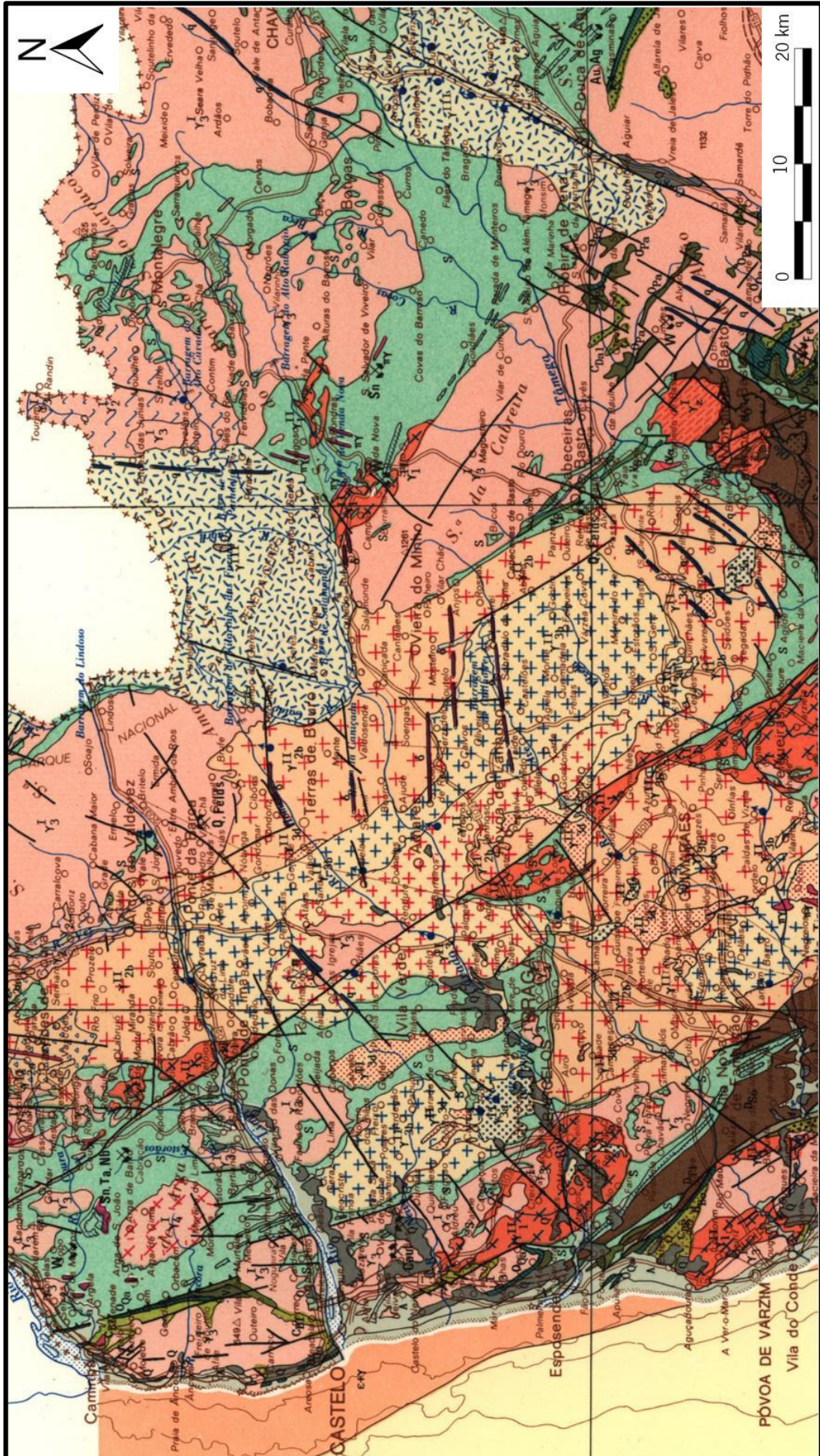
Em termos geomorfológicos a característica marcante desta região refere-se à oposição entre relevos elevados, que culminam em planaltos descontínuos preservados no topo de blocos individualizados entre vales profundos mas largos e de fundo aplanado. De acordo com Teixeira (1981) *“as terras altas, os vales profundos, os relevos vigorosos concentram-se no norte onde (...) ficam 95,4% das áreas de altitude superior a 400 m. Há montanhas que alteiam os cumes a mais de 1000 m, distantes do mar apenas algumas dezenas de quilómetros”*.

No sector nordeste da bacia hidrográfica, o rio Cávado estabelece a fronteira entre as Serras do Gerês e da Cabreira, com um vale profundo e encaixado que tem continuidade um pouco para oeste até aos limites das serras. Este vale encaixado contrasta quer com o vale aberto observado para jusante quer com o troço mais a montante onde os rios Cávado e Rabagão correm paralelos numa paisagem relativamente aberta do planalto de Montalegre. Estes contrastes sugerem que a partir de um vale antigo confinado à fachada atlântica, o Cávado terá encaixado o seu leito nos relevos em levantamento entre o Minho e Trás-os-Montes e capturado a drenagem mais interior (Pereira, E. (Coord.), 2000).

Os estudos geomorfológicos no Minho Ocidental (Pereira, E. (Coord.), 1992) indicam que os volumes montanhosos que caracterizam esta região são anteriores ao Pliocénico, resultantes de levantamentos tectónicos terciários, responsáveis pelo escalonamento de três a quatro níveis de aplanção.



2. Bacia do Rio Cávado- Principais Características





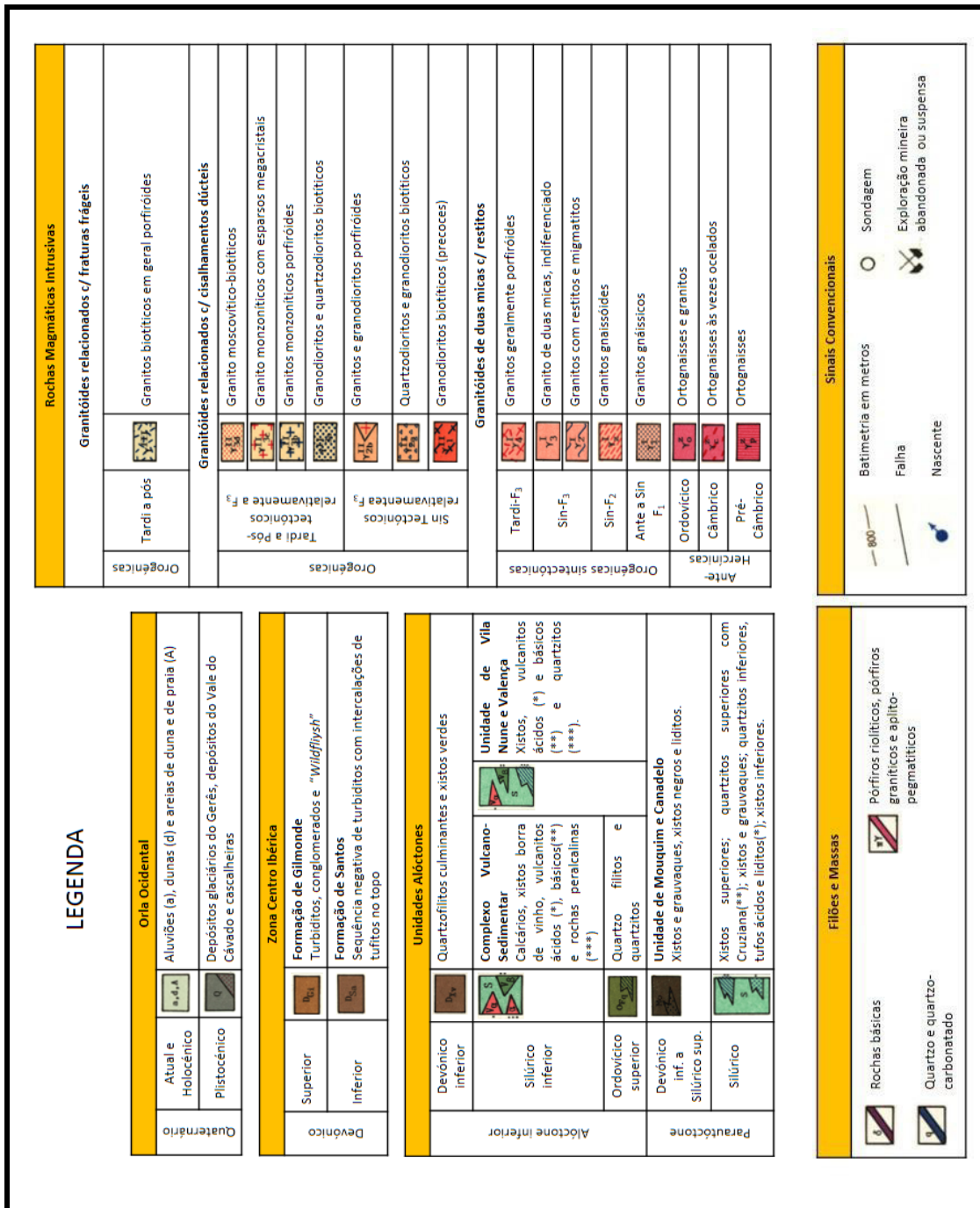


Figura 2. Estrato NW da carta geológica de Portugal na escala 1:500 000 (Oliveira et al., 1992), referente à bacia hidrográfica do Cávado. Legenda simplificada relativa à parte emersa.

A descida relativa do nível do mar desencadeou uma erosão vertical intensa, responsável pelo desenvolvimento de paleovales orientados por fraturas, preferencialmente ENE-WSW. Uma paragem, seguida de inversão da movimentação relativa no nível do mar, de origem tectónica, originou alargamento das depressões, e uma colmatação parcial daquele paleorelevo por uma cobertura sedimentar, de que são exemplo os depósitos de Prado. O retomar dos movimentos de levantamento no final do Pliocénico desencadeou o encaixe da drenagem fluvial instalada nos paleovales. Nas duas margens do rio existem diversas manchas de depósitos de terraços, escalonados a diversas alturas testemunham as andanças do rio no decurso do Quaternário (Alves & Pereira, 2000)

Atualmente, o relevo (Pereira, E. (Coord.), 1992) é marcado por depressões alinhadas, ocupadas pela drenagem fluvial, constituindo lineamentos importantes dispostos segundo a orientação preferencial ENE-WSW, a que corresponde aos principais cursos de água, nomeadamente, dos rios Ave, Cávado, Lima e Minho. A direção geral do rio Cávado (NE-SW) apresenta-se aparentemente inadaptada relativamente à orientação da estrutura geológica regional, que se dispõe segundo a orientação varisca (NW-SE a NNW-SSE), intercetando-a perpendicularmente. Na zona terminal, no concelho de Esposende, o rio muda de direção (SE-NW). Contudo, a rigidez e paralelismo do traçado daqueles cursos de água sugerem que elas se encontravam adaptados a fraturas na crosta à escala regional, ainda não reconhecidas no terreno, embora se identifiquem localmente fraturas de orientação ENE-WSW, à escala mesoscópica, como as referenciadas no vale do rio Cávado e se reconheça regionalmente uma fracturação subparalela, à escala macroscópica.

A costa é baixa e arenosa, aflorando alguns rochedos xistentos ou quartzíticos. A plataforma litoral é regular e ampla, sobretudo na foz do Cávado e da Apúlia, continuando para norte, limitada, do interior pela arriba fóssil, cuja crista é marcada (Teixeira & Cândido de Medeiros, 1969), entre outos, pelos altos de Faro (183m), S. Lourenço (204 m) e Sanfins (236 m). Está em geral, coberta por depósitos de praias antigas ou por areias de dunas.

### **2.3.Aspetos climáticos**

O clima na bacia hidrográfica do rio Cávado encontra-se caracterizado no Plano de Gestão Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2) de 2012 (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012). As seguintes informações são provenientes do referido documento.



O clima da RH2 é, segundo a classificação de *Koppen*, um clima temperado (mesotérmico), com estações de verão e inverno bem definidas. De acordo com a classificação climática segundo *Thornthwaite*, o clima na bacia do Cávado é super-húmido (mesotérmico) e com moderada falta de água no Verão.

A precipitação média mensal na região hidrográfica é de cerca de 148 mm e a temperatura média anual é de cerca de 14-15 °C, registando-se apenas um valor inferior a 10 °C na estação de Montalegre. À medida que se afasta da costa e da influência atlântica, assim como, se cresce em altitude nas regiões das Serras do Gerês e de Larouco, as temperaturas médias diminuem.

A humidade relativa média anual na bacia do rio Cávado situa-se entre 67-84%. A evapotranspiração potencial apresenta valores homogéneos em toda a região hidrográfica, sendo o valor médio anual da RH2 de 724 mm. Por último, verifica-se que na bacia do Cávado ocorrem os menores e os maiores valores médios de evaporação.

#### **2.4. Recursos hídricos**

Relativamente ao caudal hidrológico, o rio Cávado, evidencia oscilações consonantes com o regime de pluviosidade: os maiores caudais ocorrem no outono/inverno, enquanto os menores caudais se verificam no verão, estação em que a pluviosidade é menor na bacia hidrográfica. Todavia, é importante ter em consideração que o rio Cávado, atualmente não dispõe de um caudal natural, mas sim um caudal artificial, amplamente controlado pelas barragens construídas ao longo do seu leito e do leito dos seus afluentes (Alves & Pereira (Coord.), 2015): barragens do Alto Cávado, Paradela, Salamonde e Caniçada (no rio Cávado); barragem do Alto Rabagão e Venda Nova (no rio Rabagão) e barragem de Vilarinho da Furna (no rio Homem). Excetuando a barragem do Alto Cávado (a qual apenas fornece água à barragem do Alto Rabagão através de um túnel), todas são barragens produtoras de eletricidade. Na figura 3 estão localizadas as barragens construídas na rede hidrográfica do Cávado.

## 2. Bacia do Rio Cávado- Principais Características

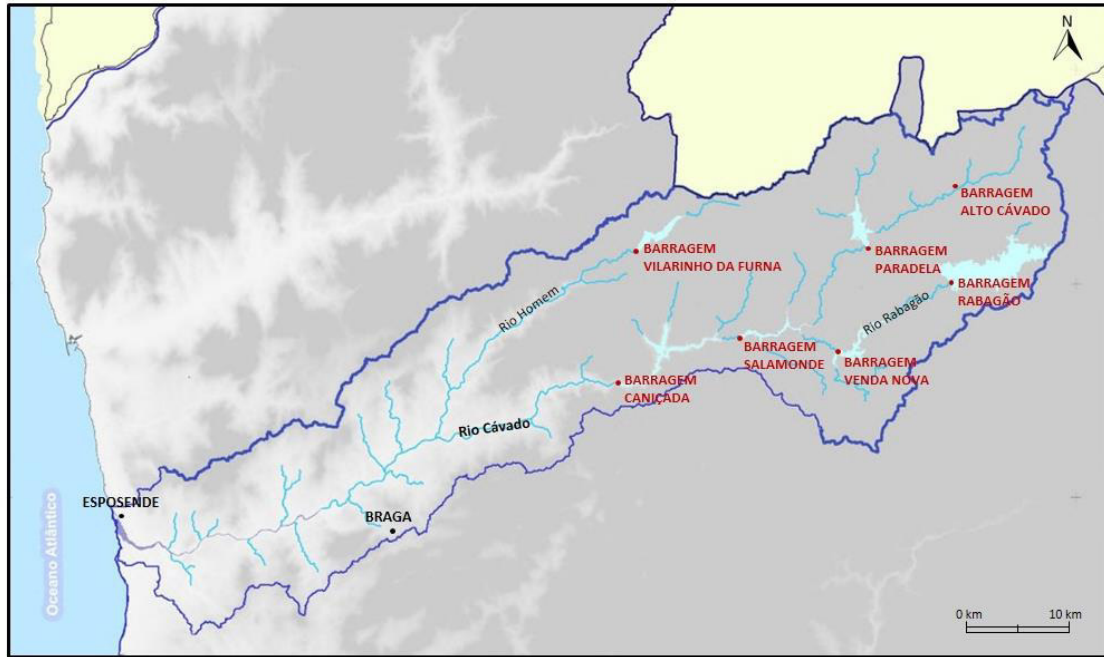


Figura 3. Localização das barragens construídas na rede hidrográfica do Cávado (Modificado de (Lacastra. & Lacerda (Coord.), 2012)).

A afluência anual média total disponível na bacia hidrográfica do Cávado é de (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012), aproximadamente, 2 107 hm<sup>3</sup>, sendo a que apresenta maior volume de escoamentos gerados na RH2. Os transvases localizados na bacia do Cávado localizam-se e possuem como o volume transvasado para a massa de água de destino os seguintes valores: Alto Cávado – Alto Rabagão - 104 hm<sup>3</sup>; Alto Rabagão – Venda Nova - 101 hm<sup>3</sup>; Venda Nova – Salamonde - 314 hm<sup>3</sup>; Paradelas – Salamonde - 262 hm<sup>3</sup>; Salamonde – Caniçada - 848 hm<sup>3</sup> e Vilarinho das Furnas – Caniçada - 114 hm<sup>3</sup>. Estes circuitos de transvase estão integrados em sistemas de produção hidroelétricos que possuem albufeiras com grande capacidade de regularização, pelo que se admite que os volumes transvasados sejam da ordem de 90% do escoamento afluente natural.

A região hidrográfica do Cávado insere-se na unidade hidrogeológica Maciço Antigo Indiferenciado, caracterizada por sistemas de natureza fissurada. Em regra, as características geológicas da região hidrográfica estão associadas a aquíferos pouco produtivos contudo, estes assumem uma enorme importância para o abastecimento de água local. As unidades porosas, como as aluviões, apesar de espacialmente pequenos, podem constituir bons aquíferos de interesse local ou regional. Nesta região são numerosas as nascentes permanentes e o aproveitamento das águas subterrâneas é feito, sobretudo, por meio de poços e galerias de mina

que captam aquíferos livres. A recarga natural é feita essencialmente a partir da infiltração direta da precipitação ou por infiltração a partir de massas de água superficiais que se encontrem conectadas com as unidades aquíferas. A disponibilidade hídrica subterrânea na bacia do Cávado (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012) é em média de 133 hm<sup>3</sup>/ano.

## 2.5. Usos e necessidades da água

A água da bacia hidrográfica do Cávado é utilizada essencialmente para usos consumptivos (Figura 4), dos quais se incluem os usos urbanos, a indústria, a pecuária, e o golfe e para usos não consumptivos dos quais fazem parte os usos recreativos, a aquicultura e pesca e a produção de energia.

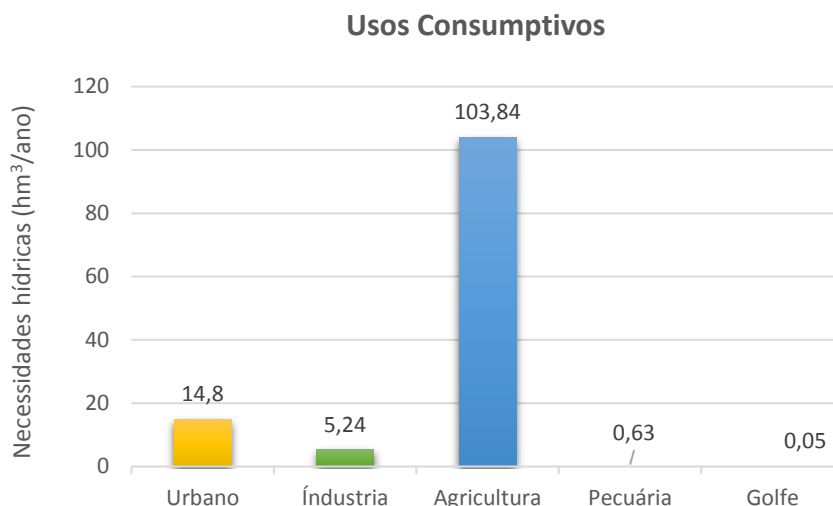


Figura 4. Distribuição das necessidades hídricas (hm<sup>3</sup>/ano) da bacia hidrográfica do Cávado por tipologia de uso (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012).

Pela análise do gráfico anterior (Figura 4) é possível aferir que a agricultura apresenta um peso importante nos usos consumptivos na bacia hidrográfica do Cávado. De facto as necessidades de água para a agricultura rondam os 45% das necessidades totais, sendo a cultura de milho a que tem maior representatividade.

O território da região hidrográfica do Cávado é rico em locais ribeirinhos, situados junto a albufeiras e utilizados como praias fluviais e áreas vocacionadas para o recreio e lazer. A produção de energia elétrica a partir da água é outro tipo de uso não consumptivo, existindo como foi anteriormente referido seis aproveitamentos hidroelétricos de grande dimensão (potência superior

a 10 MW). Para além destes usos, também a aquicultura e a pesca constituem uma importante utilização económica dos recursos biológicos assim como da água da rede de drenagem do Cávado (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012).

Segundo o Plano de Gestão da Região Hidrográfica 2 (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012) a avaliação do balanço hídrico (1 982,896 hm<sup>3</sup>/ano) entre necessidades e disponibilidades para a bacia do rio Cávado demonstra que as necessidades são bastante inferiores às disponibilidades hídricas. Em termos anuais e em ano médio, as necessidades estimadas, são em geral, inferiores a 10% das respetivas disponibilidades. Contudo, tal não quer dizer que não possa haver períodos de seca.

### **2.6. Pressões naturais e antropogénicas**

As massas de água estão sujeitas a diversas pressões entre elas, segundo o Plano de Gestão Hidrográfica (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012): pressões qualitativas, quantitativas, hidromorfológicas e biológicas. As seguintes informações são obtidas a partir do referido documento.

As pressões qualitativas sobre as massas de água estão associadas às fontes tóxicas de poluição onde estão inseridas as seguintes pressões: urbanas, indústria, pecuária, aquicultura e instalações portuárias, nas massas de água de superfície; e indústria extrativa, aterros e lixeiras, nas massas de água subterrâneas. Foram identificadas substâncias perigosas e outros poluentes em algumas instalações industriais. Também as estações de tratamento de águas residuais urbanas, os aterros sanitários e as lixeiras encerradas verificaram serem fontes de emissão de substâncias perigosas e de outros poluentes específicos para as massas de água. De entre essas substâncias encontram-se o cádmio, mercúrio, níquel, chumbo, diclorometano e o benzeno.

As pressões quantitativas estão relacionadas com as atividades que extraem água destinada ao abastecimento público, uso agrícola e industrial. Na bacia do rio Cávado 66% do volume total é captado.

As pressões hidromorfológicas na bacia hidrográfica do Cávado relacionam-se com o efeito barreira de barragens e açudes que interferem com a dinâmica fluvial e a transposição da fauna aquática; com a alteração de regime natural de escoamento estando a seu regime de escoamento a jusante de Alto de Rabagão e a jusante de Salamonde fortemente alterado; com a extração de inertes sendo que no estuário do rio Cávado apenas é permitida a extração de inertes para

eventuais correções do leito, após avaliação com extrema cautela e suportada por estudos que a justifique; e o efeito de erosão nas margens de água de transição, com possível rutura da restinga de Ofir.

As principais pressões biológicas advêm da atividade pesqueira que constitui uma pressão direta nas comunidades piscícolas dos diversos ecossistemas aquáticos, e da presença de espécies exóticas de carácter invasor. No rio Cávado a atividade da pesca assume um carácter essencialmente lúdico, principalmente no sector superior do rio.

## 2.7. Ocupação do solo

De acordo com a informação da carta de ocupação do solo, com base na *Corine Land Cover* (Direção Geral do Território, 2006), verifica-se um predomínio das áreas afetadas a florestas e meios naturais e seminaturais, seguindo-se as áreas agrícolas e agro-florestais (Figura 5).

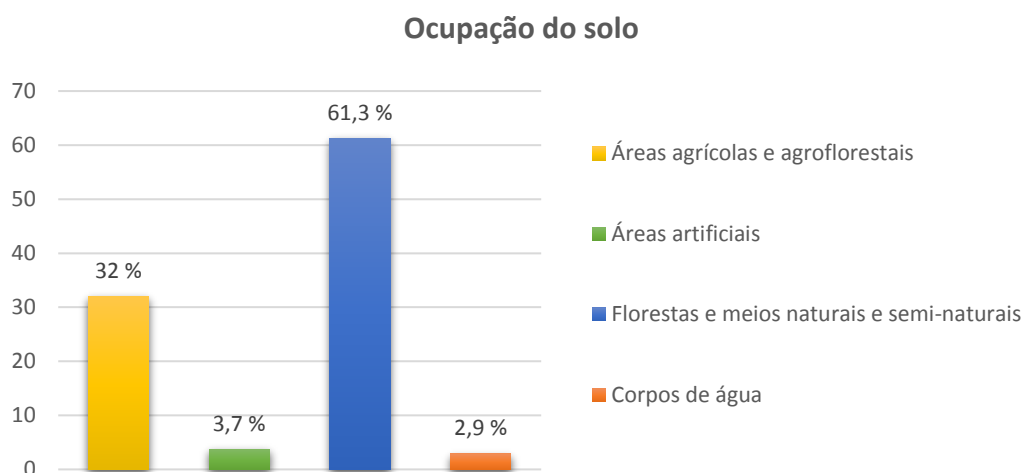


Figura 5. Ocupação do solo na bacia hidrográfica do Cávado (baseado em *Corine Land Cover*, 2000 e 2006 in (Lacastra & Lacerda (Coord.), 2012)).

Localmente verifica-se um contraste bastante marcado relativamente à ocupação do solo, junto ao curso superior do rio Cávado, na área de montanha do concelho de Montalegre, onde se encontra propriedades de pequena dimensão, construídas em socalcos; junto ao curso inferior encontram-se terrenos agrícolas de maior dimensão, instalados na planície aluvial, designadamente nos concelhos de Barcelos e Esposende.

### 2.8. Perigos e riscos

A Região Hidrográfica 2, na qual se inclui a bacia hidrográfica do Cávado pode ser afetada por fenómenos naturais e antropogénicos que podem causar perigo, de entre os quais: alterações climáticas, secas, cheias, erosão hídrica, erosão costeira, movimentos de massa, sismos, infraestruturas hidráulicas e poluição accidental. Em seguida, apresenta-se, a identificação e descrição dos principais perigos e respetiva avaliação de riscos mais influentes na bacia hidrográfica do Cávado e de carácter mais significativo para o presente trabalho (Lacasta & Lacerda (Coord.), 2012).

Ao longo do século XXI, a Região Hidrográfica 2 deverá sofrer um aumento da temperatura média anual e uma diminuição da precipitação média anual, mais acentuadas no Verão.

As cheias significativas que se registam na região hidrográfica do Cávado, Ave e Leça estão associadas às elevadas precipitações do tipo frontal. Na bacia hidrográfica do rio Cávado, foram construídos vários aproveitamentos hidroelétricos de grandes dimensões, cujas albufeiras têm uma capacidade total de aproximadamente 1121 dam<sup>3</sup> (dos quais 63,9% pertencem à albufeira do Alto Rabagão), permitindo uma regularização do caudal e o amortecimento de algumas cheias que tradicionalmente ocorreriam, principalmente as de menor período de retorno. A zona com maior risco de inundação em consequência de cheias naturais, com maior implicação de prejuízos humanos e materiais é a zona ribeirinha da cidade de Esposende.

As zonas suscetíveis a maior erosão situam-se em áreas de relevo acidentado. A bacia com maior taxa de erosão real é a definida na barragem de Paradela, com cerca de 150,4 t/(ha.ano), sendo a que apresenta menor taxa de erosão, a bacia do rio Fafião, com 7,9 t/(ha.ano). A menor produção de sedimentos verifica-se na bacia definida no Açude de Penide (0,20 t/(ha.ano)). A erosão, com maior expressão no troço inicial do rio, vai influenciar a quantidade de sedimentos que chega às zonas de sedimentação. Em termos de recarga do litoral o principal processo de fornecimento de sedimentos encontra-se associado aos rios que afluem a esta zona. O rio Cávado apresenta um volume aluvionar (Lacasta & Lacerda (Coord.), 2012) de 18 500 m<sup>3</sup>/ano. As áreas com maior risco de erosão costeira, relativamente à bacia hidrográfica do Cávado, costeira são o litoral de Esposende (Figura 6).



Figura 6. Zonas de risco de erosão costeira; a) Praia de S. Bartolomeu do Mar, b e c) Praia Sul de Ofir (fotografias da autora tiradas em janeiro de 2015).

## 2.9. População e atividades económicas

A abundância de água desempenha um papel decisivo na fixação humana, no seu desenvolvimento e na sua qualidade de vida, enquanto a sua escassez conduz à rarefação humana e pobreza. O passado histórico da humanidade encontra-se intimamente ligado ao acesso à água, o recurso natural mais abundante na superfície da Terra, embora somente uma reduzida parte se encontre em condições de acessibilidade e uso pelo ser humano. Esta reduzida porção de água disponível, embora nem toda ela potável, tem permitido o desenvolvimento das comunidades humanas, da agricultura e da indústria, que têm também gerado muita poluição e contribuído para a degradação dos recursos hídricos, o que gera conflitos entre utilizadores de recursos hídricos e os seus poluidores, como se tem verificado na bacia do Cávado (Luís, 2013). O rio Cávado tem constituído, ao longo do tempo, um elemento natural magnetizante e fixador da população. No Minho, e ao longo do rio Cávado, existe um vasto património ligado à água, como azenhas (Figura 7) e parques de recreio e lazer, testemunhando precisamente essa ligação entre o Homem e o rio.



Figura 7. Azenhas no Rio Cávado: a) Azenha de Areias de Vilar, b) Azenha e antiga fábrica de serração em Tamel S. Veríssimo e c) Azenha de Barcelinhos (fotografias tiradas em 2016).





### 3. DINÂMICA FLUVIAL

Os rios, no sentido geral, são cursos de água doce, com canais definidos e fluxo permanente ou sazonal para um oceano, lago ou rio. Dada a sua capacidade de erosão transporte e deposição os rios são os principais agentes de transformação da paisagem, agindo continuamente no modelado do relevo (Riccomini *et al.* , 2009). Desde sempre, os rios desempenharam um papel importante nas atividades humanas, seja como vias de transporte e fontes de energia elétrica e de água potável, seja como supridores de recursos alimentares. Contudo, para tirar partido máximo destes cursos de água, o Homem precisa entendê-los de forma a minimizar os efeitos provocados pelas inundações e mudanças no canal. Assim, é necessário para compreender a complexidade dos rios admitir a escala espacial e temporal uma vez que, os rios diferem entre si, mudam naturalmente ao longo do tempo e apresentam diferenças morfológicas ao longo do canal (Miall, 1996; Schumm, 2005). A dinâmica fluvial depende quer de fatores à escala da bacia de drenagem quer à escala da partícula sedimentar.

#### 3.1. Descrição e caracterização do sistema fluvial

##### 3.1.1. Escala temporal e espacial

O sistema fluvial muda em resposta ao clima, aos eventos geológicos e características geomorfológicas que ao longo do tempo vão ocorrendo nos diversos pontos da bacia hidrográfica (Oliveira, 2008). Na apreciação do comportamento dinâmico dum rio importa tirar partido da análise integrada da variedade do traçado do canal fluvial, do tipo de canal, dos sedimentos, pois são indicadores dos controlos geológicos e geomorfológicos quer à escala espacial quer à escala temporal (Schumm, 2005). Assim, o estudo destes indicadores ou o seu uso numa perspetiva histórica informam sobre as tendências evolutivas do rio. Para compreender a complexidade e a variabilidade dos sistemas fluviais no espaço e no tempo é necessário perceber o comportamento

do canal em resposta a uma determinada mudança, e isso pode ser feito através do estudo dos depósitos fluviais, permitindo a ilação de possíveis comportamentos no futuro (Miall, 1996).

O sistema fluvial pode ser considerado em diferentes escalas espaciais dependendo do objetivo do observador. Contudo, não pode ser ignorado todo o sistema fluvial, mesmo quando apenas uma parte está a ser investigada (Schumm, 2005). A escala espacial pode variar desde o estudo de uma barra fluvial ou de um troço de um rio para a instalação de uma estrutura (exemplo: barragem, ponte, dique) até ao estudo da bacia de drenagem.

Embora o sistema fluvial seja um sistema físico, segue um desenvolvimento evolutivo e muda com o tempo. A escala temporal varia (Oliveira, 2008) desde milhões e milhares de anos, várias décadas a uma década de anos e intervalos ainda menores. Na primeira, expressa em milhões ou milhares de anos, só grandes acontecimentos geológicos são significativos. Num período de décadas de anos a algumas dezenas de anos o rio pode adaptar-se a determinadas condições da bacia hidrográfica, ajustando-se em função do fornecimento de água e da carga de sedimentos. Por último, um curto período diz respeito a intervalos de alguns anos ou de minutos. A atividade diária do rio é reconhecível à escala de minutos enquanto, por exemplo, a alteração na morfologia do traçado dos canais só passados semanas, meses, anos, séculos, dependendo do comprimento do canal e dimensão da bacia do respetivo rio (Schumm & Lichty, 1965).

A morfologia dos canais fluviais e os processos fluviais evoluem ao mesmo tempo ajustando-se mutuamente até atingirem um auto equilíbrio (Rosgen, 1996).

#### **3.1.2. Bacia, rede e padrão de drenagem**

A bacia de drenagem de um rio corresponde à área geográfica que inclui todos os locais onde a água que aí precipita é drenada para o mesmo curso de água, cujo limite com outras áreas adjacentes são linhas imaginárias designadas por divisórias. A bacia de drenagem do rio Cávado encontra-se limitada a norte pelas bacias do rio Lima e rio Neiva e a sul pelas bacias do rio Ave e rio Douro, como foi anteriormente referido.

Em planta as bacias de drenagem apresentam geometria variada, desde forma mais alongada a circular. O rio e os afluentes formam a rede de drenagem ou sistema de drenagem, que drena a área geográfica da bacia. No caso em estudo a rede de drenagem apresenta forma alongada, possuindo afluentes hierarquizados entre si e outros que confluem diretamente no rio Cávado.

O padrão de drenagem corresponde à organização do rio e seus afluentes e é condicionado pela litologia e direção das fraturas. A drenagem da rede hidrográfica do Cávado é dendrítica uma

vez que o seu arranjo se assemelha à distribuição dos galhos de uma árvore (Riccomini et al., 2009).

### 3.1.3. Zonamento morfológico do sistema fluvial

O sistema fluvial (Nichols, 2009) pode ser dividido em três zonas geomorfológicas (Figura 8): 1) Zona de erosão: correspondente ao curso superior do rio onde há remoção dos sedimentos, embora ocorra também armazenamento; 2) Zona de transporte: onde há um equilíbrio dinâmico entre a erosão e a deposição, e 3) Zona de deposição: onde os sedimentos são depositado ao longo do rio e/ou nas margens. Esta subdivisão é simplista uma vez que, em situação real é frequente os sedimentos serem armazenados, erodidos e transportados nas três zonas, mas identifica-se em cada uma delas, um dos processos como dominante (Schumm, 2005).

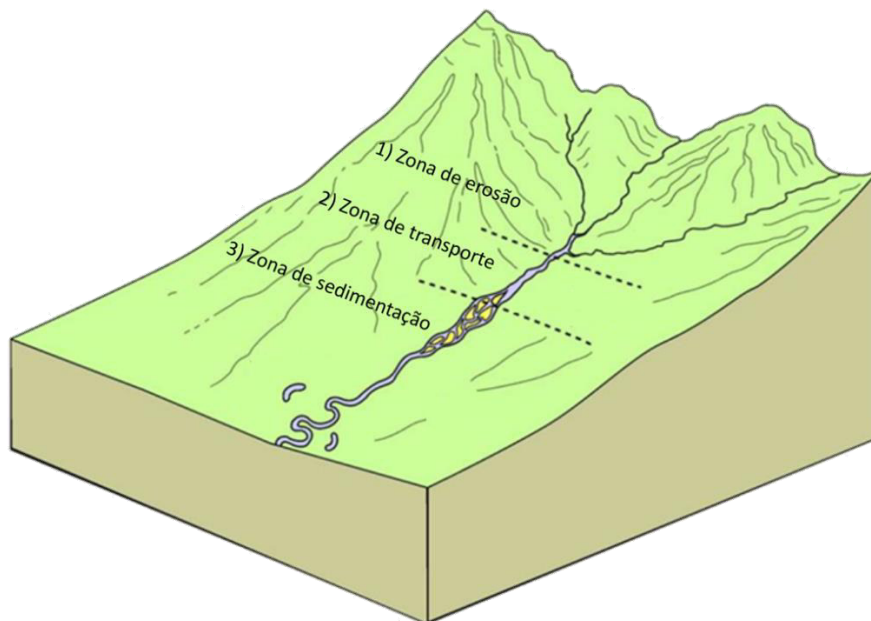


Figura 8. Zonas geomorfológicas dos sistemas fluviais (Modificado de Nichols, 2009).

Numa situação de maior disponibilidade de água o caudal aumenta e com ele a transferência dos sedimentos para jusante da posição inicial. Nesta situação haverá reorganização das áreas de armazenamento que, em função do acréscimo no fornecimento de sedimentos, poderão provocar alterações morfológicas no canal para facilitar a transferência.

#### 3.1.4. Classificação dos sistemas fluviais

Antes de considerar a variabilidade de um único rio, é necessário considerar os diferentes tipos de rios que existem. Desta forma a classificação dos sistemas fluviais é uma ferramenta importante, quer no reconhecimento e descrição dum rio quer quando se extrapola e aplica no planeamento de intervenções de reabilitação e previsão de evolução.

A classificação dos sistemas fluviais pode diferir um pouco de autor para autor e são vários os que se dedicaram ao estudo dos rios, como por exemplo: Leopold & Wolman (1957), Schumm (1963), Rosgen (1996) e Thorne (1997).

Em 1977, Schumm (2005) propôs uma classificação baseada no tipo de carga sedimentar transportada pela corrente e na estabilidade do canal fluvial. Este autor estudou rios aluviais e neles observou que os sedimentos no leito dos canais não variavam de forma significativa; o tamanho dos grãos não estava relacionado com a morfologia do canal mas sim com o modo de transporte da carga (em suspensão, mista e de fundo). A partir desses estudos conclui que os canais podem ser agrupados em três grupos gerais e subdivididos em 13 modelos: de 1-5 são canais com transporte de carga no fundo; 6-10 são canais modelados por correntes que transportam carga mista; de 11-13 são canais onde o modo de transporte dominante é por suspensão (Figura 9). Porém, os modelos anteriormente descritos sofrem alterações em resposta ao aumento do declive do vale, da força da corrente e aumento da carga de sedimentos para cada tipo de canal.

Os canais de carga mista (Figura 9.b) são relativamente estreitos e profundos, e com grande estabilidade das margens, quando comparados com os cinco tipos de canais de carga de fundo (Figura 9.a) que apresentam relação largura/profundidade elevada (Tabela 1). O grau mais elevado de estabilidade das barras permite a manutenção de canais retos, estreitos e profundos (modelo 6). As barras alternadas estabilizam, por serem de sedimentos finos, e daí resulta o aparecimento de canais levemente sinuosos (modelo 7). O modelo 8 corresponde a um canal verdadeiramente meandriforme, amplo nas curvas e relativamente estreito nas outras zonas, sujeito a encurtamento do traçado por *chute cutoff*. O modelo 9 mantém a sinuosidade de um canal meandriforme mas, devido ao transporte de sedimentos maiores, surgem barras dentro do canal que lhe dão uma aparência sinuosa entrançada. O modelo 10 é de um canal entrançado com ilhas, que é relativamente mais estável que o canal 5, no qual domina a carga de fundo.

Os canais de carga em suspensão (Figura 9.c) são estreitos e profundos. O modelo 11 é de canal reto, estreito e profundo e com pouca quantidade de carga de fundo. Os modelos 12 e 13 são os que apresentam maior sinuosidade, podendo ser os mais estáveis.

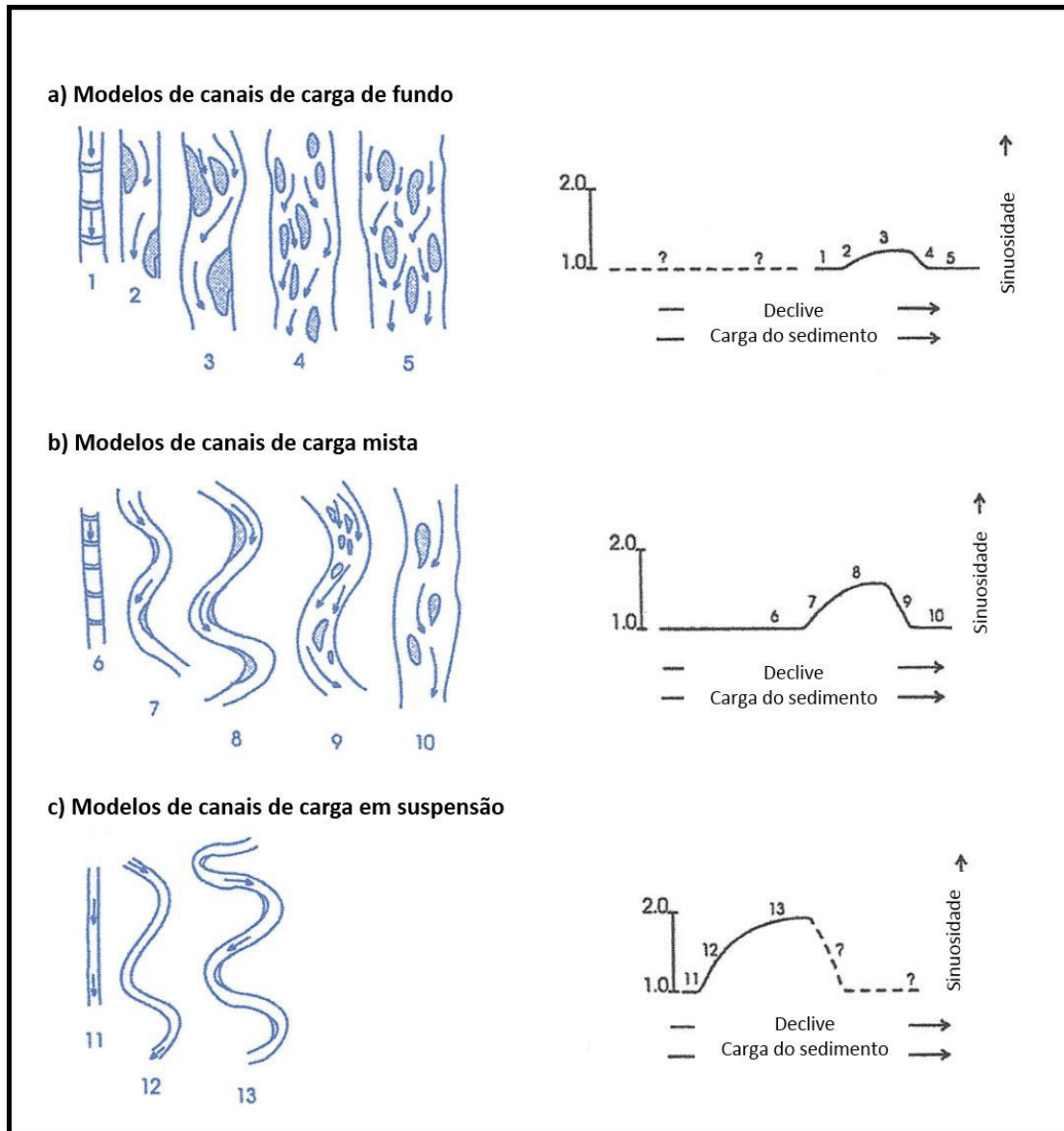


Figura 9. Padrões fluviais em função da carga sedimentar e do declive (Modificado de Schumm, 2005).

Os modelos de canais descritos são de rios aluviais, o que significa que o canal não está confinado pelas rochas do leito ou por terraços, mas encontra-se rodeado pela planície de inundação. Este tipo de canais é conhecido também por canais em regime. Esta designação foi apresentada por Lindley (1919 *in* Schumm, 2005) ao descrever pela primeira vez o uso desta expressão na frase, aplicada aos canais a construir na Índia e Egito, “*quando o leito e a margem*

de um canal são erodidos e preenchidos, mudando a profundidade, o gradiente e a largura, até ser atingido um estado de equilíbrio...diz-se que o canal está em regime".

Com base em critérios como o tamanho e a geometria de canais, a sua sinuosidade, a capacidade de migrar, a ocorrência de mais ou menos de barras fluviais é possível distinguir diferentes tipos de sistemas fluviais. Contudo não é exequível distinguir fronteiras entre os mesmos. Segundo Einsele (2000) os sistemas fluviais podem ser divididos em leques aluviais, deltas, fluvial entrançado, fluvial meandriforme e fluvial anastomosado. A tabela seguinte (Tabela 1) ilustra a classificação dos canais de acordo com o modo de transporte dos sedimentos.

Tabela 1. Classificação dos canais aluviais, baseado em Einsele (2000), Schumm (2005) & Nichols (2009).

Transporte da carga sedimentar	Carga de fundo (% da carga de total)	Estabilidade do canal			Sedimentos predominantes	Tipo de sistema fluvial
		Estável (corrente graduada)	Em deposição (excesso de carga)	Em erosão (défice de carga)		
Carga em Suspensão	<3 %	Largura/profundidade <10 Sinuosidade > 2.0 Declive suave	Deposição principal nas margens causando estreitamento do canal	Predomínio de erosão no leito e início de alargamento do canal	Limo e argilas	Meandriforme e Anastomosado
Carga Mista	3-11 %	40 < Larg./Prof. > 10 2.0 < Sinuosidade > 1.3 Declive moderado	Início de grande deposição nas margens, seguida de deposição no leito	Início de erosão no leito seguida de alargamento do canal	Areia com limo e argilas	Meandriforme
Carga de Fundo	>11 %	Largura/profundidade > 40 Sinuosidade < 1.3 Declive elevado	Deposição no leito e formação de barras/ilhas	Pequena erosão no leito, predomínio de alargamento do canal.	Cascalho e areia	Entrançado, Leques aluviais e Deltas

No caso do sistema fluvial em estudo, o rio Cávado, pela análise da sua morfologia podemos afirmar que descreve o comportamento do modelo 3, proposto por Schumm (2005), uma vez que há deposição de sedimentos no leito assim como nas margens do canal, formando barras longitudinais centrais e laterais. No rio Cávado é ainda possível definir locais em erosão que propiciam o alargamento do canal. O canal apresenta alguma sinuosidade sendo mais largo do que profundo. Os sedimentos são essencialmente cascalho e areia, pelo que o seu transporte é essencialmente por tração e saltação, e segundo a Tabela 1, pode ser classificado como rio entrançado (*braided*).

### 3.1.5. Controlos naturais e antrópicos e alterações no canal

Existem muitos fatores naturais e antrópicos que provocam *stress* nos sistemas fluviais e que podem afetar os processos a sua morfologia e conseqüentemente a dinâmica fluvial. A morfologia do canal depende da largura, da profundidade, da inclinação, da velocidade do fluxo e da dimensão dos sedimentos (Rosgen, 1994). Uma alteração em qualquer umas destas variáveis leva a uma séria de ajustes no canal, que pode coincidir com uma alteração no padrão.

Segundo Schumm (2005) os rios variam no espaço e no tempo em resposta a controlos (Figura 10). Existem três tipos de controlos: os controlos a montante, que podem ser naturais ou causados pelo Homem, e que influenciam o tipo de rio (entrançado, meandro ou anamastosado); os controlos a jusante como o nível médio do mar e o comprimento do canal, que podem interferir nos controlos a montante; e os controlos locais que podem ser fixos ou variáveis e condicionam a variabilidade local.

#### a) Controlos a montante

Os controlos a montante afetam o tipo de rio que existe a jusante. A quantidade e o tipo de sedimentos refletem o passado histórico e determinam a morfologia e a dinâmica do sistema fluvial a jusante.

As alterações climáticas, tectónicas e do nível de base ocorridas no início do Quaternário ainda exercem um impacto significativo nos rios atuais e em alguns determina o tipo de rio. Segundo Rãdoane *et al.* (2013) nos últimos cem anos muitos rios europeus tiveram tendência geral de incisão seguida de estreitamento do canal, com estabilidade lateral, que pode ter ocorrido devido a influências antropogénicas e/ou causas naturais, como o fim da pequena Idade do Gelo. A tectónica é outro fator determinante no tipo de rio, uma vez que gera relevo, influencia a inclinação e impulsiona a erosão, fornecendo grandes quantidades de sedimentos a jusante.

Também o tipo de litologia das rochas envolventes afeta a produção e o escoamento de sedimentos. Num determinado relevo, um canal que circule em rocha sã, produzirá menos sedimentos do que se a rocha fosse fraturada. O tipo e a quantidade de sedimentos determinará a morfologia do canal. O clima é outro tipo de controlo a montante que influenciará a morfologia, principalmente a hidrologia de um rio a jusante. Dependendo da precipitação os rios são efémeros, intermitentes ou perenes, e quanto maior for a quantidade de água transportada por um rio, maior será o seu caudal (Schumm, 2005).

Para além dos controlos a montante naturais existem outros que são influenciados pelo Homem. O impacto dos seres humanos nos rios ocorre desde há cerca de 5000 anos, aquando a construção da primeira barragem no Egipto, porém a influência humana nos sistemas fluviais são resultado de inúmeras atividades, entre elas; a canalização, as transferências de água entre bacias, a urbanização, a desflorestação e remoção da vegetação ripícola, o uso da terra, a irrigação, a mineração e a navegação (Goudie, 2013; Rădoane *et al.*, 2013). Estes impactos para além de alterarem a morfologia do rio, que pode ser apenas localmente e não se estender a toda a bacia, causam *stress* ao sistema fluvial, uma vez que interferem com a sua dinâmica natural. A resposta do sistema fluvial a essas perturbações variará dependendo das características do canal, incluindo incisão, alargamento, erosão, instabilidade das margens e migração dos canais (Hawley *et al.*, 2013). É ainda importante referir que a influência humana nos sistemas fluviais, para além das consequências morfológicas causa deficiências na quantidade e qualidade da água, que traz efeitos adversos nas comunidades bióticas aquáticas.

#### **b) Controlos locais**

Numa dada extensão do rio, os controlos locais poderão ser dominantes, quer sejam fixos ou variáveis.

Os controlos locais fixos são a natureza do leito (rochoso/aluvião), os afluentes, a tectónica ativa e a morfologia do vale. Os rios que correm sobre e entre rocha são confinados e dominados pela rocha. No entanto, a maioria dos canais apenas é afetado localmente pelo “*bedrock*” sendo a sua morfologia local variável quando o rio corre sobre rocha ou sobre aluviões (Schumm, 2005). O modo como as rochas respondem aos processos erosivos depende, em parte, das características intrínsecas, químicas e físicas, dos materiais que a constituem. Os tipos de processos erosivos e a eficiência com que atuam na determinação da morfologia do leito contribuem para definir a morfologia do canal (declive, largura e profundidade) e a sua evolução (Lima, 2010). Os afluentes são uma componente essencial do sistema fluvial. Os afluentes podem introduzir localmente impactos no fluxo principal. A introdução de muita carga suspensa pelo afluente aprofundará o canal e torná-lo-á mais estreito. A tectónica ativa também pode fornecer a nível local um efeito sobre o fornecimento dos sedimentos e sobre o tipo de sistemas. Em resultado do movimento de uma falha, o vale pode alterar-se levando a ajustes na morfologia, que determinará os locais mais propícios a erosão ou sedimentação (Schumm, 2005).



Além dos controlos locais fixos, já descritos, existem controlos locais variáveis que mudam de posição ao longo do tempo e das condições climáticas, são eles as cheias, a vegetação e os eventos acidentais que modificam localmente o canal. As cheias normalmente afetam todo o rio, mas há exceções, podendo os seus efeitos serem atenuados à medida que o canal se reajusta. Durante as cheias, o caudal de um rio aumenta, e a erosão é predominante, uma vez que a velocidade do fluxo é maior. Quando o caudal regressa ao estado normal, são depositados nas margens e nas barras mais estáveis, uma grande quantidade de sedimentos, que podem alterar a morfologia do canal. Os impactos das cheias dependem de onde ocorrem, da sua magnitude e da sua dimensão. A vegetação é outro controlo local que pode causar *stress* num sistema fluvial e provocar modificações na sua morfologia. A vegetação ripária e aquática varia ao longo dos rios de acordo com a sua configuração geomorfológica, regime hidrológico, abastecimento de sedimentos e conectividade entre a superfície e o leito. Uma vez estabelecidas, as plantas ripícolas atuam frequentemente como engenheiros de ecossistemas, estabilizando os sedimentos e a matéria orgânica, propiciando o desenvolvimento de outras espécies modificando assim, o ambiente sedimentar e a morfologia local e conduzindo ao desenvolvimento de formas de relevo e *habitats* associados. As plantas oferecem resistência ao fluxo e também aprisionam sedimentos com os seus sistemas radiculares. O desenvolvimento de uma cobertura vegetal ao longo das margens dos rios em resposta ao equilíbrio dos processos hidrológicos também leva a mudanças na morfologia do canal e a um suprimento de sedimentos em suspensão (Gurnell *et al.*, 2012). Segundo Hey & Thorne (1986, in Schumm, 2005) a largura do canal é maior quando há ausência de árvores e arbustos, uma vez que a vegetação desempenha um papel importante na estabilização das margens, restringindo a migração dos canais e causando o estreitamento e o seu aprofundamento. A biomassa fluvial pode desempenhar um papel estabilizador, protegendo as margens da erosão ou, pode ter um efeito contrário, levando à erosão da margem. A variabilidade de vegetação nas margens e barras causa variabilidade na morfologia do canal. A sua remoção, seja naturalmente ou pelo Homem, pode produzir mudanças significativas. Os eventos acidentais como inundações, terremotos, deslizamentos de terra, avalanches, erupções vulcânicas que normalmente não são previstas podem também introduzir mudanças drásticas no canal.

### c) Controlos a jusante

Segundo Schumm (2005) existe apenas uma variável a jusante, que é a mudança de gradiente que depende do aumento ou diminuição do nível base. Se o nível base diminuir a quantidade de sedimentos a chegar a jusante é maior, pelo que o canal sofrerá alterações. Caso essa diminuição seja pequena o canal acomodar-se-á à alteração do nível base, ajustando o padrão. Se a diminuição do nível de base for significativa então o rio escavará o seu leito. No caso de um aumento no nível médio das águas do mar haverá um aumento de sedimentos ao longo do canal. Por sua vez, o comprimento de um rio corresponde ao encurtamento ou alongamento do canal. O encurtamento levará a uma diminuição do gradiente, enquanto o seu alongamento levará a um aumento do gradiente.

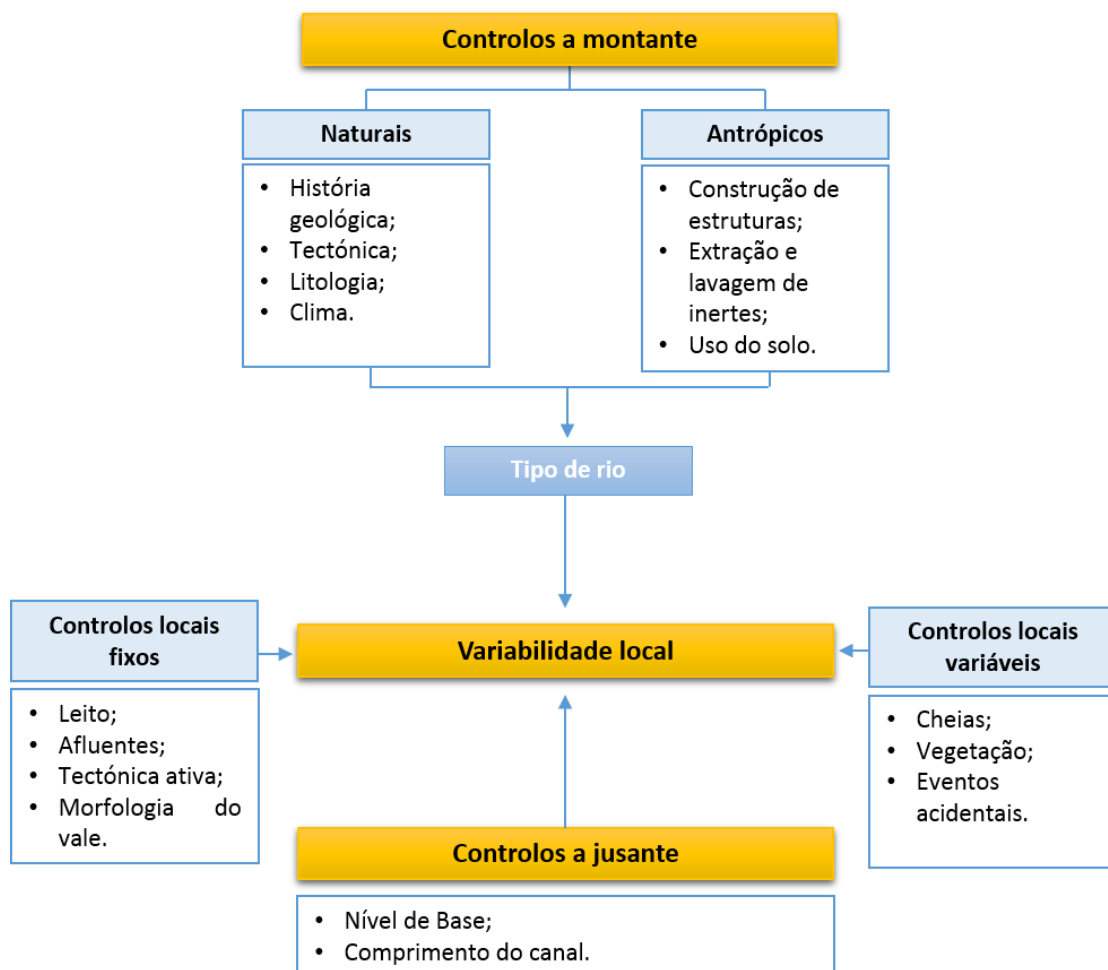


Figura 10. Tipos de controlos que condicionam a morfologia de um rio e a sua variabilidade local. Modificado de Piégay & Schumm (2003 in Schumm, 2005).

Segundo Rosgen (1994) o estudo histórico dos ajustes do canal a fatores que causam *stress* no sistema fluvial fornecem informações sobre a sensibilidade e consequência dessas mudanças. Dados sobre a erosão, deposição, tipo e distribuição da vegetação ripícola e sobre as comunidades bióticas são importantes para avaliar o risco e a sensibilidade aos distúrbios. A monitorização desses dados é algo sempre fundamental para entender as respostas do sistema fluvial à exposição dos diversos fatores. Essa monitorização pode ser feita através de fotografias aéreas históricas que permitem perceber o estágio progressivo do canal. Esses ajustes ocorrem parcialmente como resultado da mudança na magnitude/tempo, fornecimento de sedimentos e dimensão dos mesmos, perturbações diretas e mudanças na vegetação.

A tendência natural dos rios recuperarem a sua própria estabilidade pode ajudar o Homem a restaurar determinadas perturbações do sistema fluvial. Muitas das vezes as recuperações antrópicas não correspondem às características do rio o que leva a alterações naturais do sistema fluvial que não são idealizadas pelo Homem (Rosgen, 1994). Para restaurar um rio “perturbado” deve-se ter atenção às tendências naturais do mesmo e à geometria do canal. Se isso não for feito a restauração não será bem-sucedida.

### **3.2. Geoindicadores fluviais**

Os geoindicadores são medidas de avaliação de fenómenos e processos geológicos que ocorrem perto ou à superfície terrestre e que estão sujeitos a variações significativas durante um período inferior a 100 anos (Berger & Iams, 1996). As variações das medidas geológicas, maioritariamente abióticas, são importantes para entender a dinâmica dos ambientes terrestres. Esta nova ferramenta de avaliação de alterações de sistemas terrestres foi desenvolvida em 1992 pela *International Union of Geological Sciences* (IUGS) de forma a oferecer uma nova abordagem para os indicadores geológicos e assim contribuir para a investigação, monitorização e análise ambiental. Os geoindicadores avaliam os eventos tanto catastróficos como graduais, desde que ocorram durante o período de vida humana (Berger & Iams, 1996). Este tipo de indicadores descreve os processos naturais capazes de sofrerem alteração, sem necessitarem de intervenção antrópica, embora que esta possa acelerar, retardar ou desviar tais modificações (Goudie, 2003).

Os geoindicadores podem ser utilizados para avaliar as condições ambientais e terrestres, tanto a nível local como a nível global, de forma a responder a perguntas como: O que está a acontecer no meio ambiente? Porquê que isso está a ocorrer? Qual é a sua expressão? O que podemos fazer para mudar isso? Constatando as tendências ambientais passadas de modo

perceber a dinâmica fluvial e extrapolar os efeitos produzidos pelos controles antrópicos ou naturais adicionados ao sistema. Desta forma os geoindicadores têm como principal objetivo desvendar o passado, mapear o presente e monitorizar o futuro (Berger & Iams, 1996).

Em 1996 foi publicada uma lista com vinte e sete geoindicadores a partir dos quais podem ser selecionados parâmetros apropriados a cada área em estudo. De entre os vinte e sete geoindicadores definidos existem três relacionados com os cursos de água (Tabela 2): a) Morfologia e posição do canal fluvial (COGEOENVIRONMENT (IUGS), 1995a); b) escoamento canalizado (COGEOENVIRONMENT (IUGS), 1995b) e c) Carga fluvial e deposição de sedimentos (COGEOENVIRONMENT (IUGS), 1995c).

Tabela 2. Geoindicadores e tipos de variações ambientais que eles refletem (Berger, 1997).

Área de estudo	Geoindicador (nº)	Tipos de variações ambientais
Cursos de água (Rios e Ribeiras)	Morfologia e posição do canal fluvial (19)	Carga sedimentar, taxas de fluxo, usos do solo e erosão superficial.
	Escoamento canalizado (20)	Precipitação, bacia de drenagem, usos do solo.
	Carga fluvial e deposição de sedimentos (21)	Transporte de sedimentos, taxas de fluxo, usos do solo e bacia de drenagem.

Em seguida encontra-se uma descrição dos geoindicadores, relacionados com os cursos de água e os quais são de maior interesse para o presente trabalho. A organização da informação é baseada no formato definido pelo grupo de trabalho dos geoindicadores (*Working Group on Geindicators*).

a) **Morfologia e posição do canal fluvial- *Stream channel morphology* (19)**

**Descrição:** Os rios aluviais são formas de relevo dinâmicas sujeitas a alterações rápidas na forma do canal e no padrão de fluxo. O caudal e a carga de sedimentos determinam a dimensão do canal de escoamento, ou seja a sua largura, profundidade, sinuosidade e gradiente. As características dimensionais e os tipos de sistemas fluviais (entrançado, meandro e

anastomosado) são afetados significativamente por variações dos caudais, carga sedimentar e pelo tipo de carga de sedimentos, em função da razão entre a carga de fundo e a carga em suspensão. Alterações na morfologia do canal em poucos anos, como por exemplo erosão das margens, indicam variações na descarga de água e /ou de sedimentos. Por exemplo, o aumento da largura indicam um aumento na descarga e / ou um aumento na carga de sedimentos grosseiros e a sua diminuição indica o oposto. A relação largura/profundidade dos canais tende a aumentar com a erosão das margens e com cargas grosseiras mais elevadas. As alterações a curto prazo podem ser respostas a uma eventual inundação. Todavia, as alterações a longo prazo dentro de uma sequência de eventos podem refletir modificações fundamentais na descarga e/ou carga de sedimentos. O padrão e o grau de desenvolvimento das barras ativas são bons indicadores da carga de sedimentos. Contudo, é necessário olhar para cada ambiente de forma diferente, uma vez que, por exemplo, grandes blocos rochosos em ambientes montanhosos podem permanecer estáveis durante anos ou décadas até que, uma tempestade muito grande forneça a quantidade necessária para que ocorra uma “limpeza do canal”. Tais canais não são verdadeiros canais aluviais e as relações entre os fatores hidráulicos e sedimentares são bastante diferentes das condições de quase equilíbrio existentes nos rios aluviais que são o tema principal deste geoindicador.

**Significado:** A forma do canal é sensível a alterações na descarga de sedimentos e de água. Na ausência de registos hidrológicos e de escoamento canalizado, a interpretação da forma do canal pode ajudar a delinear alterações ambientais de vários tipos. A instabilidade do canal pode afetar planícies de inundação e os usos do solo através da erosão e/ou da deposição ou ainda pela mudança na frequência de inundações. A diversidade na morfologia e sedimentos a ele associados, que formam o substrato ecológico, são uma componente essencial e uma condição necessária para a biodiversidade. O ambiente natural é mais facilmente mantido se os canais funcionarem normalmente.

**Causa humana ou natural:** As modificações na morfologia do fluxo refletem mudanças no balanço hídrico e no escoamento e/ou fornecimento de sedimentos. Estas podem ocorrer devido a mudanças no uso do solo, construção de barragens, reservatórios, azenhas, açudes e outras medidas de estabilização fluvial que podem e têm, na maioria dos casos, efeitos significativos. Podem ainda ocorrer e de forma mais significativa devido a alterações climáticas e tectónicas. Assim, as alterações da morfologia do canal podem ser de origem antrópica ou natural ou resultar

da combinação de ambas. Contudo, os canais que forem modificados continuarão a tentar recuperar a sua morfologia natural, a menos que as modificações sejam mantidas continuamente.

**Ambientes onde pode ser aplicado:** Este geoindicador pode ser aplicado nos rios que correm sobre aluviões outro material não consolidado em terraços e planícies de inundação.

**Locais de monitorização:** Troços característicos do curso de água e secções transversais.

**Escala espacial:** Mesoescala (10 – 100 km) a regional (100 – 1000 Km).

**Métodos de medição:** A aplicação deste geoindicador deve ser de forma sistemática através de levantamentos terrestres e/ou aéreos de secções transversais, da análise do nível do leito normal e do leito de inundação, e da medição automatizada ou manual da carga de sedimentos. Pode ainda ser feita a monitorização da posição do canal, do seu padrão e da frequência de barras por fotografias assim como, pela amostragem das alterações das características dos sedimentos e do coberto vegetal das barras. A monitorização pode ainda ser completada por evidências históricas, como fotografias, mapas e cartas geológicas e militares.

**Frequência da medição:** A frequência de medição depende da taxa de alteração observada, mas nunca deve ser inferior a um intervalo de 5 anos. Em caso de canais muito dinâmicos a medição deve ser anual. Preferencialmente, as medições devem ser feitas após grandes eventos de cheia.

**Limitações dos dados e da monitorização:** A principal limitação deste geoindicador prende-se pela falta de registos históricos. Assim, as medições devem ser feitas de forma continuada ao longo de vários anos. Outra limitação prende-se com o facto de que as inundações ou o movimento do canal podem destruir os locais de observação.

**Aplicações no passado e no futuro:** A monitorização da morfologia do canal permite compreender os tipos e taxas de resposta às mudanças ambientais de forma, a que seja possível prever os efeitos. Ajustes a longo prazo podem também ser evidentes na degradação ou incisão progressiva relacionada com a tectónica ou com alterações no nível de base. Os dados podem ser úteis para previsões até várias décadas.

**Possíveis limiares:** As inundações erosivas podem alterar a morfologia dos canais quase instantaneamente; contudo, a adaptação a uma perturbação pode ser inicialmente rápida mas após 5 a 10 anos ser mais lenta. A erosão das barras fluviais durante as inundações pode levar a alterações do canal principal.

**Referências chave:**

Gurnell, A. & Petts, G. (Eds.) 1995. *Changing River Channels*, John Wiley & Sons, Chichester.  
Miller, A. J. & Gupta, A. (Eds) 1999. *Varieties of Fluvial Form*. John Wiley & Sons, 538 pp.

Rapp, C.F. and T.B. Abbe 2003. *A framework for delineating channel migration zones*. Washington State, Dept. Transportation. ([www.ecy.wa.gov/biblio/0306027](http://www.ecy.wa.gov/biblio/0306027)).

Rosgen, D. L. 1996. *Applied River Morphology*. Wildland Hydrology Books, Pagosa Springs, USA.

Schumm, S. A. & B. R. Winkley (eds), 1994. *The variability of large alluvial rivers*. New York: American Society of Civil Engineers Press.

**Outras fontes de informação:** Instituições relacionadas com os rios, recursos hídricos e hidrologia, serviços geológicos e arquivos históricos.

**Aspetos ambientais e geológicos relacionados:** As variações na morfologia e posição do canal condiciona os ecossistemas ribeirinhos, a instabilidade das barras e dos canais, assim como as divisórias definidas pelos rios.

**Avaliação geral:** A monitorização da morfologia do canal fluvial pode ser útil quando não se dispõem de dados referentes à carga de sedimentos, velocidade do fluxo e de outros parâmetros hidrológicos.

#### b) Escoamento canalizado - *Streamflow* (20)

**Descrição:** O escoamento canalizado varia em função do volume de água, da precipitação, da temperatura superficial e entre outros fatores climáticos. Para a maioria dos cursos de água, a maior descarga de água é encontrada perto do mar; contudo, em zonas áridas a descarga diminui naturalmente a jusante. O uso do solo nas bacias hidrográficas também afeta fortemente o escoamento canalizado. Para uma dada área de um km<sup>2</sup>, a descarga de água (escoamento específico) pode variar desde <0,1 L/s a >50 L/s. Os principais regimes de escoamento canalizado incluem: regime glacial (degelo no princípio do verão, com uma descarga média anual de q=10 a 20 L/s/km<sup>2</sup>); regime nival (fusão das neves no fim da primavera com q= 3 a 15 L/seg/km<sup>2</sup>); regime pluvial (enchentes no fim do outono a inverno com q= 5 a 20 L/s/km<sup>2</sup>); regime tropical seco (enchente na estação de chuvas no verão com q= 0,5 L/s/km<sup>2</sup>); regime de monção (q= 20 a 40 L/s/km<sup>2</sup>); regime equatorial (enchente em dois períodos de chuvas com q=15 a 30 L/s/km<sup>2</sup>); e regime desértico (fluxo não perene, com q <0,5 L/s/km<sup>2</sup>). As mudanças de direção nos escoamentos canalizados, juntamente com os métodos indiretos de estudo das paleocheias e a paleohidrologia, proporcionam indicadores a longo prazo das variações da descarga, que são valiosas para interpretar inundações, estimando as tendências futuras da descarga de água e sedimentar e para distinguir possíveis mudanças climáticas.

**Significado:** O escoamento canalizado reflete diretamente a variação climática. Os sistemas fluviais desempenham um papel fundamental na regulação e manutenção da biodiversidade. Alterações nos cursos de água e no escoamento canalizado são indicadores de alterações na dinâmica da bacia e uso do solo. Uma estimativa mostra que o total das perdas econômicas anuais a nível mundial, por efeito de inundações fluviais e costeiras ronda dezenas de milhares de milhões.

**Causa humana ou natural:** As variações do escoamento canalizado têm causas naturais contudo podem ser fortemente modificadas por ações humanas. Estima-se que cerca de três quartos dos 139 maiores sistemas fluviais ocidentais, sejam significativamente afetados por barragens, reservatórios de água, azenhas e desvios da água para uso fora da sua bacia hidrográfica.

**Ambiente onde pode ser aplicado:** Sistemas fluviais como rios, ribeiros e canais.

**Locais de monitorização:** Cursos de água.

**Escala espacial:** Paisagem (bacia hidrográfica, 1 a 10 km) a mesoescala (10 a 100 km) e/ou regional (100 a 1000 km) a continental (1000 km a 10 000 km).

**Métodos de medição:** Existem várias técnicas padrão para medir o fluxo canalizado. Porém todas elas são baseadas na equação de continuidade;  $Q = AV$ , considerando que o efeito canalizado se estima normalmente a partir do tamanho do canal segundo a expressão  $Q = a \times W^b$  (onde  $Q$  = descarga;  $A$  = área de secção transversal,  $V$  = velocidade,  $a$  = coeficiente,  $W$  = largura e  $b$  é um expoente). Quando não existem ou não estão disponíveis dados quantitativos, o estudo de alterações na distribuição da biomassa, especialmente de plantas lenhosas, pode fornecer dados qualitativos confiáveis de eventos hidrológicos e geomorfológicos que decorreram nas últimas centenas de anos.

**Frequência de medição:** Continua a periódica.

**Limitações dos dados e da monitorização:** Os cursos em cheia e em deltas nas planícies de inundação e terrenos cárnicos são difíceis de avaliar. A efetividade do escoamento canalizado como indicador depende fortemente de uma rede sistemática, bem desenhada, de estações de monitorização. Apesar da sua importância para compreender as alterações climáticas, as evoluções das variações temporais do escoamento, a evaporação e o armazenamento de água no solo, são descuidados em parte devido à falta de esforços de monitorização.



**Aplicações no passado e no futuro:** Às vezes podem ser feitas estimativas de paleocheia e paleodescargas mediante o estudo dos depósitos sedimentares do leito, da morfologia do canal e das geoformas associadas.

**Possíveis limiares:** Não se consideram.

**Referências chave:**

Baker, V. R., R. C. Kochel & P. C. Patton (eds.), 1988. *Flood geomorphology*. New York: John Wiley and Sons.

Osterkamp, W. R. & S. A. Schumm, 1996. Geoindicators for river and river-valley monitoring. In Berger, A. R. & W. J. Iams (eds). *Geoindicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems*:83-100. Rotterdam: A. A. Balkema.

Wolman, W. G. & H. C. Riggs, 1990. *Surface water hydrology*. The Geology of North America, Volume O-1, Boulder, CO: Geological Society of America.

**Outras fontes de informação:** Organizações ambientais e de recursos hídricos, serviços geológicos e associações internacionais como a *International Association of Hydrogeologists (IAH)* e *World Meteorological Organization (WMO)*.

**Aspetos ambientais e geológicos associados:** O fluxo canalizado afeta praticamente todos os outros aspetos ambientais relacionados com a água. As inundações são um grande perigo que podem resultar de atividades humanas, como a rutura de uma barragem. A fragmentação e a regulação do caudal induzidas pelo homem tem grandes implicações para a saúde dos ecossistemas ribeirinhos. Além dos parâmetros físicos devem ser também tidos em conta os parâmetros químicos, ao avaliar o estado dos sistemas fluviais.

**Avaliação geral:** O escoamento canalizado é fundamental para a monitorização ambiental.

### c) Carga fluvial e deposição de sedimentos – *Stream sediment storage and load* (21)

**Descrição:** A carga (descarga, toneladas/ano) ou a produção anual (toneladas/km<sup>2</sup>) de sedimentos, em suspensão ou de fundo, pelas correntes fluviais, reflete a erosão a montante na bacia de drenagem e a mudança na acumulação dos sedimentos nas planícies aluviais. Por sua vez, é influenciada pelo clima, vegetação, tipos de rocha e solos, relevo e declive e pelas atividades humanas, como desflorestação, agricultura e urbanização. A maioria dos sedimentos erodidos das áreas mais altas são depositados nas áreas mais baixas dos relevos, nas depressões, nos lagos e reservatórios.

**Significado:** A carga de sedimentos determina a forma e o padrão do canal. As variações na produção de sedimentos refletem mudanças nas condições da bacia hidrográfica, incluindo clima,

solos, taxa de erosão, vegetação, topografia e uso do solo. As flutuações na descarga de sedimentos afetam um grande número de processos terrestres e costeiros, incluindo as respostas dos ecossistemas, uma vez que os nutrientes são transportados juntamente com os sedimentos. Um exemplo, da relação entre a parte biótica e a parte abiótica de um sistema fluvial é a reprodução dos salmões e das trutas, uma vez que necessitam de leitos cascalhentos para desovarem e para a sobrevivência dos ovos, os limo e argila depositados por inundação ou erosão excessiva podem destruir esses leitos de desova. Os depósitos fluviais também representam enormes contentores potenciais para, e como fontes, de contaminantes.

**Causa humana ou natural:** O transporte e deposição dos sedimentos têm causa natural porém, são fortemente influenciados por ações humanas, tais como as construções de barragens, diques, açudes, desflorestação e agricultura. A quantidade de sedimentos transportados por um rio pode aumentar ou diminuir devido às ações humanas.

**Ambientes onde é aplicável:** Sistemas fluviais.

**Locais de monitorização:** Canais onde há evidências de erosão ou sedimentação e onde as observações à escala local podem ser extrapoladas para áreas maiores.

**Escala espacial:** De locais (<1 km) a mesoescala (10 a 100 km) e/ou de regional (100 a 1000 km) a mundial.

**Métodos de medição:** Deve ser feita uma amostragem periódica do sedimento em suspensão para determinar a concentração, combinada com amostragem da carga de fundo para determinar a taxa de armazenamento e a medição do fluxo da carga de fundo. A amostragem deve ser feita em locais suficientes para fornecer estimativas de volume e deve ser suportada por observações diretas das margens dos cursos de água, exposições dos depósitos das margens erodidas e de depósitos de transbordo. Em caso de não existirem mais dados quantitativos disponíveis, o estudo sobre as alterações da distribuição da biomassa, especialmente das plantas lenhosas, podem fornecer dados qualitativos confiáveis dos eventos hidrológicos e geomorfológicos ao longo dos últimos séculos.

**Frequência da medição:** A medição deve ser feita diariamente de forma automática, ou o suficiente para obter um registo contínuo das variações. A medição da acumulação de sedimentos deve ser feita uma vez em cada cinco anos.

**Limitações dos dados e da monitorização:** A carga de fundo é difícil e dispendiosa de se avaliar, e raramente é monitorizada, pois as partes mais profundas dum canal são difíceis de serem amostradas. A avaliação da eficácia da acumulação e da carga sedimentar num curso de

água como indicador depende fortemente de uma rede de monitorização sistemática bem desenhada. A descarga de sedimento pode aumentar ou diminuir devido a ciclos naturais da corrente sob condições de clima estável.

**Aplicações no passado e no futuro:** A estratigrafia dos depósitos de planícies de inundação e depósitos de terraços podem fornecer a história de mudanças do curso de água.

**Possíveis limiares:** Não se consideram.

**Referências chave:**

- Guy, H. P. & V. W. Norman, 1970. *Field methods for measurement of fluvial sediment*. US Geological Survey Techniques of Water Resources Investigation, Book 3, Chapter C-2.
- Osterkamp, W. R. & S. A. Schumm, 1996. Geoindicators for river and river-valley monitoring. In Berger, A. R. & W. J. Iams (eds). *Geoindicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems*. 83-100. Rotterdam: A. A. Balkema.
- Vanoni, V. A. (ed), 1975. *Sedimentation engineering*. New York: American Society of Civil Engineering Press.
- Wolman, W. G. & H. C. Riggs, 1990. *Surface water hydrology*. The Geology of North America Volume O-1, Boulder, Colorado: Geological Society of America. (especialmente el trabajo de Meade, R. H., T. R. Yuzyk & T. J. Day "Movement and storage of sediment in rivers of the United States and Canada", p255-280).

**Outras fontes de informação:** Organizações ambientais e de recursos hídricos, serviços geológicos e associações internacionais como a *International Association of Hydrogeologists (IAH)* e *World Meteorological Organization (WMO)*.

**Aspetos ambientais e geológicos associados:** A acumulação e a carga sedimentar fluvial afetam todas as questões nas bacias de drenagem e nas áreas costeiras, alimentadas pelos sedimentos dos rios. Estes podem afetar, por exemplo, a saúde dos organismos aquáticos e causar assoreamento dos portos e das albufeiras. Podem também armazenar contaminantes químicos que, posteriormente são libertadas para o ambiente por eventos de inundação ou de outras perturbações.

**Avaliação geral:** A acumulação e a carga de sedimentos num curso de água são de extrema importância para determinar o transporte dos produtos de erosão através e para fora das bacias de drenagem.

### 3.3. Da nascente à foz – O presente e o passado do rio Cávado

Como foi anteriormente referido, os sistemas fluviais mudam ao longo do espaço e do tempo, em resposta a diversos fatores, sejam eles naturais ou antrópicos. O estudo desses indicadores e o seu uso numa perspetiva histórica informam sobre as tendências evolutivas de um rio.

Assim, e com o intuito de descrever a morfologia do rio Cávado, desde a sua nascente até à foz, bem como identificar no leito e nas margens troços em erosão ou em deposição, localizar estruturas e modificações no canal e interpretar mudanças significativas na escala temporal e espacial foram fotografados e descritos os principais locais onde essas variações são mais evidentes.

A descrição desses locais será apresentada em duas partes: A primeira corresponde ao troço desde a nascente do rio Cávado, no concelho de Montalegre, até à ponte do Bico, que liga Braga a Vila Verde. A segunda corresponde ao troço entre a zona de confluência do rio Homem-Cávado, logo a jusante da ponte do Bico, e a foz do rio Cávado, em Esposende, referente à parte da bacia do Cávado onde foram recolhidas amostras sedimentares.

No fim deste subcapítulo será abordada a dinâmica do rio Cávado.

#### 3.3.1. Da nascente até à Ponte do Bico

É na Serra da Larouco mais concretamente na Fonte da Pipa que nasce o rio Cávado (Figura 11). A Fonte da Pipa foi assim designada porque, segundo populares, deitava tão pouca água que demoraria uma eternidade a encher uma pipa. Por sua vez, o Deus galaico Larouco, deus do trovão, da metalurgia e da fertilidade batizou a serra onde nasce o rio Cávado.

Situada no concelho de Montalegre, a Serra do Larouco faz parte do complexo montanhoso da Peneda-Gerês e é a terceira maior elevação de Portugal, atingindo os 1527 metros de altitude no seu cume. A litologia dominante é granítica, mais concretamente granitóides de duas micas, ocorrendo ainda xistos negros, lilitos, ampelitos e quartzitos (Oliveira *et al.*, 1992). Na fotografia a) da figura 11 é possível observar bolas graníticas, que são formas de relevo características desta região montanhosa, onde o granito é a litologia dominante.

A vegetação observada na Serra do Larouco é do tipo rasteira e arbustiva, ocorrendo essencialmente urzes e giestas, sendo a vegetação arbórea dominada por carvalhos, bétulas e castanheiros. Relativamente à fauna, surgem mamíferos como o lobo, a raposa, o corço e o javali, assim como répteis como o lagarto-de-água, a cobra-bordalesa e o sapo-parteiro. A paisagem transmontana é ainda habitada por aves de rapina.



Figura 11. Fonte da Pipa, Serra do Larouco (Montalegre). Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

O rio Cávado segue a sua trajetória sinuosa, montanha a baixo, desde a Fonte da Pipa até Montalegre, com vegetação arbórea e arbustiva ao longo das suas margens.

É no centro de Montalegre, que o rio Cávado surge pela primeira vez como espaço ligado ao lazer e às atividades ribeirinhas (Figura 12). Neste local, o rio encontra-se confinado a um canal ladeado por muros graníticos. Em 2013, deu-se a recuperação ribeirinha com a construção de uma praça central, um parque de recreio infantil e um espaço para desportos radicais. Um pouco a jusante da ponte romana existe ainda um açude amovível sobre o muro da levada.

Fotografias, anteriores às obras de requalificação do Parque do Cávado II (Figura 13), demonstram que o rio neste local já se encontrava canalizado, contudo a grande diferença deve-se à ausência de encanamento das margens assim como, a presença de hidrófitos de raízes inseridos no leito e de hidrófitos flutuantes assim como de algumas algas, devido possivelmente a uma corrente mais calma que permitiam a sua presença.

### 3. Dinâmica fluvial



Figura 12. Rio Cávado em Montalegre. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.



Figura 13. Rio Cávado em Montalegre (Moura, 2012).

Mais a jusante, sob a ponte da estrada nacional 308, que separa o concelho de Sezelhe do concelho de Montalegre, o rio Cávado corre sobre leito rochoso granítico, muitas vezes emerso (Figura 14). A corrente acelera nestas rampas evacuando também os sedimentos que se concentram nas zonas de pendor mais suave. As margens são ocupadas por vegetação arbórea ribeirinha, fortemente inclinada para dentro do canal, indicador da erosão das margens e instabilidade das mesmas. O relevo menos acentuado, quase mesmo aplanado é utilizada como zona de pasto para bovinos.



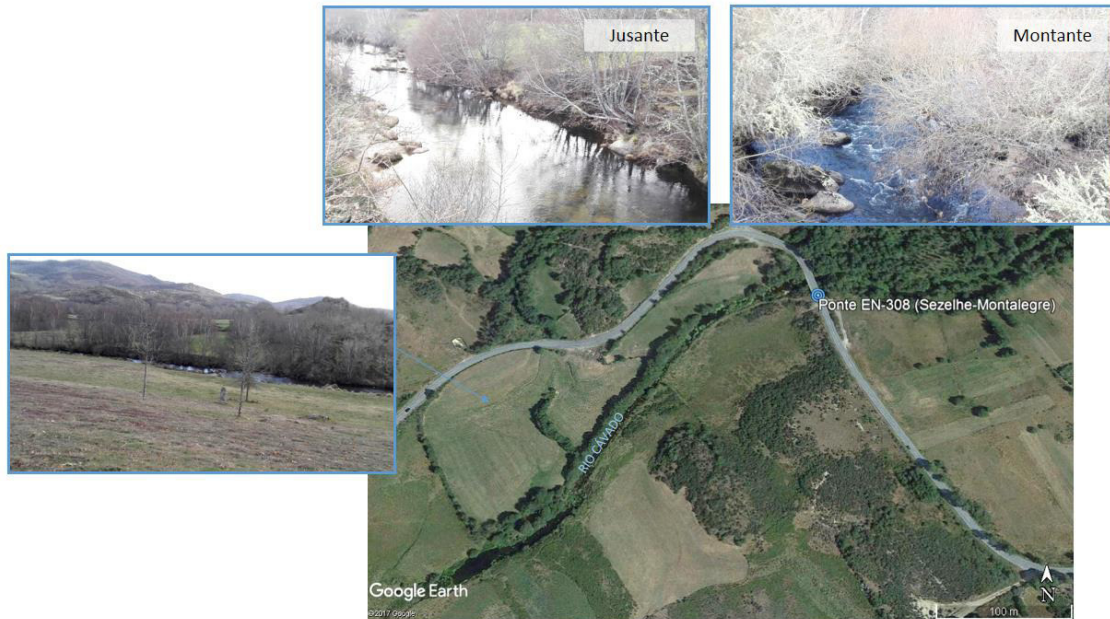


Figura 14. Ponte EN-308 entre Sezelhe e Montalegre. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Ainda no concelho de Montalegre localiza-se a pequena barragem do Alto Cávado (Figura 15), do tipo gravidade, com 29 m de altura e um desenvolvimento do coroamento de 220 m, criando uma albufeira de derivação. O caudal afluyente é encaminhado para a albufeira do Alto Rabagão através de um túnel de derivação com 4,9 km de extensão. A barragem está equipada com duas pequenas condutas, junto à válvula de fundo, que permitem o lançamento para jusante de um caudal de 100 l/s. A sua produtibilidade média anual é de 83 GWh (Alves & Pereira (Coord.), 2015).

A paisagem é fortemente influenciada pela implementação da barragem. A montante, pela albufeira e a jusante pelo tamponamento, que faz diminuir o caudal do rio Cávado e deixa à vista o leito rochoso granítico (Figura 15).

É ainda importante referir a diferença entre o vale do rio a jusante e a montante das barragens. A montante o vale do rio é largo, fundo e aplanado, com as vertentes do vale muito distanciadas, contrastando com o vale mais a jusante onde se inserem as barragens, menos largo e mais encaixado. Esta característica do vale mais estreito permite criar as condições ideais para a instalação de uma barragem.

### 3. Dinâmica fluvial



Figura 15. Barragem do Alto Cávado. Fotografias do a) tabuleiro; e da vista a b) montante e a c) jusante, d) foto do rio Cávado e de um parque de merendas tirada a partir da EN-308. Fotos tiradas em 2016 Imagem de satélite modificada do Google Earth.

O aproveitamento hidroelétrico de Vila Nova/Paradela tem como principal infraestrutura hidráulica a barragem de Paradela (Figura 16), no rio Cávado, a montante da confluência com o rio Rabagão e a jusante da pequena barragem do Alto Cávado. Situando-se em Paradela, concelho de Montalegre e a funcionar desde 1956, cria uma albufeira com 158,8 hm<sup>3</sup> de capacidade útil (Alves & Pereira (Coord.), 2015)

A barragem de enrocamento atinge uma altura de 112,5 m. O seu coroamento tem um desenvolvimento de 540 m e está dotada de um descarregador em poço, de um descarregador frontal e de uma descarga de fundo. Os caudais libertados pelo descarregador em poço são restituídos ao Cávado, cerca de 120 m a jusante da barragem, e os libertados pelo descarregador frontal são restituídos na ribeira de Sela, seu afluente da margem direita. O circuito hidráulico desenvolve-se ao longo da margem direita do Cávado, terminando na central de Vila Nova. A sua produtividade média anual é de 254 GWh (Alves & Pereira (Coord.), 2015).

O aproveitamento dispõe ainda de obras complementares, constituídas por sete pequenos açudes, que desviam, para a albufeira principal, os caudais afluentes de alguns ribeiros da margem direita do Cávado, situados a jusante da barragem de Paradela.

Relativamente a condicionalismos de exploração de Vila Nova/Paradela, refere-se que, a partir do dia 1 de julho e até aparecerem as primeiras chuvas de outono, existe o compromisso de deixar



passar para jusante do açude de Cabril todo o caudal afluente, deixando de ser desviado para a albufeira, garantindo-se assim o fornecimento de água para rega e acionamento de moinhos. Também o nível de armazenamento da albufeira está condicionado a um valor máximo, entre 1 de outubro e 31 de março, garantindo que o volume de reserva permita encaixe em situação de cheias.



Figura 16. Barragem de Paradela. Fotos tiradas em 2016 Imagem de satélite modificada do Google Earth.

O aproveitamento hidroelétrico de Salamonde localiza-se no rio Cávado, 5 km a jusante da confluência com o Rabagão. A sua exploração teve início em 1953. É um aproveitamento de albufeira constituído por uma barragem (Figura 17), um circuito hidráulico e uma central subterrânea. A albufeira criada pela barragem, situada no concelho de Vieira do Minho, tem uma zona de influência que abrange os concelhos de Montalegre, Vieira do Minho e Terras de Bouro. A barragem em betão, do tipo abóbada delgada, tem 75 m de altura e 284 m de desenvolvimento de coroamento, sobre o qual passa uma estrada que liga as duas margens, e está dotada de um descarregador de cheias de superfície com quatro vãos (Alves & Pereira (Coord.), 2015). A central, construída junto à barragem, na margem esquerda, tem uma produtividade média anual de 244 GWh. Existe também uma rampa de acesso que é utilizada para admissão de ar para a ventilação

da central, e que poderá funcionar como um recurso alternativo em eventuais situações de emergência (Alves & Pereira (Coord.), 2015).



Figura 17. Barragem de Salamonde, Vieira do Minho. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Mais a jusante encontra-se o aproveitamento hidroelétrico da Caniçada iniciado em 1955. É um aproveitamento de albufeira, composto por uma barragem, um circuito hidráulico e uma central subterrânea em caverna. A barragem (Figura 18), localizada em Valdozende, concelho de Terras de Bouro, deu origem a uma albufeira inserida, em parte, no Parque Nacional da Peneda-Gerês. A sua zona de influência abrange os concelhos de Amares, Póvoa de Lanhoso, Terras de Bouro e Vieira do Minho. Com 76 m de altura e 246 m de desenvolvimento de coroamento, onde passa uma estrada que liga as duas margens. A barragem em betão, do tipo abóbada delgada, está dotada de um descarregador de cheias de superfície com quatro vãos. Os caudais turbinados são restituídos ao Cávado, a jusante da barragem, através de um túnel escavado na rocha, com mais de 7 km de comprimento. A produtividade média anual é de 345 GWh (Alves & Pereira (Coord.), 2015).

Durante a visita à Barragem da Caniçada, em 2016, foi possível observar a construção de um túnel que servirá para evacuar água em situações de cheia (Figura 19).





Figura 18. Barragem da Caniçada, Terras de Bouro. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.



Figura 19. Construção de um túnel para eventuais situações de cheia na Barragem da Caniçada. Fotos tiradas em 2016.

Tal como observado nas barragens anteriores a paisagem é fortemente influenciada pela construção da barragem. A montante pela presença de uma albufeira e a jusante o rio frequentemente com o leito rochoso, granítico visível.

As barragens são obras de grande impacto económico, social e ambiental. A sua construção acarreta, para além de benefícios como a produção de energia elétrica e armazenamento de água, problemas, entre eles a submersão de áreas, devido à criação de albufeiras. Um desses casos foi

a submersão da ponte medieval em Vilar de Veiga (Terras de Bouro), sobre o rio Cávado, aquando a construção da albufeira da Caniçada (Figura 20). Na fotografia é possível observar que o rio corria sobre leito rochoso e aluviões. As margens eram vegetadas por árvores e arbustos, permitindo a fixação de sedimentos e a estabilidade das mesmas.



*Figura 20. Ponte sobre o rio Cávado em Vilar de Veiga, atualmente submersa pela construção da Barragem da Caniçada (Ponte sobre o rio Cávado (Vilar de Veiga), 2010).*

É sobre o rio Cávado, um pouco a jusante da Barragem da Caniçada, que se encontra a Ponte de Parada (Figura 21). Esta faz a ligação entre o Lugar de Dornas, freguesia de Bouro, concelho de Amares e o Lugar de Aldeia, pertencente à freguesia de Parada do Bouro, concelho de Vieira do Minho.

Neste local o rio corre sobre leito rochoso e aluviões. A vegetação ripícola bem desenvolvida cresce por entre blocos, estando as suas raízes inseridas em fendas na rocha dura. Por sua vez, as áreas mais móveis correspondem a zonas com menor vegetação, que é o caso do observado a jusante da ponte, na margem esquerda do rio Cávado, onde surge uma barra emersa arenosa

A montante da ponte pode-se observar locais onde o canal é mais fundo e locais, onde se observa o leito rochoso aflorante. O rio modela o canal granítico, pelo que se pode observar marcas de erosão provocadas ou associadas à água. É exemplo as marmitas (Figura 22 e 23a) geradas pela formação de vórtices verticais que escavam cavidades circulares e profundas no leito rochoso.



A jusante da ponte é possível observar blocos graníticos na margem tombados (Figura 23b), como peças de dominó (*Topple*) resultante da ação de erosão do rio, que retira a base de sustentação dos blocos, obrigando-os a cair.

Mais a jusante o rio muda a sua direção, para SW, possivelmente aproveitando uma fratura geológica aí existente para se instalar.

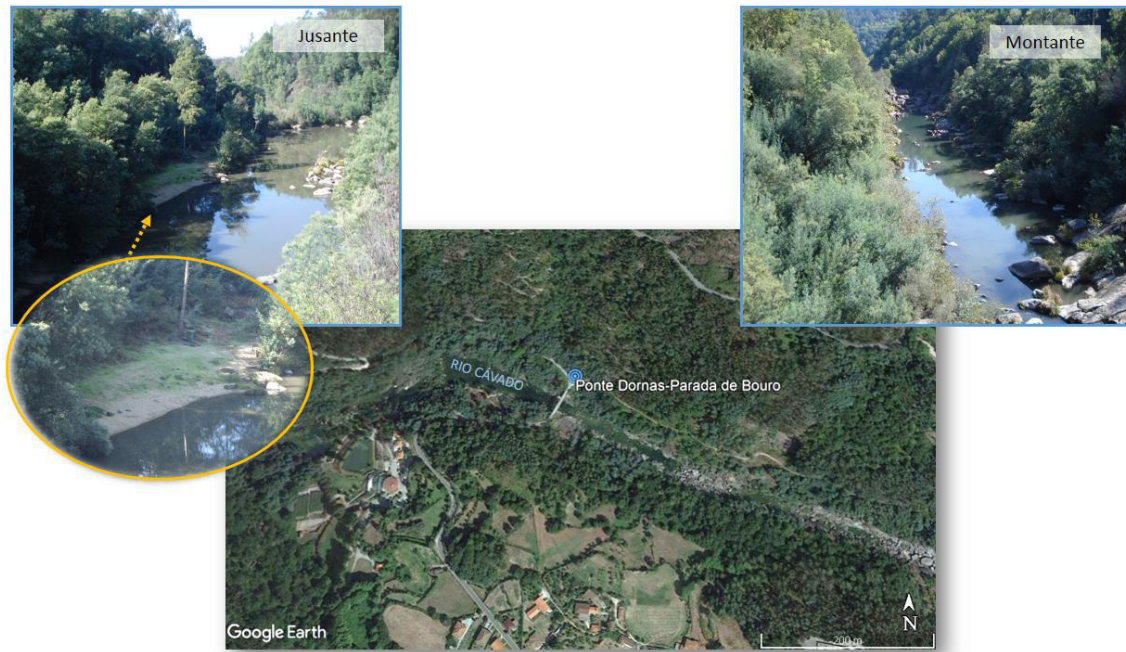
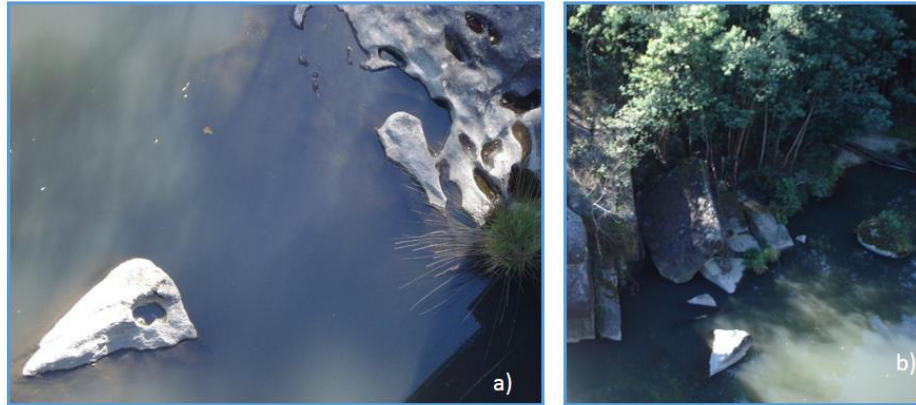


Figura 21. Ponte Dornas-Parada de Bouro, sobre o rio Cávado. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.



Figura 22. Marcas de erosão observadas no a montante da Ponte de Parada.



*Figura 23. Marcas de erosão observadas no leito e margem do canal a jusante da Ponte de Parada.*

A praia fluvial de Verim (Figura 24), localizada na margem esquerda do rio Cávado, na Póvoa de Lanhoso foi classificada em 2017, terceiro ano consecutivo, com “Qualidade de Ouro” pela Quercus, devido às excelentes condições que o sistema ribeirinho oferece, em particular a qualidade da água.

A barra lateral emersa arenosa encontra-se fortemente modificada pelo Homem, através da construção de acessos para viaturas, estradas e parques de estacionamento, e de infraestruturas de apoio, como cafés.

Do outro lado da margem, é possível observar uma barra central emersa, bem vegetada, com árvores de médio a pequeno porte, com cerca de 110 metros de comprimento e 40 m de largura. Esta barra também já se encontra ligeiramente modificada pelo Homem, havendo alguns locais menos vegetados e com construções permanentes. A ligação entre uma margem e a barra central dá-se através de uma ponte improvisada, sobre o leito rochoso granítico aflorante.

Um pouco mais a montante da praia fluvial de Verim, é possível observar que o rio sofre um estrangulamento e é obrigado a mudar de direção, mais para NW, devido à influência das rochas graníticas, deixando o rio de correr em leito aluvionar e passando a correr em leito rochoso.



Figura 24. Praia fluvial de Verim, Póvoa de Lanhoso. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

A Ponte do Porto (Figura 25), também referida como Prozelo, localiza-se sobre o rio Cávado na freguesia de Pousada, entre os concelhos de Amares e Braga. O seu nome, "*porto*" deriva do arcaico galaico-português com o significado de "ponto de passagem".

Neste local o rio circula sobre o substrato rochoso que não está totalmente coberto pelas aluviões (Figura 25). O fundo aluvionar apresenta barras esporádicas, parcialmente vegetadas e submersas, que permitem o crescimento de hidrófitos com raízes inseridas no leito. O rio tem corrente, mas essa não é forte o suficiente para transportar os areões, que ficam depositados por entre os sulcos do leito granítico. Porém, tal não quer dizer, que não aconteça em situações de maior caudal.

As margens são vegetadas, com árvores de médio a pequeno porte, essencialmente amieiros, sendo que o seu crescimento traduz a estabilidade das margens. As áreas mais móveis correspondem às zonas menos vegetadas.



### 3. Dinâmica fluvial

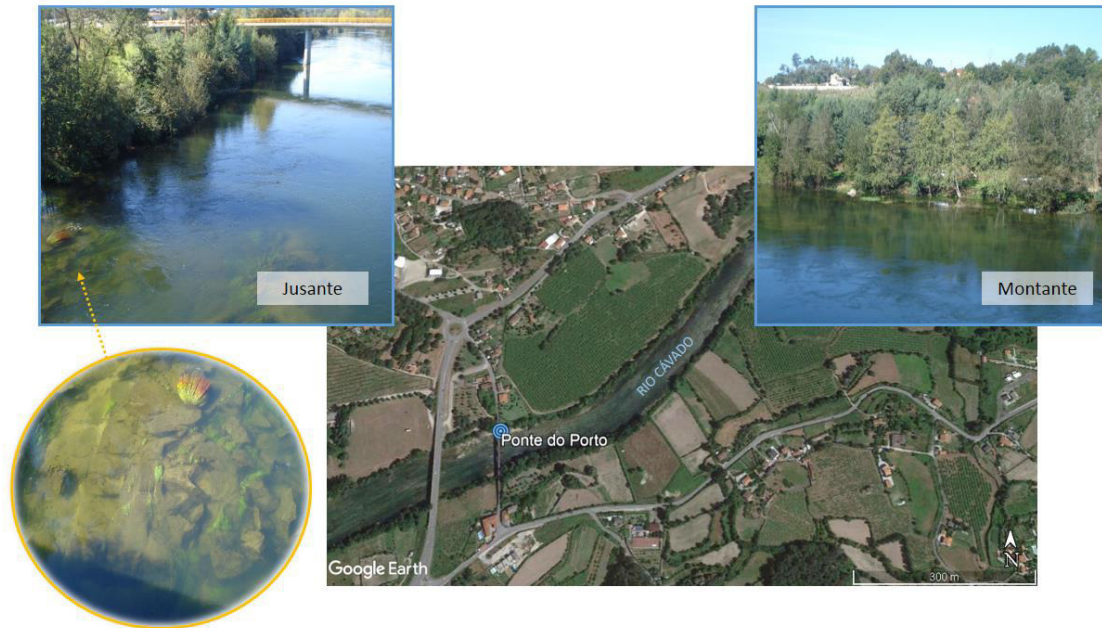


Figura 25. Ponte do Porto (Amares-Braga) sobre o rio Cávado. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

A praia fluvial do Cavadinho (Figura 26), em Crespos, Braga, foi distinguida pela Quercus como uma das praias com “Qualidade de Ouro 2015”, após várias obras de requalificação. Dispõe de bar, campo de jogos, equipamento infantil e um passadiço de acesso à água.

A barra lateral esquerda emersa, a qual se designa praia fluvial do Cavadinho, tem cerca de 140 metros de comprimento, e como foi descrito, encontra-se modificada pelo Homem. Por sua vez no mesmo local, existem outras barras centrais emersas, bem vegetadas, com vários comprimentos, sendo as duas maiores, com cerca de 140 a 70 metros de comprimento e 30 a 40 metros de largura, respetivamente.

O rio corre sobre leito aluvionar, por vezes rochoso, sendo visível o substrato granítico em alguns locais.





Figura 26. Praia fluvial do Cavadinho, Crespos. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

A praia fluvial de Navarra localiza-se na margem esquerda do rio Homem, em Navarra, concelho de Braga. Aqui é possível observar afloramentos bem polidos resultantes da erosão por ação da água sobre o leito rochoso granítico. A praia não apresenta sinais de erosão, uma vez que há a presença de vegetação nas margens (Figura 27a). Também se verifica a presença de líquenes que evidenciam a não circulação de água com clastos, uma vez que se tal acontecer estes teriam posto em evidência o leito rochoso. Os sedimentos encontrados na praia (Figura 27c) aparentam ser de um depósito artificialmente alimentado, uma vez que apresentam dimensão semelhante e ausência de clastos com sinais de desgaste baixo. No mesmo local há ainda uma azenha ao abandono.

No meio do canal existem arbustos e outras plantas aquáticas (Figura 27b) que sugerem a presença de leito aluvionar, isto porque só é possível a fixação das raízes quando há sedimentos.

Na margem oposta, do lado direito do rio Cávado, a vegetação tombada para o rio é indicador de problemas de erosão da margem, isto alerta para o facto de que nem sempre a vegetação é um bom agente estabilizador das margens.

A cerca de 1,6 km de distância, na Travessa de Santa Lucrécia, na freguesia de Navarra, observou-se a presença de um depósito de um antigo terraço fluvial (Figura 27d) deixado pelo rio Cávado, quando o talvegue se situava a uma cota mais elevada (aproximadamente 80 m de altitude). O depósito é composto por seixos pequenos de quartzo com abundante matriz argilosa

semelhante entre outros depósitos de terraço cartografados no vale (Depósitos de Prado, Cruto, Ucha, S. Gens, Espinheira-Quebrosa e Barqueiros).

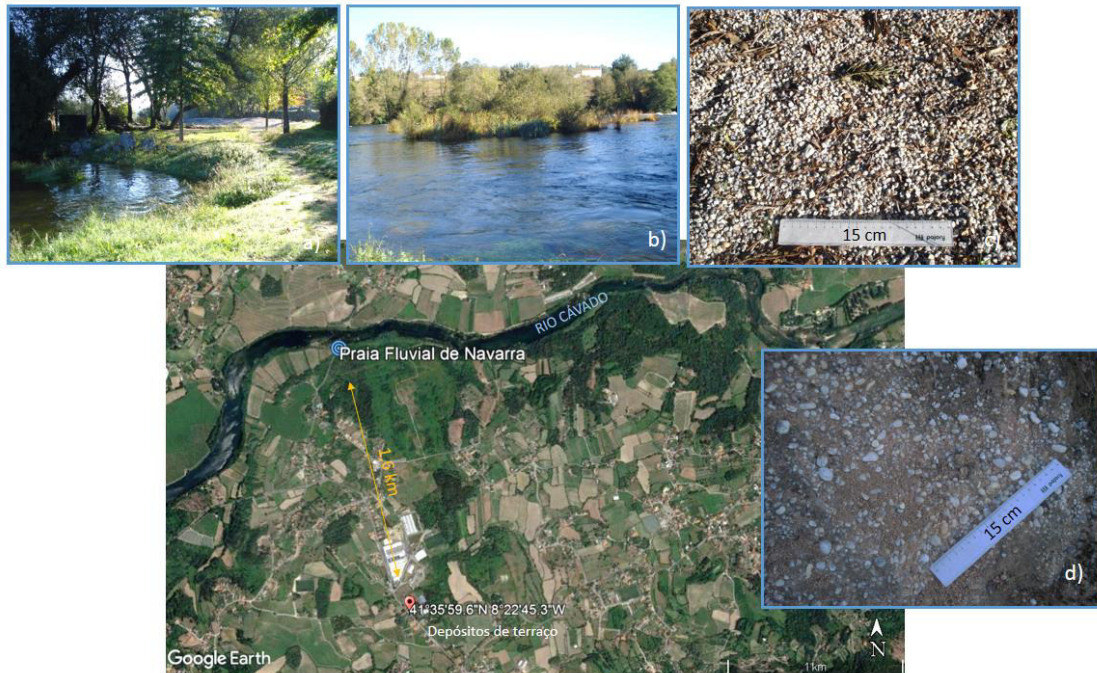


Figura 27. Praia fluvial de Navarra, na margem esquerda do rio Cávado. Na fotografia d) é possível observar a constituição dos depósitos fluviais de Navarra. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Um pouco mais a jusante da praia fluvial de Navarra, e ainda na margem esquerda do rio Cávado situa-se a praia fluvial de Adaúfe (Figura 28). A zona recentemente requalificada possui um areal alimentado artificialmente, uma zona de relva, um parque de estacionamento e um bar. Neste local é ainda possível observar uma azenha e um açude.

Pela imagem de *Google Earth* e pelas fotos a) e d) da figura 28, verifica-se que a planície de inundação se estende de ambos os lados e é aproveitada para a prática de agricultura, uma vez que as planícies de inundação para além de serem zonas aplanadas são ricas em sedimentos deixados pelo rio que fertilizam os solos.

As margens de ambos os lados são vegetadas mas apresentam sinais de erosão, evidenciados pelo crescimento de árvores tombadas para dentro do canal (Figura 28b). Em alguns casos foi possível observar, as diferentes condições de crescimento a que estiveram sujeitas as árvores, pelas diferentes inclinações que o seu tronco apresenta. Isto é, as árvores em condições ideais possuem o tronco na vertical, perpendicularmente ao solo. Contudo, quando sujeitas a condições de *stress*, por exemplo, em situações de maior caudal que causa erosão das margens,

as raízes das árvores ficam sem base de sustentação, as árvores continuam o seu crescimento mas inclinadas para dentro do leito do canal. Se eventualmente o caudal diminuir o crescimento continua na vertical. O esquema da figura 29 representa o crescimento inclinado das árvores para o centro do canal quando sujeitas a situações de *stress* devido a erosão da margem.



Figura 28. Praia fluvial de Adaúfe, margem esquerda do rio Cávado. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

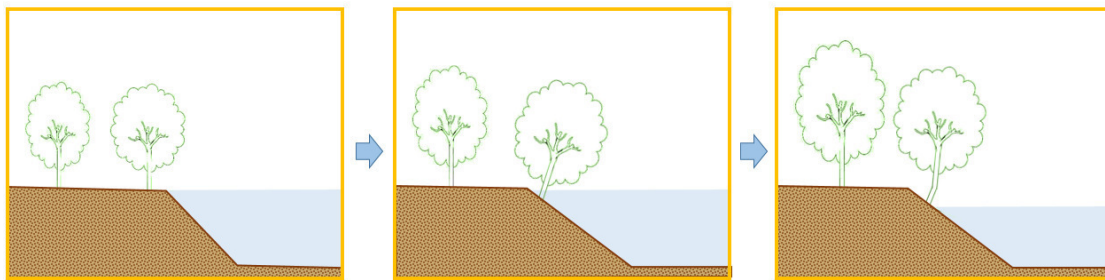


Figura 29. Esquema representativo do crescimento inclinado das árvores para dentro do canal em situações de erosão da margem, ao longo do tempo.

O lugar designado Ponte do Bico está localizado imediatamente a montante da confluência entre o rio Cávado e o rio Homem, onde se situam as duas pontes consecutivas sobre este rio. A primeira ponte, de maior comprimento, começa na margem esquerda do rio Cávado, concelho de Braga, e termina na margem direita, concelho de Amares. A segunda inicia na margem esquerda do rio Homem, concelho de Amares, e acaba na margem direita, concelho de Vila Verde.



As pontes ficaram assim conhecidas por se encontrarem na desembocadura do rio Homem e do rio Cávado, no local secularmente conhecido por “Vau do Bico”.

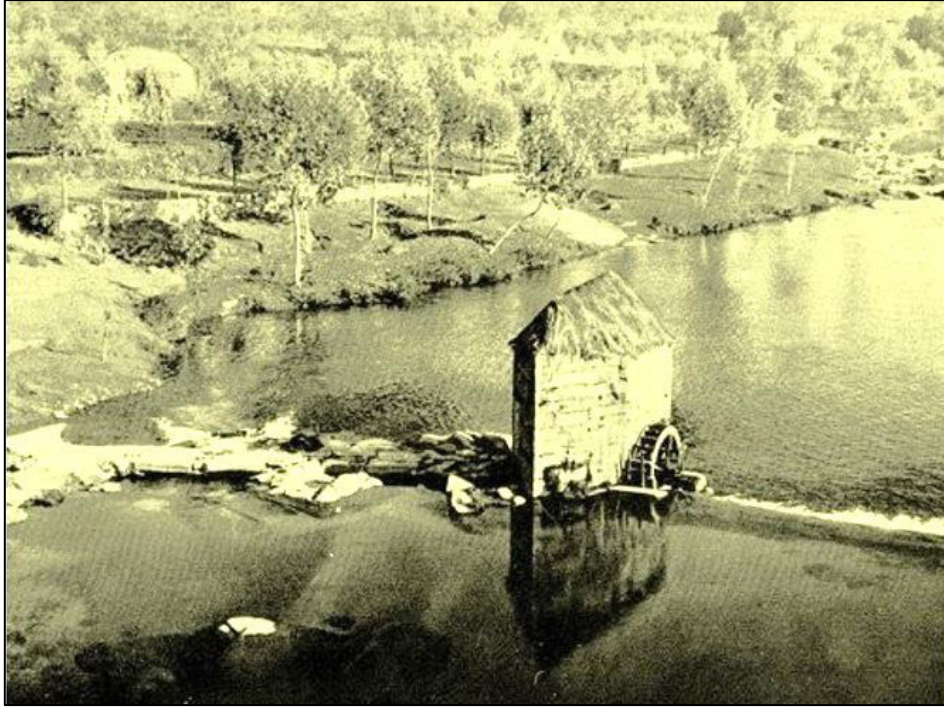
Neste local constatou-se que o rio corre sobre leito aluvionar, mas principalmente a montante das pontes observaram-se em alguns pontos o leito rochoso aflorante. Devido à diferença na constituição e morfologia do leito, a velocidade da corrente é distinta, como se pode observar nas imagens da figura 30. Nas margens assim como alguns locais do leito, existe dentro do canal a presença de vegetação arbórea e arbustiva.



Figura 30. Ponte do Bico, sobre o rio Cávado. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Junto à margem esquerda do rio Cávado, logo a jusante da Ponte do Bico encontra-se uma azenha ao abandono. Este local, na freguesia de Palmeira, é utilizado como espaço de lazer para a prática balnear. Aqui, é possível observar-se barras móveis emersas, constituídas por sedimentos que vão desde seixos pequenos a areias, por entre o leito rochoso e aluvionar. Algumas das árvores presentes evidenciam situações de *stress* causadas por erosão da margem, em algum momento passado.

Pela observação da fotografia da figura 31, podemos afirmar que o canal sofreu pequenas alterações. No início do século XX já a margem indicava instabilidade, evidenciada pela inclinação de algumas árvores tombadas para dentro do rio.



*Figura 31. Fotografia antiga da azenha a jusante da Ponte do Bico, no início do séc. XX (Gomes, 2014).*

### **3.3.2. Da confluência rio Homem-Cávado até à foz do Cávado**

É no concelho de Vila Verde, que o rio Cávado encontra o seu afluente, o rio Homem, na margem direita (Figura 32). Este local é caracterizado pela presença de barras emersas laterais utilizadas para a prática balnear e por barras centrais emersas bem vegetadas. A vegetação nas barras é indicador da sua estabilidade, existindo contudo em alguns pontos esporádicos, árvores inclinadas sobre o rio.

Neste local o rio circula sobre leito rochoso com aluviões, sendo que as aluviões presentes nas margens são relativos a episódios de caudal mais elevado, em situações de cheia. A margem direita do rio Cávado, utilizada para a prática balnear (Figura 32a e 32c) encontra-se sustentada por blocos, o que indicia a necessidade da sua estabilização para evitar a erosão da mesma.

### 3. Dinâmica fluvial



Figura 32. Zona de confluência entre o rio Homem e o rio Cávado. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth. Ferramenta da figura e) possui cerca de 25 cm de comprimento.

Um pouco antes da confluência rio Homem-Cávado encontra-se a praia fluvial de Porto-Carrero, situada na margem direita do rio Homem, em Soutelo (Figura 33). Este local é utilizado para uso de recreio e lazer, sendo possível observar-se um açude e uma azenha em bom estado que dominam a paisagem.

Aqui o rio Homem, que nasce na serra do Gerês a cerca de 37 km, corre sobre leito rochoso com aluviões de várias dimensões. A barra lateral, situada na margem direita, utilizada como praia fluvial, tem cerca de 80 metros de comprimento e 15 metros de largura. Segundo trabalhadores do município, a praia é alimentada artificialmente por sedimentos retirados do leito do rio para permitir o seu uso pela população. Também neste local é possível observar barras localizadas dentro do canal, umas mais móveis e outras mais fixas estabilizadas por vegetação aquática, que ajuda a reter os sedimentos.

As margens são vegetadas por árvores de pequeno a médio porte, arbustos, juncos e outros tipos de vegetação ripária e aquática. A distribuição da biomassa lateral é ditada por processos hidrológicos que podem levar ao seu desenvolvimento ou à sua destruição. Em alguns casos, como se pôde observar no local, as margens vegetadas são indicadores da sua estabilização, noutros, evidenciado pela inclinação das árvores para dentro do canal, sugerem instabilidade da margem.



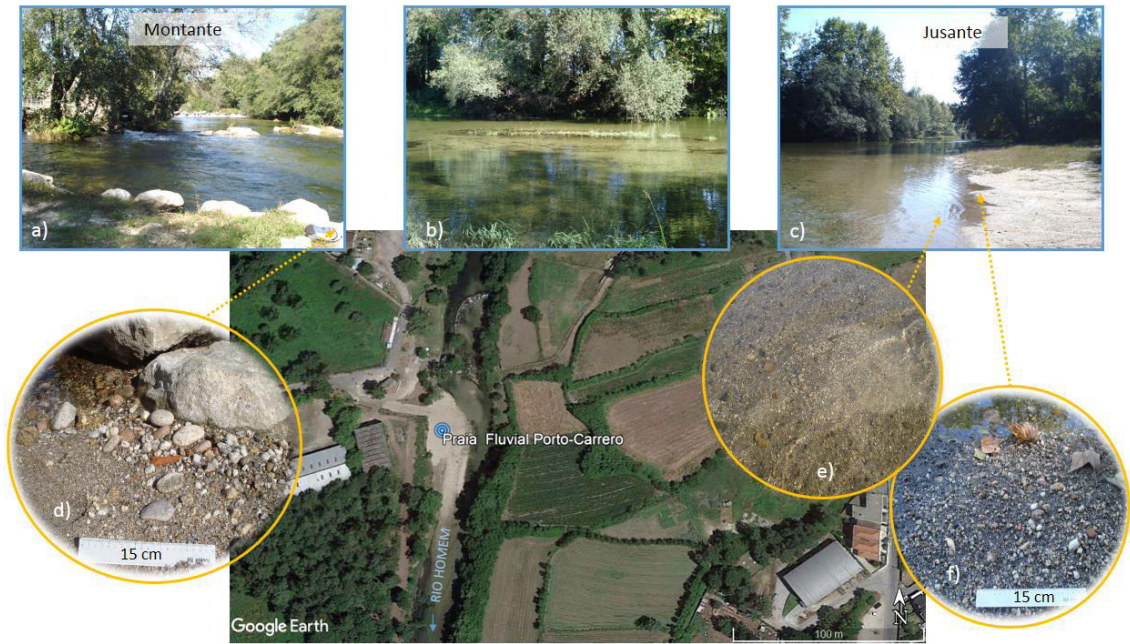


Figura 33. Praia Fluvial Porto-Carrero, Soutelo, na margem direita do rio Homem. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Na margem esquerda do rio Homem, também se observou um depósito sedimentar antigo deixado pelo rio, quando o seu talvegue por aqui passava (Figura 34). Este depósito localizado a apenas 1 a 2 metros de distância da margem do atual canal é formado por areia com seixos de granulometrias variadas. O depósito tem cerca de 2 metros de altura e 4 de comprimento de exposição.



Figura 34. Antigo depósito fluvial, situado na margem esquerda do rio Homem, em Soutelo. Fotos tiradas em 2016.

Depois da confluência, o rio Cávado segue o seu curso até Vila de Prado, freguesia pertencente ao concelho de Vila Verde. Neste local, a montante da Ponte de Prado, o rio é utilizado para a prática balnear devido à praia fluvial que aí existe, praia fluvial do Faial (Figura 35). A extensão e largura do areal é variável pelo que em algumas alturas do ano é praticamente

inexistente. Esta zona do rio é marcada pela sedimentação, permitindo o reabastecimento de sedimentos à praia fluvial. Em tempos de cheia a profundidade do canal junto à margem é maior, e em períodos de estiagem é menor, levando à acumulação de sedimentos junto à margem. Neste local observou-se a presença de areia com muito feldspato, acumulada junto aos troncos das árvores. Estas marcam a linha entre a planície de inundação e a margem do canal.

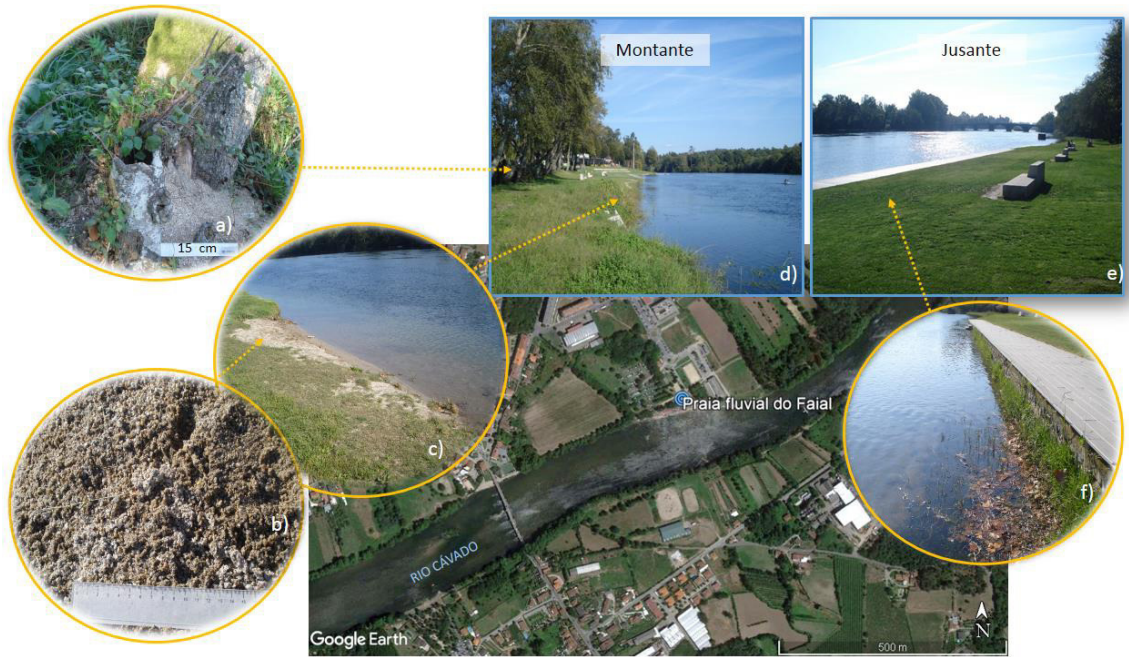


Figura 35. Praia fluvial do Faial, Vila de Prado. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

No início do século XX o rio Cávado junto à ponte de Prado era utilizada para uso de recreio e lazer. Fotografias dos anos 40 (Figura 36) evidenciam que haveria uma praia fluvial mesmo junto à ponte, assim como várias barras centrais junto aos pilares. Atualmente essa praia fluvial já não existe, mas na altura era utilizada como zona para banhos e para a prática de desportos aquáticos e náuticos.





Figura 36. Fotografias tiradas em 1940, em Vila de Prado, junto à ponte medieval de Prado (Gouveia, 2014).

A jusante da ponte de Prado na margem esquerda do rio Cávado, na freguesia de Merelim S. Paio, encontra-se uma zona ribeirinha utilizada como praia fluvial, durante a época balnear (Figura 37). Este local encontra-se totalmente modificado pelo Homem, com acessos pavimentados, iluminação e infraestruturas de apoio (Figura 37b). A vegetação arbustiva inclinada para dentro do rio evidencia a instabilidade da margem (Figura 37d). Para o evitar, junto à area utilizada para recreio e lazer foi construído uma estrutura em betão (Figura 37a e 37c).

### 3. Dinâmica fluvial



Figura 37. Praia de Merelim São Paio, Braga. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite in Google Earth.

Mais a jusante, na margem esquerda do rio, na freguesia de Mire de Tibães, existe a central hidroelétrica de Ruães, concessionada pela empresa Hidrocentrais Reunidas desde 2003 (Figura 38). A central foi construída nos anos 30 e segundo fontes locais a sua construção teve impactos significativos para a freguesia e para o leito do rio verificando-se o desaparecimento a montante do areal em Merelim S. Paio, possivelmente pela subida do nível das águas, alterações da qualidade da água, e problemas nas fundações da ponte de Prado. Para além destes problemas, Manuel Batista, presidente da assembleia de Merelim S. Paio, numa entrevista ao Jornal de Notícias, em 2010 adiante que “a exploração do rio Cávado para a produção e venda de energia elétrica não cumpre o que está contratualizado. A central hídrica não deixa correr o leito do rio num caudal ecológico de três metros cúbicos por segundo, as pranchas de madeira têm 56 centímetros de altura, bem acima dos 20 cm permitidos no contrato, e as cotas também não são respeitadas. A altura máxima é de 19,66 metros e a verificada atualmente é de 24 metros”. Estas alterações têm impacto sobretudo em alturas de precipitação abundante ficando os terrenos agrícolas em redor inundados.

De Prado a Areias de Vilar, o rio Cávado apresenta um traçado sinuoso quase sem barras fluviais, exceto a referida anteriormente, a jusante da ponte de Prado. A planície de inundação desenvolve-se para ambos os lados do rio, é larga e cultivada de ambas as margens.



Figura 38. Central Hidroeléctrica de Ruães, Braga. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite in Google Earth.

A praia fluvial de Cabanelas, na margem direita do rio Cávado, pertence ao concelho de Vila Verde e é utilizada para uso de recreio e lazer. O local possui uma grande área marginal relvada e infraestruturas de apoio. Neste local observou-se fortes indícios de instabilidade das margens, evidenciados pela inclinação das árvores para dentro do canal (Figura 39d, e 39f). Também se observa troncos de árvores deformados, devido a condições de *stress* a que em determinado momento estiveram sujeitas, mas que atualmente já não se encontram. O rio Cávado aqui corre em leito rochoso com aluviões, sendo em alguns casos visível o leito granítico (Figura 39a, 39b e 39c).



### 3. Dinâmica fluvial



Figura 39. Praia fluvial de Cabanelas, Vila Verde, na margem direita do rio Cávado. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite in Google Earth.

Logo a jusante do aproveitamento de Penide, localiza-se a Estação de Tratamento de Águas de Areias de Vilar, numa zona de maior sinuosidade do rio (Figura 40). O subsistema de abastecimento de água de Areias de Vilar integra o Sistema Multimunicipal de Abastecimento e Saneamento do Noroeste, estando dimensionado para fornecer cerca de 60 milhões de m<sup>3</sup> de água potável por ano, a uma população residente estimada superior a 600 mil habitantes (Pereira, 1999).

A margem esquerda entre a ETA de Areias de Vilar e o açude é uma zona fortemente vegetada e alagada sendo que em alturas de maior caudal do rio se encontra totalmente submersa. Este local deve-se ao abandono de uma antiga exploração de inertes. O rio, nesta zona, é caracterizado pela presença de canais múltiplos que se interseam entre si, deixando entre eles barras fluviais. Estas barras longitudinais são de vários tamanhos e vegetadas. Na margem convexa, na zona de menor energia há acumulação de areia como é possível observar na figura anterior enquanto que na margem côncava, a energia é maior e por isso a margem está sujeita a maior erosão.

O Homem desde há muito que sabe aproveitar a energia da corrente fluvial. As azenhas e os açudes são testemunhos vivos da nossa história e guardiões de um passado onde a atividade agrícola ocupava grande parte da população. Em Areias de Vilar existe uma azenha e como a maioria das azenhas no rio Cávado esta encontra-se ao abandono (Figura 40a).

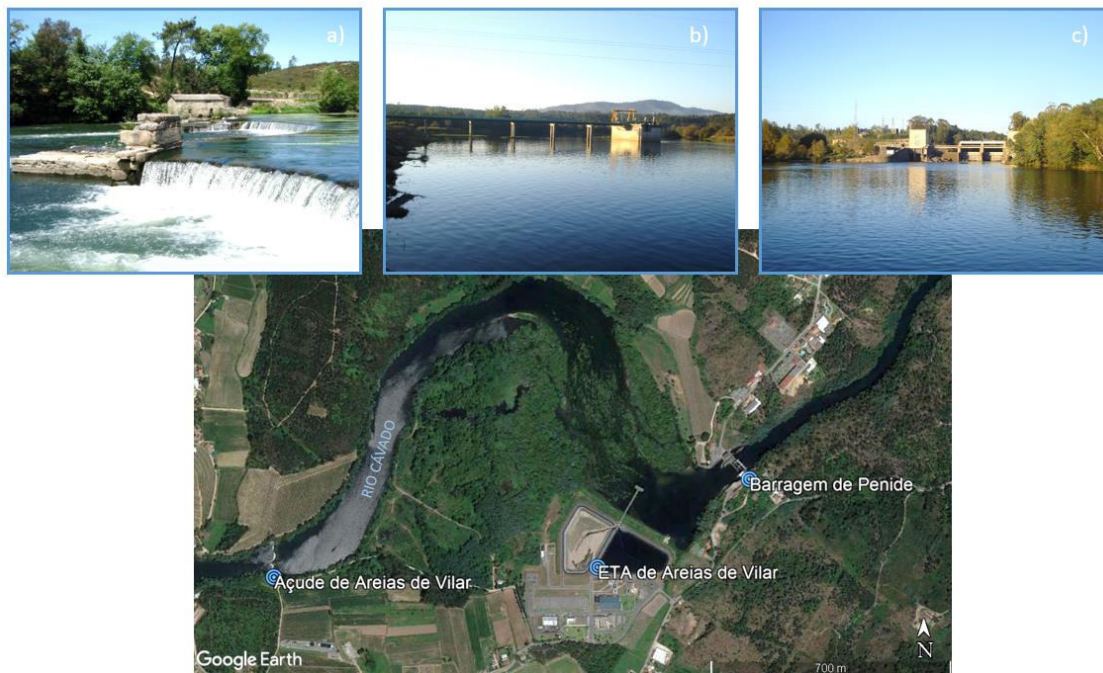


Figura 40. Localização da Barragem de Penide, da ETA de Areias de Vilar e do Açude de Areias de Vilar no rio Cávado. a), b) e c) Fotos tirados em 2016. d) Fotografia Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Um pouco mais a jusante localiza-se a praia fluvial de Manhente, situada na freguesia de Manhente, concelho de Barcelos (Figura 412). A barra lateral emersa existente na margem direita é formada por areia e seixos e é utilizada como área de lazer durante a época balnear. A posição do açude permite criar uma pequena albufeira, que faz com que o canal seja mais largo e com menor velocidade da corrente. Do ponto de vista sedimentológico a barra é alimentada por se encontrar na parte convexa da curva, onde a velocidade da corrente é menor e permitindo a acumulação de sedimentos. Em alturas de menor caudal, sendo a variação do caudal variável devido a fatores naturais como a precipitação e a fatores antrópicos como as barragens, é possível observar-se uma barra central formada por sedimentos de dimensão bloco (Figura 41d).

Neste local o rio Cávado circula sobre leito aluvionar, sendo em alguns pontos visíveis o *bedrock* (Figura 41b). As margens são vegetadas de ambos os lados, havendo em alguns pontos indícios de erosão, evidenciado pela inclinação das árvores para o centro do canal. Embora haja acumulação de sedimentos na margem em situações de cheia o rio escava a margem. Os sedimentos e detritos partidos de árvores, aprisionados junto às árvores e mesas no local, são evidência da passagem da corrente em situações de maior caudal.

Também neste local observou-se a presença de depósitos de terraço, escalonados a diferentes altitudes, constituídos essencialmente por seixos pequenos numa matriz argilosa (Figura

41e e 41f). O depósito localizado na margem do rio (depósito de terraço 1) encontra-se em erosão podendo definir-se assim dois patamares do rio, o primeiro correspondente à planície de inundação, onde estão localizados os depósitos fluviais antigos e um segundo patamar mais baixo por vezes com barras laterais emersas.



Figura 41. Praia fluvial de Manhente. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Na freguesia de Tamel S. Verissimo situa-se no leito do rio Cávado a Ilha do Tostão (Figura 42). A ilha é vegetada por árvores de médio a pequeno porte e por vegetação rasteira. Do lado direito da ilha o leito do rio é preenchido por blocos graníticos que afloram à superfície. Porém, do lado esquerdo da ilha, a profundidade do canal é maior, atingindo vários metros. Atualmente a ilha possui cerca de 200 metros de comprimento por 50 metros de largura. Contudo, locais descrevem a ilha nos anos 70 como tendo mais de 800 metros de comprimento, com um grande areal que se estendia até à margem direita do rio Cávado, fazendo circular a maior parte do caudal do rio apenas do outro lado da ilha. O alargamento natural do canal na zona de maior curvatura, assim como a extração de areias iniciada nos anos 80 fez com que o areal fosse desaparecendo progressivamente. A extração de mais areia na ilha foi impedida por habitantes locais porém, a extração de areias continuou na margem esquerda do rio, na freguesia de Rio Covo S. Eugénia. A ilha que até aos anos 90, do século passado, era utilizada como espaço de recreio e lazer, está atualmente interdita a banhos devido à má qualidade da água. A destruição da ilha deveu-se em parte à grande cheia de 2001 que derrubou as árvores e bloqueou a passagem no seu interior.



A margem direita do rio Cávado, neste local encontra-se visivelmente em erosão, sendo o caminho existente proibido várias vezes ao trânsito. Para além dos buracos e fendas que se abrem no chão as árvores inclinadas para dentro do canal são outro indicador de erosão (Figuras 42a).



Figura 42. Ilha do Tostão, em Tamel S. Veríssimo, Barcelos. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

As plantas oferecem resistência ao fluxo e também reforçam os sedimentos com os seus sistemas radiculares. Certas plantas, assim como matéria morta lenhosa, são particularmente interessantes na captação e estabilização de sedimentos transportados pelos cursos de água, contribuindo para a formação de barras fluviais. Para além, de sedimentos também são aprisionados propágulos de plantas que levam à colonização da barra e ao seu desenvolvimento. O esquema da figura 43 representa a evolução de uma barra central a partir de um tronco de árvore.

Ainda na freguesia de Tamel S. Veríssimo, um pouco mais a jusante existe um açude com uma azenha de uma antiga fábrica de papel (Figura 44). Apesar da forte degradação da fábrica é possível ainda observar a sua estrutura e a roda do moinho que servia para gerar energia através da força da corrente. Logo após o açude de S. Veríssimo o rio apresenta um troço com curvatura mais fechada onde dentro do canal se formam pequenas barras fluviais vegetadas. As barras possuem cerca de 50 metros de comprimento e 20 metros de largura.

### 3. Dinâmica fluvial

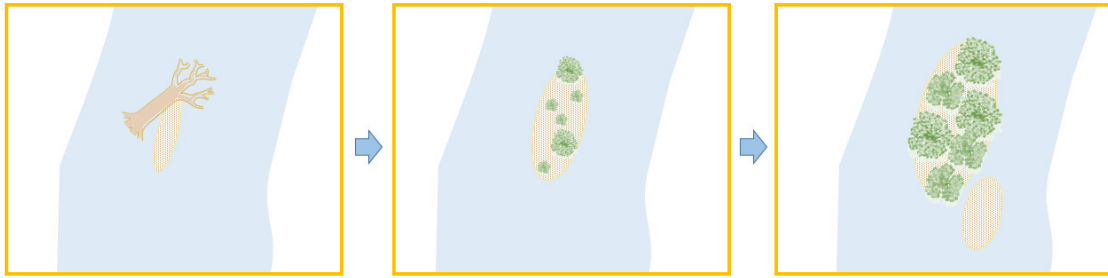


Figura 43. Esquema representativo da formação de uma ilha (barra central) a partir da deposição de uma árvore, por exemplo, que ao longo do tempo foi aprisionando sedimentos e propágulos de plantas que levaram ao crescimento da barra e ao desenvolvimento de vegetação.



Figura 44 Açude e antiga fábrica de serração na freguesia de Tamel S. Veríssimo. A jusante observam-se barras centrais vegetadas. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

A barra lateral de Barcelinhos (Figura 45) e a frente ribeirinha de Barcelos são seguramente uma das imagens mais forte deste curso de água onde o encontro com a ponte romana e as ruínas do Paço dos Condes de Barcelos proporcionam um cenário de grande beleza. Este local, situado na margem esquerda do rio Cávado é utilizada para banhos e para a prática de desportos aquáticos e náuticos.

A formação da barra lateral deve-se à passagem da corrente neste local apresentar menor energia. Geralmente, a força centrífuga leva a corrente a chegar com maior velocidade e energia à margem côncava, ficando a margem convexa com correntes a circular com menor energia,



permitindo assim formação da barra lateral, naquela margem convexa. Atualmente a barra tem, aproximadamente, cerca de 360 metros de comprimento por 55 metros de largura, na zona mais larga e encontra-se parcialmente coberta por vegetação rasteira. Para além da grande barra lateral formam-se pequenas barras, junto à margem esquerda do rio Cávado, com dimensões e formatos variados.

A margem direita do rio Cávado foi sujeita recentemente a requalificação (Zona ribeirinha de Barcelos) encontrando-se totalmente modificada pelo Homem. As árvores encontram-se inclinadas sobre o canal, indicando instabilidade das margens

Neste local observa-se ainda, um açude e uma azenha ao abandono completamente tapada pela vegetação (Figura 45f).



Figura 45. Praia fluvial Barcelinhos. Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

Fotografias antigas do século passado evidenciam o uso utilitário e recreativo do rio Cávado e da praia fluvial de Barcelinhos (Figura 46). Na altura a praia tanto era utilizada pelas lavadeiras que ali no rio lavavam a roupa e a punham a secar e a corar ao sol, como era utilizada pelos banhistas que nas épocas de calor ali se banhavam e praticavam desportos náuticos. Também pela observação da foto c) da figura 46 podemos afirmar que outrora, no início do século XX, a barra lateral ocupava uma posição mais central, possivelmente devido ao funcionamento da azenha, que faria circular a água mais junto à margem.

### 3. Dinâmica fluvial



Figura 46 Fotos de Barcelinhos, no século XX. a) Piscina e praia fluvial do clube desportivo de Barcelinhos (Rocha, 2013); b) lavadeiras na praia fluvial (Biblioteca Municipal de Barcelos); e c) antiga azenha de Barcelinhos (Gomes, 2014b).

Mesmo encostado à ponte romana de Barcelos, localiza-se a Azenha da Ponte (Figura 47). Esta era uma das azenhas que laborava junto à ponte, no início do século XX, sendo que as outras se situavam junto a cada um dos pilares e na outra margem, embora fossem porventura azenhas com uso temporário (Figura 48). Durante as últimas décadas a azenha da ponte esteve ao abandono e em ruínas. Contudo, no início do século XXI foi restaurada e colocada uma nova roda hidráulica de madeira. O edifício requalificado tornou-se num Museu do rio e também um “*help point*” para os peregrinos, que passam pela cidade em direção a Santiago de Compostela.

Mesmo a jusante da ponte romana o rio Cávado circula sobre leito rochoso, sendo visível o fundo granítico em alguns pontos. Junto à margem esquerda, encontram-se várias barras centrais vegetadas por hidrófitos de raízes, inseridas no leito aluvionar e hidrófitos flutuantes, como os jacintos de água.

Neste trabalho já foi várias vezes abordado o papel fundamental das plantas ripícolas na geomorfologia fluvial, como engenheiros de ecossistemas. A fixação de hidrófitos emergentes, que crescem a partir do leito do rio perto das margens, permite aprisionar os sedimentos transportados pelos cursos de água. Ao longo do tempo a quantidade de sedimentos depositados aumenta o que pode conduzir a uma diminuição da largura do canal. Para além de aprisionar os sedimentos, estas plantas pioneiras, permitem a fixação de outras espécies, o aumento da produção de matéria orgânica, e o desenvolvimento de habitas, para além de modificarem o ambiente sedimentar e morfológico local. A figura 49 ilustra o processo descrito, que eventualmente pode acontecer na barra central de Barcelinhos a jusante da ponte medieval. Todavia, é necessário referir que tal só acontece se o caudal do rio não aumentar o suficiente para remover os sedimentos.





### 3. Dinâmica fluvial

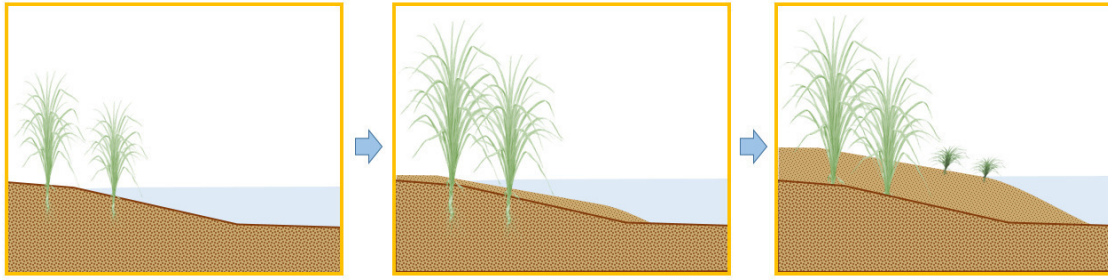


Figura 49. Esquema representativo do crescimento da margem do rio, devido à fixação de hidrófitos de raízes inseridas no leito.

O açude de Medros localiza-se sobre o rio Cávado, na freguesia de Barcelinhos, concelho de Barcelos (Figura 50). A meio do açude encontra-se um pequeno moinho de água, que se encontra bastante degradado. Neste local, a jusante do açude assim como um pouco mais a montante sobre os pilares da ponte da nacional 103, formam-se barras emersas, em ocasiões de menor caudal, ausentes de vegetação, o que traduz o carácter móvel das mesmas. As margens são vegetadas por árvores e arbustos e ladeadas que crescem por entre os penedos graníticos que aí afloram. Perto deste local junto à estrada nacional 2015, na freguesia de Gilmonde, concelho de Barcelos, localiza-se o depósito de terraço de Gilmonde.



Figura 50. Açude de Medros, Freguesia de Barcelinhos, Barcelos. Imagem de satélite modificada do Google Earth.

O lugar do Marachão, na freguesia de Rio Tinto, pertencente ao concelho de Esposende, situa-se na margem esquerda do rio Cávado (Figura 51). Este local é utilizado para uso recreativo e de lazer e para usos aquáticos, apesar de ser não vigiado. Junto à margem esquerda existem barras centrais não vegetadas que em situações de maior caudal se encontram submersas (Figura 51c). A barra lateral da margem esquerda encontra-se emersa e coberta por vegetação ripícola rasteira. As margens são vegetadas de ambos os lados, por vegetação arbustiva e arbórea, podendo ainda observar-se no leito hidrófitos flutuantes como nenúfares.

Do lado da margem esquerda, existe um paredão (Figura 51a) com cerca de 4 metros de altura. Foi D. Maria I quem, através do alvará de 20 de fevereiro de 1795, aprovou o estudo e plano de encanamento e navegação do rio Cávado, desde a sua foz em Esposende até ao Vão do Bico. Segundo o artigo XXV, do mesmo alvará, em Rio Tinto, na embocadura do Regalo, haveria a necessidade de eliminar uma curva que o rio fazia, de forma a facilitar a navegação e a melhorar a agricultura na freguesia de Rio Tinto, uma vez que os terrenos inundavam com facilidade.

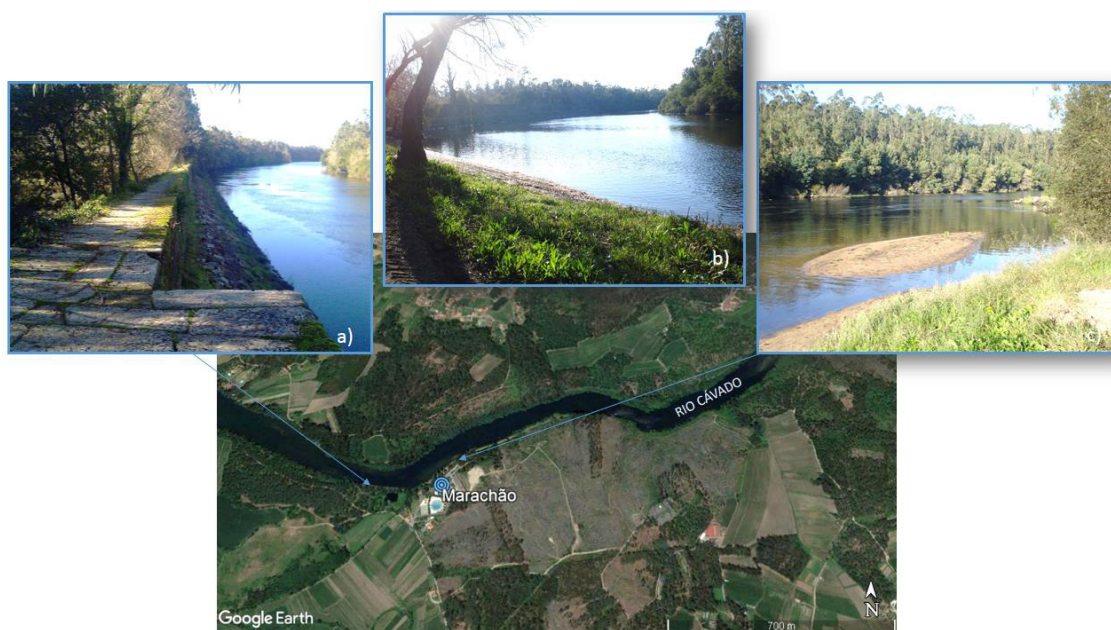


Figura 51. Lugar do Marachão, Rio Tinto (Esposende). Fotos tiradas em 2016. Imagem de satélite in Google Earth.

Um pouco mais a jusante, na margem esquerda do rio Cávado, encontra-se a praia fluvial Barca do Lago, na freguesia de Fonte Boa, concelho de Esposende (Figura 52). O local é utilizado durante a época balnear para a prática aquática e náutica, principalmente canoagem. A barra lateral emersa que forma a praia é vegetada por comunidades herbáceas em alguns pontos. A

barra possui cerca de 250 metros de comprimento e 50 metros de largura. Para além desta grande barra existem mais duas a jusante, também na margem esquerda do rio Cávado, mais vegetadas e possivelmente influenciadas pelas marés, devido ao seu crescimento no sentido oposto à direção da corrente do rio. A primeira, de montante para jusante, possui cerca de 350 metros de comprimento e 80 de largura, a segunda mais pequena possui cerca de 110 metros de comprimento e 50 de largura. Neste troço o rio é largo, profundo e navegável.



Figura 52. Barca do Lago, Fonte Boa, Esposende. Imagem de satélite in Google Earth.

É em Esposende que o rio Cávado desemboca no oceano Atlântico (Figura 53). No seu troço final o rio muda de direção, de NE-SW passa a SE-NE, tal como acontece com outros rios minhotos. Contudo, nem sempre foi assim. Segundo Felgueiras (1989 *in* Loureiro, 2006) o Cávado desaguaria em linha reta, com a foz situada a norte do Facho da Bonança e a sul dos afloramentos rochosos dos Cavalos de Fão, apresentando outros canais secundários para norte e para sul. O assoreamento da barra de Fão completou-se nos finais do século XV, possivelmente relacionado com a subida do nível do mar que obrigaria uma parte dos sedimentos transportados pelo Cávado a ficar retidos no antigo canal principal do estuário, conduzindo ao assoreamento da barra e crescimento para norte do Cabedelo. Em consequência, o canal, mais a norte (Esposende), de



águas mais profundas e menos assoreado, apresentaria melhores condições de navegabilidade, tendo adquirido uma maior importância como porto de mar.

No estuário do Cávado, observam-se diversas barras vegetadas junto à margem e no meio do canal. A paisagem é dominada pela pressão urbanística existente, principalmente na margem direita, pelos passadiços sobre o Cávado e pelo paredão na margem direita junto ao farol.

O local é bastante procurado para a pesca e para a observação de aves estando enquadrado no Parque Natural do Litoral Norte, que vai desde a foz do rio Neiva à Apúlia, numa extensão de 18 km.

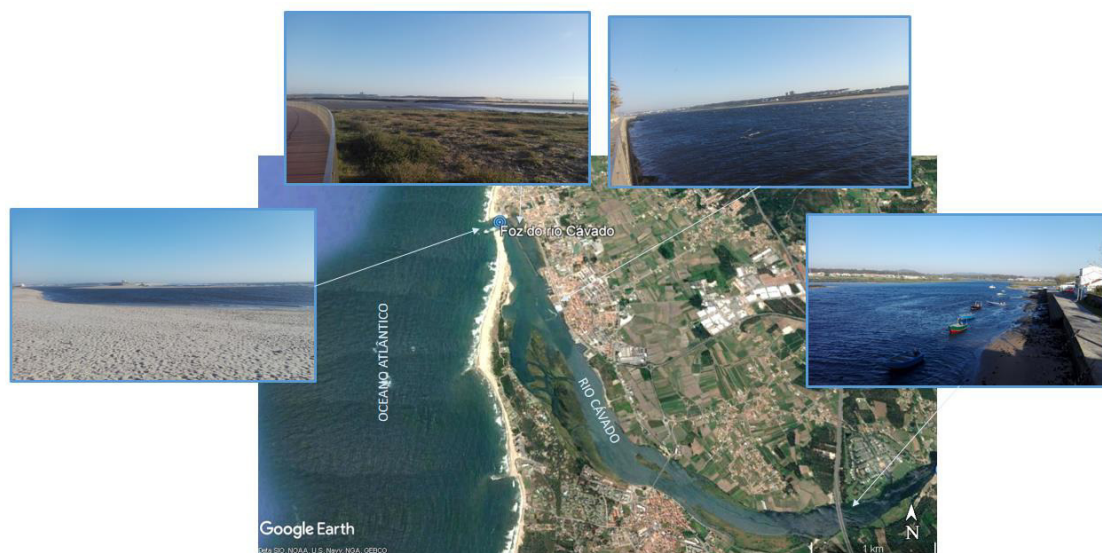


Figura 53. Foz do rio Cávado, Esposende. Imagem de satélite do Google Earth.

### 3.3.3. Dinâmica fluvial do Cávado

A evolução da dinâmica fluvial do rio Cávado pode ser explicada comparando os antigos depósitos fluviais do rio Cávado com a atual posição do canal. Os depósitos fluviais constituem assim um dos mais importantes componentes do registo geológico. O seu estudo, baseado em modelos estabelecidos a partir da observação de depósitos recentes, permite a caracterização dos processos hidrodinâmicos e a compreensão da evolução sedimentar dos eventos mais antigos, fundamentais na distribuição dos recursos e na constituição sedimentar da bacia.

Ao longo do rio Cávado são vários os depósitos de terraço cartografados entre eles encontra-se o depósito de Prado, depósitos de Cruto e Ucha e os depósitos de S. Gens e Espinheira-Quebrosa, depósito de terraço de Gilmonde, depósitos de Barqueiros.

O estudo sedimentológico, levado a cabo por Braga (1988), afirma que a Formação de Prado contém argilas cinzentas utilizadas na cerâmica local. A formação, com espessuras variando entre cerca de 2,5 m e 10 m, forma um conjunto heterogéneo de camadas de areias e argilas, com raros leitos cascalhentos de seixos de quartzo e feldspato e, mais raramente, de granito. A má calibragem das amostras em toda a Formação de Prado reflete a natureza e a deposição rápida dos sedimentos. A fração arenosa significativa e os níveis mais grosseiros intercalados nas camadas argilosas definem a calibragem muito fraca e indicam que no transporte houve episódios esporádicos de maior energia. Braga (1988) pode ainda concluir que a forma e o arredondamento dos clastos, particularmente dos feldspatos potássicos e quartzo, relativamente grandes, subautomorfos e angulosos, refletem um desgaste mínimo durante o transporte, possivelmente curto, desde o local de origem até ao da deposição.

Assim, como os depósitos de Prado, também os depósitos de Cruto e Ucha e os depósitos de S. Gens e Espinheira-Quebrosa, localizados na margem direita do Cávado, constituem a matéria-prima para a indústria cerâmica, com elevada importância na região de Prado a Barcelos. O depósito de terraço fluvial de Cruto é caracterizado pela presença de areias grosseiras ferruginosas e de cor vermelha, seguidas para o topo, de argila cinzenta e amarela, intercaladas com areias grosseiras. As análises da rocha total mostraram que o mineral dominante é o quartzo, ao qual se seguem as micas. Os minerais argilosos estão presentes em quantidades entre 4 a 23% dominando a caulinite (Braga, 1988). O antigo local de exploração encontra-se a uma distância de cerca de 2 km da posição atual do rio Cávado.

Os depósitos de terraço de Gilmonde, segundo Braga (1988) são constituídos por uma matriz de areia, argila, seixos de quartzo rolados e mais raramente, feldspatos. Na matriz areno-argilosa de cor amarela escura (ocre) ocorrem bolsadas e blocos de argila cinzenta clara, com visíveis fendas de retração. A estratificação entrecruzada é evidenciada pelas concentrações de óxidos de ferro.

Em Barqueiros, freguesia do concelho de Barcelos, observa-se depósitos de terraço fluviais, que distam cerca de 3,5 km da posição atual do rio Cávado. A Formação de Barqueiros, segundo Braga (1989), possui espessuras que variam entre os 13 metros e 20 metros e é constituída do topo para a base, pela unidade de areias argilosas com seixos eolizados (depósito de cobertura),



pela unidade de cascalho com seixos de quartzito e areias argilosas e pela unidade de areias argilosas caulínicas, correspondente ao depósito de terraço fluvial. Braga (1988) conclui que os depósitos de Cruto até Barqueiros apresentam aspetos texturais e mineralogias comuns. Distinguindo-se a dominância de caulinite nas argilas e a presença de minerais não argilosos, especialmente os feldspatos, que marcam a contribuição dominante dos granitos na alimentação do sistema fluvial.

Segundo Alves & Pereira (2000) e Alves (2004) na região NW de Portugal continental, onde se insere o rio Cávado, são identificados cinco ciclos de glipto/sedimentogénese fluvial cenozóicos, decorridos no Pliocénico superior (Placenciano) e Quaternário. A cada um destes ciclos de glipto/sedimentogénese correspondeu escavação de novo talvegue no substrato, seguida de colmatação do paleovale. Os testemunhos destas etapas de sedimentação fossilizam vales fluviais largos, com orientação transversal à fachada atlântica, como é o caso do rio Cávado. O primeiro ciclo está representado, na bacia do Cávado, pela unidade inferior de Prado. Esta etapa de sedimentação, mais antiga, é atribuída ao intervalo entre o Placenciano e Plistocénico inferior. Nos sedimentos predominam os clastos de composição siliciosa (quartzo e quartzitos) e de minerais resistentes e, na fração argila, a caulinite. O segundo ciclo de gliptogénese cenozóica deverá ter decorrido antes do Plistocénico médio, durante o arrefecimento que atingiu a Europa. Pela análise morfológica do relevo foi proposto que o rio Homem formaria com o rio Neiva uma paleorio Homem-Neiva, antes da sua captura para a bacia do rio Cávado (Alves, 2004). A sedimentação fluvial propriamente dita, colmatando o paleovale inicial da rede do rio Cávado, observa-se bem entre Prado e Ucha, onde afloram espessos depósitos de terraço, entre 50 a 100 metros de altitude, resultantes quer de trajetos anteriores do rio Cávado quer de afluentes contemporâneos (Figura 54). Os depósitos de Cruto representam a sedimentação do rio Cávado neste ciclo. São predominantemente arenosos com alguns níveis conglomeráticos e abundante matriz caulínica. A composição sedimentar e arquitetura deposicional, típica de sistema fluvial entrançado arenoso. Contemporâneos do enchimento de Cruto são os depósitos de Quebrasas-Espinheira e de Cervães-Ucha gerados por dois importantes afluentes da margem direita do rio Cávado (Alves & Pereira, 1999, 2000). Na bacia do rio Cávado pertencem ao terceiro ciclo a unidade superior de Prado, os depósitos arenosos de Areia de Vilar entre outros. A unidade superior de Prado ravina a unidade inferior e tem características mais grosseiras. Apresenta estruturas canalizadas francamente fluviais, semelhantes às do ciclo anterior em Cruto, com preenchimento arenoso terminando geralmente em lutitos. Ocorrem seixos de quartzo rolados, feldspatos argilificados e é

predominantemente caulinitica. A composição sedimentar nos três primeiros ciclos é semelhante, siliciosa e caulinitica, afetada por alterações diagenéticas que expressam condições favoráveis à meteorização química. A sedimentação do quarto ciclo cenozóico difere dos anteriores. O enchimento contém clastos de rochas e minerais quimicamente alteráveis e/ou com menor grau de alteração, frequentemente caulinite de baixa cristalinidade e interestratificados entre outros. O último ciclo cenozóico, o quinto, tem início com o arrefecimento climático do último período glaciário. Provocou o ravinamento de um novo talvegue, esvaziando os enchimentos anteriores, de que resultaram o atual vale do rio. A composição das aluviões do rio Cávado inclui areias quartzofeldspáticas e cascalhos de granito, quartzo, feldspato.

Pela comparação entre a atual posição do curso do rio Cávado e o seu curso mais antigo antes do entalhe verifica-se um desvio do curso do rio Cávado para sul, no sector Prado-Barcelos e para norte, no sector Vila Verde-Barqueiros (Figura 54).

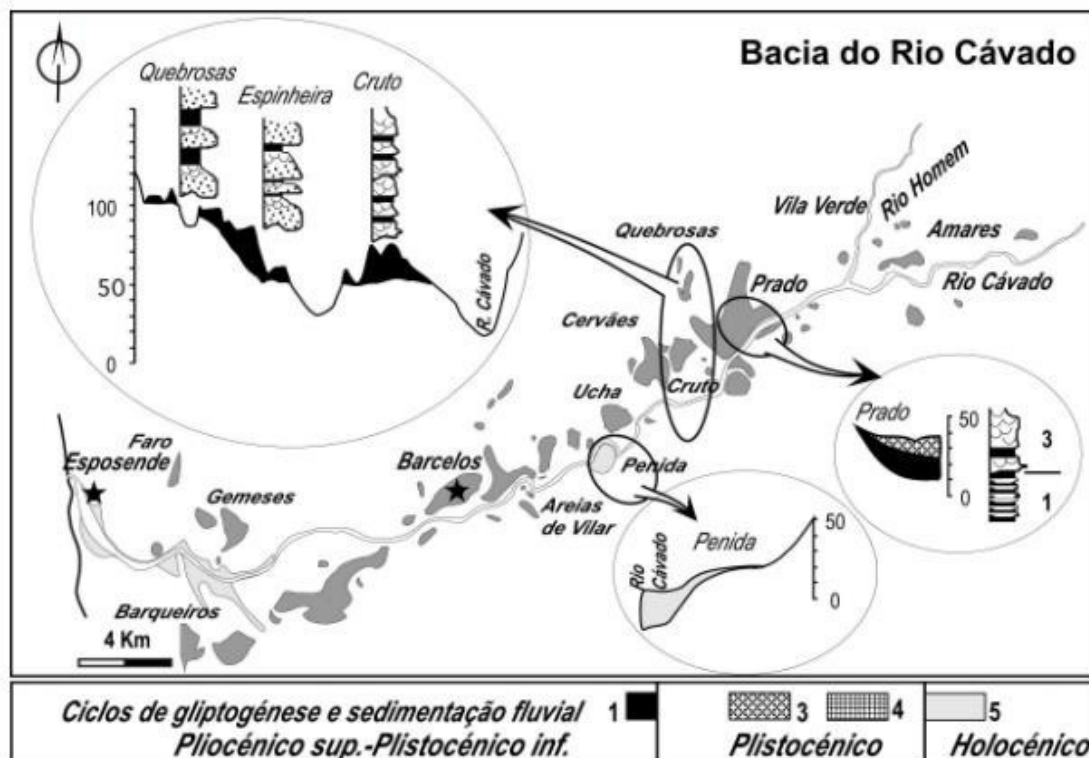


Figura 54. Esboço cartográfico da sedimentação cenozóica na bacia do rio Cávado. Nos perfis transversais estão representados os ciclos regionais de glipto/sedimentogénese identificados nesta bacia, relativos a três locais tipo (Alves, 2004).

## 4. AMOSTRAGEM SEDIMENTAR

Todos os estudos que envolvem a recolha de informação e amostragem no campo têm como primeira fase a observação, a localização e a seleção de locais de amostragem, que são quase sempre condicionados pelas dificuldades inerentes à ocupação urbana. A descrição e caracterização das materiais sedimentares baseia-se, para além das informações obtidas no campo, nos resultados obtidos em laboratório pelos vários métodos e técnicas utilizadas (Alves, 1995).

A carga e a deposição de sedimentos determina a forma e o padrão do canal. O seu estudo permite definir indicadores dos processos morfodinâmicos. Deste modo, procedeu-se à recolha de sedimentos na bacia do rio Cávado.

### 4.1. Critérios de seleção das barras fluviais

Antes da etapa de amostragem foi feito um reconhecimento por imagem de satélite, utilizando o *Google Earth*, dos possíveis locais a serem sujeitos a recolha na bacia hidrográfica do Cávado. A partir desta ferramenta foi possível observar a presença de barras fluviais para amostragem.

Após esta etapa realizou-se uma identificação em campo dos locais a serem amostrados segundo os seguintes critérios: a) barra emersa; b) barra com indícios de acumulação/erosão recente; c) barra sem indício de intervenção antrópica como estruturas de contenção e alimentação artificial; e d) facilidade de acesso.

Verificou-se que alguns locais pré-selecionados não reuniam os critérios previamente descritos uma vez que; possuíam as margens muito vegetadas e com poucos ou nenhuns sedimentos para recolher (Praia Fluvial de Adaúfe e Praia Fluvial de Cabanelas); apresentavam indícios de alimentação artificial (Praia Fluvial de Navarra); continham estruturas antrópicas como diques (Praia Fluvial do Faial), muros de contenção e passadiços cimentados (Praia Fluvial de Merelim S. Paio); e o seu acesso teria de ser de barco (barras centrais na Confluência do rio Homem-Cávado, Ilha do Tostão, barras centrais a montante da Ponte de Sta. Eugénia e a jusante da Ponte Medieval de Barcelos). Porém, e apesar de reunir todos os critérios, a barra central junto

à Praia Fluvial do Marachão não foi amostrada porque durante a fase de reconhecimento estava emersa e na fase de amostragem já não estava.

Durante a etapa de amostragem, teve-se ainda em consideração a seleção de barras equivalentes (laterais/centrais) na margem direita e esquerda do rio Cávado e rio Homem em locais diferentes assim como, e quando possível, a amostragem de depósitos de terraços junto às margens do canal com o intuito de comparar os sedimentos antigos com os atuais.

#### 4.2. Metodologia adotada na recolha de sedimentos

Depois de selecionados os locais de amostragem a recolha de sedimentos foi feita utilizando um caixilho quadrangular com 50 cm de lado (Figura 55). Esse caixilho, usado para delimitar uma área constante, foi colocado no ponto escolhido e com o auxílio de uma rede ou de uma pá foi feita a recolha de todos os materiais até uma profundidade de cerca de 2 cm. Deste modo foi obtido um volume de material de cerca de 5 000 cm<sup>3</sup>, o equivalente a 5 dm<sup>3</sup>.



Figura 55. Metodologia adotada na recolha de sedimentos utilizando um caixilho quadrangular de modo a definir a área amostrada.

Para além dos sedimentos à superfície também foram recolhidos, com o mesmo método, materiais no mesmo ponto mas em profundidades diferentes (Figura 56). Nestes casos, foi

recolhido um volume de cerca de 5 dm<sup>3</sup> à superfície, depois a uma profundidade de cerca de 10 cm foi recolhido outro volume de 5 dm<sup>3</sup> e após mais 10 cm de profundidade foi recolhido mais um volume de 5 dm<sup>3</sup>. O material entre as diferentes profundidades foi descartado.

O critério de identificação das amostras utilizado foi a ordem de recolha do material, sendo que nos pontos onde foram recolhidas amostras em profundidades diferentes a referência da amostra é sucedida por uma letra (A- primeiro a depositar e por isso a mais profunda; B- segundo a depositar e menos profunda; C- última a depositar e que se encontra à superfície).

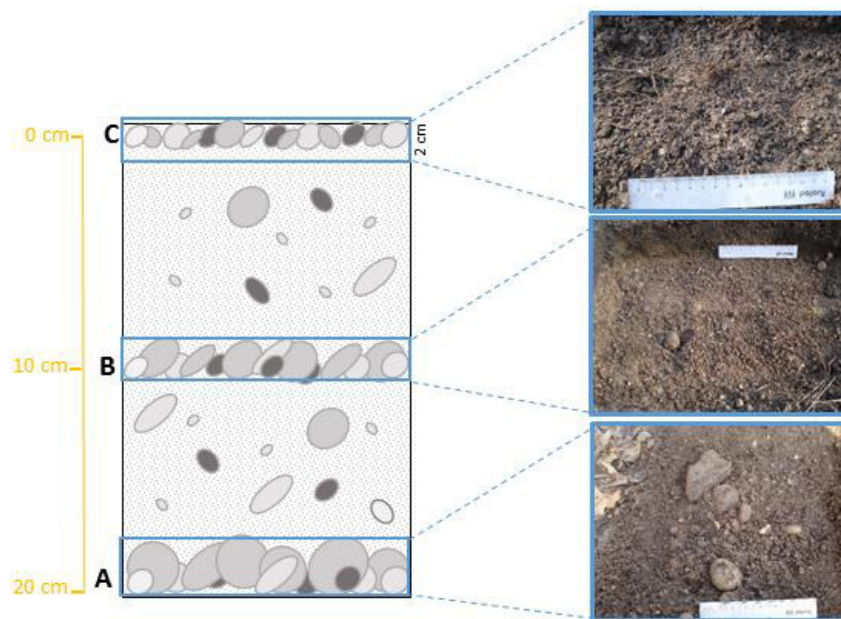


Figura 56. Esquema representativo da recolha de amostras em diferentes profundidades para o mesmo ponto. Régua com 15 cm de comprimento.

O espaçamento entre os pontos a serem amostrados foi variável de local para local e dentro do mesmo local, uma vez que foram recolhidas amostras sempre que o tamanho e forma dos sedimentos fosse diferente. Contudo, de forma a uniformizar e poder estabelecer correlações foi estabelecido uma distância de 50 metros entre cada perfil nas barras maiores (comprimento superior a 150 m) e 25 metros nas barras médias (comprimento entre 50 e 150 m). Nas barras mais pequenas (comprimento inferior a 50 m) não foi possível manter estas distâncias definidas, sendo amostrados no mínimo 5 pontos por cada barra pequena.

As amostras recolhidas foram ensacadas e identificadas com um número e uma letra no caso de as amostras terem sido recolhidas no mesmo ponto mas em profundidades diferentes e levadas



para o laboratório de sedimentologia do Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho.

#### 4.3. Locais amostrados

Os locais selecionados para amostragem foram: Praia fluvial Porto-Carrero no rio Homem, zona de confluência rio Homem-Cávado, Praia fluvial de Manhente, Praia fluvial de Barcelinhos e Praia fluvial Barca do Lago no rio Cávado (Figura 57).

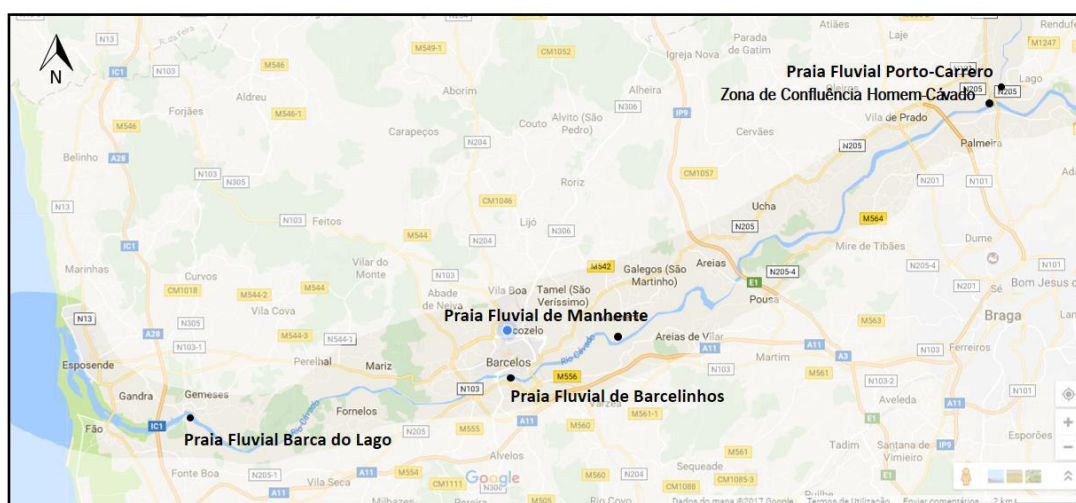


Figura 57. Mapa dos locais de amostragem ao longo da Bacia Hidrográfica do Cávado (modificado de Googlemaps).

Na Praia fluvial Porto-Carrero, no rio Homem foram recolhidas amostras na barra central, na barra lateral da margem direita e nos depósitos de terraço junto à barra lateral, perfazendo um total de 44 amostras recolhidas. Na zona de confluência rio Homem-Cávado a amostragem a 12 amostras foi realizada na barra lateral da margem direita. No rio Cávado, na praia fluvial de Manhente, foram recolhidas amostras na barra lateral na margem direita e nos depósitos de terraço junto à margem. Sendo recolhidos um total de 18 amostras. Na Praia fluvial de Barcelinhos foram recolhidas 80 amostras nas barras centrais e na barra lateral da margem esquerda. Por fim, na Praia fluvial Barca do Lago, na margem esquerda do rio Cávado, foram recolhidas 43 amostras. A tabela seguinte, (Tabela 3), resume o número total de amostras recolhidas em cada local e por cada tipo de barra (ver em detalhe Anexo A).

A etapa de amostragem realizou-se entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016.

Tabela 3. Pontos e número de amostras recolhidas por local e tipo de barra.

Local	Tipo de barra	Pontos	Número de amostras
Praia fluvial Porto-Carrero	Barra central	1 ao 22	22
	Barra lateral	23 ao 25 e da 28 ao 39	20
	Depósitos	26 ao 27	2
Confluência rio Homem-Cávado	Barra lateral	40 ao 47	12
Praia fluvial de Manhente	Barra lateral	119 ao 127 e 130	13
	Depósitos	128, 129 e 131	5
Praia fluvial de Barcelinhos	Barras centrais	48 ao 78	38
	Barra lateral	79 ao 118	42
Praia fluvial Barca do Lago	Barra lateral	132 ao 167	43
<b>Número total de amostras analisadas</b>			<b>197</b>

#### 4.3.1. Praia fluvial Porto-Carrero

Na praia fluvial Porto-Carrero, rio Homem, foram recolhidas amostras na barra central e na barra lateral da margem direita, como foi anteriormente referido.

A barra central com cerca de 15 metros de comprimento e 5 metros de largura encontrava-se parcialmente emersa, com hidrófitos de raízes inseridas no leito. A barra central estava a cerca de 2 metros da margem esquerda e 8 metros da margem direita. Nesta foram recolhidas amostras na zona emersa e na zona imersa. Assim como, em locais mais afastados em direção à margem direita por se verificar visivelmente uma grande variação dimensional, principalmente associadas à profundidade e à ocorrência de vegetação. O esquema da figura 58 mostra como foi realizada a amostragem na barra central da Praia Fluvial Porto-Carrero.

Também na Praia fluvial Porto-Carrero foi amostrada a barra lateral da margem direita do canal. A barra com cerca de 80 metros de comprimento e 15 metros de largura, na parte mais larga, encontrava-se sem vegetação. Nesta barra foram amostrados 15 pontos, sendo que nos pontos 24, 25, 34 e 35 foram recolhidas amostras em profundidades diferentes. Junto à margem do rio, na parte mais a jusante da barra existia um depósito fluvial de terraço que também foi amostrado. A figura 59 ilustra a amostragem realizada nesta barra e no depósito de terraço.

#### 4. Amostragem Sedimentar

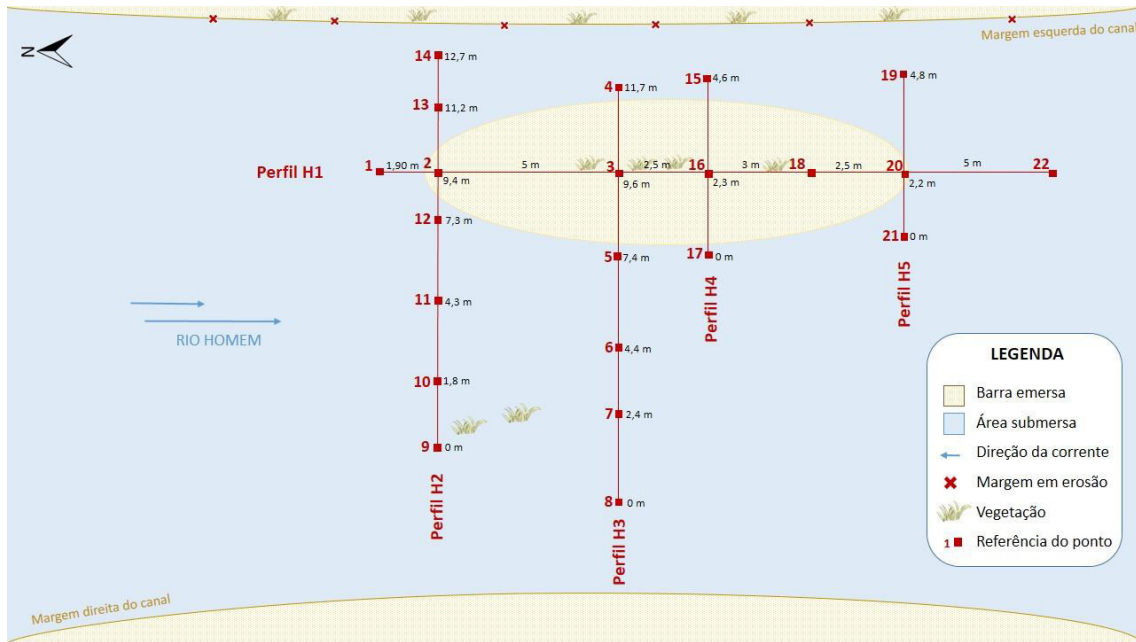


Figura 58. Esquema representativo da amostragem realizada na barra central da Praia fluvial Porto-Carrero.

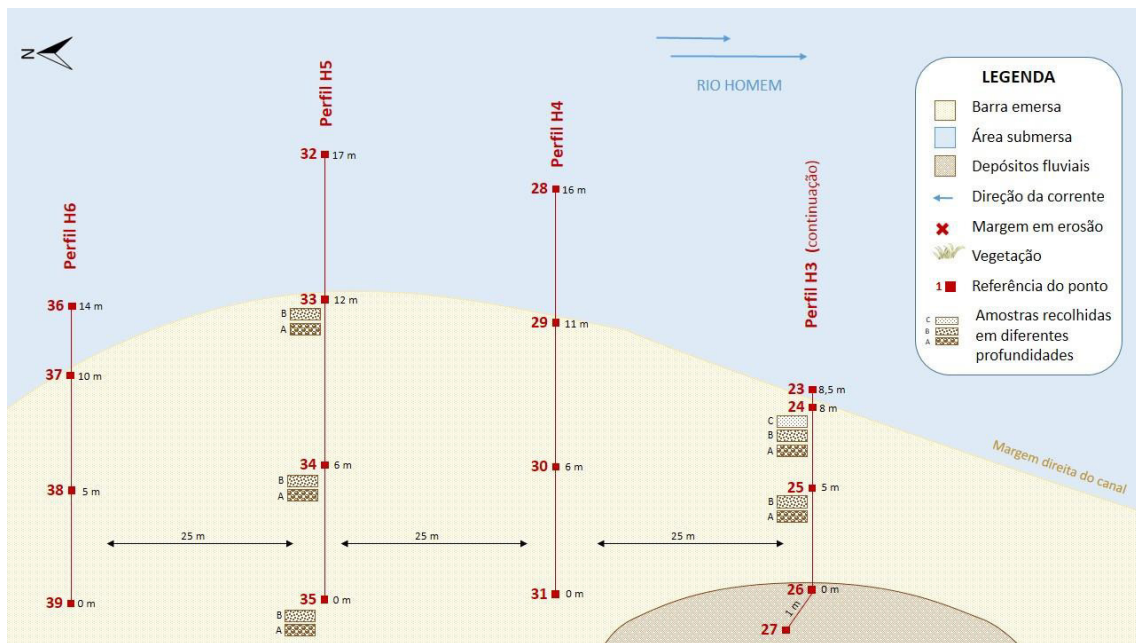


Figura 59. Esquema representativo da amostragem realizada na barra lateral da Praia fluvial Porto-Carrero e no depósito de terraço.

#### 4.3.2. Confluência rio Homem-Cávado

Na zona de confluência rio Homem-Cávado foi amostrada a barra lateral da margem direita. A barra encontrava-se em alguns locais modificada pelo Homem pela que a sua amostragem se restringiu aos locais sem influência antrópica. A figura 60 esquematiza a

amostragem realizada na barra lateral na Confluência Homem-Cávado onde foram amostrados 8 pontos, sendo que em dois deles, 40 e 43, foram recolhidas amostras em profundidades distintas.

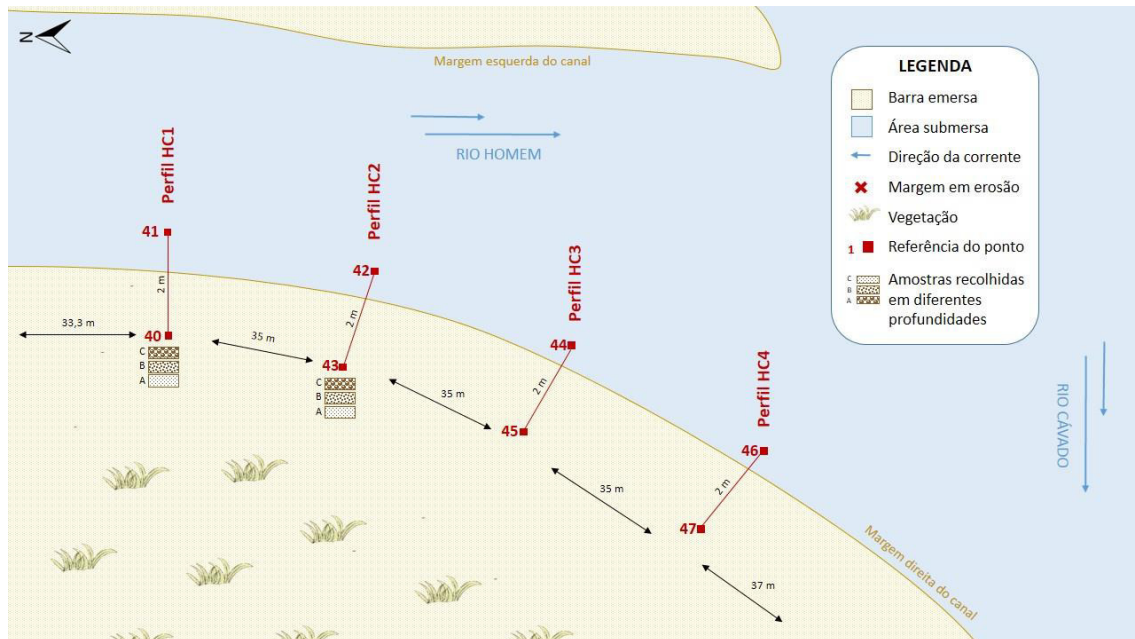


Figura 60. Esquema representativo da amostragem realizada na barra lateral na zona de confluência Homem-Cávado.

#### 4.3.3. Praia fluvial de Manhente

Na Praia fluvial de Manhente foi amostrada a barra lateral da margem direita e alguns sedimentos dos depósitos de terraço fluviais aflorantes na margem do rio.

A barra lateral com cerca de metros de 140 m de comprimento apresenta uma largura muito variável sendo que no dia em que foi amostrada apresentava uma largura máxima emersa de 32 metros. Esta variabilidade deve-se às subidas e descidas do nível da água provocada pelas descargas das barragens. Esta variação foi verificada aquando da amostragem ao longo do dia e de dia para dia, em dias onde não houve precipitação.

Os sedimentos de depósitos de terraço foram recolhidos na margem direita do rio Cávado.

A figura 61 ilustra a amostragem realizada na praia Fluvial de Manhente e no antigo depósito fluvial.

#### 4. Amostragem Sedimentar

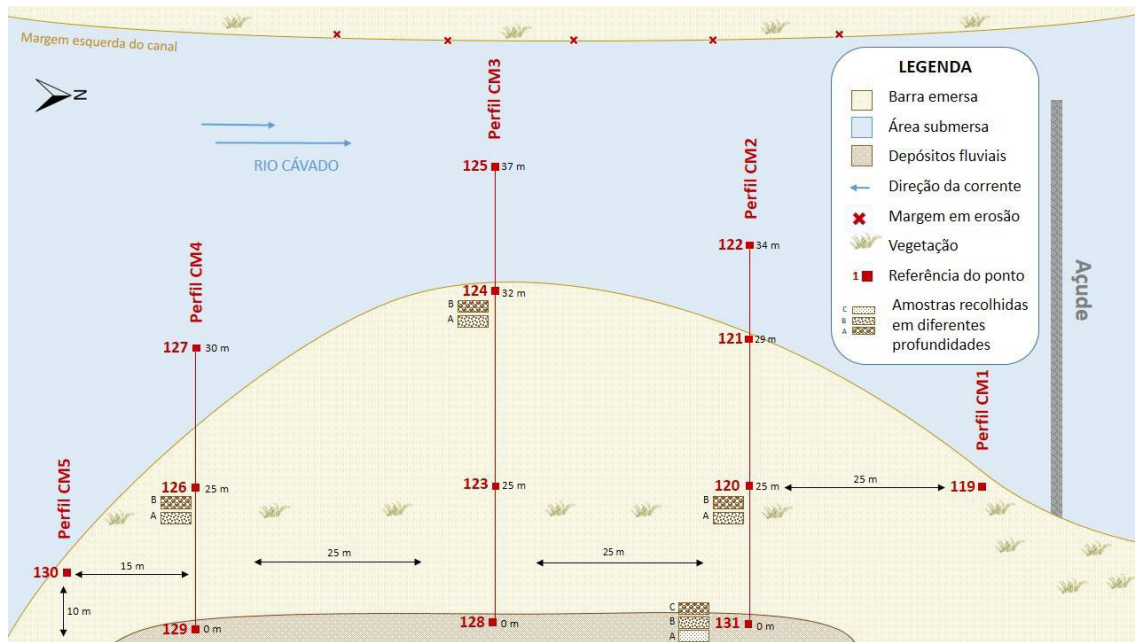


Figura 61. Esquema representativo da amostragem realizada na barra lateral direita e no antigo depósito fluvial, na Praia fluvial de Manhente.

#### 4.3.4. Praia fluvial de Barcelinhos

Na Praia fluvial de Barcelinhos foram recolhidos sedimentos nas barras centrais junto à margem esquerda (Figura 62) e na barra lateral da margem esquerda do rio Cávado (Figura 63).

Na barra central 1 foram amostrados 13 pontos, sendo que no ponto 51 foram recolhidas 3 amostras em profundidades diferentes. Esta barra tinha cerca de 7 metros de comprimento e 3,5 metros de largura. Na barra central 2, com 6 metros de comprimento e 3 metros de largura, foram amostrados 5 pontos, sendo que no ponto 65 foram recolhidas as amostras 65A, 65B e 65C. A barra central 3, localizada mais a jusante, apresentava uma forma geométrica semelhante a um quarto de lua decrescente, com cerca de 6 metros de largura e 10 metros de comprimento. Nesta barra foram recolhidas 9 amostras. Ainda perto das barras centrais foram recolhidos sedimentos visivelmente finos, identificados pelo número 61, que estavam sobre o leito rochoso do rio.

Na barra lateral da margem esquerda do Rio Cávado, em Barcelinhos, foram amostradas um total de 42 amostras. A barra com cerca de 360 metros de comprimento e 55 metros de largura, na parte mais larga, apresentava cerca de 100 metros de vegetação que não foram amostrados por ser difícil a recolha de sedimentos nessa zona. Também foi deixada uma distância de segurança, com cerca de 15 metros, até ao caminho de modo a garantir que não eram recolhidos



materiais de origem antrópica. A figura 63 esquematiza a amostragem realizada na barra lateral da margem esquerda do rio Cávado na Praia fluvial de Barcelinhos.



Figura 62. Esquema representativo da amostragem realizada nas barras centrais da Praia Fluvial de Barcelinhos.

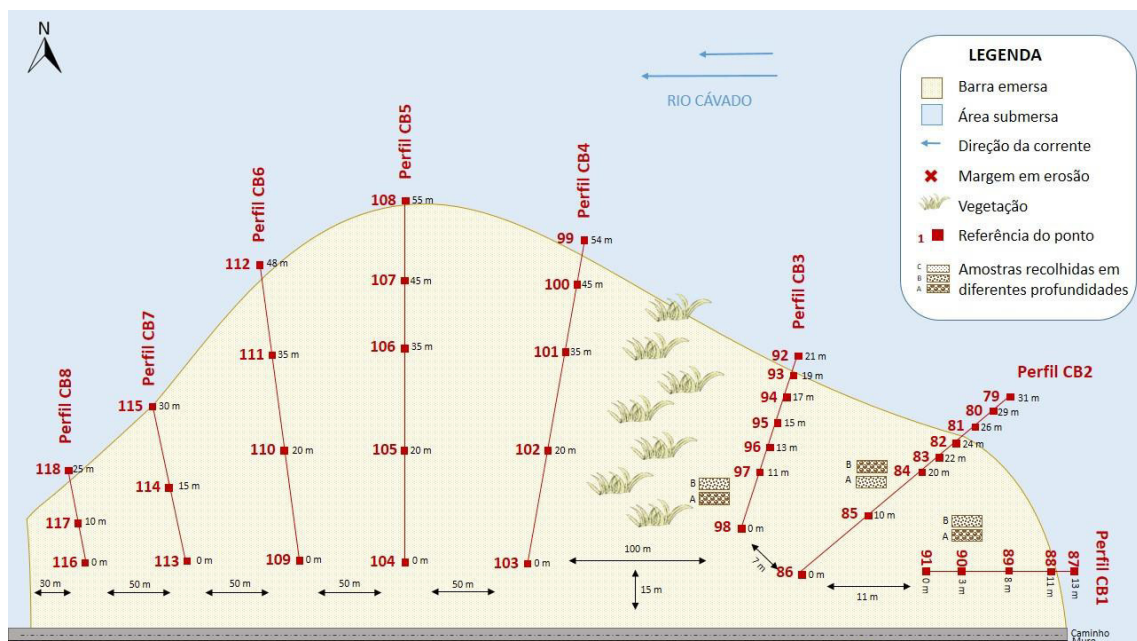


Figura 63. Esquema representativo da amostragem realizada na barra lateral da Praia Fluvial de Barcelinhos.

## 4.3.5. Praia fluvial Barca do Lago

O último local a ser amostrado foi a barra lateral na margem esquerda do rio Cávado, na Praia fluvial Barca do Lago. A barra lateral possuía cerca de 250 metros de comprimento, sendo cerca de 35 m ocupados por vegetação herbácea, e 50 metros de largura. Na zona mais a montante da barra, no lado direito da rampa de embarque, esta encontrava-se ocupada por vegetação ripícola hidrófita e flora helófitas. Na barra lateral foram recolhidas 43 amostras, sendo que nos pontos 140, 155 e 162 foram recolhidas amostras a profundidades diferentes. A figura seguinte (Figura 64) representa a amostragem realizada na barra descrita.

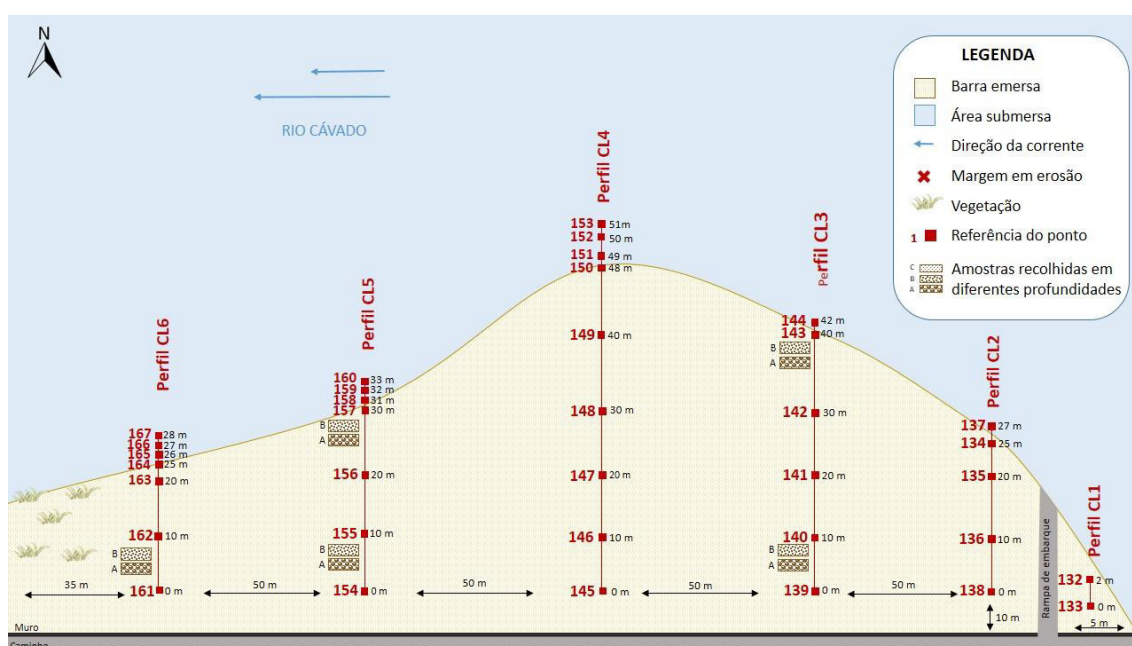


Figura 64. Esquema representativo da amostragem realizada na barra lateral da Praia Fluvial da Barca do Lago.

## 5. ESTUDO LABORATORIAL DOS SEDIMENTOS

Sedimentologia é a ciência que estuda os sedimentos consolidados ou não e os processos que os formaram. O termo sedimentologia foi usado pela primeira vez por Trowbridge em 1925, mas não entrou em uso comum até 1950 (Middleton, 2003). Foi sobretudo, com o desenvolvimento da geologia estrutural e da oceanografia, que a sedimentologia conseguiu grandes avanços (Selley, 2000) essencialmente devido ao interesse das companhias de petróleo no estudo dos sedimentos marinhos.

### 5.1. Propriedade das partículas

A definição e caracterização das propriedades físicas dos sedimentos são essenciais para o estudo dos depósitos sedimentares assim como do ambiente que os originou. Dessas propriedades, salienta-se a dimensão das partículas, podendo classificá-las por classes dimensionais. No estudo dos sistemas fluviais é também útil conhecer a forma, o desgaste e a composição das partículas.

#### 5.1.1. Dimensão dos sedimentos

O estudo dimensional dos sedimentos teve início em finais do século XIX e primeiros anos do século XX, com o americano Udden. Uns anos mais tarde surgiram os trabalhos de Wentworth e Krumbein & Pettijohn (Galopim de Carvalho, 2005). Estas obras foram decisivas na utilização rotineira e no grande incremento da análise dimensional na investigação da sedimentologia, quer do ponto de vista teórico quer na criação das tecnologias desenvolvidas.

Têm sido, ao longo dos anos, várias as propostas de escalas dimensionais com vista à análise textural (Tabela 4). Em 1898, Udden propôs uma escala, segundo uma progressão geométrica de razão 2, em oposição às escalas logarítmicas de base 10 utilizadas. Em 1922, Wentworth introduziu ligeiras alterações à escala de Udden, passando a designar-se por escala dimensional de Udden-Wentworth (Nichols, 2009).

Em 1934, Krumbein aplicou uma transformação logarítmica à escala de Wentworth, obtendo a que passou a designar-se por escala  $\phi$  (*phi*) (Lewis & McConchie, 1994b), criada com o objetivo

de facilitar o tratamento matemático principalmente das classes mais finas em que a dimensão da partícula é inferior ao milímetro. Krumbein observou que os limites de classe textural podiam ser expressos como potências de 2. Ele propôs a utilização do logaritmo na base 2 do diâmetro, em vez do próprio diâmetro da partícula e, para evitar os valores negativos nos materiais mais finos (< 2 mm), a multiplicação do logaritmo por -1. Deste modo, foi criada a escala logarítmica inversa de base 2 (escala  $\emptyset$ ) obtida pela expressão (Selley, 2000):

$$\emptyset = -\log_2 \times d$$

(em que d = diâmetro da partícula em mm).

Apesar, desta escala ser desvantajosa para a projeção da dimensão das partículas, uma vez que os valores de  $\emptyset$  oscilam entre positivos e negativos, é bastante utilizada pelos sedimentólogos devido às suas diversas vantagens, entre elas o facto de os limites da escala de Wentworth correspondem a números inteiros simples na escala  $\emptyset$  assim como, a cada unidade  $\emptyset$  corresponder um intervalo de classe na escala de Wentworth (Nichols, 2009).

Em 1947 Lane e outros investigadores (Lane *et al.*, 1947) propuseram uma escala baseada na de Wentworth com mais limites de partículas. No presente trabalho será utilizado a classificação proposta por Lane *et al.* (1947) e traduzida para português pelo Professor Doutor Gaspar Soares de Carvalho, professor jubilado da Universidade do Minho.

Tabela 4. Escalas granulométricas usadas para classificar a dimensão das partículas sedimentares. Terminologia traduzida por Gaspar Soares de Carvalho.

Limites		Wentworth 1922	Lane et al. 1947	Terminologia em português
mm	∅			
4096	- 12	<i>Boulder</i>	<i>Very large boulders</i>	<b>Blocos muito grandes</b>
2048	- 11		<i>Large boulders</i>	<b>Blocos grandes</b>
1024	- 10		<i>Médium boulders</i>	<b>Blocos médios</b>
512	- 9		<i>Small boulders</i>	<b>Blocos pequenos</b>
256	- 8	<i>Cobble</i>	<i>Large cobbles</i>	<b>Seixos grandes</b>
128	- 7		<i>Small cobbles</i>	
64	- 6	<i>Pebble</i>	<i>Very coarse gravel</i>	<b>Seixos pequenos</b>
32	- 5		<i>Coarse gravel</i>	
16	- 4		<i>Medium gravel</i>	
8	- 3		<i>Fine gravel</i>	
4	- 2	<i>Granule</i>	<i>Very fine gravel</i>	<b>Areão</b>
2	- 1	<i>Very coarse sand grain</i>	<i>Sand</i>	<b>Areia muito grosseira</b>
1	0	<i>Coarse sand grain</i>		<b>Areia grosseira</b>
0,500	1	<i>Médium sand grain</i>		<b>Areia média</b>
0,250	2	<i>Fine sand grain</i>		<b>Areia fina</b>
0,125	3	<i>Very fine sand grain</i>		<b>Areia muito fina</b>
0,062	4	<i>Silt</i>	<i>Coarse silt</i>	<b>Limo grosseiro</b>
0,032	5		<i>Médium silt</i>	<b>Limo médio</b>
0,016	6		<i>Fine silt</i>	<b>Limo fino</b>
0,008	7		<i>Very fine silt</i>	<b>Limo muito fino</b>
0,004	8	<i>Clay</i>	<i>Coarse clay size</i>	<b>Argila grosseira</b>
0,002	9		<i>Médium clay size</i>	<b>Argila média</b>
0,001	10		<i>Fine clay size</i>	<b>Argila fina</b>
0,0005	11		<i>Very fine clay size</i>	<b>Argila muito fina</b>
0,00024	12			

### 5.1.1. Forma dos sedimentos

A par da dimensão, a forma das partículas é outra das características importantes. Quer a forma inicial dos clastos, inerentes à sua separação do afloramento rochoso a que pertenciam quer, ainda, a adquirida no decurso do transporte, é de interesse para o estudo em sedimentologia. Associado à forma é importante considerar o arredondamento, resultante do desgaste promovido pelos agentes de erosão e transporte.



A forma e o desgaste dos elementos detriticos das rochas sedimentares permite a formulação de diversos índices morfométricos. Entre eles, o índice de forma ou de achatamento e o índice de desgaste. A forma e o desgaste dos detritos depende, em parte, da litologia e dos minerais, que os constitui. Estes condicionam as suas resistências mecânicas e químicas e dependem das condições climáticas, dos tipos, intensidade duração dos agentes de erosão e de transporte e das distâncias (Dal Cin, 1968). A forma e o desgaste dependem ainda e muito das dimensões dos clastos uma vez que, a energia necessária no atrito e na saltação dos clastos, durante o transporte, é tanto maior quanto maiores estes forem. Deste modo, quaisquer estudos morfométricos devem-se basear em clastos com a mesma composição e que pertençam ao mesmo intervalo de classe com extensão máxima de 1 Ø.

#### 5.1.1.1. Índice de achatamento

Em 1947, Cailleux propôs o índice de achatamento determinado pela expressão:

$$\frac{(L+I)}{2E} \rightarrow \text{Índice de achatamento}$$

com  $L \geq I \geq E$ , em que, L (de *longueur*) é o comprimento, I (de *largeur*) a largura, e (E de *épaisseur*) a espessura medida na perpendicular do plano definido por L e I (Figura 65).



Figura 65. Medição do comprimento (L), da largura (I) e da espessura (E) de um clasto.

Cailleux (1947) mostrou que, para elementos sujeitos às mesmas condições de erosão e de transporte, os clastos dos vários tipos litológicos exibem graus de achatamento cujos valores médios, dos respetivos índices, estão intimamente ligados com a fissilidade da rocha. Por exemplo o micaxisto apresenta um valor médio de 3 sendo fissil enquanto, o granito e o quartzo apresentam

um valor médio de índice de achatamento de 2 a 1,5 e são considerados composições não físséis (Galopim de Carvalho, 2005).

### 5.1.1.2. Índice de desgaste

O desgaste das partículas, verificado ao longo do transporte, ataca as arestas e partes mais salientes das respetivas superfícies. Deste trabalho resulta o boleamento do detrito, ou seja o seu arredondamento. Opondo-se entre se a angulosidade e o arredondamento são correlacionáveis com a menor ou maior evolução sofrida pelos sedimentos terrestres e, portanto, com o seu grau de maturidade. Tendo ainda em conta que, em certas condições de energia do agente e/ou litologia, os choques produzem fraturas dos clastos, avivando constantemente, novas arestas (Galopim de Carvalho, 2005).

Cailleux (1947) definiu a seguinte expressão para o cálculo do índice de desgaste:

$$e = \frac{2r_1}{L} \times 1000 \longrightarrow \text{Índice de desgaste}$$

em que,  $r_1$  é o menor raio de curvatura, medido nas arestas do clasto e  $L$  é o diâmetro máximo. O valor de  $r_1$  obtém-se por projeção visual (Figura 66) do contorno da aresta ou canto mais agudo sobre os círculos concêntricos de vários raios. Em anexo (ANEXO B) encontra-se, em tamanho real, o Cible de A. Cailleux, em mm.

Muitas vezes, os clastos de uma dada formação conglomerática são retomados num outro ciclo sedimentar, fraturando-se, o que dá origem a arestas vivas que ficam sujeitas a nova fase de desgaste. Nestas condições, as arestas mais agudas definem o desgaste sofrido no novo ciclo e por essa razão é que se procura medir o menor raio de curvatura. Porém, é também importante salientar que, para o mesmo clasto, naturalmente mais arredondado, pode-se procurar um  $r_2$ , que irá representar o desgaste sofrido que lhe foi impresso pelo ciclo anterior (Galopim de Carvalho, 2005).

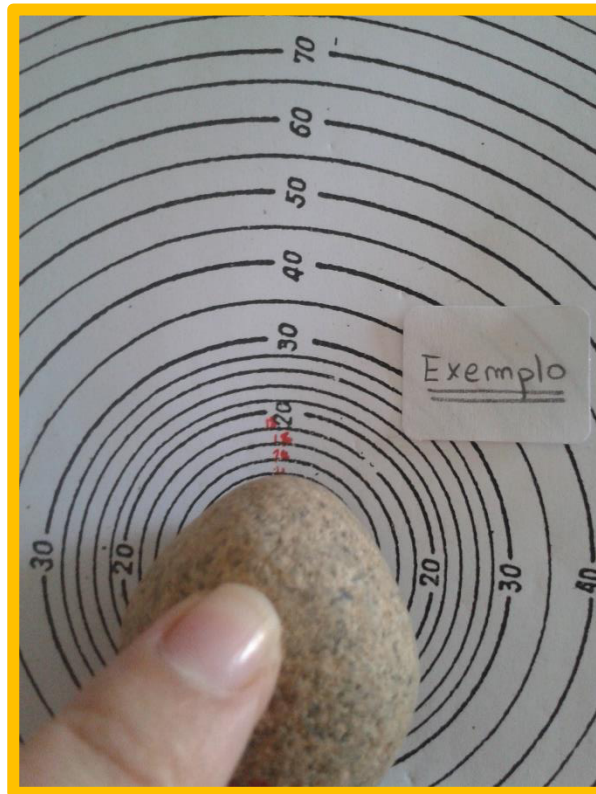


Figura 66. Projeção de um clasto sobre o Cible de Cailleux.

### 5.1.2. Composição dos sedimentos

As rochas sedimentares são resultantes dos processos de meteorização e erosão das rochas pré-existentes. Deste modo, o conhecimento da composição, a par da sua textura é outra das propriedades a considerar para o estudo dos sedimentos. A caracterização da composição dos sedimentos fornece uma visão mais clara sobre a sua fonte.

As rochas sedimentares apresentam uma grande variedade composicional, sendo comuns nas rochas sedimentares quartzo, feldspato, fragmentos de rochas, mica, os carbonatos e os minerais acessórios mais densos (Lewis & McConchie, 1994b).

Alguns constituintes presentes nos sedimentos são facilmente identificáveis a olho nu, principalmente quando os clastos são grandes e distintos contudo, quando a granulometria é pequena é necessário recorrer a microscópios e a análise química para o estudo da constituição mineralógica (Prothero & Schwab, 2014). A composição dos seixos grosseiros e dos blocos é melhor ser estudada no campo, uma vez que as amostras representativas são difíceis de transportar para o laboratório. A composição da areia por sua vez é mais facilmente identificada em montagens de grãos em lâmina delgada ou de grãos soltos, utilizando um microscópio de luz

refletida ou uma lupa binocular. As partículas de dimensão argila geralmente requerem uma identificação por Raios-X.

A composição dos sedimentos detríticos reflete a origem ou proveniência dos mesmos, permitindo identificar quais as rochas em erosão. A composição diferencial em locais específicos reflete os efeitos de triagem seletiva durante o transporte e são esses processos que atuam nos ambientes deposicionais. As tendências estratigráficas de mudança de composição dos sedimentos, assim como da sua granulometria, são poderosas ferramentas interpretativas dessa seleção ao longo da fase de transporte e deposição (Lewis & McConchie, 1994b).

## 5.2. Metodologia adotada no estudo laboratorial dos sedimentos

Todas as amostras recolhidas foram secas na estufa *Heraeus* a 50 °C durante 24 horas, uma vez que, como foram recolhidas dentro e perto de água encontravam-se húmidas e quando os sedimentos estão húmidos, principalmente os mais finos tendem a agregar-se o que dificulta a sua separação.

A distribuição dimensional dos sedimentos recolhidos é muito variada o que obriga a adotar métodos distintos para a análise da mesma amostra quando constituída por sedimentos com uma população abundante de clastos grosseiros e/ou quando constituída por uma população abundante de sedimentos finos.

Por razões várias, entre elas a fidelidade dos resultados de modo a garantir que a amostra é representativa do objeto de estudo, a quantidade de amostra recolhida no terreno é, superior à exigida em laboratório. Assim, uma vez secas e desagregadas as amostras, estas foram quarteadas utilizando um fracionador designado por *Sample splitter*, que permite subdividir a amostra inicial em subamostras, sem alterar as suas características granulométricas e composicionais.

O fracionador apresentava uma malha com 16 mm pelo que, todas as partículas com comprimento igual ou superior ficaram retidas. Essa fração (fração  $\geq 16$  mm) foi depois submetida a análise morfométrica. A subamostra assim obtida (fração  $< 16$  mm) foi sujeita a crivação numa coluna de crivos com espaçamento segundo a escala  $\sqrt{2}$ , agitada num agitador mecânico do tipo Ro-Tap. As amostras contendo ainda uma quantidade considerável de partículas inferiores a 0,062 mm (fração  $< 0,062$  mm) foram ainda sujeitas a análise dimensional usando o *Sedigraph*. O

esquema seguinte (Figura 67) representa o organigrama simplificado adotado no tratamento laboratorial.

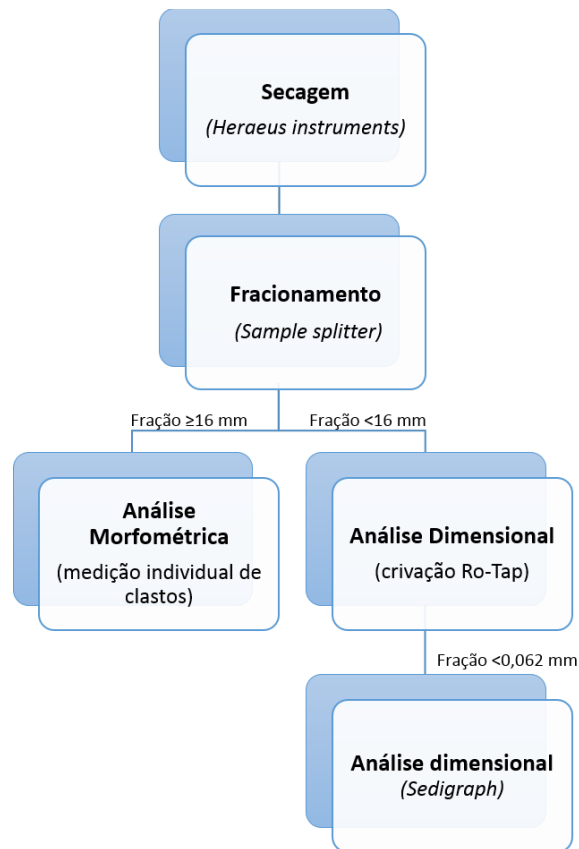


Figura 67. Organigrama da metodologia adotada durante a fase laboratorial.

### 5.2.1. Fração $\geq 16$ mm

A fração  $\geq 16$  mm, retida no topo da malha do fracionador, foi sujeita a análise morfométrica (Figura 68). Para tal, em cada clasto identificado individualmente, foi medido o seu comprimento (L), largura (l), espessura (e) e o raio do vértice com menor desgaste (r1), que permitiram posteriormente calcular o índice de desgaste e o índice de achatamento. Para além do tamanho e das propriedades morfométricas também foi identificada a composição de cada clasto.

A referência de cada clasto é formada pelo número da amostra precedido por um ponto seguido de um número. Por exemplo o clasto 34A.11 é o décimo primeiro clasto pertencente à amostra 34A.

Os valores obtidos encontram-se em detalhe no ANEXO C.



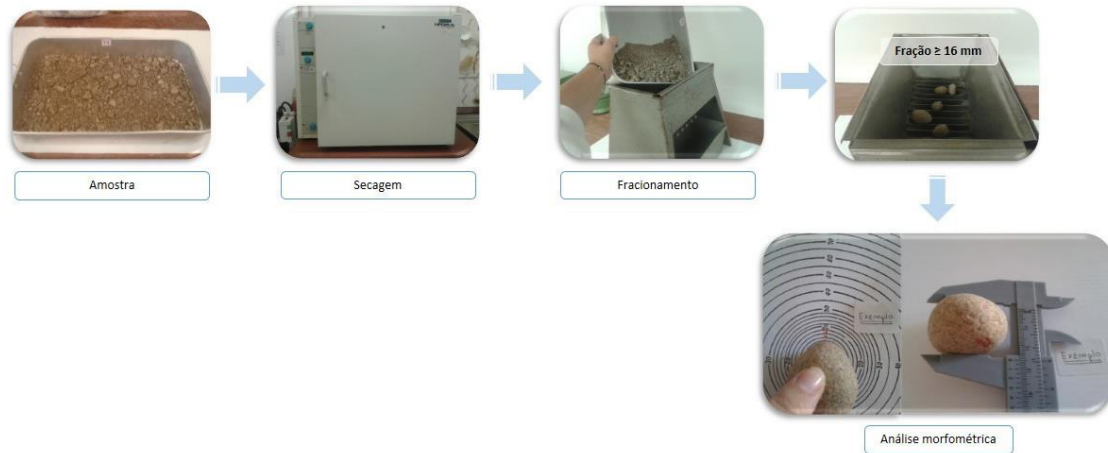


Figura 68. Esquema das etapas de trabalho laboratorial até à medida dos clastos da fração  $\geq 16$  mm.

### 5.2.2. Fração $< 16$ mm e $\geq 0,062$ mm

A subamostra obtida pelo fracionamento, como anteriormente explicado, foi pesada com aproximação ao centígrama e posteriormente sujeita a análise dimensional, obtida por crivação numa coluna de crivos com espaçamento segundo a escala  $\sqrt{2}$ , agitada durante 10 min num agitador mecânico do tipo Ro-Tap. Assim separadas por intervalos dimensionais, as várias frações foram pesadas (ANEXO D). A representação esquemática da metodologia adotada para análise dimensional desta fração encontra-se na figura seguinte (Figura 69).



Figura 69. Esquema representativo da metodologia adotada, na etapa laboratorial, para obtenção e subsequente análise dimensional por crivação numa coluna de crivos no Ro-Tap, numa amostra com fração  $< 62$   $\mu$ m vestigial.

### 5.2.3. Fração < 0,062 mm

As amostras contendo uma fração < 0,062 mm superior a 10% do peso total da amostra ou nas amostras muito finas com quantidade vestigial de partículas > 62  $\mu\text{m}$  usou-se o *Sedigra*ph 5100 para a análise dimensional destas amostras. Este equipamento assenta no princípio da sedimentação expressa pela Lei de Stokes e usa a radiação X para medir dimensão das partículas. Uma célula contendo a suspensão da amostra vai descendo regularmente em frente de uma janela de feixe de Raios X cuja intensidade da radiação que atravessa a suspensão, varia com a sedimentação das partículas, portanto em função do tempo e da altura da queda (Lewis & McConchie, 1994a). O *Sedigra*ph permite medir indiretamente diâmetros esféricos compreendidos no intervalo 100-0,50  $\mu\text{m}$ . No final os resultados são expressos em percentagem ponderal cumulativa das partículas finas Os valores obtidos por *Sedigra*ph para a fração <0,062 mm podem ser consultados no ANEXO E.

Assim, com o intuito de proceder à análise dimensional das partículas finas, foi adotado o seguinte processo (Figura 70): depois de a amostra estar seca, esta foi quarteada no fracionador e pesada; esta porção foi vertida sobre um crivo de 0,062 mm (62 $\mu\text{m}$ ), que está assente num funil sobre um copo, e lavada com água destilada abundante até começar a escorrer água limpa para o copo; este processo foi auxiliado por uma espátula de modo a soltar todos os finos. A porção que ficou retida no crivo ( $\geq 62 \mu\text{m}$ ) foi vertida sobre um funil com um filtro de papel com a ajuda de água destilada, e depois levada à estufa a cerca de 100 °C para secar durante 24 horas. Posteriormente, a análise dimensional por crivação. A porção < 62  $\mu\text{m}$  foi sujeita a desfloculação utilizando um ultrassons (*Bandelin Sonorex* RK 100) e depois a análise dimensional no *Sedigra*ph 5100.

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

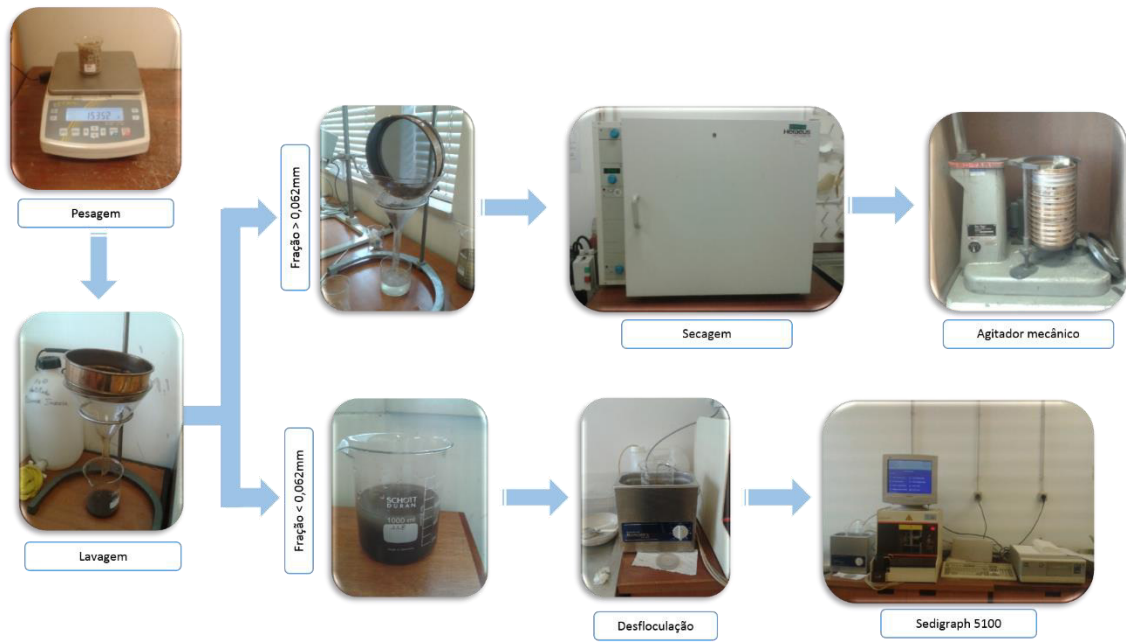


Figura 70. Esquema representativo da metodologia adotada na etapa laboratorial para as amostras analisadas no Sedigraph.



## 6. TRATAMENTO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da observação e estudo laboratorial dos sedimentos foi possível fazer o tratamento estatístico dos mesmos.

Este capítulo está dividido em duas partes; a primeira referente à fração  $\geq 16$  mm, onde cada clasto foi avaliado individualmente, e uma segunda parte referente à fração  $< 16$  mm que foi analisada através de crivação e *Sedigraph*. Os dados obtidos podem ser consultados nos ANEXOS A a F

### 6.1. Fração $\geq 16$ mm

#### 6.1.1. Espectro litológico total

Após a identificação e contagem dos clastos agruparam-se as composições observadas do seguinte modo:

- Quartzo (Qz);
- Feldspato (Feld);
- Os clastos de granitos de grão fino, médio e grosseiro não porfiróides e porfiróides estão incluídos, respetivamente, nos grupos de granitos GrF, GrM e GrG;
- Os clastos de rochas metamórficas, como quartzomicaxistos e micaxistos, estão agrupados na designação geral de metamórficas (Met).

O gráfico da figura 71 representa o número total de clastos identificados pelas composições descritas, tendo sido analisados um total de 813 clastos.



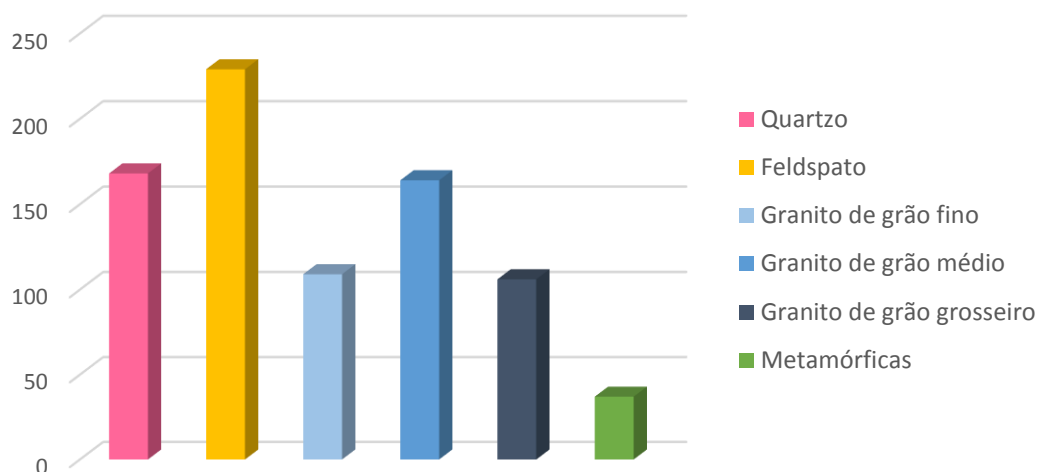


Figura 71. Gráfico representativo do número total de clastos identificados por composição.

O espectro litológico presente nos sedimentos depende diretamente das rochas disponíveis nas áreas de alimentação e este facto é frequentemente explorado como indicador quer dos trajetos de fornecimento quer de proximidade das áreas fonte.

Pela análise do gráfico é possível aferir que foram recolhidos em maior número clastos de feldspato (229), seguido de clastos de quartzo (168), granito de grão médio (164), fino (109) e grosseiro (106) sendo os clastos de rochas metamórficas (37) os recolhidos em menor número. A tipologia de clastos representa a geologia da área em estudo.

### 6.1.2. Distribuição dimensional

A distribuição das dimensões das partículas estudadas da fração  $\geq 16$  mm, pelas classes dimensionais [16-22], [22-32], [32-45], [45-64], [64-90] e  $> 90$  mm (Figura 72) revela que são mais frequentes nas duas primeiras classes (80%), diminuindo acentuadamente a frequência em elementos de dimensões superiores. Dum modo geral a fração grosseira estudada é constituída essencialmente por seixos pequenos grosseiros e muito grosseiros, segundo a classificação proposta por Lane *et al* (1947).

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

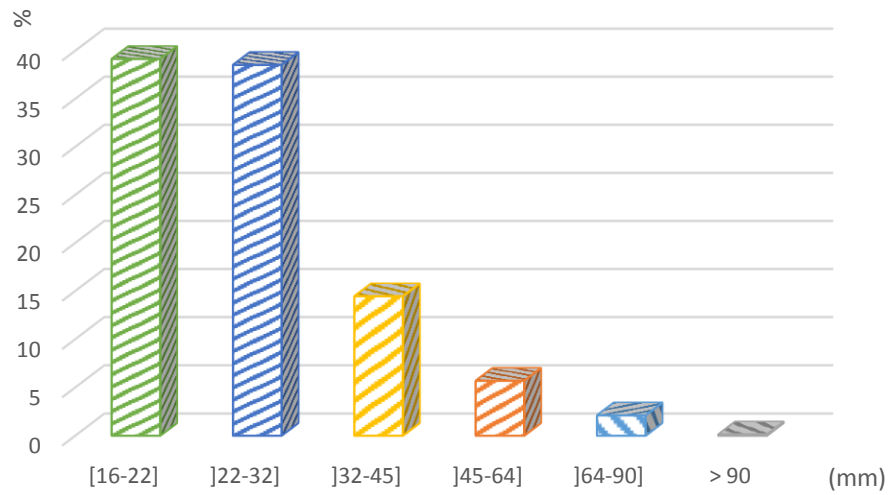


Figura 72. Frequência relativa das classes dimensionais definidas na fração  $\geq 16$  mm.

A distribuição das dimensões nas partículas da fração grosseira varia ligeiramente entre os locais amostrados. O gráfico seguinte (Figura 73) ilustra a distribuição dimensional para cada local e tipo de barra.

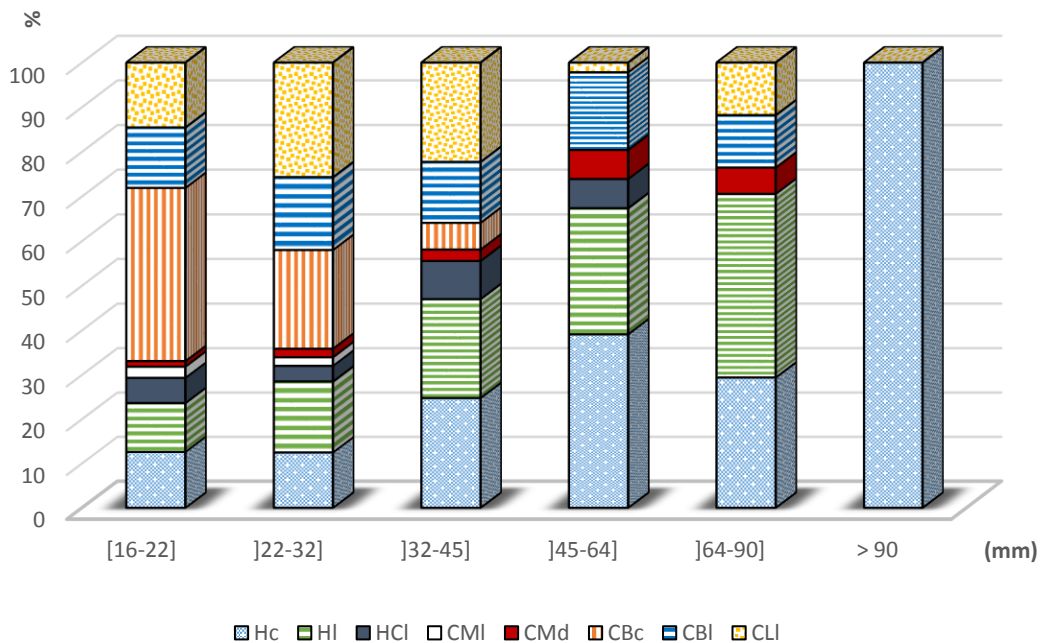


Figura 73. Frequência relativas das classes dimensionais definidas na fração  $\geq 16$  mm para cada local e tipo de barra (Hc: barra central Porto-Carrero; HI: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBl: barra lateral Barcelinhos; e CLl: barra lateral Barca do Lago).

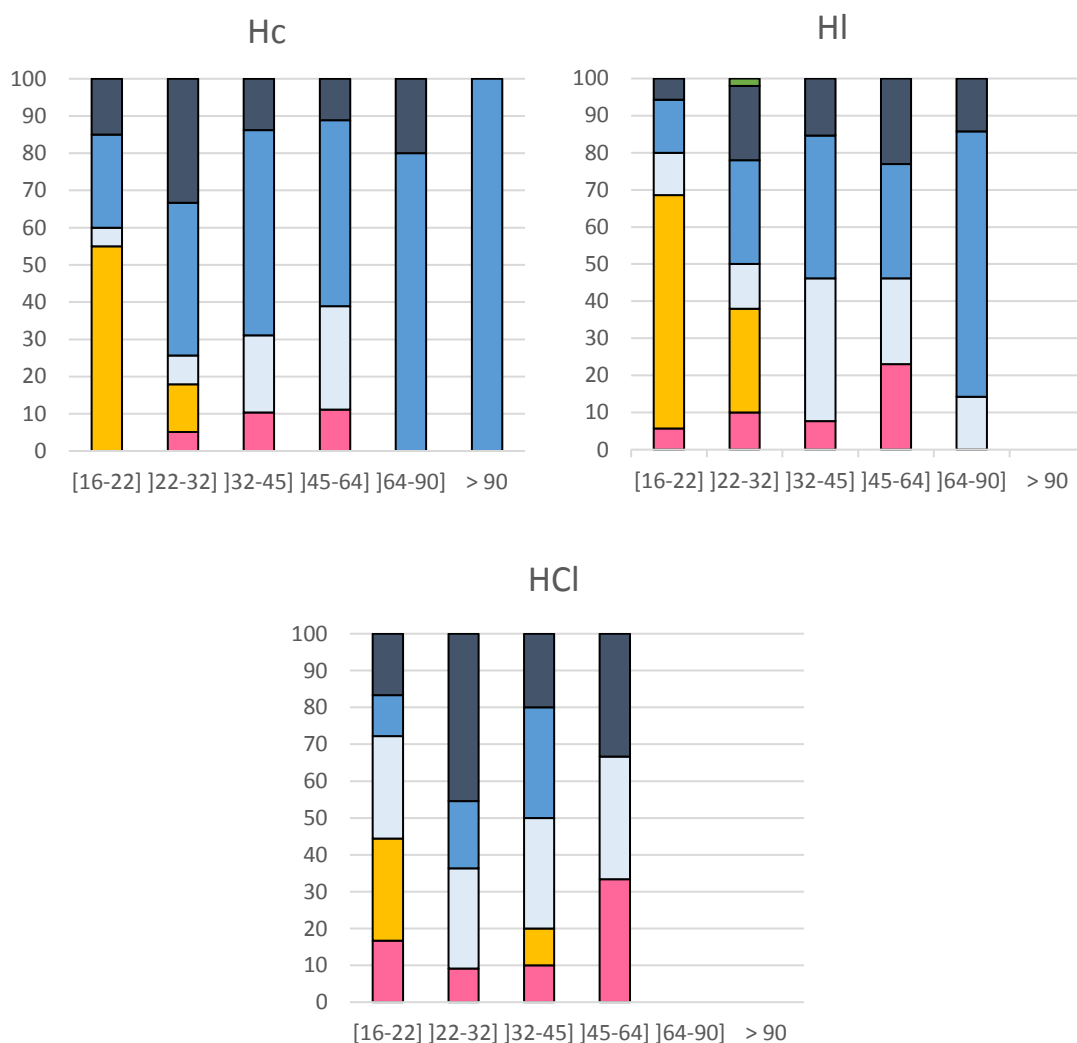
## 6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

Pela análise do gráfico anterior (Figura 73) verifica-se que os clastos pertencentes ao intervalo dimensional [16-22] foram recolhidos na sua generalidade na barra central de Barcelinhos (39%) e na barra lateral Barca do Lago (15%). Também na classe [22-32] se averigua que a maioria dos clastos pertencentes a esta classe, cerca de 42%, foram recolhidos nestas barras.

Os clastos pertencentes às classes [32-45], [45-64], [64-90] foram essencialmente encontrados na barra central e lateral da praia fluvial Porto-Carrero, no rio Homem.

Ao longo do troço em estudo apenas foi amostrado um clasto com dimensão superior a 90 mm, tendo sido recolhido na barra central Porto-Carrero. De uma forma geral verifica-se que os clastos mais pequenos ocorreram em locais mais a jusante do rio e os clastos com dimensões superiores foram recolhidos em locais mais a montante.

Com o intuito de estabelecer correlação entre a distribuição dimensional e a composição dos clastos nas diferentes barras amostradas construiu-se os seguintes gráficos (Figura 74).



Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

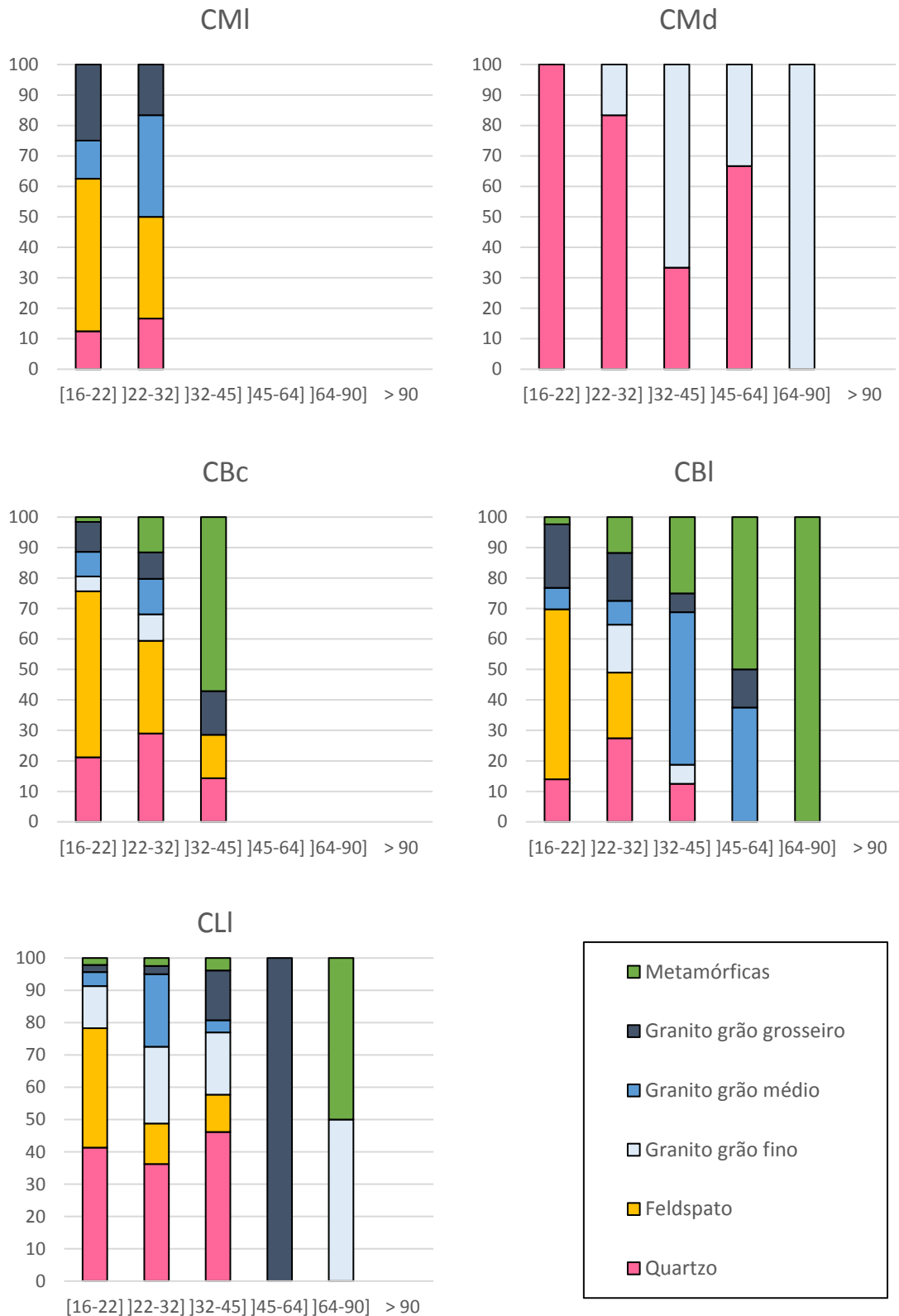


Figura 74. Distribuição da composição em percentagem relativa no intervalo de classe dimensional (expresso em mm) para cada local e tipo de barra (Hc: barra central Porto-Carrero; HI: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBI: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago).

Pela análise do gráfico Hc e HI da figura 74 é possível aferir que os clastos de feldspato amostrados na Praia Fluvial Porto-Carrero, rio Homem, aparecem apenas nas classes mais pequenas ([16-22] e ]22-32] mm), já os clastos de quartzo apresentam uma maior variação dimensional, surgindo clastos de quartzo até à classe ]45-64] mm. Tanto na barra central (Hc) como na barra lateral (HI) os clastos de granito manifestam-se nas variadas dimensões sendo, contudo, na barra central que surge o clasto de maior dimensão. Este clasto de granito de grão médio com tendência porfiróide, de duas micas biotítico (Ref: 10.1) possui um comprimento de 115 mm e foi recolhido numa zona imersa e mais profunda do canal. A sua presença, como pavimento do leito do canal, indica o trajeto de maior energia da corrente. Na praia fluvial Porto-Carrero apenas foi recolhido um clasto de micaxisto (Ref: 34A.11) na barra lateral, com um comprimento de 30 mm e a cerca de 10 cm de profundidade.

Na zona de confluência rio Homem-Cávado, os clastos recolhidos na barra lateral são seixos pequenos grosseiros e muito grosseiros. As diferentes litologias aparecem nas classes dimensionais compreendidas entre [16-22] e ]45-64] mm exceto, na classe ]22-32] mm sem clastos de feldspato e na classe ]45-64] mm sem clastos de feldspato e nem de granito de grão médio. Nesta barra não foram encontrados clastos de rochas metamórficas.

Na barra lateral da praia fluvial de Manhente foram recolhidos seixos pequenos grosseiros de quartzo, feldspato, granito de grão médio e granito de grão grosseiro. Por sua vez nos depósitos de terraço ocorrem clastos de quartzo com comprimentos compreendidos entre 17 mm (Ref: 129.8) e 52 mm (Ref: 129.4) e clastos de granito de grão fino com comprimentos entre os 25 mm (Ref: 129.7) e os 66 mm (Ref: 129.1).

De uma forma geral os clastos recolhidos na praia fluvial de Barcelinhos, nas barras centrais são mais pequenos do que os recolhidos na barra lateral. Os clastos de quartzo, feldspato e granito de grão fino surgem nas classes dimensionais mais pequenas em oposição aos clastos de granito grão médio, granito de grão grosseiro e rochas metamórficas que são em maior percentagem à medida que o comprimento aumenta.

Na barra lateral da praia fluvial Barca do Lago os clastos de quartzo, feldspato e granito de grão médio manifestam-se nas classes [16-22], ]22-32] e ]32-45] mm. Os seixos pequenos de granito de grão fino e de rochas metamórficas amostrados pertencem às classes dimensionais anteriores e à classe ]64-90] mm. Os clastos de granito de grão grosseiro apresentam comprimentos entre os 21 mm (Ref: 142.18) e os 57 mm (Ref: 142.23).

De uma forma geral é possível verificar que os clastos de granito aparecem em maior quantidade e de maiores dimensões nas barras fluviais do rio Homem enquanto os clastos de feldspato e quartzo surgem em maior quantidade nos locais estudados mais a jusante do rio Cávado. Isto é explicado pelo facto de os clastos de granito no rio Homem estarem mais perto da sua fonte e por isso terem sofrido menos transporte e menos erosão. À medida que nos afastamos da fonte os fragmentos de granito vão sofrendo erosão, tornando-se mais pequenos e libertando, no caso dos granitos porfiróides, os grãos de feldspato. Por sua vez, os clastos de quartzo são provenientes do desmantelamento dos filões de quartzo, pelo que o seu aumento para jusante é explicado pela sua alta resistência mecânica. Por sua vez os clastos de rochas metamórficas foram quase todos observados no rio Cávado, apenas foi recolhido um clasto de micaxisto na barra lateral do rio Homem. Se analisarmos a carta geológica (Figura 2) é possível constatar que o rio Homem não intersesta nenhum afloramento de rochas metamórficas, a presença de um clasto desta litologia numa barra deste rio pode ser explicada pelo facto de o Homem utilizar diferentes rochas nas suas construções que por diferentes meios depois chegam aos cursos de água. Pela análise da mesma carta é ainda possível constatar que é na zona de Ucha, Lama, Gamil e Rio Tinto que se observam as rochas metamórficas. Desta forma, podemos concluir que as barras fluviais são litologicamente representativas dos afloramentos próximos da área da bacia de drenagem.

A distribuição dimensional observada nos sedimentos é resultado da interação entre as dimensões das partículas fornecidas pela área de alimentação e as características da corrente de transporte, em particular a sua competência e regime. Assim os sedimentos que se encontram mais longe da área fonte são mais pequenos dos que os da mesma composição que se encontram em locais mais perto. Sendo, contudo, a resistência mecânica do mineral ou da rocha um fator preponderante para a sua dimensão.

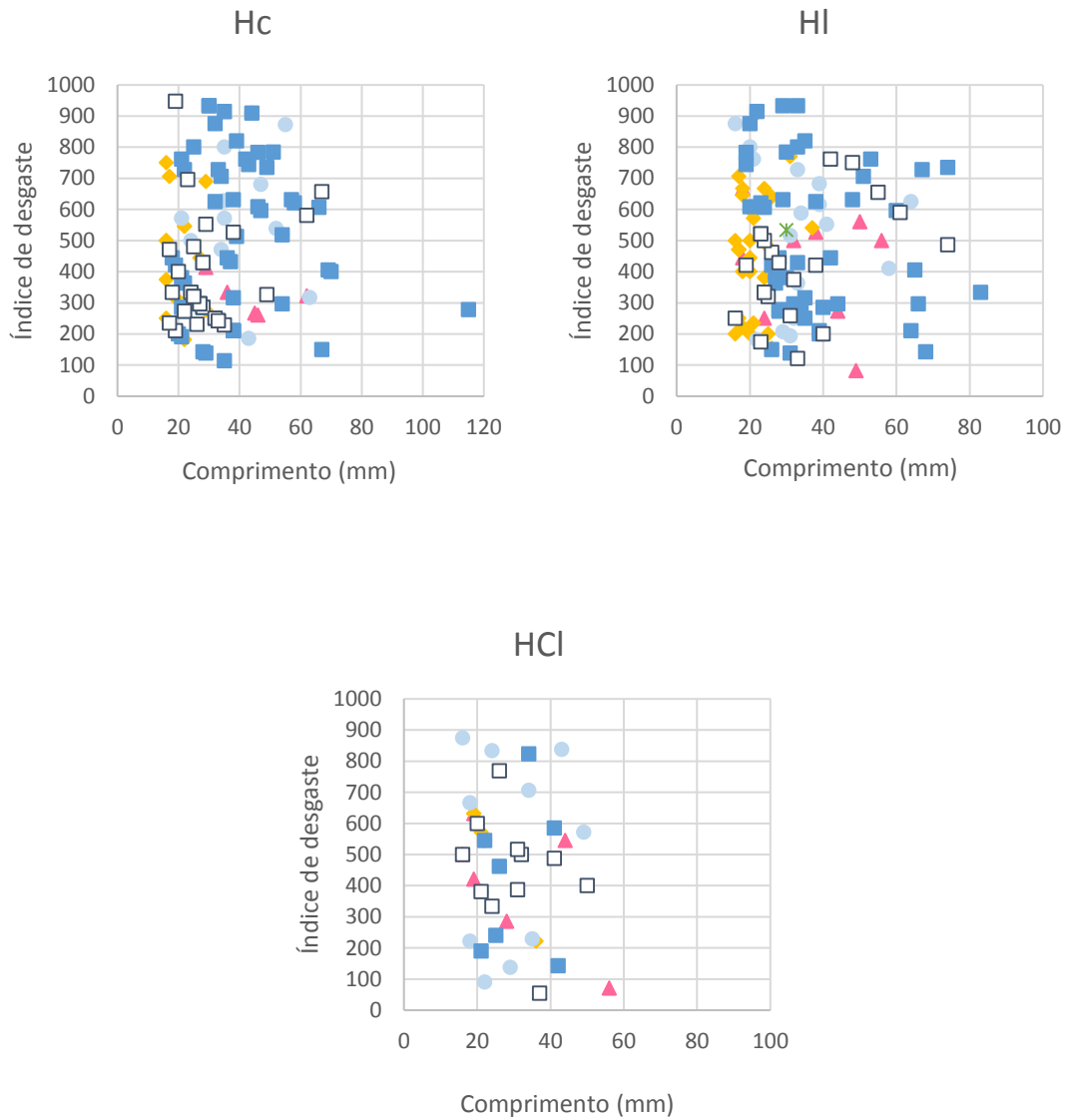
### **6.1.3. Morfometria total**

Para o estudo da morfologia dos seixos foram utilizados o índice de desgaste de 1ª ordem (ID) e o índice de achatamento (IA) definidos por (Cailleux & Tricart, 1959).



### 6.1.3.1. Relação entre o índice de desgaste e o comprimento

Como foi anteriormente descrito (Capítulo 3), a dimensão da partícula influencia a sua forma e modo de transporte. Os gráficos da figura 75 ilustram a relação entre o índice de desgaste e o comprimento (mm), dos clastos por composição e local onde foram recolhidos.



Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

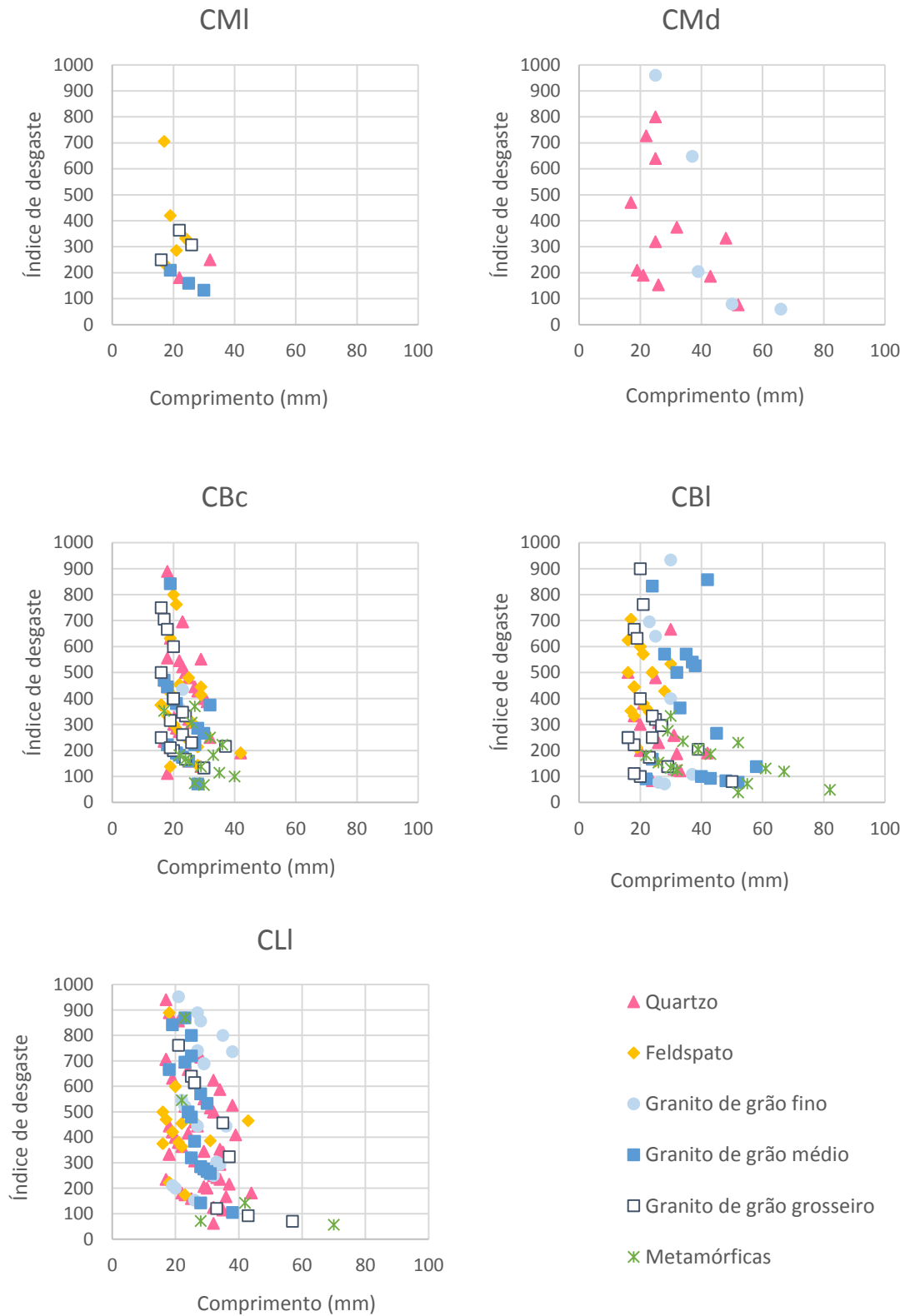


Figura 75. Relação entre o comprimento (mm) e o índice de desgaste por composição, por local e tipo de barra (Hc: barra central Porto-Carrero; Hl: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBI: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago).

De uma forma geral os valores de índice de desgaste são variáveis e à medida que o comprimento vai aumentando o índice de desgaste vai diminuindo isto porque, há medida que os fragmentos vão sofrendo erosão e as suas arestas vão sendo limadas o seu desgaste aumenta e por sua vez o seu comprimento diminui (Figura 76).

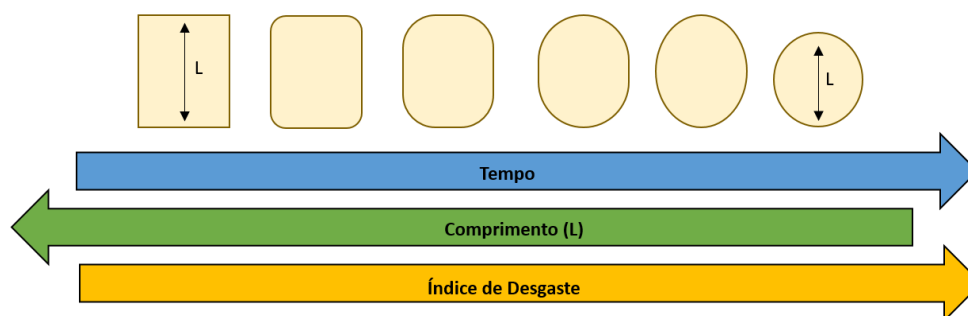


Figura 76. Esquema simplista representativo da relação entre o índice de desgaste e o comprimento (L) dos clastos ao longo do tempo, supondo que os clastos não se fraturam entretanto.

Fazendo uma análise mais particular para cada barra, observamos que na barra central da praia fluvial de Porto-Carrero, no rio Homem, o valor mais alto para o índice de desgaste é o do clasto 10.28, correspondente a um seixo pequeno de granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico. Este clasto apresenta um valor para o índice de desgaste de 947 e um comprimento de 19 mm. O valor mais baixo corresponde a um granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico (Ref:10.19). Este possui 35 mm de comprimento e 114 de índice de desgaste. É ainda importante referir que foi nesta barra onde foi amostrado o clasto maior, com 115 mm de comprimento, correspondente a um clasto de granito de grão médio com tendência porfiróide de duas micas, essencialmente biotítico (Ref: 10.1), com um índice de desgaste de 278. Na barra lateral o clasto com maior índice de desgaste é um granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico (Ref: 24A.21), com 26 mm de comprimento e 923 de ID. O valor mais baixo corresponde a um clasto de quartzo (Ref: 35A.15), com 49 mm e 82 de ID.

Na zona de confluência Homem-Cávado, o clasto amostrado com maior valor de índice de desgaste (875) e com um comprimento de 16 mm foi de granito de grão fino a médio de duas micas essencialmente biotítico; por sua vez, o clasto com menor valor de ID (54) corresponde a um seixo pequeno de granito porfiróide, de grão grosseiro biotítico (Ref:44.9), com 37 mm de comprimento.

Na barra lateral da praia fluvial de Manhente, no rio Cávado, foi amostrado um clasto de feldspato (Ref: 125.4), com 17 mm de comprimento e 706 de índice de desgaste, condizendo assim ao valor mais alto amostrado nesta barra. O valor mais baixo de ID (133) corresponde a um seixo pequeno de granito porfiróide de grão médio biotítico, com 30 mm de comprimento. Nos depósitos de terraço fluviais amostrados junto à praia de Manhente foi encontrado um clasto de granito de grão fino de duas micas com 960 de ID e 25 mm de comprimento, já o valor mais baixo corresponde a um clasto de granito de grão fino a médio, com esparsos megacristais, com duas micas essencialmente biotítico que apresenta 66 mm de comprimento e 61 de índice de desgaste.

Na praia fluvial de Barcelinhos, nas barras centrais, o clasto com maior índice de desgaste amostrado foi o clasto de quartzo (Ref:72.10) com 889 de ID e 18 mm de comprimento, por sua vez o clasto com maior ID (29) foi o clasto de quartzo micaxisto (Ref: 49.16) com 29 mm de comprimento. Na barra lateral da margem esquerda do rio Cávado o clasto com maior ID corresponde a um seixo pequeno de granito róseo de grão fino a médio de duas micas biotítico (Ref: 87.11) com 933 e 30 mm de comprimento. Já o clasto com menor ID (38) corresponde a um seixo pequeno de micaxisto, com a referência 87.6, que apresenta 52 mm de comprimento.

Na barra lateral da margem esquerda do rio Cávado, mais concretamente na praia fluvial da Barca do Lago, o clasto 143C.25 aí amostrado, correspondente a um seixo pequeno de granito de grão fino de duas micas essencialmente biotítico, apresenta o valor de índice de desgaste maior (956) e um comprimento de 21 mm. Já o clasto 143C.44, referente a um seixo pequeno de micaxisto é o que revelou menor ID, com um valor de 71 e um comprimento de 28 mm.

#### **6.1.3.2. Relação entre o índice de desgaste e o índice de achatamento**

A erosão sofrida pelos clastos, no decurso do seu transporte, produz desgaste, que lhes modifica a forma e, assim, lhes condiciona o achatamento e a esfericidade. Este condicionamento foi posto em evidência por Richter em 1959 (Reineck & Singh, 1986), no seu diagrama achatamento versus desgaste para diferentes ambientes (Figura 77), usando os índices definidos por Cailleux & Tricart (1959).

6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

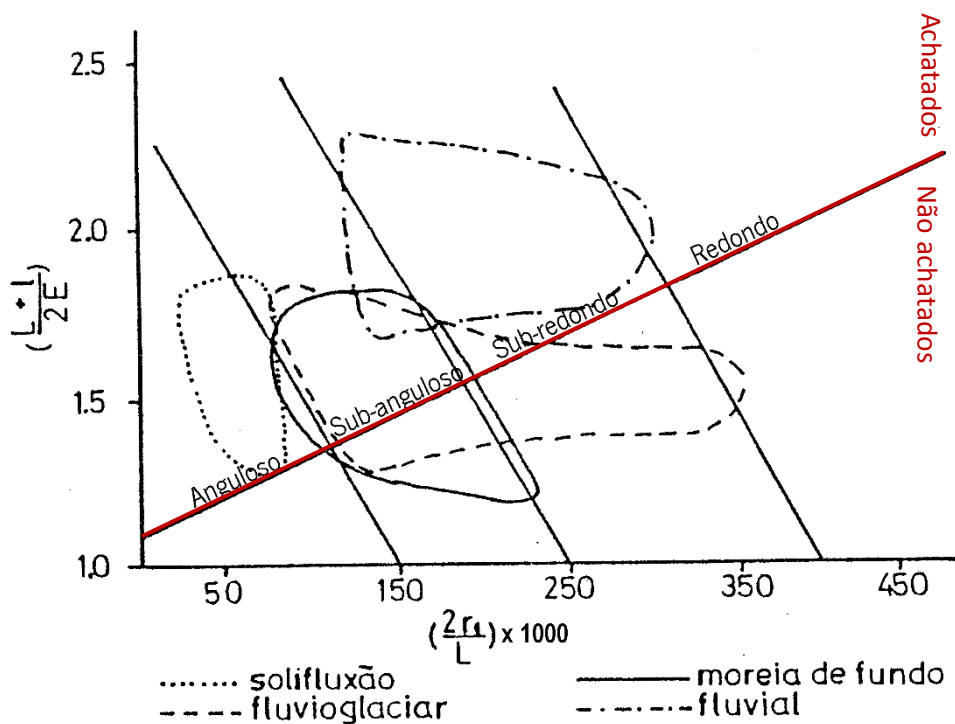
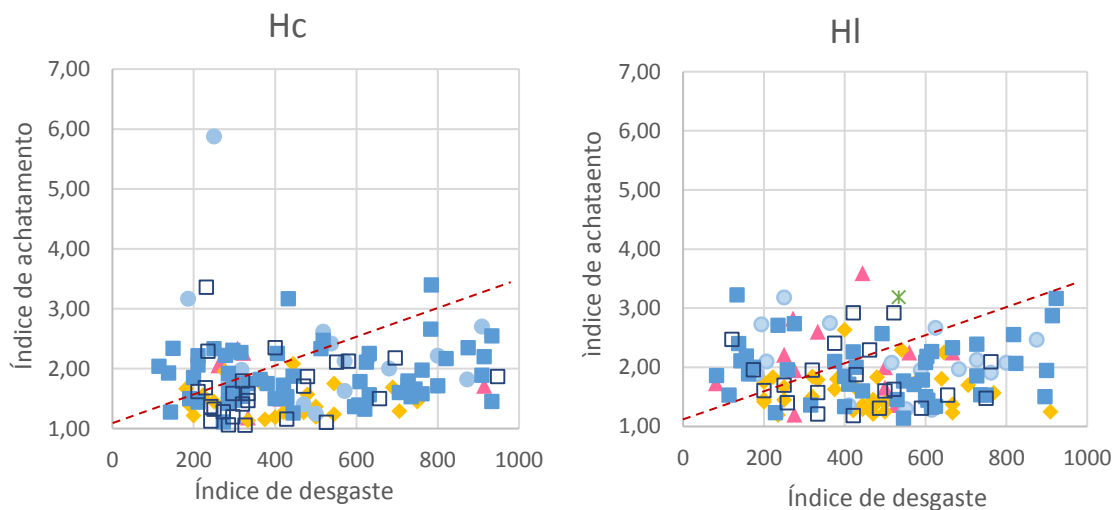


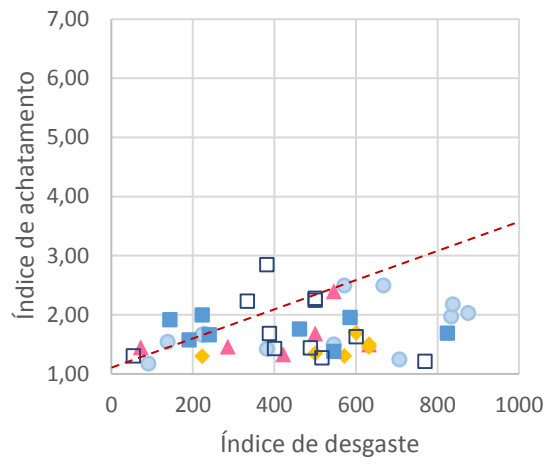
Figura 77. Distribuição de seixos de origens diferentes, com base no índice de achatamento e no índice de desgaste definidos por Cailleux & Tricart (1959), (modificado de Richter, 1959 in Reineck et al, 1986).

Os gráficos seguintes (Figura 78) ilustram a relação entre o índice de desgaste e o índice de achatamento por cada local e tipo de barra amostrado.

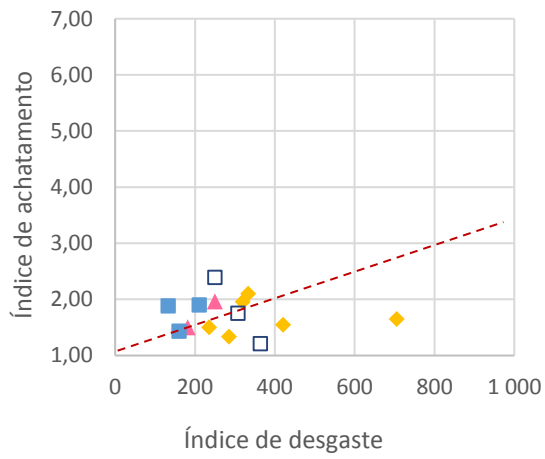


Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

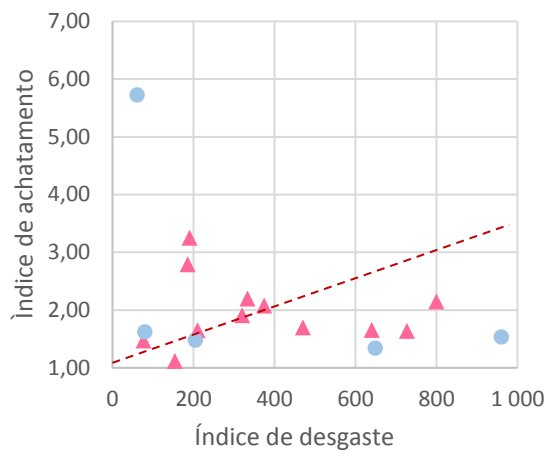
HCI



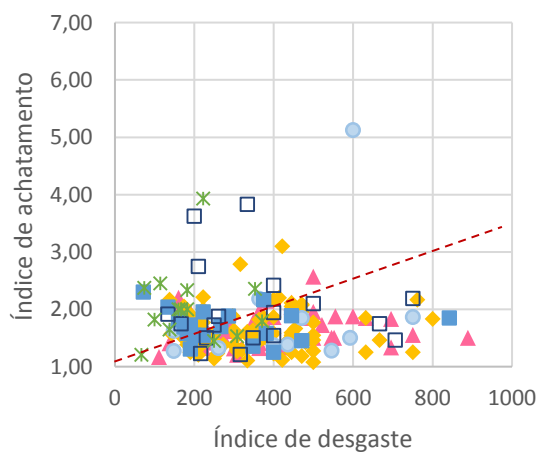
CMm



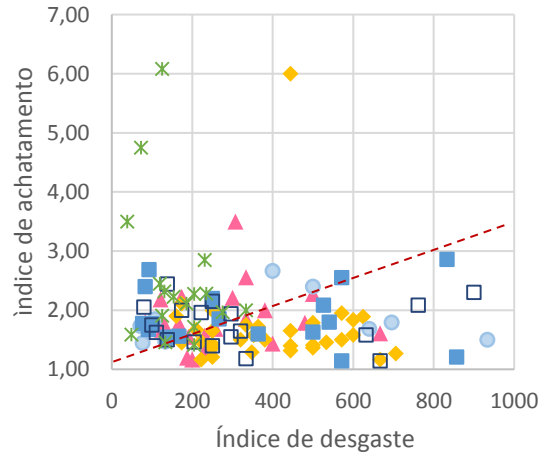
CMd



CBc



CBI





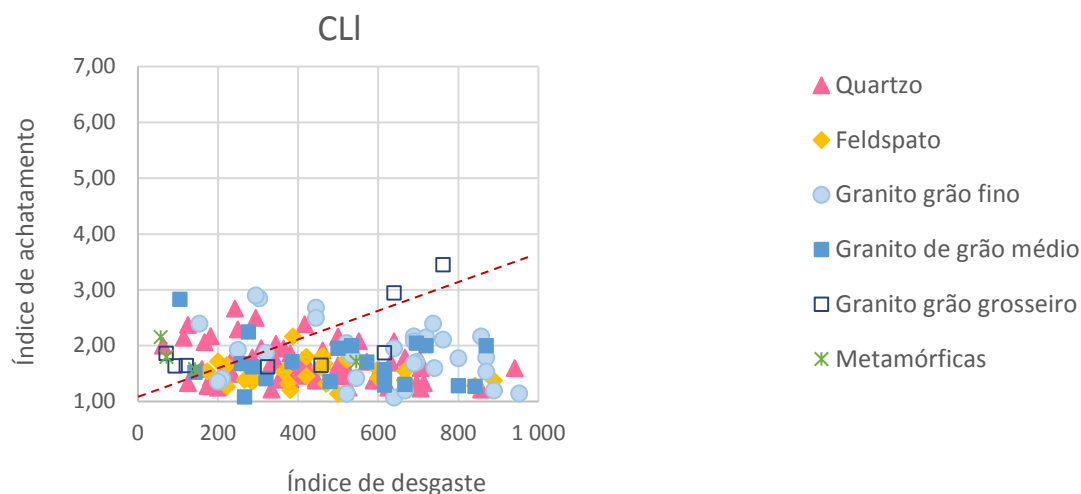


Figura 78. Relação entre o índice de desgaste e o índice de achatamento por composição, por local e tipo de barra (Hc: barra central Porto-Carrero; Hl: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBl: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago).

Pela análise dos gráficos da figura 78 podemos classificar os clastos amostrados, segundo o diagrama de Richter (1959), desde angulosos a muito arredondados. Também podemos concluir que, grande parte dos clastos têm alta esfericidade e são bastante arredondados, pois apresentam alto índice de desgaste e baixo índice de achatamento.

#### 6.1.4. Morfometria dos clastos de quartzo

Com o intuito de comparar os valores morfométricos do presente trabalho com os de outros trabalhos já realizados (Dal Cin, 1968; Alves, 1995; Oliveira, 2008) foi considerado, neste subcapítulo apenas os valores de índice de desgaste e índice de achatamento para os clastos de quartzo.

Os veios e filões de quartzo, que nas rochas mãe ocupa em média 0 a 2% de superfície é um dos materiais mais resistentes física e quimicamente. A frequência elevada em quartzo ou rochas siliciosas nos sedimentos é, portanto, um indicio de condições favoráveis à desagregação física e química dos materiais, ou seja, à destruição das rochas mais alteráveis, semelhante às que se observam atualmente em clima quente e húmido. Em ambiente menos quente a decomposição química é menos intensa, ocorrendo nas vertentes durante épocas pluviosas a desagregação física de fragmentos de litologia e alteração variável (Alves, 1995).

Segundo Dal Cin (1968) para determinar o índice de desgaste sofrido pelos sedimentos de um determinado meio, basta analisar apenas um tipo de seixos. Os valores obtidos pelo quartzo são mais fiáveis, uma vez que são aqueles que conseguem indicar melhor a duração e distância do transporte. Para além disso, este autor e outros como Cailleux e Tricart (1959) verificaram que a percentagem de quartzo nos depósitos fluviais aumenta de montante para jusante devido à resistência deste mineral. As ações mecânicas, como a colisão de partículas umas contra as outras tendem a fazer diminuir o tamanho dos clastos de micaxistos, gnaisses, granitos e outras rochas. Como o quartzo é mais resistente, não se desgasta tão facilmente, pelo que a sua concentração vai aumentando, quer durante o transporte quer ao longo do rio.

Se analisarmos o gráfico da figura 79, referente à percentagem de clastos amostrados neste trabalho ao longo do rio Homem e Cávado, de montante para jusante, podemos afirmar que apenas para o quartzo a percentagem aumenta sempre gradualmente.

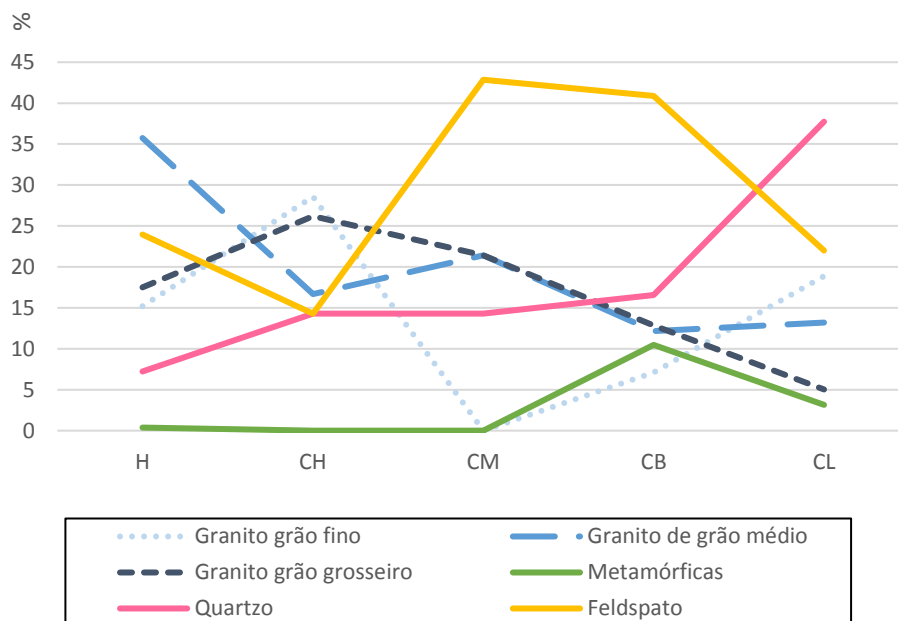


Figura 79. Frequência relativa de clastos de quartzo, feldspato, granito de grão fino, granito de grão médio, granito de grão grosseiro e de metamórficas ao longo dos locais estudados (H: Porto-Carrero; CH: Confluência rio Homem-Cávado; CM: Manhente; CB: Barcelinhos; e CL: Barca do Lago). Não está aqui representada a percentagem de clastos amostrados nos depósitos de Manhente por se tratar de um episódio diferente.

#### 6.1.4.1. Índice de desgaste de 1ª ordem dos clastos de quartzo

Para conjunto de clastos de quartzo recolhidos foi construído os histogramas de distribuição do índice de desgaste por classes de 50 presentes na figura 80. Os gráficos estão separados por local, por tipo de barra (central ou lateral) e por depósito de terraço.

## 6. Tratamento, análise e discussão dos resultados



Figura 80. Distribuição das classes de índice de desgaste com intervalos de 50 para os clastos de quartzo por local e tipo de barra (Hc: barra central Porto-Carrero; HI: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBl: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago).

O valor da média do índice de desgaste dos seixos é diretamente influenciado pelo tipo de distribuição das classes do índice de desgaste e sua frequência. Analisando os histogramas referentes aos seixos recolhidos na praia fluvial Porto-Carrero é possível aferir que a classe modal principal se localiza à esquerda de 350. Na zona de confluência (CHI) a percentagem relativa distribui-se pelas diferentes classes modais, sendo o valor de desgaste mínimo encontrado pertencente à classe ]50-100] e o valor máximo pertencente a ]600-650]. Todavia, os valores aqui definidos não são conclusivos uma vez que apenas foi encontrado um clasto por cada classe. Na barra lateral de Manhente apenas surgiram, nas amostras recolhidas, dois clastos de quartzo com índice de desgaste compreendido entre ]150 e 250]. A classe modal dos clastos de quartzo recolhidos nos depósitos de Manhente é ]150-200] assim como, os da barra central de Barcelinhos. Na barra lateral de Barcelinhos a classe modal é de ]350-400] assim como na da Barca do Lago.

Analisando o trabalho sedimentológico de Oliveira (2009) no rio Neiva com clastos de quartzo é possível verificar que os valores de índice de desgaste de 1<sup>a</sup> ordem destes clastos é inferior a 150, um valor mais baixo do que encontrado no presente trabalho. Contudo é necessário referir que os rios estudados são diferentes, o rio Neiva (45 km) é um curso de água mais pequeno do que o rio Cávado (135 km) assim como, apresenta uma menor área de bacia, pelo que é esperado os clastos terem sofrido menos transporte e por isso menos desgaste. O índice de arredondamento dos clastos depende da distância e duração do transporte, das condições hidrodinâmicas do transporte, do tamanho original dos fragmentos e da composição dos mesmos (Dal Cin, 1968). Como a composição é mesma, por se tratar de clastos de quartzo apenas, e o intervalo de comprimento dos clastos estudados é semelhante podemos aferir que a diferença de valores do índice de desgaste de um trabalho e outro deve-se essencialmente à distância e duração do transporte.

Também no trabalho realizado por Alves (1995) nos depósitos de terraço do rio Lima, em Alvarães, podemos verificar que a classe modal principal localiza-se à esquerda de 250 e grande parte dos elementos estudados apresentam desgaste entre 150-200. Apenas 18% das amostras possuem índice de desgaste superior a 500. No presente trabalho 19% dos clastos de quartzo são muito desgastados, apresentado um desgaste superior a 500.

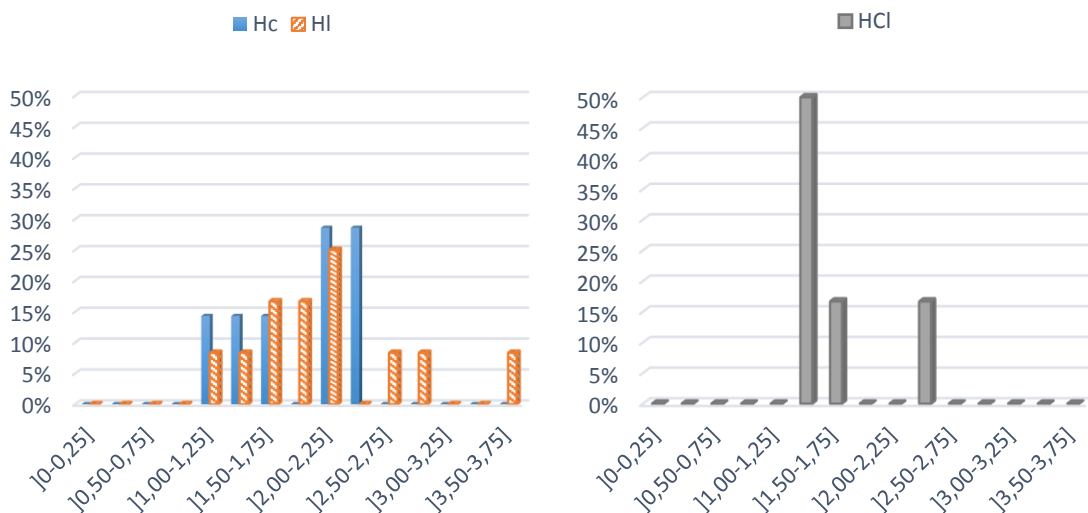
No estudo realizado por Dal Cin & Sperandio em 1966 (in Dal Cin, 1968) os clastos de quartzo amostrados ao longo do rio Piave (NE de Itália) possuem valores de índice de desgaste entre 70 e 260. Nesta dissertação o valor mais baixo de índice de desgaste (63) amostrado foi o clasto 151.1

recolhido na barra lateral Barca do Lago e o valor mais elevado (914) pertence ao clasto com referência 10.46, amostrado na barra central Porto-Carrero. Dal Cin (1968) apurou ainda, que o índice de desgaste aumenta à medida que a distância da fonte também aumenta, se analisarmos os gráficos de barras da figura 80 verificamos que o índice de desgaste dos clastos de quartzo toma valores mais altos à medida que nos aproximamos da foz.

De uma forma genérica podemos afirmar que não existe uma população definida de índice de desgaste, havendo, portanto, uma mistura de clastos que sofreram ciclos de desgaste com duração distinta. Contudo, a classe modal principal encontra-se sempre à esquerda de 350 o que reflete o pouco desgaste dos seixos de quartzo uma vez que, os seixos são muito desgastados quando apresentam valores de índice de desgaste superiores a 500. Apesar de terem sido avaliados 168 clastos de quartzo neste trabalho, em alguns locais o número de clastos amostrados é reduzido pelo que, num próximo trabalho será necessário uma nova colheita, com maior volume de amostra, de modo a aumentar proporcionalmente o número de clastos de quartzo e assim serem estatisticamente mais representativos os resultados.

#### 6.1.4.2. Índice de achatamento dos clastos de quartzo

Para conjunto de clastos de quartzo recolhidos foi construído os histogramas de distribuição do índice de achatamento por classes de 0,25 presentes na figura 81.



Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

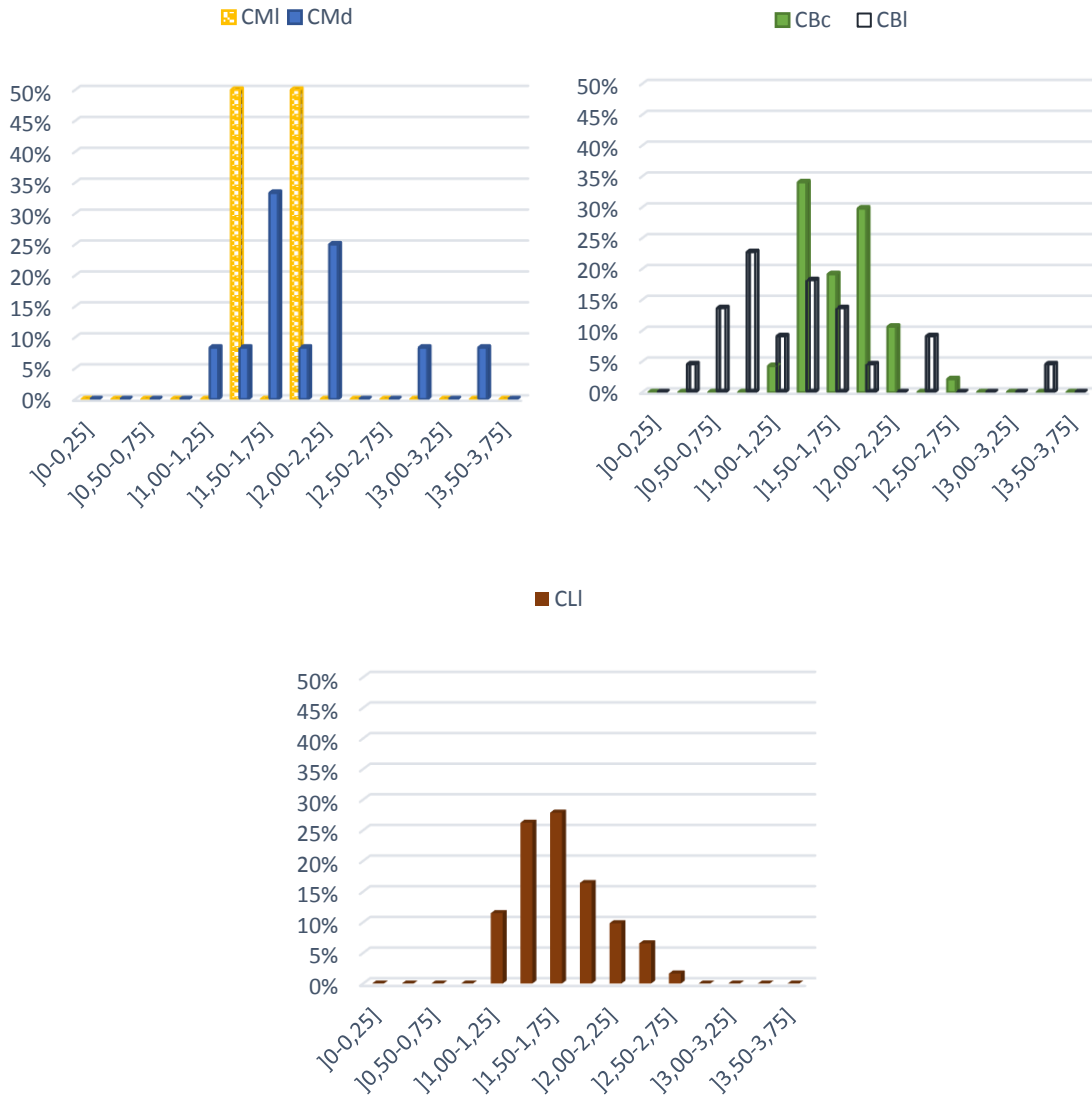


Figura 81. Distribuição das classes de achatamento com intervalos de 0,25 em cada grupo de amostras (Hc: barra central Porto-Carrero; Hl: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMD: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBI: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago).

Pela análise dos histogramas (Figura 81) é possível observar que as amostras apresentam valores de classe modal principal inferiores a 2,50 sendo o intervalo mais baixo registado na barra lateral de Barcelinhos ([0,75-1,0]) e o mais alto registado na barra central Porto-Carrero ([2,25-2,50]).

No trabalho realizado por Alves (1995) a maioria dos seixos de quartzo apresenta achatamento inferior a 2,5 observando-se raramente (5%) elementos com achatamento superior. No presente trabalho, também 5% dos clastos apresentam achatamento superior a 2,5. Esses



clastos foram amostrados na barra lateral de Porto-Carrero, nos depósitos de terraço de Manhente e na barra lateral de Barcelinhos.

Os valores médios registos do índice de achatamento para os clastos de quartzo (1,5 a 2) coincidem com o valor médio definido por Cailleux & Tricart (1959) que consideram o quartzo como composição não fissil.

É ainda importante referir, que a análise dos valores de índice de achatamento para os clastos de quartzo amostrados na barra lateral de Manhente, deve ter particular cuidado, uma vez que a amostra só continha dois clastos de quartzo.

#### **6.1.4.3. Índice de desgaste vs índice de achatamento dos clastos de quartzo**

De forma a avaliar o desgaste assim como o achatamento dos clastos de quartzo foram projetados os seus valores em gráficos de pontos, por intervalos dimensionais ([16-22], [22-32], [32-45], [45-65] mm), representados na figura 85. Os gráficos são apresentados por intervalos de classe uma vez que a dimensão da partícula influencia a forma e o modo de transporte e o ideal será sempre selecionar as amostras num intervalo máximo de 10.

Analisando a figura 82 podemos afirmar que a maioria dos clastos de quartzo amostrados pertencentes à classe dimensional [16-22] mm podem ser classificados, segundo a classificação de Folk (in Reineck, 1986), como clastos arredondados não achatados. Quanto ao seu local de recolha os clastos de quartzo, desta classe dimensional, amostrados nas barras HI e CHI são clastos arredondados não achatados, o clasto amostrado na CMI é um clasto subanguloso muito pouco achatado, já nos depósitos de terraço de Manhente um dos clastos recolhidos é subarredondado achatado e os outros dois são clastos arredondados não achatados. Por sua vez, os clastos de quartzo amostrados nas barras CBc, CBI e CLI são bastante diversificados quanto à sua morfometria, havendo clastos desde subangulosos a arredondados, principalmente não achatados. Na barra central de Porto-Carrero não foi amostrado um único clasto de quartzo pertencente à classe dimensional [16-22] mm.

Na classe dimensional [22-32] mm é possível aferir uma grande diversificação quanto à forma dos clastos de quartzo amostrados. Os clastos recolhidos na barra central Porto-Carrero são clastos arredondados existindo achatados e não achatados. Na barra lateral do mesmo local, os clastos vão desde arredondados a subarredondados e existindo achatados e não achatados.

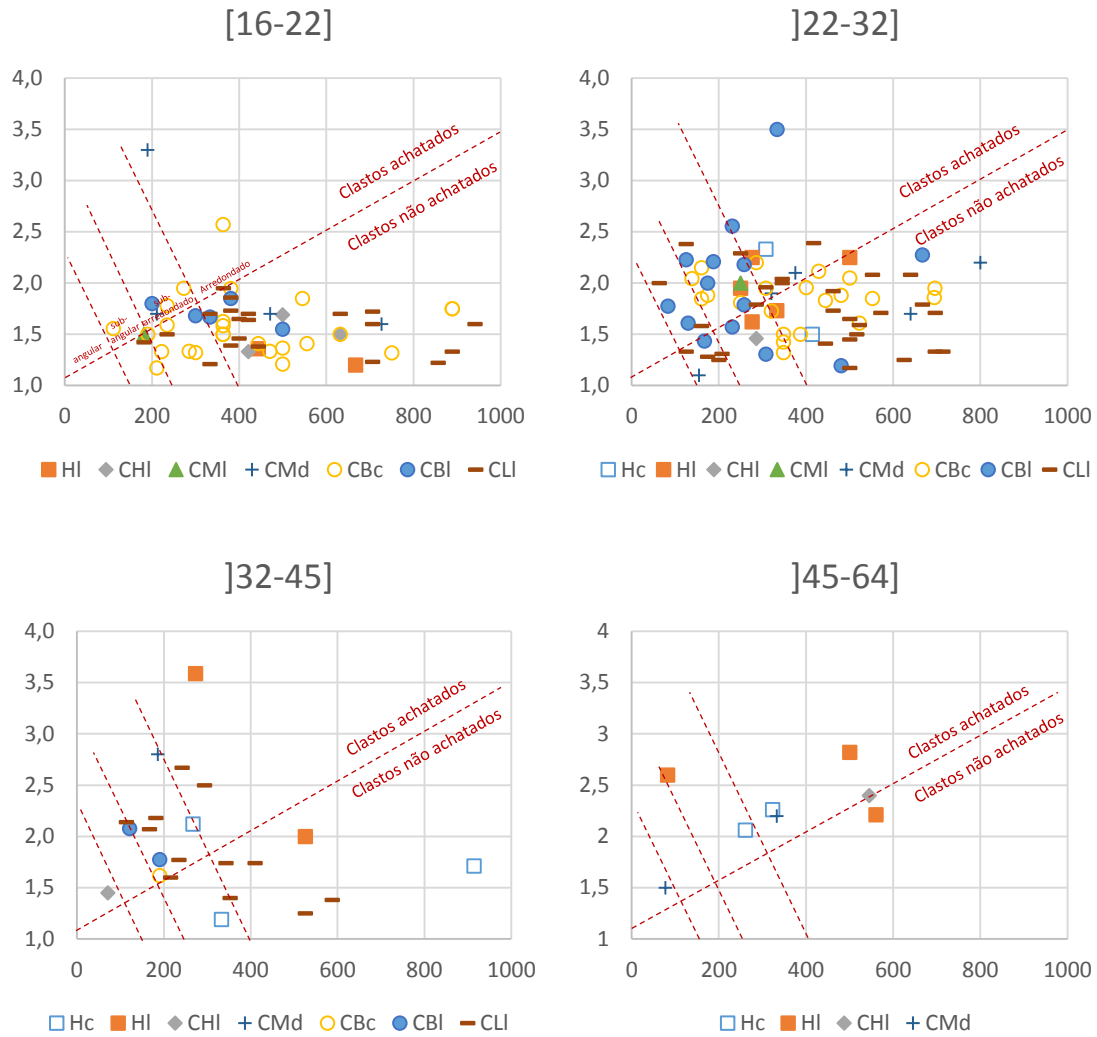


Figura 82. Relação entre o índice de achatamento e o índice de desgaste para os clastos de quartzo (Hc: barra central Porto-Carrero; HI: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBI: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago). Intervalos de classe em mm.

Na zona de confluência o único clasto amostrado, pertencente a esta classe dimensional, é subarredondado não achatado já o clasto da barra CMI é subarredondado achatado. Nos depósitos de terraço de Manhente um dos clastos é subanguloso muito pouco achatado, dois são arredondados achatados e os outros dois são arredondados não achatados. Nas barras centrais de Barcelinhos foram amostrados clastos de quartzo achatados e não achatados, variando quanto ao seu desgaste de subarredondados a arredondados. Nas barras laterais de Barcelinhos e Barca do Lago, os clastos achatados e não achatados amostrados são subangulosos, subarredondados e arredondados.

Pela análise do gráfico [32-45] mm da figura 82 ainda é possível apurar que os clastos de quartzo amostrados na barra Hc são achatados subarredondados assim como o clasto recolhido na CBc. Também é possível verificar que um dos clastos amostrados na barra lateral de Porto-Carrero é arredondado não achatado enquanto o outro é achatado. Na CHI o clasto de quartzo é anguloso achatado e nos depósitos de Manhente é subarredondado achatado. Na barra lateral de Barcelinhos os dois clastos amostrados são subarredondados achatados. Ainda é importante referir que, pertencente a esta classe dimensional, não foram amostrados clastos de quartzo na barra lateral de Manhente.

Pertencentes à classe dimensional [45-64] mm apenas foram amostrados clastos de quartzo nas barras Hc, HI e CHI e no depósito de terraço de Manhente e todos eles são achatados. Quanto ao seu desgaste o clasto amostrado em Hc é arredondado, em HI um deles é subarredondado enquanto que dois são arredondados assim como o clasto de CHI. No depósito de terraço de Manhente um dos clastos projeta-se nos limites anguloso subanguloso enquanto outros dois são arredondados.

O achatamento dos clastos é influenciado pelo seu tamanho; no caso em estudo há tendência para o achatamento aumentar diretamente com o tamanho dos clastos. Se compararmos os gráficos, verificamos que os clastos do intervalo [16-22] mm são os menos achatados e os do intervalo [45-64] mm são majoritariamente achatados.

### 6.2. Fração <16 mm

O tratamento de dados da fração inferior a 16 mm foi feito usando o programa *SEDMAC* da autoria de Henriques (2003, 2004).

#### 6.2.1. Distribuição dimensional

Com o intuito de analisar a distribuição dimensional de cada amostra foram construídos histogramas de frequência relativa, calculados com base nos valores obtidos por crivação e em alguns casos também por *Sedigraph*. Os gráficos mostram a distribuição relativa do tamanho das partículas, projetada em unidades  $\phi$ , estando separadas por cores as três principais classes texturais, seixos, areia e lodo (Figura 86).

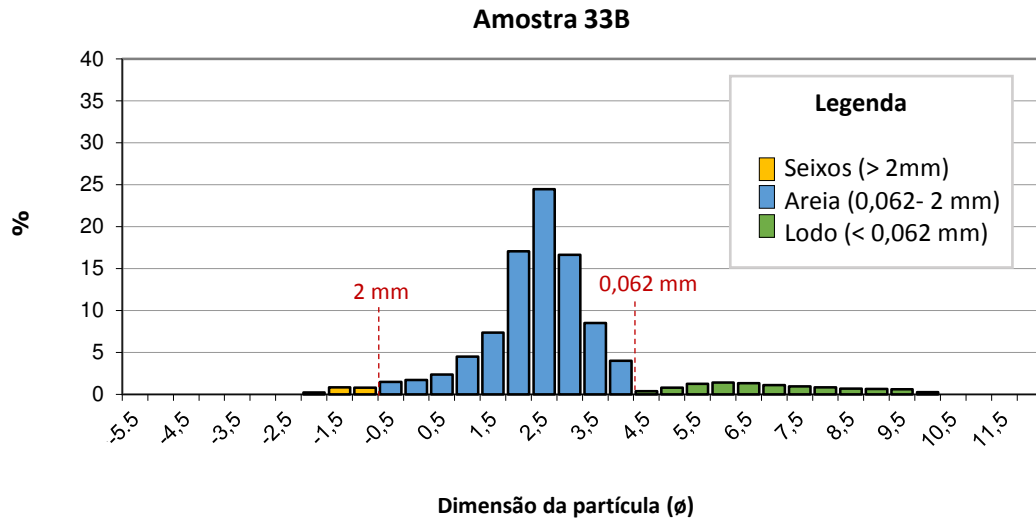


Figura 83. Histograma da distribuição dimensional da fração inferior a 16 mm para a amostra 33B.

Devido à quantidade de amostras analisadas optou-se por construir esquemas representativos (Figuras 84-85, 87-91) com os histogramas da distribuição dimensional, que permitem além de ver a granulometria individual das amostras recolhidas, tirar ilações sobre o que isso significa do ponto de vista sedimentológico e morfodinâmico.

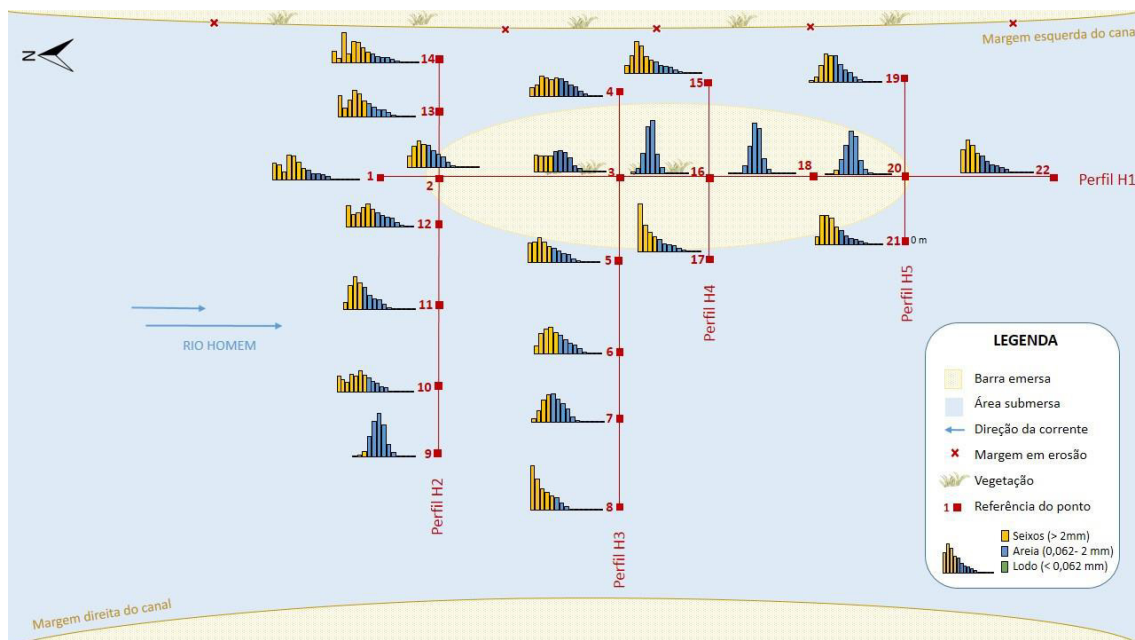


Figura 84. Esquema representativo da distribuição dimensional a partir dos histogramas de frequência relativa na barra central da praia fluvial de Porto-Carrero (Rio Homem).

Pela análise da figura 84, correspondente à barra central da praia fluvial Porto-Carrero no rio Homem, é possível verificar uma grande variação dimensional dos sedimentos constituintes desta barra.

No perfil H1 constatamos que as amostras com maior percentagem de seixos encontram-se nas zonas imersas e na parte mais a montante da barra, sendo que a sua quantidade quase desaparece nos pontos 16, 18 e 20. Estas amostras foram recolhidas numa zona mais exposta da barra e com maior vegetação. Esta funciona como barreira aprisionando os sedimentos mais finos.

Ao longo do perfil H2 a percentagem de seixos prevalece em relação às outras duas classes dimensionais exceto para a amostra 9, onde a percentagem relativa de areia é maior. No perfil H3 acontece o descrito no H2, com destaque para a amostra 8 onde existe um predomínio de seixos pequenos grosseiros. Neste ponto a profundidade da coluna de água era maior pelo que, a corrente também é mais forte e por isso tem a competência de transportar clastos de maiores dimensões.

Os perfis H4 e H5 são semelhantes existindo um predomínio de seixos em relação à areia nos pontos submersos e uma grande quantidade de areia nos pontos emersos. Do lado da margem esquerda a profundidade e a corrente são menores assim como a percentagem de areia em relação às amostras recolhidas do lado direito onde a profundidade, a distância à margem direita do canal e a força da corrente são maiores facilitando o transporte de clastos maiores.

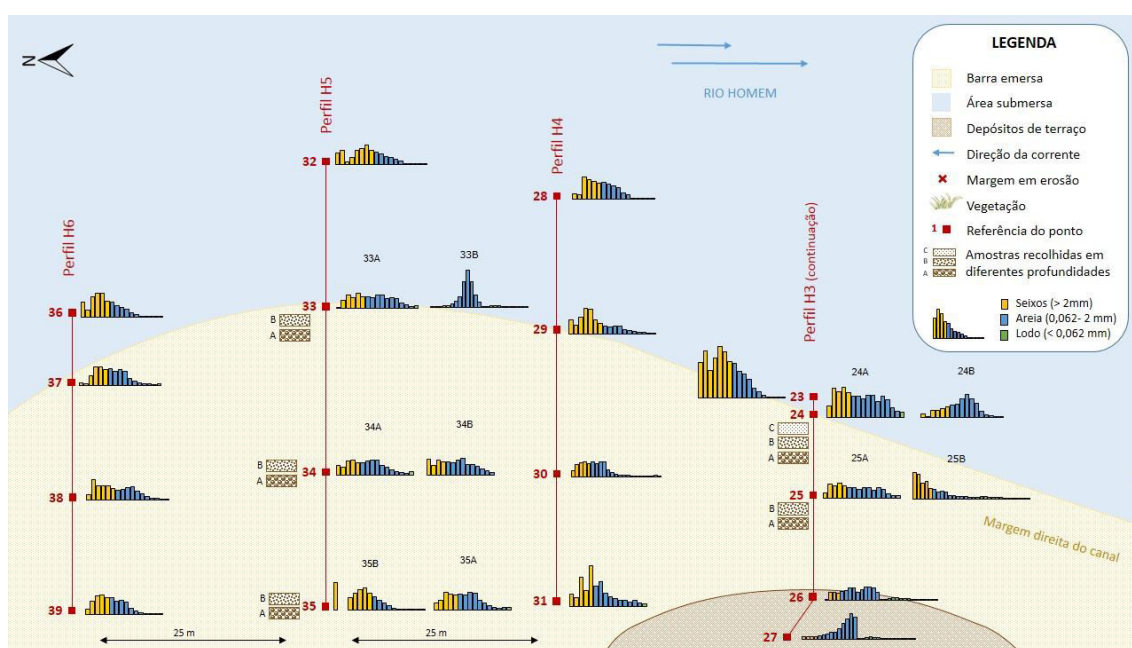


Figura 85. Esquema representativo da distribuição dimensional a partir dos histogramas de frequência relativos à barra lateral direita da praia fluvial de Porto-Carrero (Rio Homem).

De uma forma simplista pode-se afirmar que na barra lateral da margem direita do rio Homem, na praia fluvial Porto-Carrero há uma predominância de seixos em relação às outras classes texturais (Figura 85).

No perfil H3 desta barra a amostra 23 recolhida na zona imersa apresenta uma percentagem de seixos superior às outras amostras recolhidas no mesmo perfil. No ponto 24 foram recolhidas três amostras: 24A, 24B e 24C. A amostra 24C (Figura 86) não foi representada no esquema da figura 88 uma vez que, a sua análise em laboratório não foi possível ser feita através das técnicas utilizadas neste trabalho. Esta amostra era composta essencialmente por folhas e galhos finos que entopem os crivos e dificultam a passagem de sedimentos detríticos na coluna de crivos. A amostra 24B, recolhida a 10 cm de profundidade no mesmo ponto, apresenta uma percentagem de areia mais elevada do que de seixo ao contrário da amostra 24A em que a percentagem de areia é superior. A diferença dimensional neste ponto é explicada pela ocorrência de distintos eventos com energias diferentes. Um mais antigo e com maior energia onde foram depositados os clastos maiores e um mais recente onde a energia era menor ou nula e permitiu a deposição de folhas e galhos das árvores ripícolas.



*Figura 86. Amostra 24 C recolhida na barra lateral da margem direita do rio Homem na praia fluvial Porto-Carrero. Na fotografia é possível observar a presença em abundância de folhas e galhos.*

Também neste local foram recolhidas duas amostras no depósito de terraço. As amostras 26 e 27 são compostas pelas três classes texturais; seixo, areia e argila, havendo em ambas um predomínio de areia em relação às outras duas classes.



## 6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

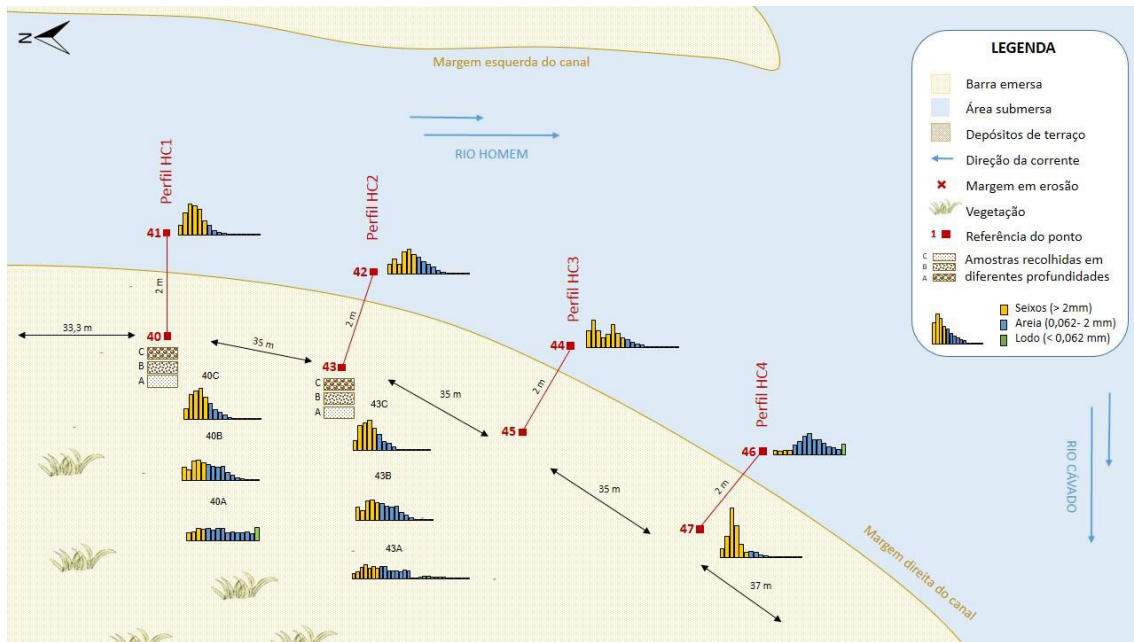


Figura 87. Esquema representativo da distribuição dimensional a partir dos histogramas de frequência relativos à barra lateral direita na zona de Confluência rio Homem-Cávado.

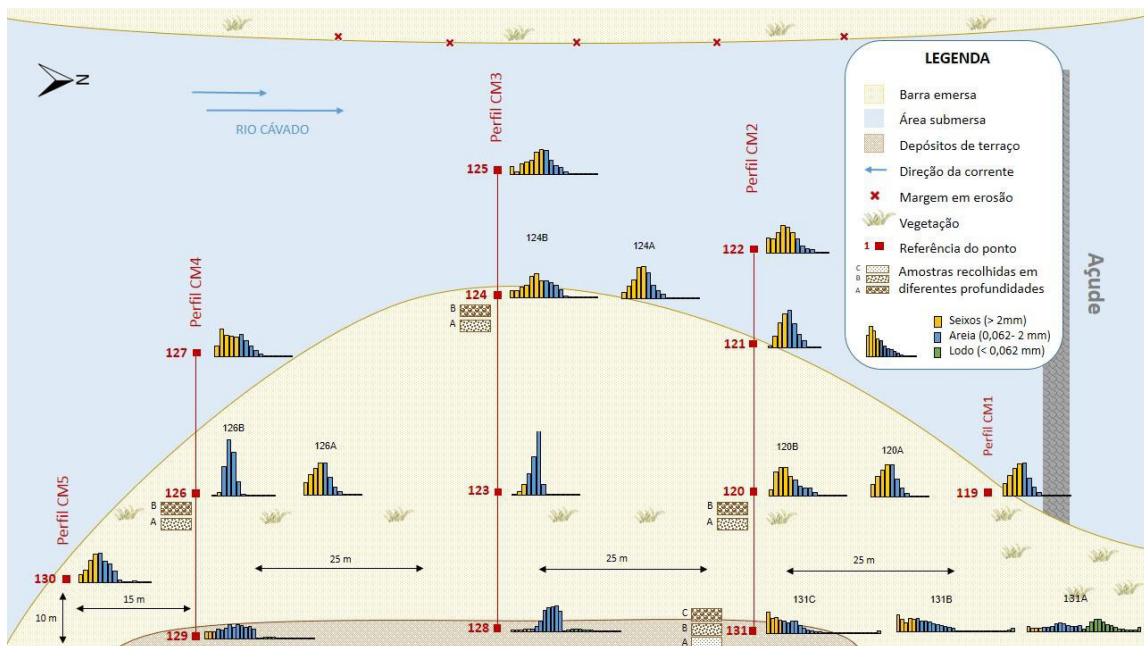


Figura 88. Esquema representativo da distribuição dimensional a partir dos histogramas de frequência relativos à barra lateral direita de Manhente (Rio Cávado).

As amostras recolhidas na barra lateral da margem direita na zona de confluência Homem-Cávado (Figura 87) apresentam um grande predomínio da classe dimensional seixos. Na zona imersa a percentagem relativa de areia vai aumentando de montante para jusante, sendo que na

amostra 46 há uma quantidade significativa de partículas inferiores a 0,062 mm. Nos pontos 40 e 43 foram amostradas três amostras por ponto e, em ambos, verifica-se um aumento da quantidade de partículas finas com a profundidade, indicador de uma variação de energia, com tendência para a deposição no local por aumento de energia.

Pela análise da figura 88 a maioria das amostras amostradas na praia fluvial de Manhente apresentam uma predominância de seixos em relação às outras duas classes texturais exceto nas amostras 123 e 126B onde a classe areia é dominante. Também neste local foram recolhidas amostras nos depósitos de terraço que se encontravam junto à barra lateral na margem direita do canal. As amostras 128 e 129 são constituídas essencialmente por areia. As amostras 131C, 131B e 131A, recolhidas no ponto 131 mas a diferentes profundidades, são bastante diversas do ponto de vista dimensional. À medida que a profundidade aumenta a percentagem de seixos diminui enquanto a percentagem de lodo aumenta.

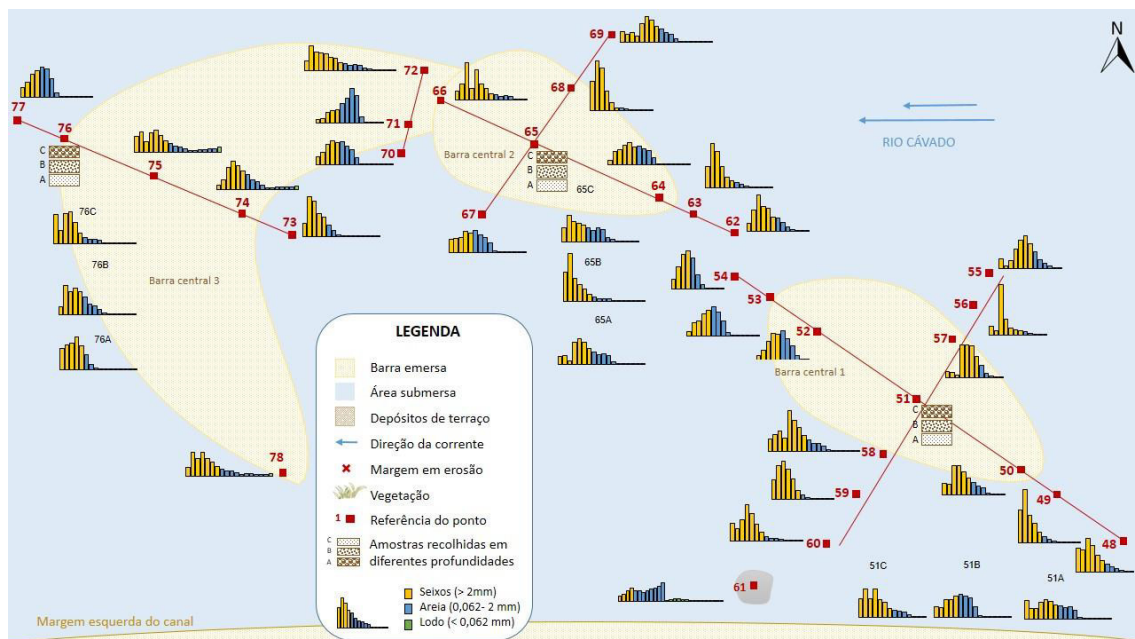


Figura 89. Esquema representativo da distribuição dimensional a partir dos histogramas de frequência relativos às barras centrais de Barcelinhos (Rio Cávado).

Nas três barras centrais de Barcelinhos (Figura 89), no rio Cávado, há uma clara dominância de seixos em relação à areia e lodo. Na barra central 1 a percentagem de areia é mais significativa nas amostras recolhidas na parte emersa do que nas amostras recolhidas na zona submersa. O mesmo verifica-se na barra central 2 embora que a amostra 67, recolhida na zona submersa, apresenta uma percentagem significativa de areia, que pode ser explicada pela posição numa zona

## 6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

com menor velocidade da corrente. Na barra central 3 surge nas amostras 74, 75, 76B e 78 uma maior quantidade de lodo, em comparação com as outras amostras, embora quase vestigial. Junto à barra 1, sobre um afloramento granítico, foi recolhida a amostra 61 e pela análise do seu histograma podemos afirmar que é constituída essencialmente por areia fina.

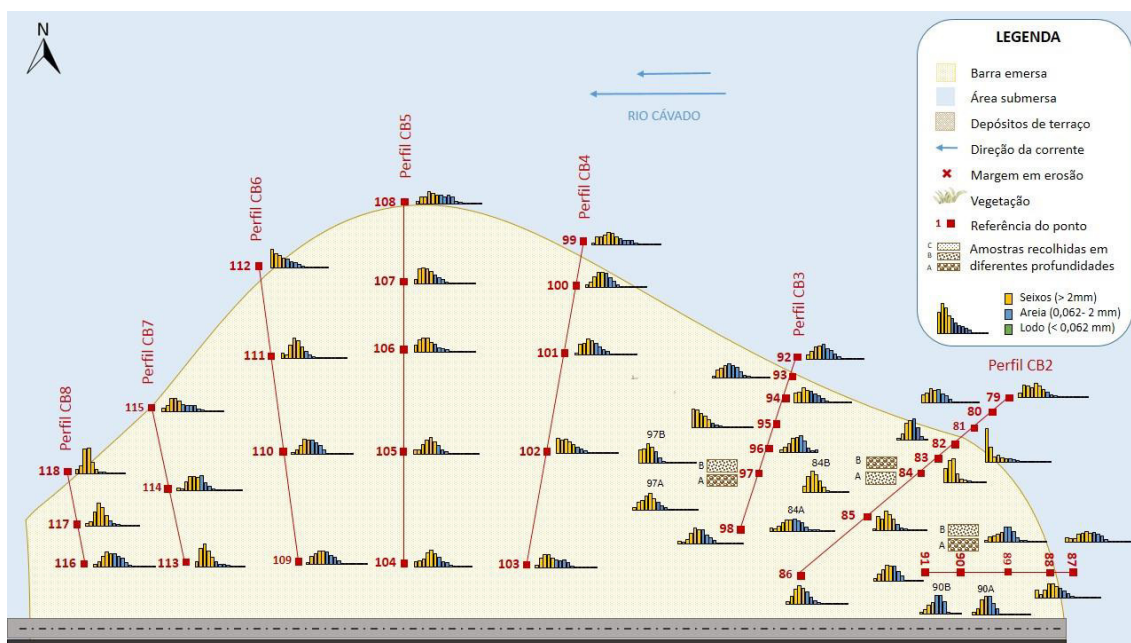


Figura 90. Esquema representativo da distribuição dimensional a partir dos histogramas de frequência relativos à barra lateral esquerda de Barcelinhos (Rio Cávado).

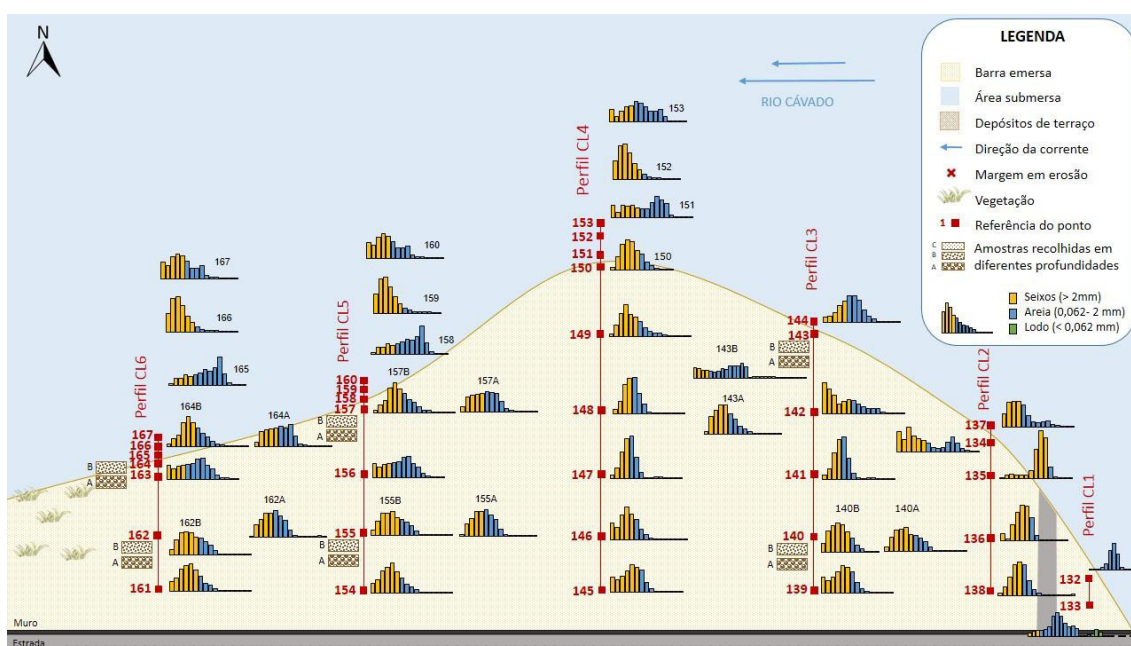


Figura 91. Esquema representativo da distribuição dimensional a partir dos histogramas de frequência relativos à barra lateral esquerda de Barca do Lago (Rio Cávado).

Pela análise dos histogramas dimensionais da figura 90, correspondentes às amostras recolhidas na barra lateral da margem esquerda do rio Cávado, em Barcelinhos, podemos afirmar que estes são maioritariamente constituídos por seixos, com exceção das amostras 89, 90A, 90B e 94 que são formadas por uma quantidade maior de areia em relação ao seixo e lodo.

Por sua vez, as amostras recolhidas na barra lateral da margem esquerda na Barca do Lago (Figura 91) evidenciam uma maior quantidade de partículas superiores a 2 mm em detrimento das de menor dimensão. As amostras 132 e 133 são formadas exclusivamente por areia. Estas foram recolhidas numa zona mais resguardada da corrente ocupada por juncos o que facilita a acumulação de sedimentos mais finos. Pela análise dos histogramas é possível ainda verificar que as restantes amostras são constituídas por areia e seixos pequenos em quantidades variadas. As amostras 144, 151, 156, 158, 163 e 165 são as que apresentam maior quantidade de areia e as amostras 136, 139, 140A, 140B, 145, 152, 154, 159, 161 e 166 são as que possuem uma maior quantidade de seixos. De uma forma geral e do ponto de vista dimensional a barra lateral da Barca do Lago é heterogénea, havendo locais onde velocidade da corrente é menor e permite a deposição de sedimentos mais finos e locais onde a velocidade da corrente é maior permitindo a deposição de sedimentos mais grosseiros.

### **6.2.2. Classificação textural - Diagrama de Folk**

No ambiente fluvial é grande a variação dimensional, resultante das variações de energia do fluxo aquoso. Nos sistemas de classificação textural assume-se que área fonte tem disponibilidade em fornecer partículas de todas as classes texturais.

A classificação dos sedimentos detríticos pode ser realizada usando diagramas triangulares das proporções relativas dos principais grupos de classes texturais (seixo, areia e lodo). Nesta dissertação será utilizado a classificação proposta por Folk (1954). Esta classificação assenta graficamente num diagrama triangular (Figura 92), no qual são representados em percentagem os conteúdos em seixo (partículas > 2 mm), em areia (2 mm a 0,062 mm) e limo + argila (lodo < 0,062 mm). Para aplicar esta classificação torna-se necessário conhecer duas grandezas: a quantidade percentual de seixo, utilizando as fronteiras de 80%, 30%, 5% e traço (<0,01%); e a razão [areia / (limo + argila)], usando as fronteiras proporcionais 9:1, 1:1 e 1:9. Na sua classificação Folk (1954) faz uso de vários princípios científicos, dando, por exemplo, relevância à população de sedimentos mais grosseiros que existe numa população detrítica, a qual é indicadora

da competência máxima da corrente. A existência de partículas de dimensão seixo, mesmo sendo apenas uma pequena quantidade, é extremamente relevante. Essa população reflete a velocidade máxima de transporte atingida pela corrente fluvial.

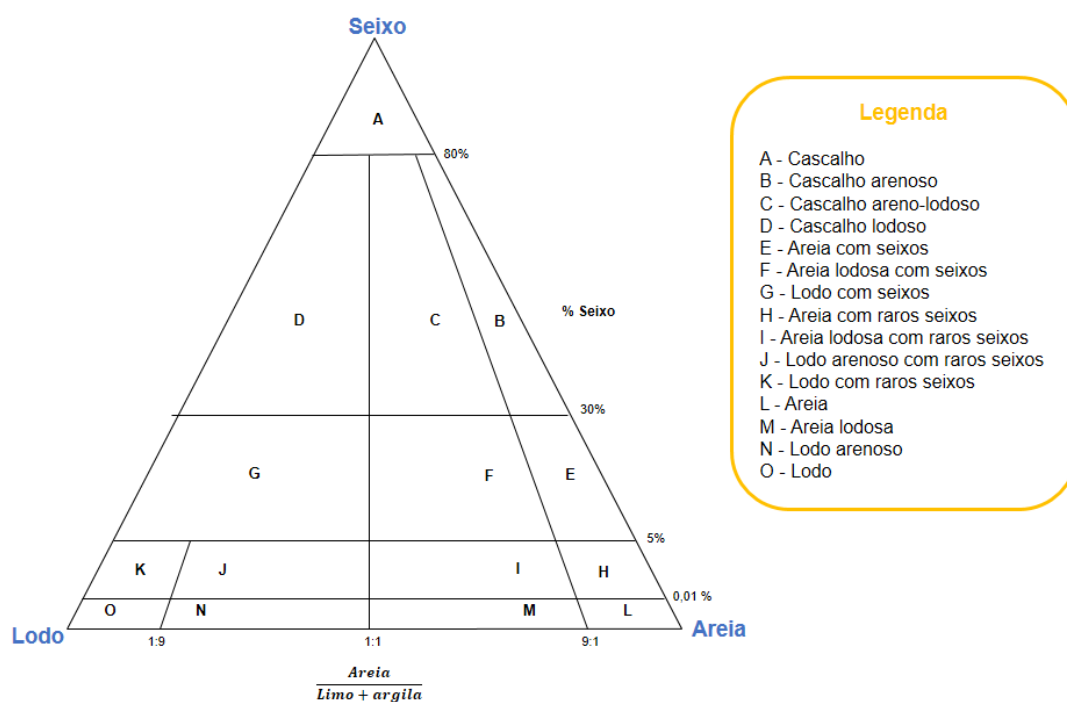


Figura 92. Classificação textural de Folk (adaptado de Folk, 1954).

A relação areia/lodo depende diretamente da energia da corrente e é indicadora das condições durante a deposição e a capacidade de remobilização pela corrente. A deposição de partículas finas, de limo e argila, requerem ausência de agitação ocorrendo por queda gravítica.

Os sedimentos estudados são misturas de partículas com dimensão desde lodo a seixo, segundo os limites de Lane *et al.* (1947) pelo que, como foi anteriormente referido, será utilizado a classificação proposta por Folk (1954). De forma a projetar os valores referentes à percentagem de cascalho, areia e lodo, foi calculado a percentagem relativa de cada classe textural, que pode ser consultada no ANEXO F.

Nos diagramas das figuras 94 a 101 estão projetados por local as amostras recolhidas, mas apenas a porção referente à fração inferior a 16 mm uma vez que, a fração a igual ou superior a 16 mm foi separada e já apresentada neste texto. Optou-se ainda por projetar todas as amostras num único diagrama triangular representado na figura 93.



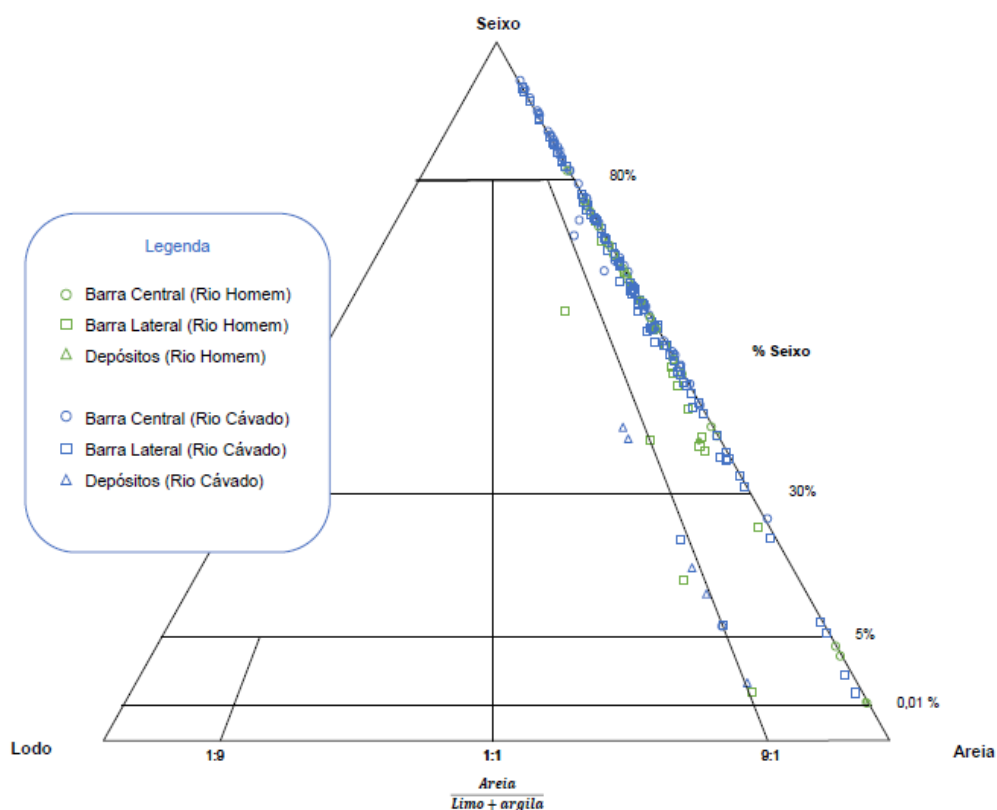


Figura 93. Projeção das amostras analisadas no diagrama de classificação proposto por Folk (1954).

Pela análise da figura 93 pode-se afirmar que a maioria das amostras recolhidas no rio Homem e no rio Cávado são segundo a classificação textural de Folk (1954) cascalho e cascalho arenoso, projetando-se portanto no topo do diagrama do lado direito. Contudo, ainda que em menor quantidade, existem amostras pertencentes às classes texturais: cascalho areno-lodoso, areia lodosa com raros seixos, areia com seixos, areia lodosa com raros seixos e areia com raros seixos. A projeção das amostras do lado direito do diagrama de Folk evidencia o carácter grosseiro das mesmas.

A globalidade das amostras pertencentes à barra central da praia fluvial Porto-Carrero, rio Homem (Figura 94) são cascalho arenoso com exceção das amostras 20 e 9 que são areia com raros seixos e das amostras 16 e 18 que pertence à classe textural areia. De facto os sedimentos destas amostras (16 e 18) encontravam-se no topo emerso da barra onde existia vegetação rasteira que facilita a retenção de sedimentos mais finos. A amostra 9 encontrava-se numa zona mais funda e afastada da barra e a amostra 20 pertencia à zona mais a jusante da barra.



6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

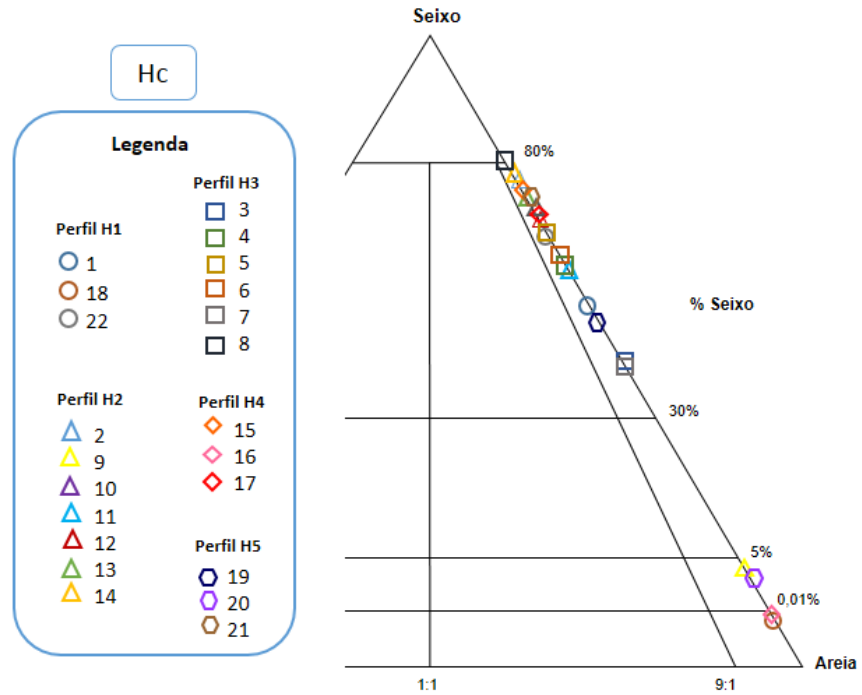


Figura 94. Projeção das amostras, da barra central da Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem), no diagrama de classificação proposto por Folk (1954). As amostras estão agrupadas por perfis.

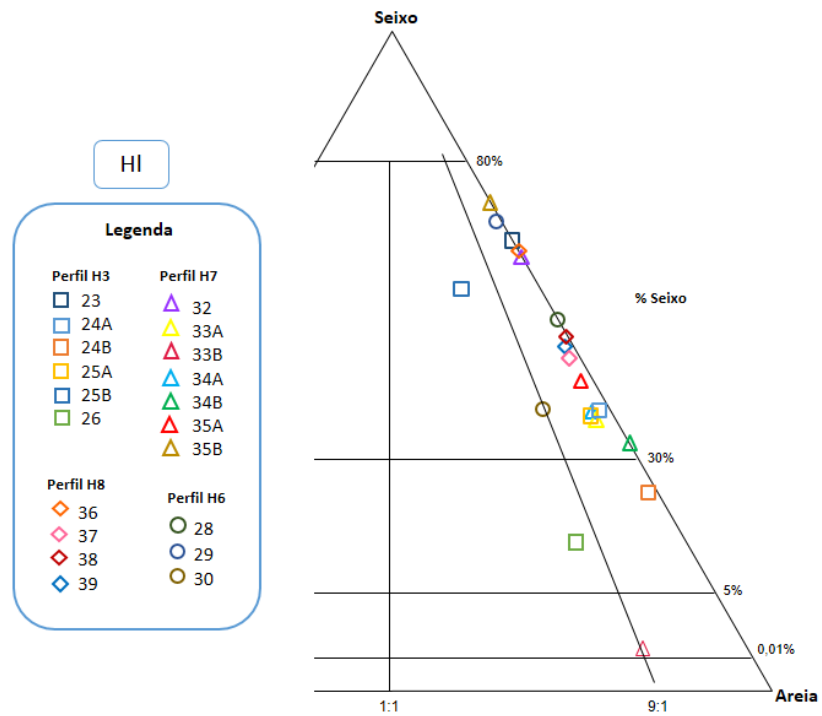


Figura 95. Projeção das amostras, da barra lateral da Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem), no diagrama de classificação proposto por Folk (1954). As amostras estão agrupadas por perfis.

Assim como na projeção anterior (Figura 94), a maioria das amostras recolhidas na barra lateral da Praia fluvial Porto-Carrero (Figura 95) incidem sobre a classe textural cascalho arenoso, com exclusão das amostras 24A, 30, 24B, 26 e 33B. A amostra 24A é cascalho areno-lodoso enquanto a 24B que foi retirada no mesmo ponto mas à superfície, é areia com seixos, verificando-se uma diminuição da granulometria da base para o topo. A amostra 30 também é cascalho areno-lodoso e quanto à sua posição na barra lateral da praia fluvial Porto-Carrero encontrava-se no meio. A amostra 26 pertence à classe areia lodosa com seixos e corresponde ao ponto mais próximo do depósito fluvial que se apresentava na margem direita do rio Homem, nesse local. A amostra 33B é uma população de sedimentos de areia com raros seixos a areia lodosa com raros seixos, uma vez que a sua projeção coincide com a linha limite destas duas classes. Esta amostra apresenta uma dimensão granulométrica inferior à amostra (33A), que foi retirada por baixo que pertence à classe cascalho arenoso, o que evidencia, tal como no ponto 24, segundo a sequência temporal dos eventos antigo-recente, uma diminuição da competência da corrente.

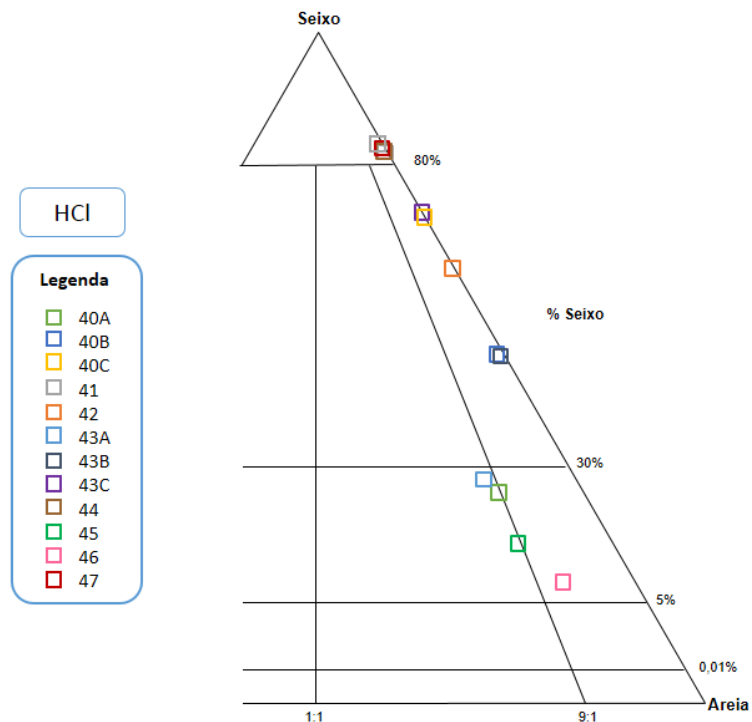


Figura 96. Projeção das amostras, da barra lateral da zona de confluência Homem-Cávado, no diagrama de classificação proposto por Folk (1954).

## 6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

Na margem direita da zona de confluência do rio Homem-Cávado as amostras projetadas incidem sobre o lado direito do diagrama triangular de Folk (Figura 96). As amostras 41, 44 e 47 são cascalho, as 40B,40C, 42, 43B e 43C são cascalho arenoso, a amostra 46 é areia com seixos e as amostras 40A,43A, e 45 são areia lodosa com seixos. Enquadrando os resultados obtidos no diagrama triangular com os pontos onde foi feita a amostragem é possível verificar que as amostras retiradas dentro de água, no leito do canal ainda imerso, são mais grosseiras do que as que foram recolhidas na parte emersa da barra lateral.

Também a partir do diagrama da figura 96 podemos verificar que as amostras dos pontos 40 e 43 evidenciam da base para o topo um aumento da energia, uma vez que o material mais fino (areia lodosa) encontrava-se por baixo e por cima estava o material mais grosseiro (cascalho arenoso). A percentagem de seixo nas amostras 40C e 43B é maior do que nas amostras 40B e 40C.

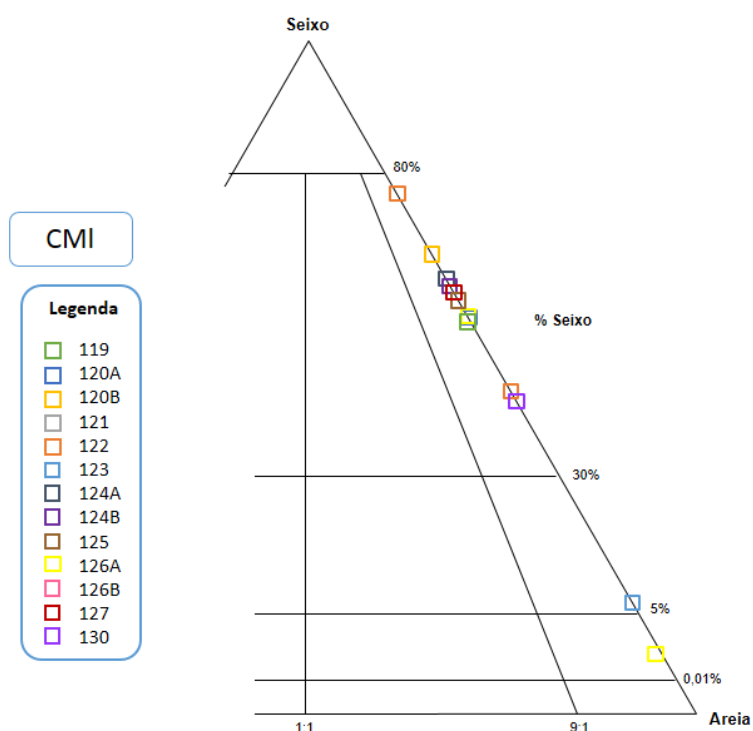


Figura 97. Projeção das amostras, da barra lateral da Praia fluvial de Manhente (Rio Cávado), no diagrama de classificação proposto por Folk (1954).

As amostras retiradas da barra lateral da praia fluvial de Manhente no rio Cávado (Figura 97) são maioritariamente cascalho arenoso exceto a amostra 123 que é areia com seixos e a amostra 126A que pertence à classe textural areia com raros seixos.

As amostras 128 e 129 foram amostradas num depósito de terraço de Manhente na margem direita do rio (Figura 98). A amostra 128 pertence à classe textural areia com raros seixos enquanto a amostra 129 pertence à areia lodosa com seixos. As amostras 131A, 131B e 131C, também amostradas no depósito de terraço, foram todas recolhidas no mesmo ponto, mas a profundidades diferentes. A amostra 131A é areia lodosa com seixos enquanto as amostras 131B e 131C são cascalho areno-lodoso com um ligeiro aumento na percentagem de seixos, verificando-se assim um aumento da granulometria do fundo para a base.

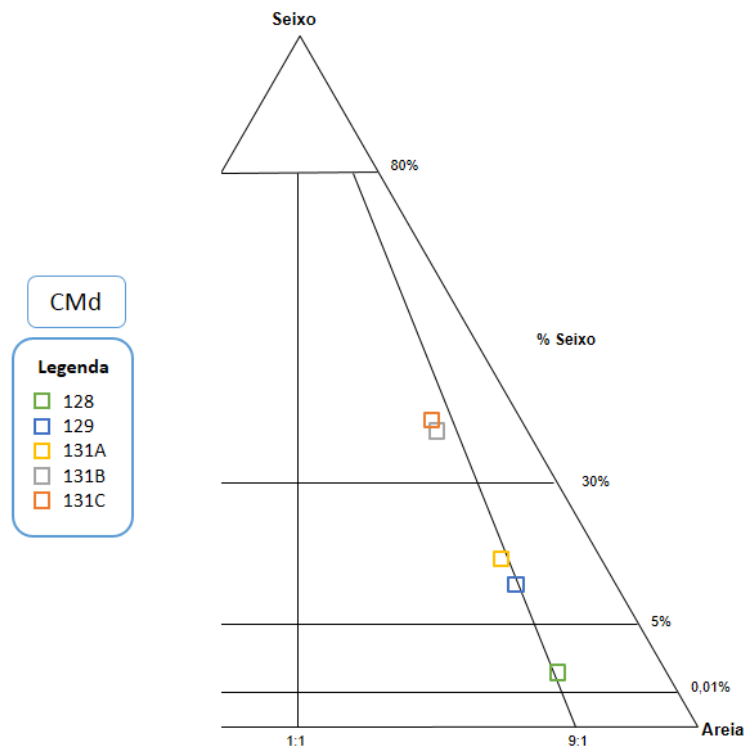


Figura 98. Projeção das amostras, dos depósitos de terraço de Manhente (Rio Cávado), no diagrama de classificação proposto por Folk (1954).

As amostras das barras centrais de Barcelinhos (Figura 99) são projetadas essencialmente na área correspondente ao cascalho e ao cascalho arenoso com exceção da amostra 71 que ficou projetada na área de areia com seixos e a amostra 61 na de areia lodosa com raros seixos. A amostra 61 foi amostrada sobre uma rocha que se encontrava perto da barra 1.

Uma grande parte das amostras da barra lateral da praia fluvial de Barcelinhos incidem sobre a área cascalho arenoso (Figura 100). Contudo, as amostras 81, 85, 87, 91, 101, 111, 113, 114, 117 e 118 são sedimentos pertencentes à classe cascalho. Este grupo de amostras mais grosseiro foram amostrados no início e fim, segunda a direção da corrente, da barra lateral.

6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

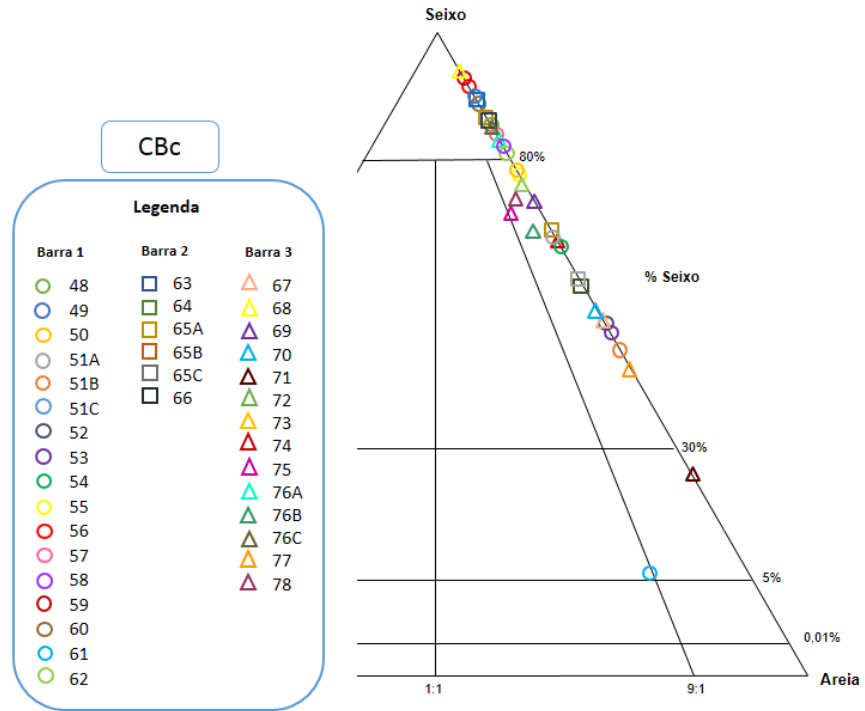


Figura 99. Projeção das amostras, das barras centrais da Praia fluvial de Barcelinhos (Rio Cávado), no diagrama de classificação proposto por Folk (1954). As amostras estão agrupadas por barras.

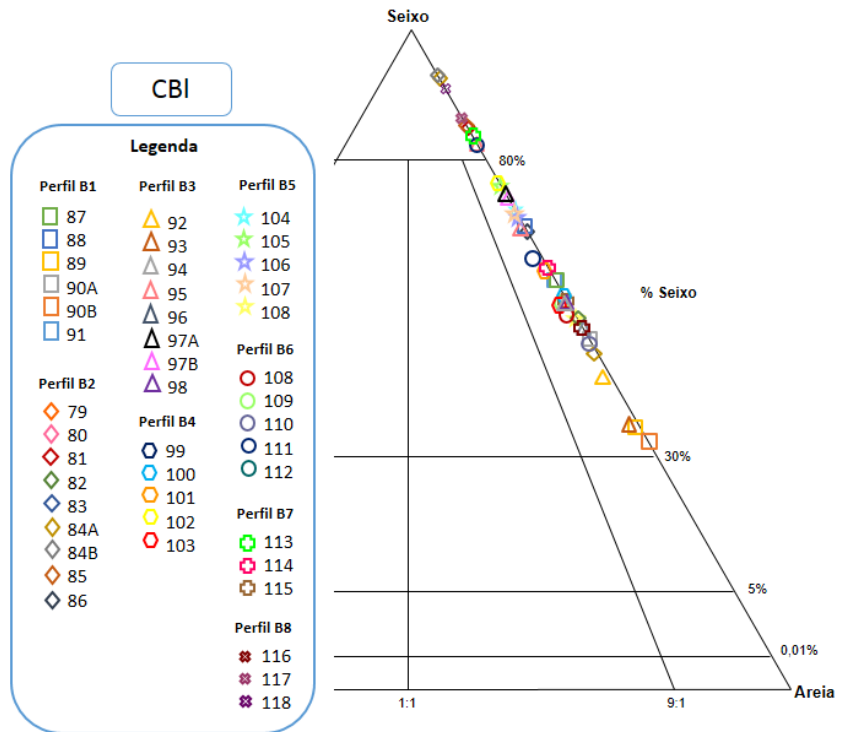


Figura 100. Projeção das amostras, da barra lateral da Praia fluvial de Barcelinhos (Rio Cávado), no diagrama de classificação proposto por Folk (1954). As amostras estão agrupadas por perfis.

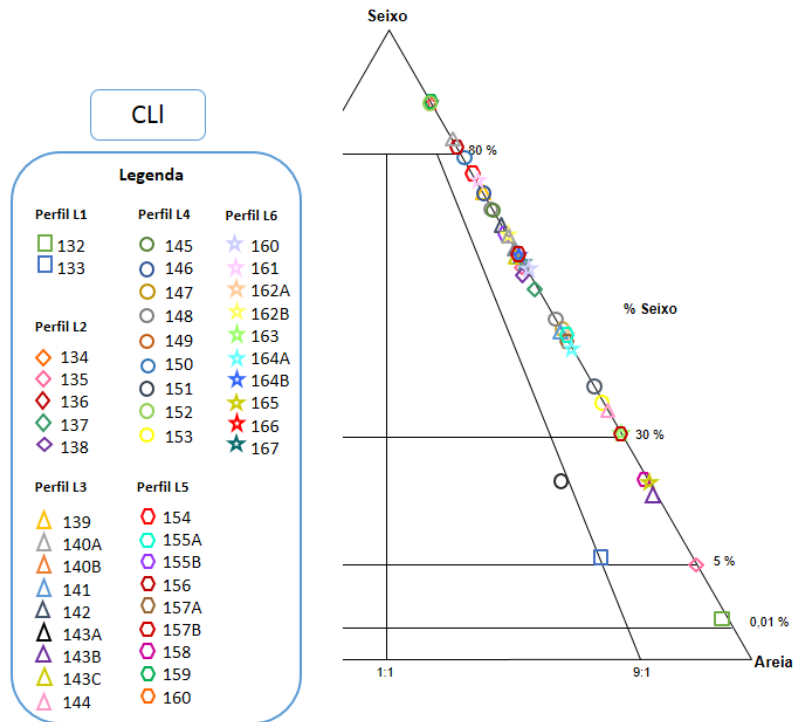


Figura 101. Projeção das amostras, da barra lateral da Praia fluvial Barca do Lago (Rio Cávado), no diagrama de classificação proposto por Folk (1954). As amostras estão agrupadas por perfis.

A projeção das amostras, da barra lateral da praia fluvial Barca do Lago (Figura 101); no diagrama de classificação proposto por Folk (1954), demonstrou uma grande diversidade textural das amostras, apesar de todas incidirem sobre o lado direito do triângulo. As amostras 136, 140B, 152, 159 e 166 pertencem à classe cascalho e apresentam, respetivamente, um aumento no teor de seixos. As amostras 134, 137 a 140A, 141 a 143A, 143C, 144 a 151, 153 a 157B, 160 a 164B e 167 segundo esta classificação são cascalho arenoso. Na área da areia com seixos ficaram projetadas as amostras 135, 158, 165 e 143B. Sobre o limite areia com seixos e areia lodosa com seixos ficou a amostra 133. A amostra 151 pertence à classe textural areia lodosa com seixos e foi amostrada na linha de água. Já a amostra 132 foi classificada de areia com raros seixos. Tanto a amostra 132 como 133 pertencem aos pontos mais a montante da barra lateral e foram amostrados numa zona vegetada onde as raízes funcionam como obstáculos diminuindo a velocidade da corrente e permitindo assim a deposição de sedimentos mais finos.



### 6.2.3. Curva de frequência acumulada

A interpretação da distribuição da dimensão nos sedimentos detríticos pode ser feita a partir da análise da frequência acumulada, dos pesos dos intervalos de classe dimensional uma vez que, a forma das curvas de frequência acumulada expressa os processos geradores desses materiais e a disponibilidade de partículas com aquelas dimensões na fonte de origem.

A representação gráfica de uma curva de frequência cumulativa numa distribuição log-normal representada em papel de probabilidades é uma reta. Do mesmo modo, que uma população detrítica com distribuição dimensional do tipo normal. Contudo, esses casos são muito raros no ambiente fluvial uma vez que, é frequente existirem distintos modos de transporte e uma mistura de populações granulométricas. Assim, as curvas de frequência acumulada desses sedimentos podem, tal como Visher (1969) observou, decompor-se em segmentos de reta. Cada um dos segmentos de reta representa subpopulações de partículas que foram sujeitas a vários tipos de transporte, sob as condições dinâmicas da corrente.

Durante o transporte, a proporção de partículas que se deslocam por tração, saltação e suspensão depende da competência do agente de transporte, da diversidade e quantidade das partículas disponíveis e das condições de fronteira entre os diferentes mecanismos de transporte (Lewis & McConchie, 1994a). Na prática, durante a maior parte do tempo as partículas movimentam-se simultaneamente contudo, em períodos de cheia os clastos maiores são deslocados junto ao leito e pela água que transborda o canal, sendo depositados nas planícies de inundação os sedimentos mais finos.

Ao longo do trecho estudado foram recolhidos uma grande variedade dimensional de partículas desde seixo a lodo sendo que, os modos de transporte pela corrente fluvial variam de acordo com a sua dimensão. Com propósito de interpretar a distribuição dimensional das partículas dos sedimentos estudados foram construídas curvas de frequência acumulada na escala de probabilidades (Figuras 102 a 110) a partir dos pesos obtidos por crivação.

Na figura 102 estão representadas as curvas de frequência acumulada das amostras recolhidas na barra central de Porto-Carrero, rio Homem, que são maioritariamente constituídas por seixo e areia, sendo ausente a percentagem de lodo. Ou seja, significa que as condições de agitação não atingiram os valores mínimos para que ocorresse a decantação de partículas deste tamanho.

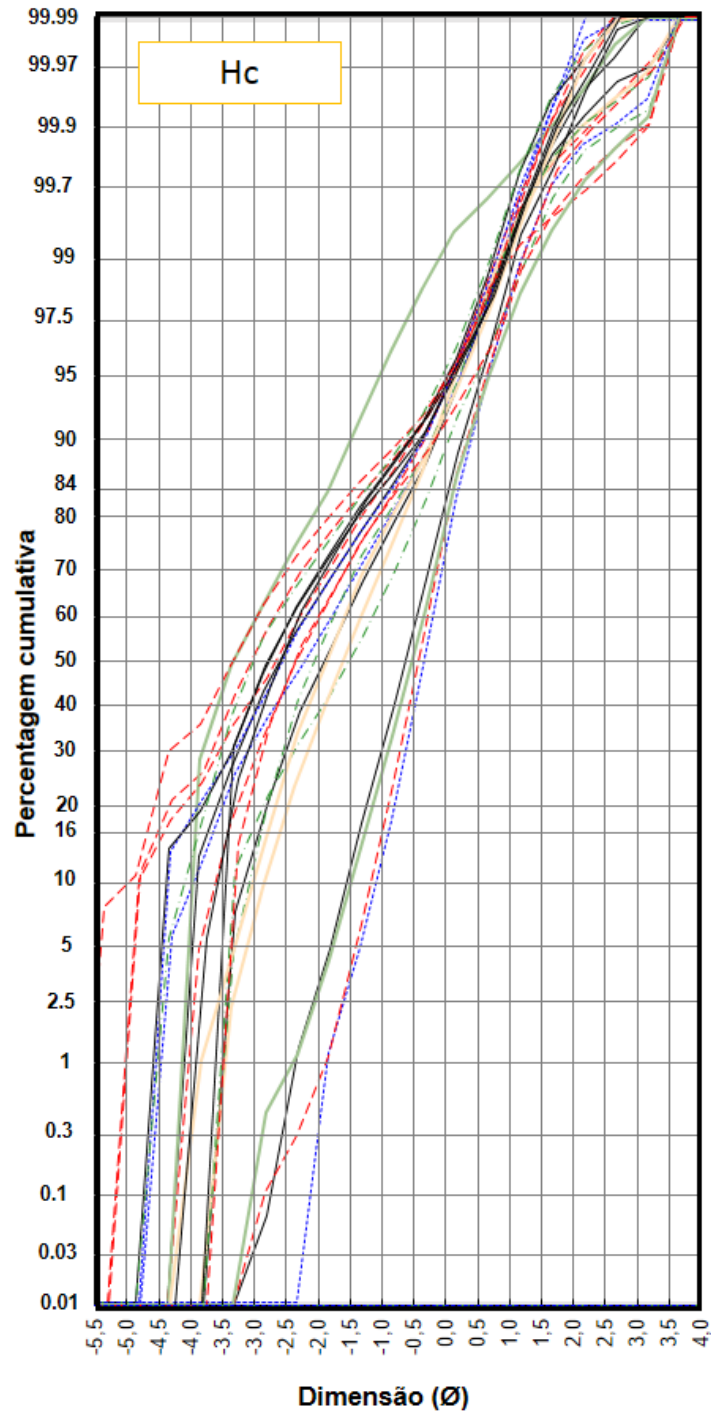


Figura 102. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\phi$  em abcissa das amostras recolhidas na barra central da praia fluvial Porto-Carrero, rio Homem.

Pela análise do gráfico (Figura 102) podemos definir dois grupos de curvas. Um mais à esquerda com cerca de 65% a 88% de seixo e um grupo à direita com 12 a 30% de seixo e a restante percentagem de areia. Estes conjuntos de amostras refletem diferentes situações de seleção da corrente.

A análise das curvas de frequência acumulada permite-nos afirmar que os sedimentos do grupo da direita são melhor calibrados que os sedimentos da esquerda, uma vez que as curvas são mais verticais, constituindo uma população de saltação francamente notória.

As restantes amostras ilustram os sedimentos dominantes nesta barra, resultantes da deposição de várias subpopulações de saltação. A subpopulação mais fina representa cerca de 5%, cujo ponto de truncatura no limite grosseiro se situará à volta de  $0 \text{ } \emptyset$ , tendo este segmento calibragem semelhantes às dos sedimentos mais finos do grupo da direita, anteriormente descrito. Os grãos dominantes (95% da amostra) estão distribuídos predominantemente por duas subpopulações de saltação, pior calibradas, com truncamento entre  $-3 \text{ } \emptyset$  e  $-2 \text{ } \emptyset$ .

Pela observação do gráfico da figura 103, relativo às curvas de frequência acumulada das amostras recolhidas na barra lateral da margem direita da praia fluvial Porto-Carrero, podemos definir dois grupos. O primeiro, mais à esquerda, onde se situam a maioria das amostras é composto por sedimentos que se terão deslocado por deslizamento, saltação e suspensão, sendo a subpopulação em saltação a mais abundante ( $> 90\%$ ). O segundo grupo, mais à direita, é formado por amostras (25B, 30 e 33B) com maior teor de finos, uma vez que pelo menos a amostra contém 10% de lodo.

A amostra 25B é constituída por seixo, areia e limo. Cerca de 90% das suas partículas moveram-se por saltação, podendo distinguir-se três subpopulações, uma mais grosseira que ter-se-á deslocado por combinação de rolamento e saltação, uma intermédia, e uma mais fina que ter-se-á movimentado por combinação de saltação e suspensão. As partículas superiores a  $4 \text{ } \emptyset$  ter-se-ão deslocado por suspensão.

A amostra 30, como podemos observar na curva da figura 103, é maioritariamente constituída por seixo (40,6%) e por areia (52,6%), existindo apenas uma pequena porção de lodo (6,8%), que se movimentou por suspensão. Neste caso, existem várias subpopulações de sedimentos que se deslocaram como carga de fundo e de saltação. A mais grosseira ( $< -1,5 \text{ } \emptyset$ ) deslocou-se por rolamento. Os segmentos de  $-1,5 \text{ } \emptyset$  a  $0,5$ , de  $0,5$  a  $1,5$  e de  $1,5$  a  $4$  pertencem a três subpopulações por saltação. A coexistência destas três subpopulações parece indicar a mistura de sedimentos provenientes de eventos distintos.

Na amostra 33B existe notoriamente uma subpopulação de saltação dominante e selecionada abarcando cerca de 70% das partículas, de areia média a muito fina ( $1,5 \text{ } \emptyset$  a  $4 \text{ } \emptyset$ ). Esta foi transportada por saltação acompanhada por uma mais grosseira ( $-1,5 \text{ } \emptyset$  a  $1,5 \text{ } \emptyset$ ). As partículas mais finas ( $> 4 \text{ } \emptyset$ ) foram transportadas por suspensão e representam 10,2% da amostra.

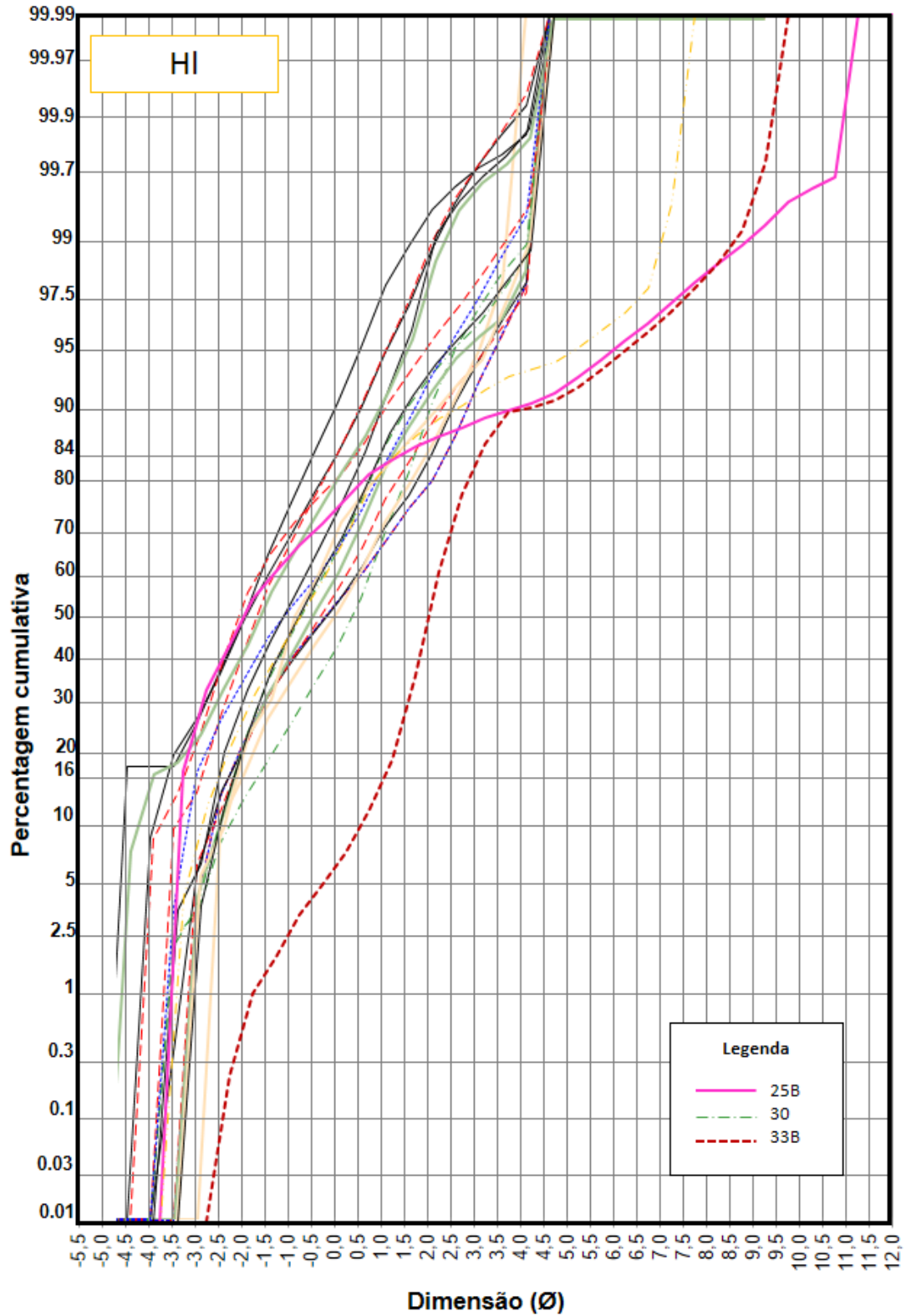


Figura 103. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\emptyset$  em abcissa das amostras recolhidas na barra lateral direita da praia fluvial Porto-Carrero, rio Homem. O segmento de reta paralelo ao eixo das abcissas, da curva de frequência acumulada da amostra 35B (linha a cheio preta), deve-se à ausência de partículas desse intervalo dimensional na amostra.

6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

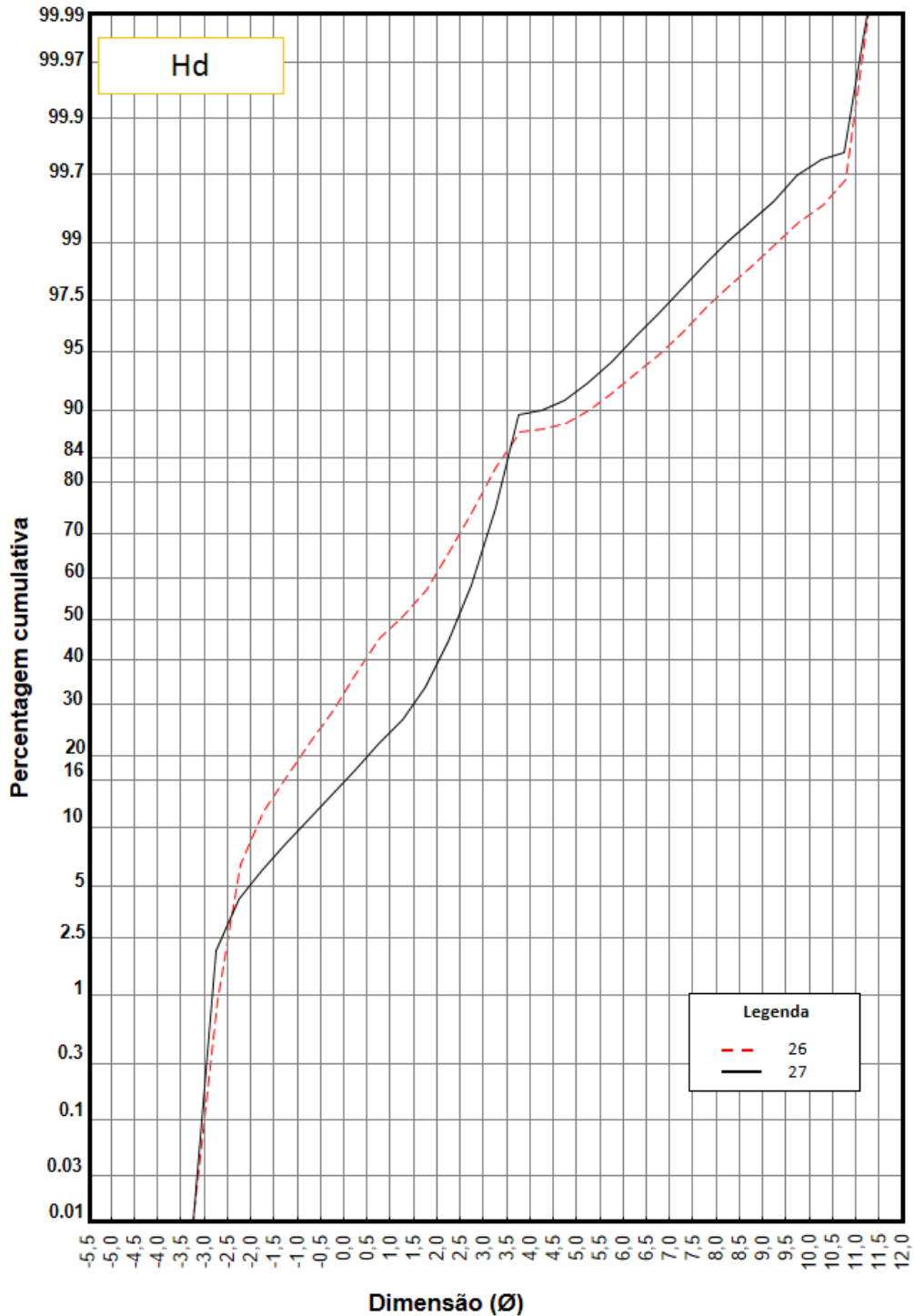


Figura 104. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\varnothing$  em abscissa das amostras recolhidas nos depósitos de terraço na margem direita do rio Homem.

Pela análise da figura 104, relativa às amostras recolhidas no depósito de terraço na margem direita do rio Homem, na praia fluvial Porto-Carrero, pode-se afirmar que estas são maioritariamente constituídas por areia.

A amostra 26, a tracejado na figura 104, é composta por cerca de 18 % de areão, 69 % areia e 13% de lodo. Esta é formada por várias populações que se movimentam como carga de saltação e carga de suspensão. Destacam-se os segmentos de  $-2 \phi$  a  $1,5 \phi$  e  $1,5 \phi$  a  $4 \phi$  pertencem a duas subpopulações de saltação, com calibragem semelhante. A subpopulação mais fina, superior a  $4\phi$  ter-se-á movimentado por suspensão. A simultaneidade destas populações reflete diferentes níveis de seleção da corrente.

A amostra 27, a cheio na figura 104, é composta por 10% de seixo, 80% de areia e 10% de lodo. A sua curva possui os seguintes pontos de truncatura:  $1,5 \phi$ ,  $4 \phi$  e  $10,5 \phi$ . Dois, de areia fina a areia muito fina, representativos dos sedimentos transportados em regime de saltação, sendo o segundo com maior declive e representativo de uma maior seleção de transporte, correspondente à subpopulação dominante da amostra. O último segmento de reta, reflete a subpopulação de sedimentos mais finos transportados em suspensão.



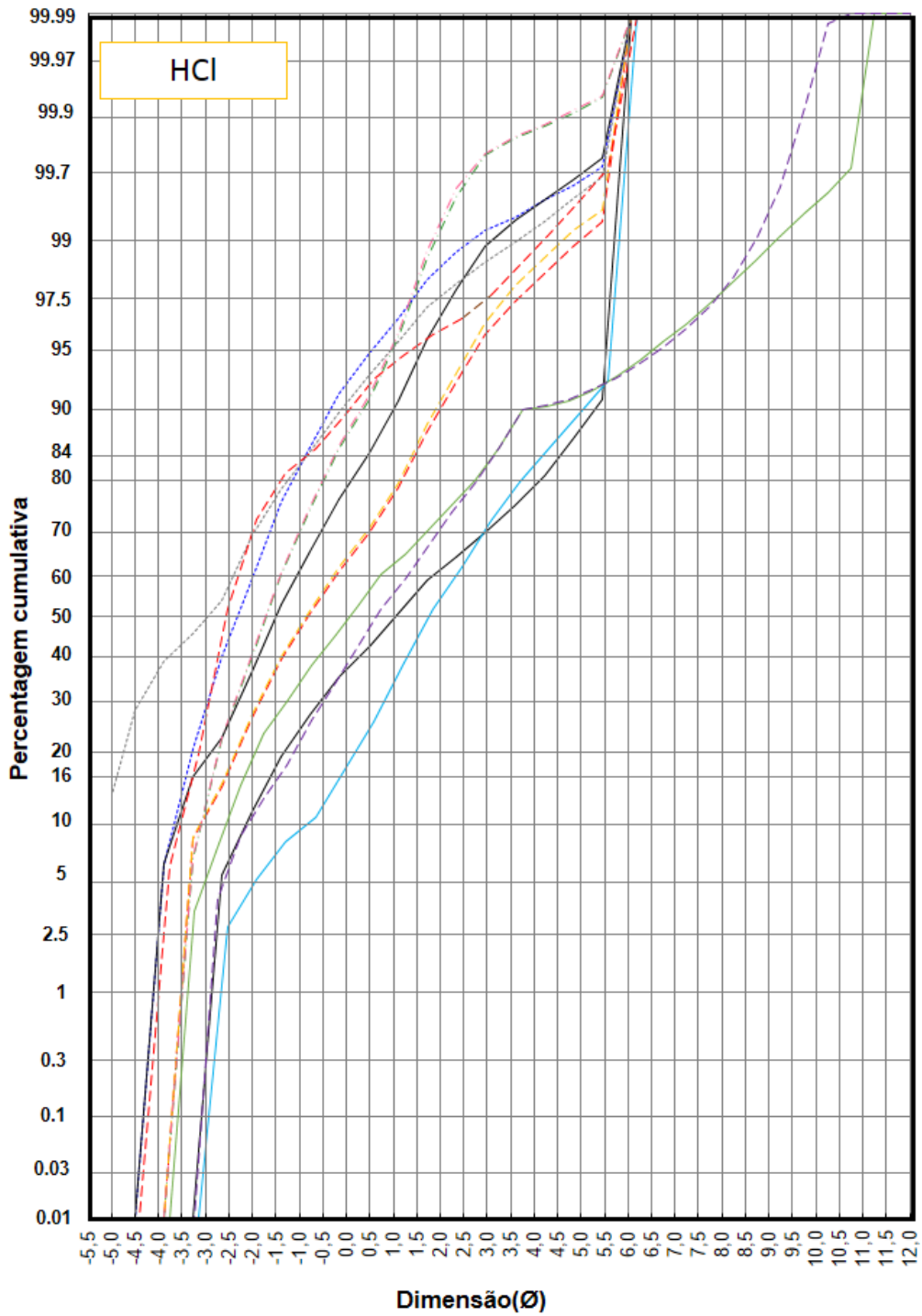


Figura 105. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\phi$  em abcissa das amostras recolhidas na barra lateral direita da zona de confluência rio Homem-Cávado.

As amostras recolhidas na barra lateral direita na zona de Confluência rio Homem-Cávado (Figura 105) podem ser agrupadas em dois conjuntos: o primeiro, mais grosseiro onde se insere a maioria das amostras e um segundo com 70 a 80 % de areia, 10 a 20% de seixo e 10% de lodo,

sendo que nestas duas das amostras são mais argilosas. A maioria das partículas destas amostras ter-se-ão deslocado por saltação, observando-se uma subpopulação com calibragem variada.

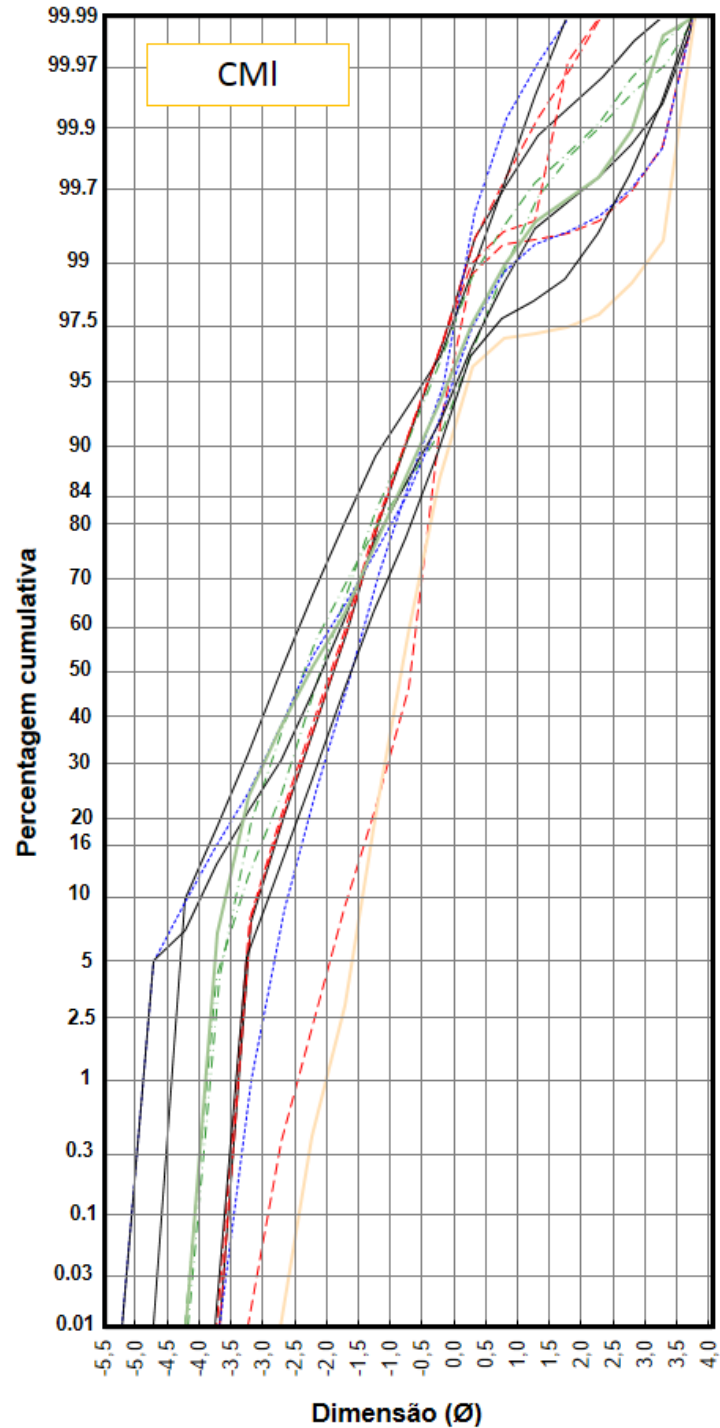


Figura 106. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\phi$  em abcissa das amostras recolhidas na barra lateral direita da praia fluvial de Manhente, rio Cávado.

As curvas de frequência acumulada das amostras recolhidas na barra lateral direita da praia fluvial de Manhente, no rio Cávado (Figura 106) são bastante semelhantes. Estas são constituídas essencialmente por seixo e areia sendo ausente partículas de lodo. A verticalidade das retas são indicadores de grande seletividade de transporte, as partículas ter-se-ão deslocado essencialmente por saltação.

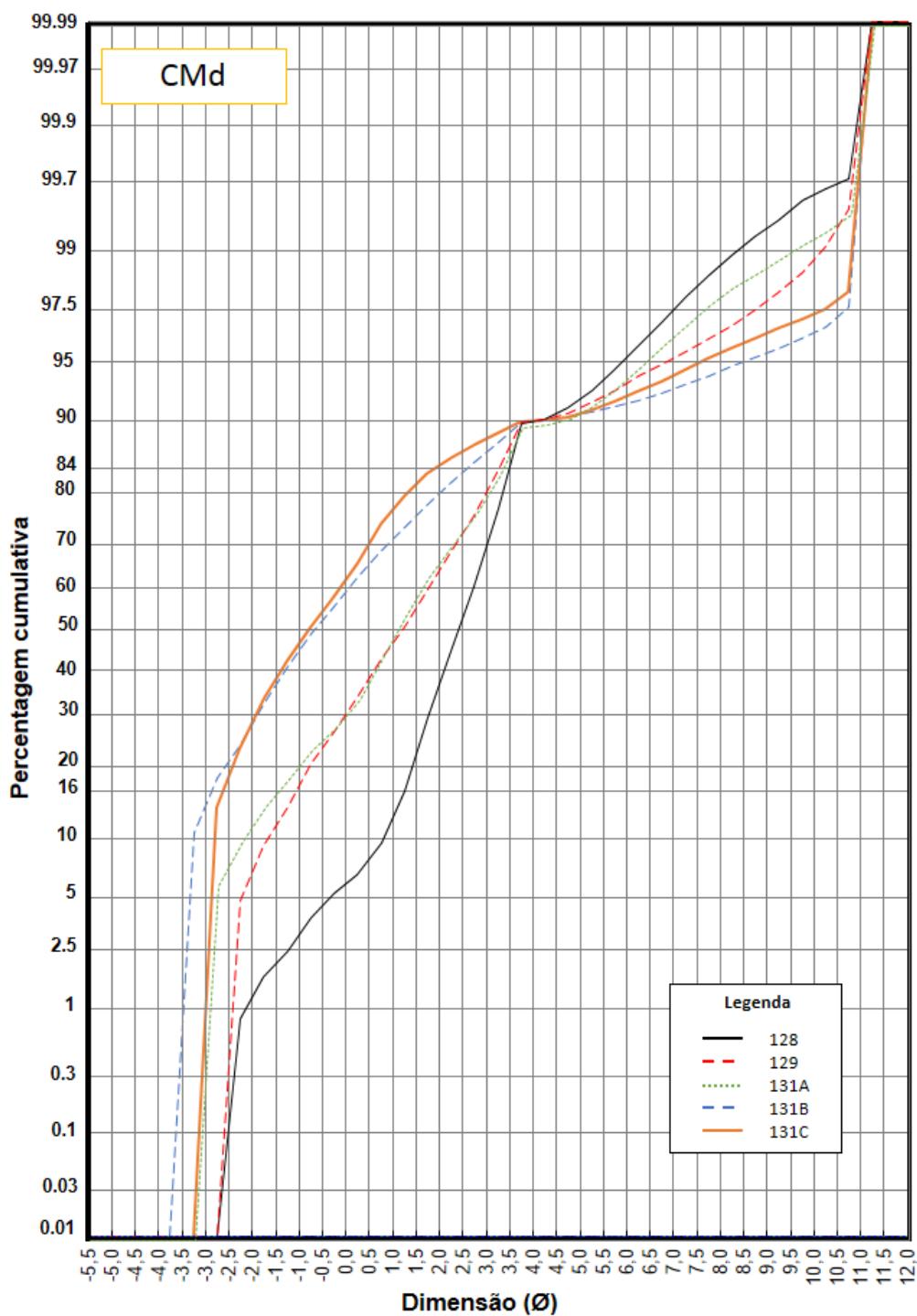


Figura 107. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\varnothing$  em abcissa das amostras recolhidas no depósito de terraço de Manhente, rio Cávado.

Na figura 107 estão representadas as curvas de frequências acumuladas das amostras recolhidas nos depósitos de terraço junto à praia fluvial de Manhente, na margem direita do rio Cávado.

A amostra 128 é constituída maioritariamente por areia (87,2%). As suas partículas moveram-se por saltação (tanto a subpopulação mais fina e melhor calibrada, como a subpopulação mais grosseira). Existe outra subpopulação ainda, de lodo (10,3%) que se deslocou por suspensão.

A distribuição da dimensão na amostra 129 resultante de 3 modos de transporte, existindo dois pontos de inflexão: 0,5 Ø e 4Ø. O primeiro evento mais grosseiro (30% da distribuição) pertence à subpopulação de partículas com dimensão inferior a 0,5 Ø. A população dominante (60%) é areia grosseira a muito fina e ter-se-á deslocada, assim como o evento anterior, por saltação. Houve ainda a deposição das partículas mais finas (lodo) por suspensão.

As curvas de frequência acumulada das amostras 131B, 131C e 131A são bastante semelhantes à curva da amostra 129. Contudo, a percentagem de partículas mais grosseiras (de seixo) nas amostras 131B e 131C é maior do que na 129, refletindo o carácter mais grosseiro das mesmas e maior competência da corrente.

Pela comparação do gráfico da figura 107, referente às amostras recolhidas no depósito de terraço, com o gráfico da figura 106, referente às amostras recolhidas na barra lateral de Manhente, podemos aferir que os sedimentos com dimensão lodo surgem todos nos depósitos de terraço, sendo ausentes nas amostras da barra lateral. Assim, as populações de sedimentos mais atuais apresentam uma menor variação dimensional, em comparação com as mais antigas, decorrentes de uma maior energia da corrente. Também podemos asseverar que há populações na barra lateral melhor calibrados do que nos depósitos, comprovado por uma maior verticalidade dos respetivos segmentos de reta.

Na figura 108 estão representados as curvas de frequência acumulada das amostras recolhidas nas barras centrais de Barcelinhos e estas apesar de muito semelhantes entre si, podem ser agrupadas em dois conjuntos, sendo que um deles, formado pela maioria, apresenta amostras melhor calibradas. As amostras são formadas maioritariamente por seixos pequenos e areão (70 a 97,5%), sendo o restante areia muito grosseira e grosseira. A percentagem de lodo é ausente nestas amostras. Os sedimentos constituintes das barras centrais de Barcelinhos ter-se-ão deslocado por saltação, podendo ser definidas várias subpopulações de saltação, com calibragem variada.

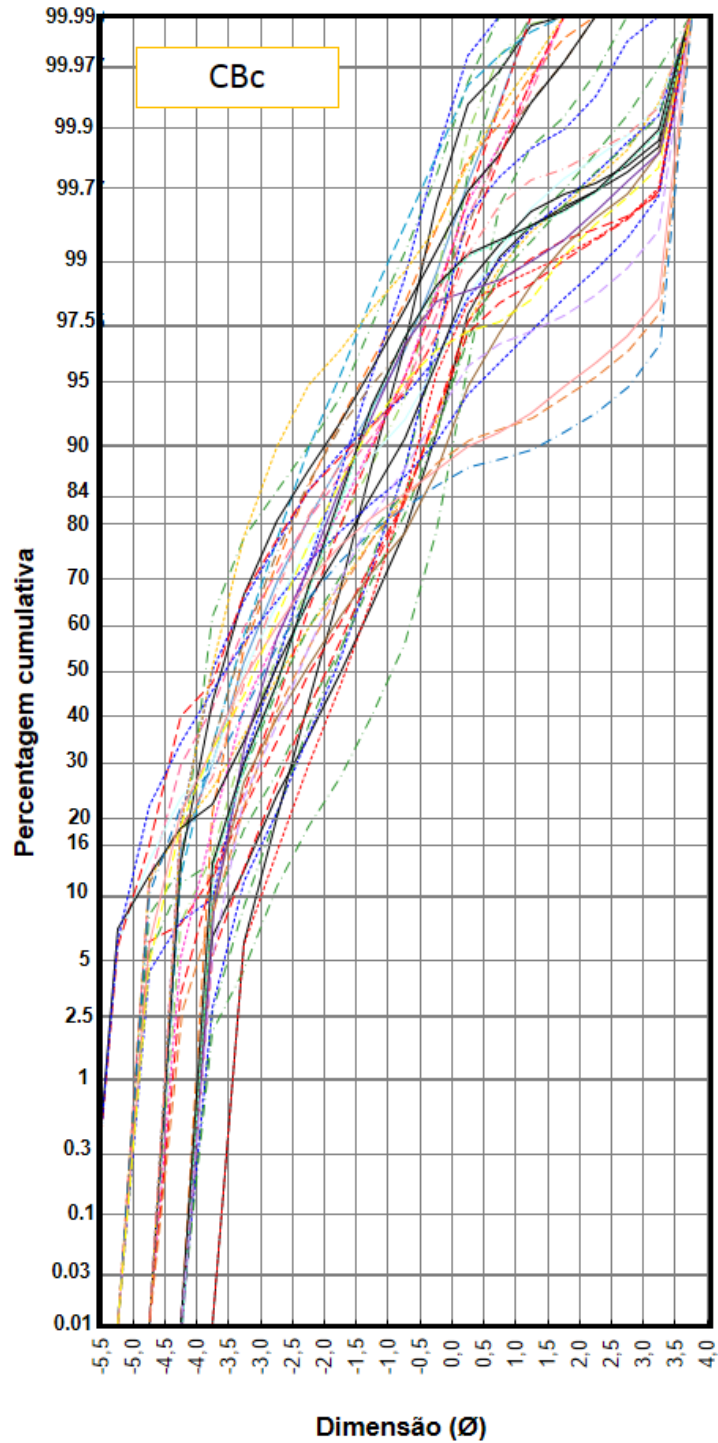


Figura 108. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\varnothing$  em abcissa das amostras recolhidas nas barras centrais de Barcelinhos, rio Cávado.

Tal como nas amostras recolhidas nas barras centrais de Barcelinhos, as amostras da barra lateral do mesmo local (Figura 109) são essencialmente formadas por seixos pequenos e areão, sendo a percentagem de areia (30%) menos significativa e sem de lodo. As suas partículas ter-se-ão deslocado por saltação, podendo ser definidas várias subpopulações com calibragem diferente.

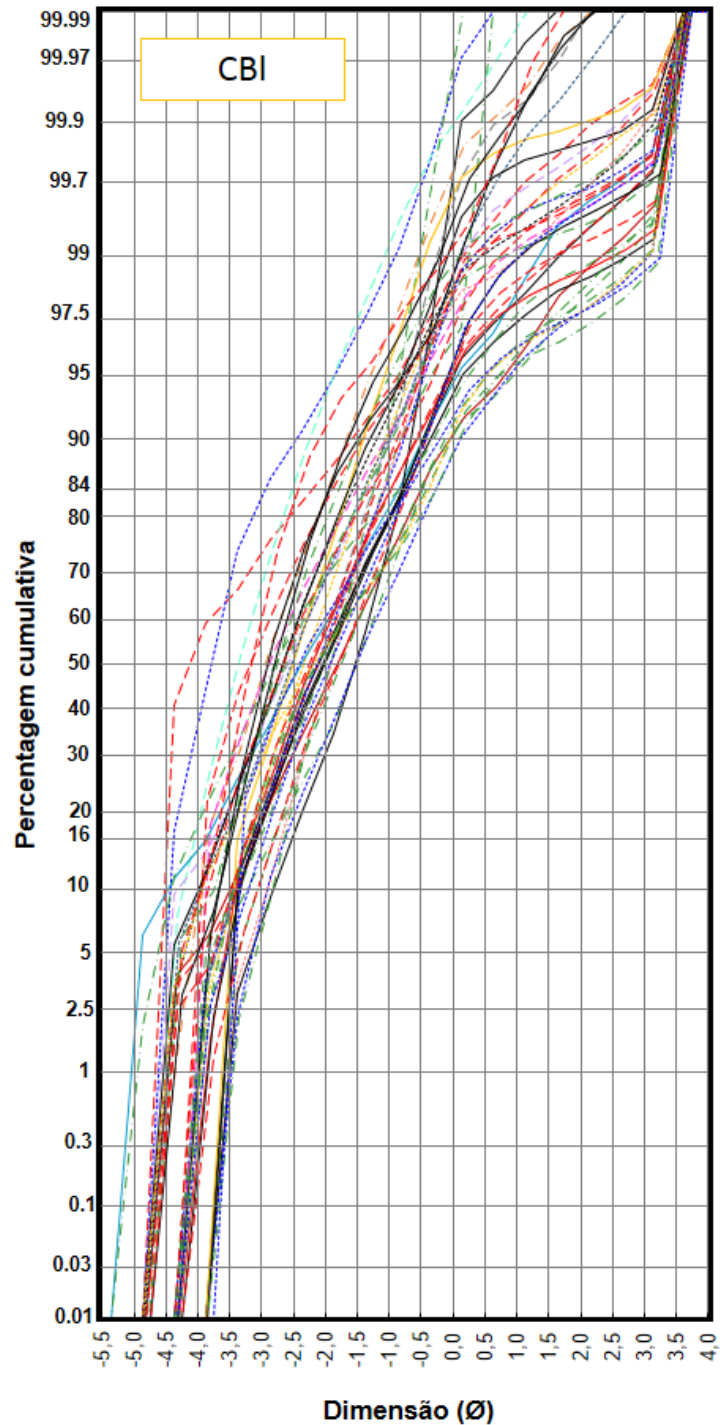


Figura 109. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala  $\phi$  em abcissa das amostras recolhidas na barra lateral da margem esquerda da praia fluvial de Barcelinhos, rio Cávado.

Pelo estudo das curvas de frequência acumulada (Figura 110), das amostras recolhidas na barra lateral da praia fluvial Barca do Lago, na margem esquerda do rio Cávado, salienta-se a dominância de seixos pequenos e areão em relação à percentagem de areia assim como, a total ausência de partículas da dimensão lodo. As amostras resultam da deposição de várias



subpopulações de saltação, existindo contudo, um pequeno conjunto de amostras melhor calibradas do que as restantes, que são a maioria.

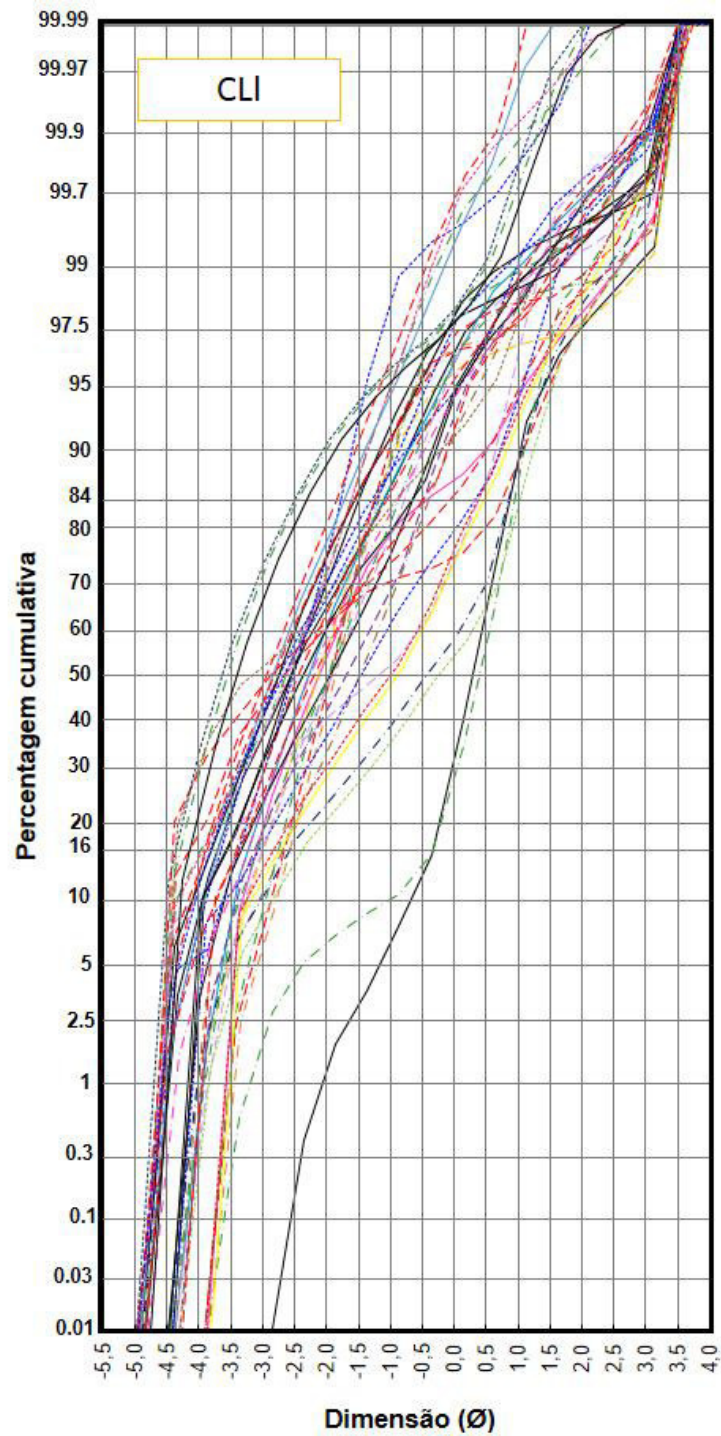


Figura 110. Curvas de frequência acumulada, usando a escala de probabilidade em ordenada e a escala Ø em abcissa das amostras recolhidas na barra lateral da margem esquerda da praia fluvial Barca do Lago, rio Cávado.

Pela análise dos gráficos das curvas de frequência acumulada (Figuras 102 à 110) podemos concluir que nas barras do rio Cávado analisadas não há deposição de lodo e que as amostras são essencialmente constituídas por seixos pequenos, areão e areia muito grosseira. Também podemos afirmar que as curvas de frequência acumulada são muito semelhantes entre si, afirmando que as condições de transporte e deposição são semelhantes ao longo do perfil longitudinal estudado. É ainda possível aferir que a presença de lodo ocorre apenas na barra lateral direita da praia fluvial Porto-Carrero, na barra lateral direita na zona de confluência rio Homem-Cávado e nos depósitos de terraço de Porto-Carrero (rio Homem) e Manhente (rio Cávado) indicando a ausência de energia da corrente, condição para a deposição por ação gravítica daquelas partículas.

#### 6.2.4. Parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957)

Os parâmetros estatísticos são usados para caracterizar e interpretar as distribuições dimensionais dos sedimentos facilitando o estudo comparativo entre as amostras. Existem diferentes fórmulas que os definem, contudo, neste trabalho serão utilizados os parâmetros estatísticos propostos por (Folk & Ward, 1957): média gráfica ( $Mz$ ), desvio padrão gráfico inclusivo ( $\sigma$ ), assimetria gráfica inclusiva ( $SK$ ) e acuidade gráfica ( $K_g$ ), tendo-se optado pela sua projeção em diagramas ortogonais. Os valores obtidos no presente trabalho podem ser consultados no ANEXO F.

Tendo em conta que se usa a escala dimensional em unidades  $\emptyset$  no cálculo dos parâmetros estatísticos, os valores mais positivos correspondem às dimensões mais finas, sendo os valores muito negativos de sedimentos com dimensão muito grosseira dominante. Para o cálculo é necessário obter os valores da dimensão (em unidades  $\emptyset$ ), que são indicados nas fórmulas com as designações  $\emptyset 5$ ,  $\emptyset 16$ ,  $\emptyset 25$ ,  $\emptyset 50$ ,  $\emptyset 75$ ,  $\emptyset 84$  e  $\emptyset 95$ . Ou seja, ler na curva de frequência acumulada traçada em papel de probabilidade os diâmetros das partículas, em  $\emptyset$ , correspondentes aos percentis 5, 16, 25, 50, 75, 84 e 95.

As fórmulas para o cálculo dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) são as seguintes:

$$\text{Média gráfica } (Mz) = \frac{\emptyset 16 + \emptyset 50 + \emptyset 84}{3}$$

$$\text{Desvio Padrão inclusivo } (\sigma_I) = \frac{\emptyset 84 - \emptyset 16}{4} + \frac{\emptyset 95 - \emptyset 5}{6,6}$$

$$\text{Assimetria gráfica inclusiva } (SK_I) = \frac{\phi 84 + \phi 16 - (2 \times \phi 50)}{2 \times (\phi 84 - \phi 16)} + \frac{\phi 95 - \phi 5 - (2 \times \phi 50)}{2 \times (\phi 95 - \phi 5)}$$

$$\text{Acuidade gráfica } (K_G) = \frac{\phi 95 - \phi 5}{2,44 \times (\phi 75 - \phi 25)}$$

As medidas de tendência central dão-nos indicações se as partículas que fazem parte de uma distribuição são muito ou pouco grosseiras do que as outras de outra distribuição dimensional. Essas diferenças relacionam-se com a energia da corrente e da sua competência como agente de transporte.

O desvio padrão, também designado por calibração varia com a maior ou menor concentração de partículas à volta da média, as quais representam a constância ou irregularidade dos níveis de energia do fluxo aquoso. Segundo Folk e Ward (1957), baseando-se no estudo de centenas de análises dimensionais de vários ambientes, podem-se descrever as distribuições dimensionais ou os respetivos sedimentos em função dos valores dos parâmetros estatísticos. Na tabela 5 encontram-se listados as classes de calibração propostas por estes autores bem como os seus valores limites.

Tabela 5. Classes de calibração propostas por Folk & Ward (1957).

Desvio padrão inclusivo ( $\sigma$ )	Designação
< 0,35	Muito bem calibrado
0,35 a 0,50	Bem calibrado
0,50 a 0,71	Moderadamente bem calibrado
0,71 a 1,0	Moderadamente calibrado
1,0 a 2,0	Mal calibrado
2,0 a 4,0	Muito mal calibrado
> 4,0	Extremamente mal calibrado

Duas curvas de distribuição granulométrica podem ter valores de média e calibração idênticos, mas apresentar formas significativamente diferentes, é a assimetria da curva. A assimetria evidencia se a população dimensional dominante sofreu enriquecimento em sedimentos finos ou grosseiros, que causam desvios em relação à simetria da forma da curva normal. O enriquecimento em partículas de dimensão mais fina que a população dominante é o

efeito de declínio na energia de transporte. A presença de uma população subordinada de partículas com dimensão mais grosseira reflete um aumento na energia de transporte. Deste modo, a assimetria pode ter valor positivo ou negativo variando entre 1,00 e -1,00 (Tabela 6).

Os valores de assimetria próximos dos extremos são indicadores de sedimentos com partículas de dimensão variada, possuindo uma população de dimensão dominante acompanhada por outra população subordinada de dimensão oposta. As curvas de distribuição da dimensão da dimensão presente nos sedimentos adquirem assimetria positiva ou negativa, consoante a população dominante seja respetivamente grosseira ou fina. A assimetria positiva reflete a existência duma fração fina, isto é a curva possui uma cauda que se situa à direita da média (na assimetria negativa a situação oposta).

*Tabela 6. Classes assimetrias propostas por Folk & Ward (1957).*

Assimetria gráfica inclusiva (SK <sub>i</sub> )	Designação
1,00 a 0,30	Grande assimetria positiva
0,30 a 0,10	Assimetria positiva
0,10 a -0,10	Aproximadamente simétrica
-0,10 a -0,30	Assimetria negativa
-0,30 a -1,00	Grande assimetria negativa

A acuidade ou curtose mede a relação entre a seletividade dos extremos da distribuição e seletividade na parte central. A dispersão dos pontos para valores de acuidade muito superiores a 1, é sintoma de que à moda principal são adicionadas pequenas frações porções doutra (Folk & Ward, 1957). Assim, as medidas de acuidade relacionam-se com o comprimento das caudas (partes laterais) da curva em relação à curva normal, isto é, evidenciam a calibração das partes laterais da curva em relação à calibração da zona central. Segunda a equação definida por Folk & Ward (1957) para a acuidade gráfica, as curvas com distribuição normal apresentam valores de acuidade superiores a 1,11 são leptocúrticas as que apresentam valores entre 0,90 e 1,11 são mesocúrticas e as que possuem valores inferiores a 0,90 são platicúrticas (Tabela 7).

## 6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

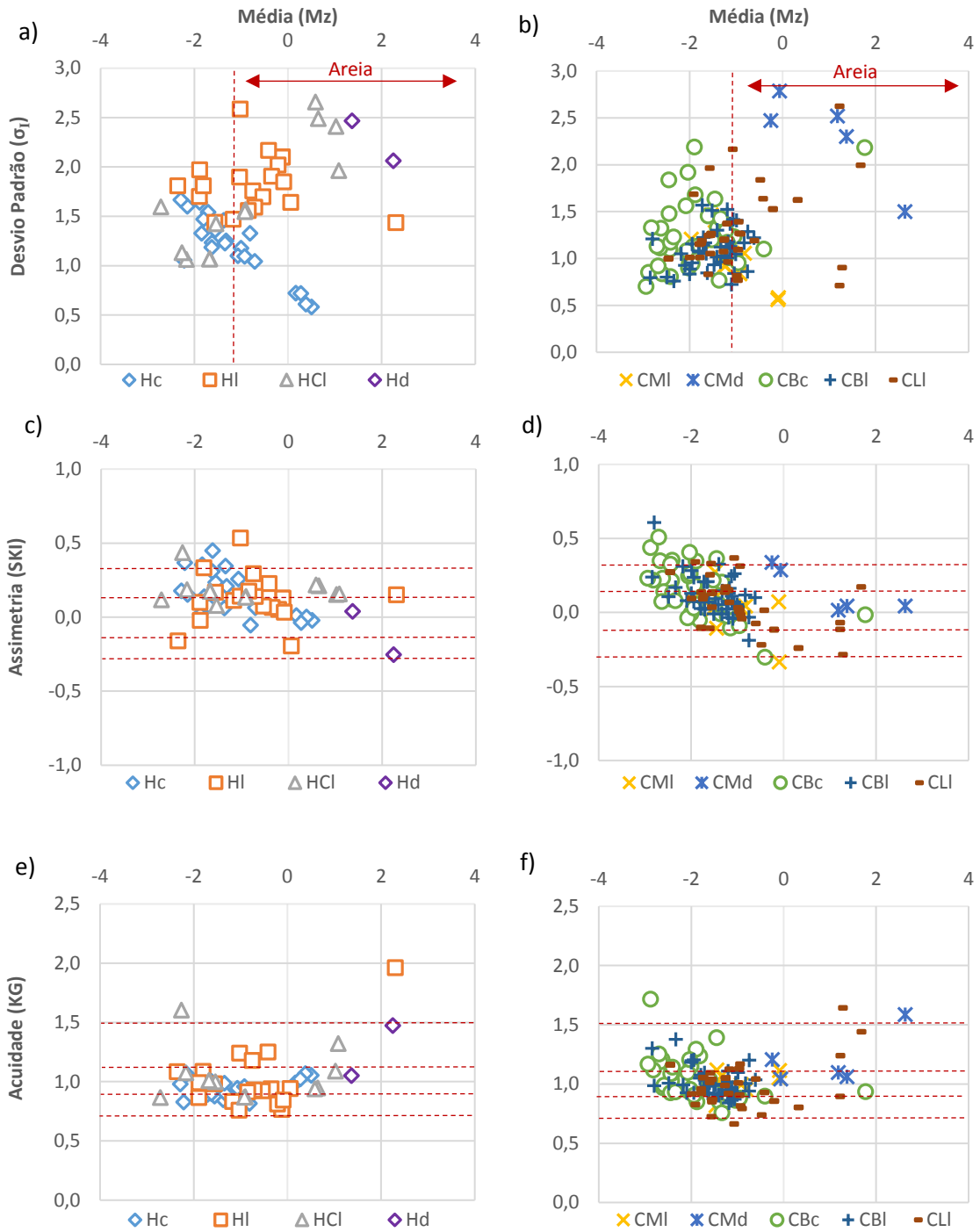
*Tabela 7. Classes de acuidade gráfica ( $K_g$ ) proposta por Folk & Ward (1957).*

Acuidade gráfica ( $K_g$ )	Designação
< 0,67	Muito platicúrtica
0,67 a 0,90	Platicúrtica
0,90 a 1,11	Mesocúrtica
1,11 a 1,50	Leptocúrtica
1,50 a 3,00	Muito leptocúrtica
> 3,00	Extremamente leptocúrtica

As fórmulas propostas por Folk & Ward (1957) para o cálculo dos parâmetros estatísticos apresentam a vantagem de incluírem tanto a classe dimensional média como as classes extremas, reduzindo de forma significativa o erro introduzido pelo afastamento destas curvas em relação à curva normal. Em adição, o cálculo dos referidos parâmetros, concretizado a partir da curva cumulativa traçada em papel de probabilidades, torna-se mais rigoroso e é independente do operador.

Nesta dissertação, utilizando os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), calculados a partir das fórmulas anteriormente descritas, obteve-se os seguintes gráficos ortogonais agrupados à esquerda os das amostras recolhidas no rio Homem e sua zona de confluência e à direita os das amostras recolhidas no rio Cávado (Figura 111).

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado



(Hc: barra central Porto-Carrero; HI: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBI: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago)

6. Tratamento, análise e discussão dos resultados

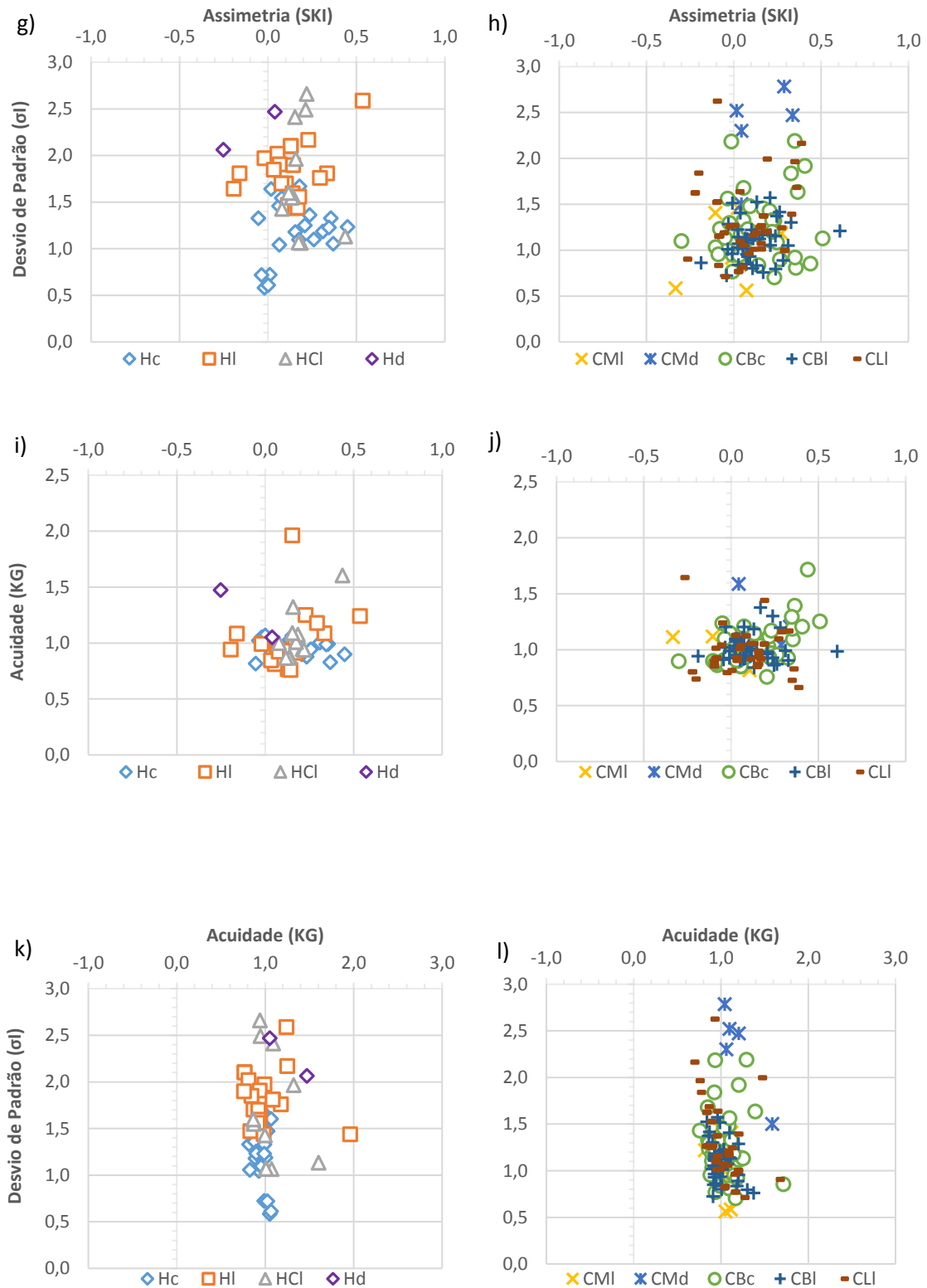


Figura 111. Diagramas ortogonais entre os parâmetros estatísticos baseados em Folk & Ward (1957), (Hc: barra central Porto-Carrero; HI: barra lateral Porto-Carrero; HCl: barra lateral Confluência Homem-Cávado; CMI: barra lateral Manhente; CMd: depósitos de terraço Manhente; CBc: barras centrais Barcelinhos; CBI: barra lateral Barcelinhos; e CLI: barra lateral Barca do Lago).



A dispersão das amostras no diagrama média-desvio padrão para o rio Homem (Figura 111.a) ressalta dois aspetos: primeiro, a nuvem de pontos ocupa um intervalo aberto nos valores da média entre os 2,5 e os 2,5 Ø, devido à variação dimensional existente nas amostras; segundo a maioria das amostras apresentam valores de desvio padrão superiores a 1,0 Ø, refletindo o carácter mal calibrado destes sedimentos contudo existe um pequeno grupo de amostras (9, 16, 18 e 20) recolhidas na barra central da praia fluvial Porto-Carrero que demonstra um carácter moderadamente bem calibrado.

Também no diagrama média-desvio padrão para o rio Cávado (Figura 111.b) existe uma variação da média grande, porém, a maioria das amostras concentra-se nos valores inferiores a -1Ø. As amostras recolhidas nos depósitos fluviais de Manhente projetam-se todas no intervalo superior a esse limite, coincidindo o carácter mais fino dessas amostras. Quanto aos valores de desvio padrão as amostras projetam-se com valores superiores a 0,5 Ø refletindo a natureza bem a muito mal calibrado dos sedimentos.

Nos diagramas média-assimetria (Figura 111.c e 111.d) existe um predomínio de sedimentos com assimetria positiva o que evidencia um enriquecimento em partículas de dimensão mais fina à população grosseira dominante.

Relativamente aos diagramas média-acuidade representados na Figura 111.e e 111.f as amostras são essencialmente mesocúrticas havendo contudo amostras leptocúrticas e platicúrticas. Segundo Alves (1995) as distribuições platicúrticas correspondem a sedimentos bimodais, e são por isso pior calibrados que as leptocúrticas, nas quais existe uma população dominante bem calibrada e outra subordinada menos calibrada que constitui a cauda da distribuição.

Nos diagramas assimetria-desvio padrão (Figura 111.g e 111.h) é possível aferir que na sua maioria as amostras são simétricas a assimétricas positivas devido à presença de uma população abundante material grosseiro e que as mesmas são mal calibradas.

Pelo que foi anteriormente descrito entende-se que a assimetria e acuidade são parâmetros sensíveis às proporções das modas presentes no sedimento (Alves, 1999). Projetando a assimetria versus acuidade (Figura 111.i 111.j) verifica-se que a maioria das amostras figura nos domínios de distribuição “normais”. As curvas aproximadamente simétricas e mesocúrticas não pertencem a sedimentos unimodais. Os diagramas assimetria-acuidade evidenciam não só evidenciam a presença de mais do que uma população dimensional, geralmente uma mais abundante sempre acompanhada por outra subordinada de dimensões opostas, como simultaneamente a variação

proporcional entre as modas, assim as curvas adquirem uma grande assimetria positiva ou negativa, consoante a população dominante seja respetivamente grosseira ou fina, variando a acuidade desde muito platicúrtica a muito leptocúrtica, diretamente relacionada com a abundância relativa entre as populações presentes (Alves, 1999). No caso em estudo, a maioria das amostras, são aproximadamente simétricas com tendência para assimetria positiva, reflexo da deposição de uma fração de sedimentos mais finos. As distribuições mesocúrticas a leptocúrticas, das amostras recolhidas, correspondem a sedimentos melhor calibrados do que as distribuições platicúrticas. As amostras leptocúrtica apresentam uma população dominante bem calibrada e outra subordinada menos calibrada, que constitui a cauda da distribuição.

Os diagramas acuidade-desvio padrão (Figura 111.k e 111.l) refletem a distribuição essencialmente mesocúrtica a leptocúrtica das amostras assim como a mal calibração das mesmas com exceção de algumas amostras recolhidas na barra central da praia fluvial Porto-Carrero, barra lateral e central da praia de Barcelinhos, barra lateral da praia fluvial de Manhente e barra lateral da praia fluvial Barca do Lago.

### 6.3. Síntese dos resultados

O espetro composicional presente nos sedimentos depende diretamente das rochas disponíveis nas áreas fontes. No caso dos depósitos fluviais estudados os clastos de quartzo, feldspato, rochas graníticas e de rochas metamórficas refletem a composição geológica da região onde se insere a bacia hidrográfica do Cávado, tendo sido os clastos de feldspato os mais abundantes, seguidos dos de quartzo (Figura 71). Verificou-se ainda que a concentração de quartzo ao longo do troço estudado aumentou de montante para jusante, tendo sido a única composição onde tal aconteceu (Figura 79). Este facto é explicado pela alta resistência mecânica deste mineral.

A distribuição dimensional observada nos sedimentos é o resultado da interação entre as dimensões disponíveis e fornecidas pela área de alimentação, a resistência mecânica dos materiais constituintes dos clastos e as características do transporte. A análise das distribuições dimensionais permitiu anotar que foi fornecido aos locais em estudo um grande leque dimensional de partículas, desde seixo a lodo, pelo que do ponto de vista sedimentológico existiu diferentes

condições de transporte que permitiu ora a deposição de sedimentos mais grosseiros, ora deposição de sedimentos mais finos. A dimensão da partícula influencia o seu modo de transporte e no meio fluvial existe três modos de transporte: rolamento/tração, saltação e suspensão, sendo que na maioria das amostras estudadas, os sedimentos ter-se-ão deslocado por saltação (Figuras 102 a 110). Na realidade, durante a maior parte do tempo todo este material circula no canal, movimentando-se paralelamente entre si, porém em períodos de cheia são depositados os clastos grandes e só em períodos mais calmos são depositados os sedimentos mais finos. No caso do troço em estudo verificou-se que a deposição de sedimentos da dimensão lodo estava quase sempre ligada à presença da vegetação, ou surgia nas amostras de depósitos de terraço mais antigos.

No estudo dimensional da fração grosseira pode-se concluir que a maioria dos clastos pertence às classes dimensionais [16-22] mm e [22-32] mm (Figura 72) sendo que foram recolhidos em maior número nas barras centrais de Barcelinhos e na barra lateral da Barca do Lago, respetivamente (Figura 73). Os clastos com dimensão maior foram essencialmente recolhidos nas barras da praia fluvial Porto-Carrero, no rio Homem, o que nos permite concluir que as partículas mais grosseiras estão localizadas em zonas mais a montante e as mais finas a jusante, no setor de barras amostradas neste estudo. De facto, a erosão sofrida pelos clastos, no decurso do seu transporte, produz desgaste, que lhe modifica o tamanho, a forma e influencia o seu achatamento. A maioria dos clastos apresenta alto índice de desgaste e baixo índice de achatamento. A dispersão dos pontos no diagrama de Richter (1959) (Figura 78) permite aferir que os clastos de rochas metamórficas são os que apresentam menor valor de índice de desgaste (< 600, a maioria < 400). Também se verifica que os pontos de feldspato e quartzo estão na generalidade abaixo da linha diagonal e apresentam desgaste variado. Os clastos de granito fino, médio e grosseiro também apresentam a mesma tendência. O desgaste é influenciado pelo tamanho, pelo que se verifica um aumento do índice de desgaste com o tamanho dos clastos assim, há medida que a duração do transporte aumenta o desgaste também aumenta e o comprimento diminui.

No estudo da morfometria para os clastos de quartzo (Figuras 80 a 82) pode-se concluir que, de uma forma geral, não existe uma população definida de índice de desgaste, havendo, portanto uma mistura de clastos que sofreram ciclos de desgaste com duração distinta. Porém, a classe modal localiza-se sempre à esquerda de 350, o que reflete o pouco desgaste dos clastos de quartzo. Os clastos de quartzo apresentam valores de classe modal, para o índice de achatamento,

inferiores a 2,5, observando-se raramente clastos com achatamento superior. Os valores de índice de desgaste e de índice de achatamento dos clastos de quartzo são coincidentes com os de outros trabalhos já apresentados, havendo contudo em alguns casos uma necessidade futura de uma nova colheita para favorecer estatisticamente os resultados obtidos. Através da análise dos diagramas de Richter (1959) para estes clastos verifica-se que nas classes dimensionais menores ( [16-22] mm e ]22-32] mm ) os clastos são maioritariamente arredondados e não achatados enquanto que nas classes dimensionais maiores ( ]32-45] mm e ]45-64] mm ) os clastos são mais achatados pelo que se conclui que o achatamento é influenciado pelo tamanho, sendo menor nos clastos mais pequenos.

Segundo a classificação proposta por Folk (1954), a maioria das amostras da fração < 16 mm, em cascalho e cascalho arenoso, tendo a projeção das amostras do lado direito do diagrama triangular (Figura 93) evidenciado o carácter grosseiro das mesmas. A existência de partículas da dimensão seixo reflete a velocidade máxima de transporte atingida pela corrente fluvial e a deposição de partículas finas, de limo e argila, indicador de menor energia, uma vez que para se depositarem requerem ausência de agitação.

A análise dos diagramas ortogonais (Figura 111), construídos a partir dos parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957), permitiram inferir o seguinte para as amostras da fração inferior a 16 mm: a nuvem de pontos ocupa um intervalo aberto nos valores da média entre os - 2,5 e os 2,5, devido há grande variação dimensional nas amostras; os valores de desvio padrão superiores a 0,5 refletem o carácter moderadamente bem calibrado a mal calibrado dos sedimentos; a grande assimetria positiva reflete a mistura de uma população grosseira dominante associada a uma população fina subordinada; as amostras são essencialmente mesocúrticas havendo amostras leptocúrticas e platicúrticas que refletem um mistura de populações. Assim podemos concluir que houve flutuações na velocidade da corrente que permitiram a deposição de sedimentos.

## 7. CONCLUSÕES

Os geoindicadores são medidas de avaliação de fenómenos e processos geológicos pelo que o seu uso permite entender a dinâmica dos ambientes terrestres e contribuir para a investigação, monitorização e análise ambiental. Neste trabalho foram abordados três dos vinte e sete geoindicadores propostos por Berger & Iams (1996): morfologia e posição do canal fluvial, escoamento canalizado e carga fluvial e deposição de sedimentos.

No sistema fluvial Cávado há deposição de sedimentos formando barras longitudinais centrais e laterais assim como, há locais em erosão que propiciam o alargamento do canal. O trajeto geral do rio Cávado apresenta uma ligeira sinuosidade sendo mais largo do que profundo. Os sedimentos são essencialmente cascalho e areia, pelo que o seu transporte é essencialmente por tração e saltação. Podendo o rio ser classificado como um sistema entrançado.

Pela observação direta, foi ainda possível constatar que o rio Cávado e seus afluentes estão sujeitos a controlos naturais e antrópicos que causam modificações no canal e consequentemente na dinâmica fluvial. O estudo histórico dos ajustes do canal a fatores que causam *stress* no sistema fluvial fornece informações sobre a sensibilidade e consequência dessas mudanças. Dados sobre a erosão, deposição, geometria e exposição das barras, tipo e distribuição da vegetação ripícola e sobre as comunidades bióticas são importantes para avaliar o risco e a sensibilidade aos distúrbios. Deste modo a monitorização é algo fundamental para entender as respostas dos sistemas fluviais à exposição de diversos fatores.

O espetro composicional reflete a composição geológica da região, tendo sido recolhidos clastos de feldspato, quartzo, granito e de rochas metamórficas. A distribuição dimensional observada vai desde seixo a lodo, pelo que existiu diferentes condições de transporte que permitiram a deposição de sedimentos grosseiros, ora de sedimentos mais finos. Verificou-se ainda que a deposição de sedimentos da dimensão lodo estava sempre ligado à presença de vegetação ou surgia nas amostras de depósitos de terraço. Do estudo morfométrico conclui-se que não existe uma população definida de índice de desgaste e de índice de achatamento, havendo portanto, uma mistura de clastos que sofreram ciclos distintos. Pode-se ainda verificar que os clastos com maior dimensão foram essencialmente recolhidos nas barras mais a montante e as partículas mais finas a jusante, no setor de barras amostradas neste estudo. A mistura de populações mais grosseiras com outras mais finas ilustra flutuações na velocidade da corrente. A mistura de populações transportadas de modos diferentes repercute-se nos valores dos parâmetros

estatísticos calculados. Estes são uma forma de apresentação e comparação numérica muito útil, neste tipo de estudos. Para além destes, a dissecação gráfica da curva de frequência acumulada, construída na escala de probabilidades, facilitou a identificação dos pontos de inflexão, salientando várias populações detríticas e o respetivo modo de transporte.

Os rios aluviais, como o rio Cávado, são formas de relevo dinâmicas sujeitas a alterações rápidas na forma do canal e padrão de fluxo pelo que o seu estudo sistemático fornece uma boa ferramenta para compreender os tipos e taxas de resposta às mudanças ambientais de forma que seja possível prever os efeitos para um bom ordenamento e gestão do território no espaço fluvial.

Em conclusão:

- No que diz respeito ao troço do rio Cávado amostrado há semelhança em termos dimensionais dos materiais que o constituem, fazendo por isso um conjunto interessante de ser amostrado. Neste troço, as correntes circulam sobre aluviões e são estas que os dispõem sobre a sua força e orientação;
- A metodologia adotada apresenta vantagens, em termos de resultados uma vez que, se houver modificações na dinâmica fluvial esta metodologia permite facilmente observar modificações na competência da corrente, nos valores máximos e mínimos. Se a competência da corrente for maior serão depositados materiais de maior dimensão, se houver diminuição da competência da corrente então os materiais depositados serão menores;
- A desvantagem da metodologia utilizada é ser demorada. No caso de necessidade de uma monitorização mais rápida, esta deve ser feita por uma equipa com maior número de elementos. Também pode ser feito um levantamento de amostras alteradas e/ou um espaçamento maior entre perfis transversais, mas nunca fazendo, um intervalo entre perfis maior que 100 metros, nas barras maiores, como por exemplo a de Barcelinhos e a da Barca do Lago, e maior que 50 metros nas barras de Porto-Carrero, zona de Confluência e Manhente;
- O estudo da dinâmica fluvial do Cávado deverá ser feito periodicamente, num intervalo de 5 em 5 anos, não deixando contudo, de se amostrar anos extraordinários, muito secos ou muito pluviosos;
- Se futuramente houver alguma construção no troço amostrado essa terá influência na dimensão das partículas. No caso de encanamento do canal, as barras terão partículas mais grosseiras ou distribuídas mais uniformemente ao longo deste;

- Os resultados podem ser replicados para as condições geográficas e geológicas da região;
- As informações deste trabalho funcionam como uma ferramenta base que deverá ser tida em conta futuramente, na monitorização dos processos morfodinâmicos do Cávado, cumprindo por isso o objetivo proposto.





## 8. ANEXOS

## ANEXO A

Localização geográfica absoluta dos pontos analisados no trabalho a partir do GPS Garmim-modelo GPSmap60.

<b>Dados de campo - Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem) - Barra central</b>		
Ponto	Localização geográfica absoluta (GPS-Coordenadas decimais)	
	N	W
1	41.61219°	008.42774°
2	41.61222°	008.42775°
3	41.61214°	008.42787°
4	41.61219°	008.42771°
5	41.61218°	008.42785°
6	41.61218°	008.42783°
7	41.61218°	008.42785°
8	41.61217°	008.42787°
9	41.61224°	008.42782°
10	41.61225°	008.42781°
11	41.61223°	008.42772°
12	41.61217°	008.42769°
13	41.61223°	008.42768°
14	41.61221°	008.42776°
15	41.61217°	008.42787°
16	41.61224°	008.42782°
17	41.61225°	008.42781°
18	41.61223°	008.42772°
19	41.61217°	008.42769°
20	41.61223°	008.42768°
21	41.61221°	008.42776°
22	41.61217°	008.42787°

<b>Dados de campo - Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem) – Barra lateral</b>		
Ponto	Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)	
	N	W
23	41.61226°	008.42773°
24	41.61214°	008.42774°
25	41.61210°	008.42781°
28	41.61242°	008.42784°
29	41.61241°	008.42786°
30	41.61237°	008.42785°
31	41.61241°	008.42798°
32	41.61266°	008.42787°
33	41.61259°	008.42795°
34	41.61249°	008.42792°
35	41.61264°	008.42805°
36	41.61275°	008.42788°
37	41.61280°	008.42792°

## 8. Anexos

38	41.61281°	008.42799°
39	41.61285°	008.42805°

<b>Dados de campo - Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem) – Depósitos de terraço</b>		
Ponto	Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)	
	N	W
26	41.61222°	008.42797°
27	41.61222°	008.42801°

<b>Dados de campo – Confluência rio Homem-Cávado – Barra lateral</b>		
Ponto	Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)	
	N	W
40	41.60652°	008.43249°
41	41.60654°	008.42242°
42	41.60624°	008.43269°
43	41.60626°	008.43272°
44	41.60600°	008.43291°
45	41.60601°	008.43291°
46	41.60578°	008.43324°
47	41.60575°	008.43321°

<b>Dados de campo – Praia fluvial Manhente (Rio Cávado) – Barra lateral</b>		
Ponto	Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)	
	N	W
119	41.53845°	008.57877°
120	41.53821°	008.57859°
121	41.53822°	008.57865°
122	41.53819°	008.57873°
123	41.53801°	008.57842°
124	41.53799°	008.57842°
125	41.53798°	008.57853°
126	41.53786°	008.57837°
127	41.53786°	008.57842°
130	41.53788°	008.57812°

<b>Dados de campo – Praia fluvial Manhente (Rio Cávado) – Depósitos de terraço</b>		
Ponto	Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)	
	N	W
128	41.53804°	008.57828°
129	41.53813°	008.57817°
131	41.54020°	008.57630°

<b>Dados de campo – Praia fluvial Barcelinhos (Rio Cávado) – Barras centrais</b>		
Ponto	Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)	
	N	W
48	41.52730°	008.61628°
49	41.52731°	008.61632°
50	41.52735°	008.61632°
51	41.52736°	008.61632°
52	41.52741°	008.61630°

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

53	41.52740°	008.61630°
54	41.52741°	008.61631°
55	41.52736°	008.61630°
56	41.52734°	008.61631°
57	41.52733°	008.61632°
58	41.52734°	008.61631°
59	41.52732°	008.61634°
60	41.52731°	008.61637°
61	41.52734°	008.61636°
62	41.52741°	008.61630°
63	41.52739°	008.61638°
64	41.52739°	008.61640°
65	41.52742°	008.61640°
66	41.52743°	008.61641°
67	41.52741°	008.61640°
68	41.52740°	008.61639°
69	41.52736°	008.61642°
70	41.52739°	008.61644°
71	41.52742°	008.61645°
72	41.52741°	008.61645°
73	41.52737°	008.61647°
74	41.52739°	008.61648°
75	41.52740°	008.61654°
76	41.52743°	008.61652°
77	41.52747°	008.61653°
78	41.52737°	008.61650°

<b>Dados de campo – Praia fluvial Barcelinhos (Rio Cávado) – Barra lateral</b>		
<b>Ponto</b>	<b>Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)</b>	
	<b>N</b>	<b>W</b>
79	41.52733°	008.61659°
80	41.52735°	008.61658°
81	41.52732°	008.61662°
82	41.52730°	008.61664°
83	41.52730°	008.61667°
84	41.52729°	008.61669°
85	41.52723°	008.61675°
86	41.52719°	008.61683°
87	41.52708°	008.61656°
88	41.52712°	008.61660°
89	41.52713°	008.61664°
90	41.52716°	008.61670°
91	41.52715°	008.61672°
92	41.52743°	008.61678°
93	41.52739°	008.61680°
94	41.52736°	008.61684°
95	41.52735°	008.61684°
96	41.52734°	008.61684°
97	41.52731°	008.61686°
98	41.52721°	008.61690°
99	41.52798°	008.61845°
100	41.52788°	008.61848°
101	41.52778°	008.61848°
102	41.52768°	008.61849°
103	41.52747°	008.61853°
104	41.52741°	008.61911°
105	41.52762°	008.61916°
106	41.52775°	008.61916°
107	41.52784°	008.61920°
108	41.52792°	008.61924°

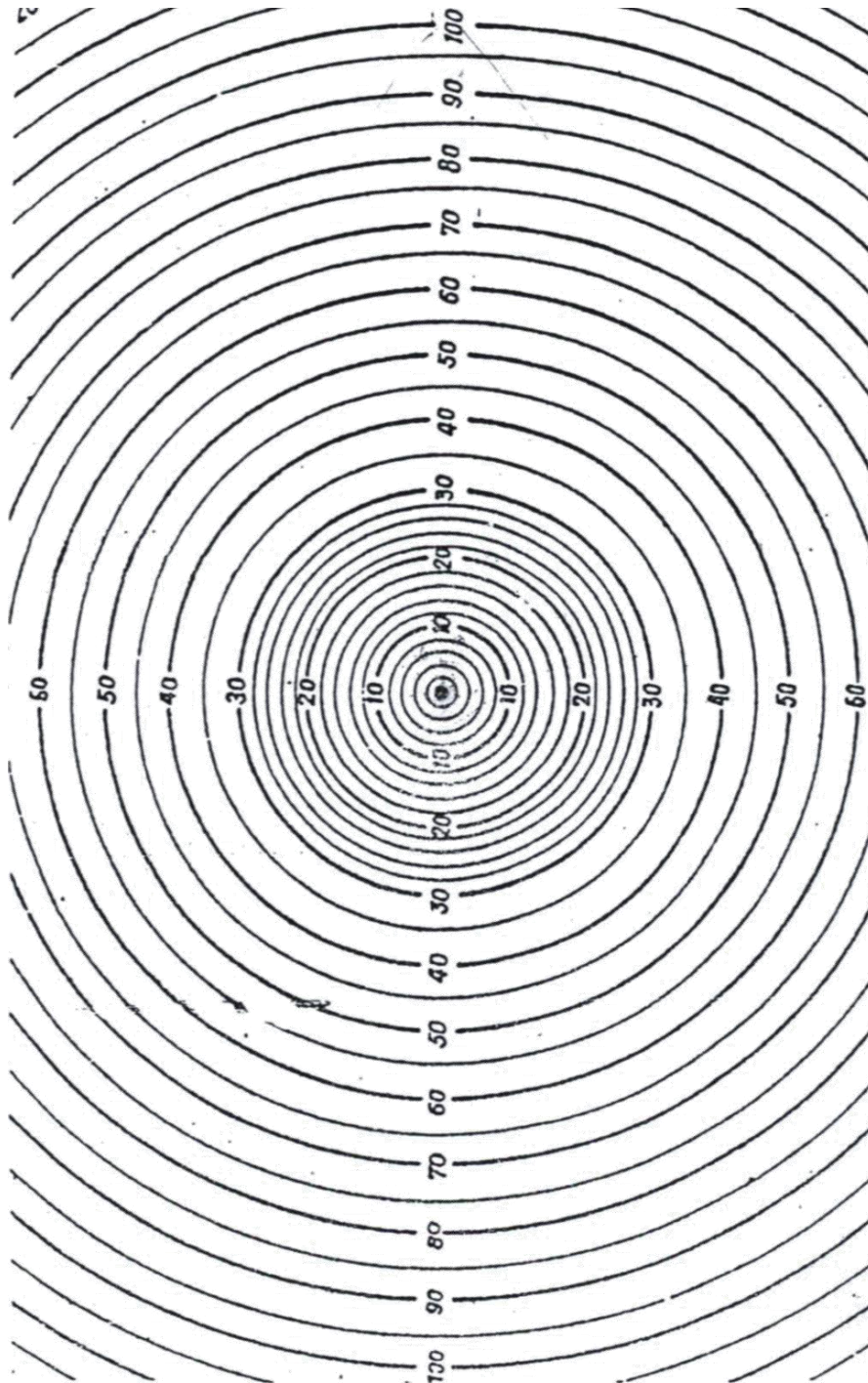
## 8. Anexos

109	41.52732°°	008.61969°
110	41.52752°	008.61974°
111	41.52767°	008.61977°
112	41.52773°	008.61981°
113	41.52723 °	008.62032°
114	41.52734°	008.60037°
115	41.52748°	008.60036°
116	41.52729°	008.62090°
117	41.52719°	008.62090°
118	41.52742°	008.62091°

<b>Dados de campo – Praia fluvial Barcelinhos (Rio Cávado) – Barra lateral</b>		
<b>Ponto</b>	<b>Localização geográfica absoluta (GPS Coordenadas decimais)</b>	
	<b>N</b>	<b>W</b>
132	41.51608°	008.74154°
133	41.51608°	008.74156°
134	41.51622°	008.74171°
135	41.51608°	008.74154°
136	41.51608°	008.74156°
137	41.51622°	008.74171°
138	41.51608°	008.74154°
139	41.51608°	008.74156°
140	41.51622°	008.74171°
141	41.51608°	008.74154°
142	41.51608°	008.74156°
143	41.51622°	008.74171°
144	41.51608°	008.74154°
145	41.51608°	008.74156°
146	41.51622°	008.74171°
147	41.51608°	008.74154°
148	41.51608°	008.74156°
149	41.51622°	008.74171°
150	41.51608°	008.74154°
151	41.51608°	008.74156°
152	41.51622°	008.74171°
153	41.51608°	008.74154°
154	41.51608°	008.74156°
155	41.51622°	008.74171°
156	41.51608°	008.74154°
157	41.51608°	008.74156°
158	41.51622°	008.74171°
159	41.51608°	008.74154°
160	41.51608°	008.74156°
161	41.51622°	008.74171°
162	41.51608°	008.74154°
163	41.51608°	008.74156°
164	41.51622°	008.74171°
165	41.51608°	008.74154°
166	41.51608°	008.74156°
167	41.51622°	008.74171°

**ANEXO B:**

Cible de Cailleux em mm.







## ANEXO C

## Índices Morfométricos

Índices Morfométricos - Praia Fluvial Porto Carrero (Rio Homem) –Barra Central								
Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento $[(L+l)/2e]$	$r_i$ (mm)	Índice de desgaste $[(1000 \times 2r_i)/L]$
2.1	Feldspato	Feld	16	14	11	1,36	4	500
2.2	Feldspato	Feld	21	11	9	1,78	4	381
2.3	Feldspato	Feld	20	14	14	1,21	2	200
2.4	Clasto de feldspato e quartzo	GrG	28	15	12	1,79	4	286
2.5	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio biotítico	GrG	24	17	16	1,28	4	333
2.6	Granito de grão grosseiro de duas micas	GrG	19	17	16	1,13	2	211
2.7	Granito de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	22	18	18	1,11	3	273
2.8	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio biotítico	GrG	20	18	12	1,58	4	400
8.1	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	43	40	25	1,66	16	744
8.2	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	46	36	23	1,78	14	609
8.3	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	66	51	42	1,39	20	606
8.4	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	58	45	39	1,32	18	621
8.5	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	38	25	14	2,25	12	632
8.6	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	47	35	30	1,37	14	596
8.7	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	22	21	12	1,79	8	727
8.8	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	27	22	14	1,75	4	296
8.9	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	57	43	32	1,56	18	632
8.10	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	36	32	27	1,26	8	444
8.11	Granito de grão médio de duas micas biotítico	GrM	38	30	15	2,27	6	316
8.12	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	52	35	18	2,42	14	538
8.13	Granito de grão fino, de duas micas	GrF	28	22	14	1,79	4	286
8.14	Granito de grão médio de duas micas	GrM	67	50	25	2,34	5	149
8.15	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	32	27	14	2,11	10	625
8.16	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	55	54	30	1,82	24	873
8.17	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	35	30	15	2,17	11	629
8.18	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	54	35	17	2,62	14	519
8.19	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	21	18	12	1,63	6	571
8.20	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	70	68	46	1,50	14	400
8.21	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	63	28	23	1,98	10	317
8.22	Granito de grão fino a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	47	33	20	2,00	16	681

## 8. Anexos

8.23	Granito porfiróide, de grão médio, biotítico com fenocristais de quartzo e feldspato	GrM	21	20	13	1,58	8	762
8.24	Granito porfiróide, de grão médio, biotítico com fenocristais de quartzo e feldspato	GrM	32	24	12	2,33	4	250
8.25	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	29	25	14	1,93	2	138
8.26	Quartzo leitoso e feldspato	GrG	28	28	15	1,87	6	429
8.27	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	27	23	17	1,47	4	296
8.28	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	38	24	14	2,21	4	211
8.29	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	28	24	17	1,53	6	429
8.30	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	28	22	13	1,92	4	286
8.31	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	22	18	11	1,82	4	364
8.32	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	20	17	10	1,85	2	200
8.33	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	28	17	14	1,61	4	286
8.34	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	18	12	8	1,88	4	444
8.35	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	21	14	10	1,75	4	381
8.36	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	19	12	9	1,72	4	421
8.37	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	24	18	12	1,75	4	333
8.38	Quartzo cor ocre	Qz	45	27	17	2,12	6	267
8.39	Quartzo branco gorduroso	Qz	29	22	17	1,50	6	414
8.40	Quartzo branco	Qz	46	28	18	2,06	6	261
8.41	Quartzo leitoso e transparente	Qz	36	28	27	1,19	6	333
8.42	Feldspato	Feld	18	12	10	1,50	2	222
8.43	Feldspato	Feld	19	15	11	1,55	3	316
8.44	Feldspato	Feld	27	23	12	2,08	6	444
8.45	Feldspato	Feld	22	20	17	1,24	6	545
8.46	Feldspato	Feld	16	15	13	1,19	4	500
10.1	Granito de grão médio, com tendência porfiróide, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	115	85	45	2,22	16	278
10.2	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	54	29	18	2,31	8	296
10.3	Granito de grão fino, com duas micas, essencialmente biotítico	GrF	44	37	15	2,70	20	909
10.4	Granito de grão médio, com tendência porfiróide, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	69	48	26	2,25	14	406
10.5	Granito de grão médio, com tendência porfiróide, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	28	28	22	1,27	2	143
10.6	Granito de grão médio, com tendência porfiróide, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	38	32	17	2,06	4	211
10.7	Granito com variação da granulação desde médio a fino, com duas micas essencialmente biotítico	GrM	34	30	20	1,60	12	706
10.8	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	35	33	16	2,13	10	571
10.9	Granito roseo de grão médio com duas micas essencialmente biotítico	GrM	49	43	30	1,53	18	735
10.10	Granito ocre de grão médio a grosseiro com duas micas essencialmente biotítico	GrM	39	39	18	2,17	16	821

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

10.11	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	25	23	14	1,71	10	800
10.12	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	51	44	14	3,39	20	784
10.13	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	46	39	16	2,66	18	783
10.14	Granito de grão médio de duas micas	GrM	30	28	20	1,45	14	933
10.15	Granito ocre de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	35	31	15	2,20	16	914
10.16	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	30	26	11	2,55	14	933
10.17	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	32	29	13	2,35	14	875
10.18	Granito de grão médio com duas micas	GrM	38	34	25	1,44	4	211
10.19	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	35	18	13	2,04	2	114
10.20	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	39	31	15	2,33	10	513
10.21	Granito de grão médio, com tendência porfiróide, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	33	26	17	1,74	12	727
10.22	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	54	40	19	2,47	14	519
10.23	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	42	37	20	1,98	16	762
10.24	Granito de grão médio de duas micas	GrM	44	43	23	1,89	20	909
10.25	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	26	21	14	1,68	3	231
10.26	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	33	20	20	1,33	4	242
10.27	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	23	19	19	1,11	8	696
10.28	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	19	19	18	1,06	9	947
10.29	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	27	21	16	1,50	4	296
10.30	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	29	22	12	2,13	8	552
10.31	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	17	14	11	1,41	2	235
10.32	Clasto de quartzo transparente com feldspato e biotite	GrG	17	14	13	1,19	4	471
10.33	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	37	20	9	3,17	8	432
10.34	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	35	24	14	2,11	4	229
10.35	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	32	23	12	2,29	4	250
10.36	Granito de grão grosseiro de duas micas	GrG	38	37	22	1,70	10	526
10.37	Feldspato	Feld	29	25	16	1,69	10	690
10.38	Feldspato	Feld	29	18	12	1,96	4	276
10.39	Feldspato	Feld	22	20	12	1,75	6	545
10.40	Feldspato	Feld	25	22	15	1,57	6	480
10.41	Feldspato	Feld	22	17	11	1,77	4	364
10.42	Feldspato	Feld	18	16	15	1,13	3	333
10.43	Feldspato	Feld	20	18	16	1,19	4	400
10.44	Quartzo	Qz	26	16	9	2,33	4	308
10.45	Clasto de quartzo e feldspato branco	GrG	49	27	24	1,58	8	327
10.46	Quartzo	Qz	35	30	19	1,71	16	914
10.47	Quartzo	Qz	62	42	23	2,26	10	323
10.48	Clasto de feldspato e quartzo branco	GrG	67	55	28	2,18	22	657

8. Anexos

10.49	Clasto de Feldspato castanho e quartzo branco	GrG	62	50	30	1,87	18	581
10.50	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	35	27	14	2,21	14	800
10.51	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	32	15	4	5,88	4	250
10.52	Granito de grão fino a médio, de duas micas	GrF	43	33	12	3,17	4	186
12.1	Feldspato	Feld	18	13	10	1,55	2	222
12.2	Feldspato	Feld	16	13	10	1,45	2	250
12.3	Feldspato	Feld	19	14	13	1,27	4	421
12.4	Granito de grão fino a médio, de duas micas	GrF	34	22	20	1,40	8	471
12.5	Granito de grão fino a médio, de duas micas	GrF	24	16	16	1,25	6	500
12.6	Granito de grão médio a grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	28	17	15	1,50	6	429
12.7	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	25	15	13	1,54	4	320
13.1	Feldspato	Feld	17	14	12	1,29	6	706
13.2	Feldspato	Feld	16	14	13	1,15	3	375
13.3	Feldspato	Feld	22	18	12	1,67	2	182
13.4	Feldspato	Feld	19	13	11	1,45	2	211
13.5	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	19	18	9	2,06	4	421
13.6	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	25	19	19	1,16	4	320
13.7	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	27	20	7	3,36	4	296
13.8	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	25	16	15	1,37	6	480
14.1	Feldspato	Feld	25	15	11	1,82	4	320
14.2	Feldspato	Feld	21	18	11	1,77	4	381
14.3	Feldspato	Feld	16	13	10	1,45	6	750
14.4	Feldspato	Feld	17	16	13	1,27	4	471
14.5	Feldspato	Feld	21	15	13	1,38	2	190
14.6	Granito porfiróide, de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	21	13	12	1,42	3	286
14.7	Granito porfiróide, de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	21	15	12	1,50	2	190
14.8	Granito porfiróide, de grão grosseiro, biotítico	GrG	18	16	16	1,06	3	333
14.9	Granito porfiróide, de grão grosseiro, biotítico	GrG	25	19	15	1,47	4	320
14.10	Granito porfiróide, de grão grosseiro, biotítico	GrG	22	20	13	1,62	3	273
14.11	Granito porfiróide, de grão grosseiro, biotítico	GrG	33	14	10	2,35	4	242

Índices Morfométricos - Praia Fluvial Porto-Carrero (Rio Homem) –Barra lateral								
Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento $[(L+l)/(2e)]$	r <sub>i</sub> (mm)	Índice de desgaste $[(1000 \times 2r_i)/L]$
23.1	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico de cor telha/avermelhado	GrG	24	22	9	2,56	4	333

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

23.2	Feldspato	Feld	25	19	12	1,83	6	480
23.3	Feldspato	Feld	24	19	12	1,79	4	333
23.4	Feldspato	Feld	18	15	9	1,83	2	222
23.5	Feldspato	Feld	22	18	16	1,25	10	909
23.6	Granito de grão fino a médio, com esparsos megacristais, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	22	19	16	1,28	2	182
23.7	Granito de grão fino, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	31	20	12	2,13	3	194
23.8	Granito de porfíroide de grão médio, com duas micas essencialmente biotítico	GrM	28	21	17	1,44	2	143
23.9	Granito de grão fino a médio, com esparsos megacristais, com duas micas essencialmente biotítico	GrM	19	13	12	1,33	3	316
23.10	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, de duas micas biotítico	GrG	19	15	13	1,31	4	421
23.11	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, de duas micas biotítico	GrG	25	22	12	1,96	4	320
23.12	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, de duas micas biotítico	GrG	33	18	15	1,70	2	121
23.13	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, de duas micas biotítico	GrG	31	21	16	1,63	4	258
24A.1	Quartzo	Qz	32	22	12	2,25	8	500
24A.2	Quartzo	Qz	24	19	11	1,95	3	250
24A.3	Feldspato	Feld	18	14	13	1,23	6	667
24A.4	Feldspato	Feld	28	18	14	1,64	6	429
24A.5	Feldspato	Feld	32	20	16	1,63	6	375
24A.6	Feldspato	Feld	17	15	12	1,33	4	471
24A.7	Feldspato	Feld	21	17	11	1,73	6	571
24A.8	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	26	21	18	1,31	6	462
24A.9	Feldspato	Feld	19	14	13	1,27	4	421
24A.10	Granito róseo de grão médio de duas micas	GrM	20	17	15	1,23	9	900
24A.11	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	24	19	9	2,39	1	83
24A.12	Granito porfíroide de grão médio, biotítico	GrM	23	14	10	1,85	2	174
24A.13	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	48	38	19	2,26	18	750
24A.14	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	60	44	19	2,74	18	600
24A.15	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	67	56	54	1,14	30	896
24A.16	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio de duas micas	GrG	38	21	20	1,48	8	421
24A.17	Granito de grão médio de duas micas de cor rosa/telha	GrM	32	26	17	1,71	10	625
24A.18	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	29	17	9	2,56	2	138
24A.19	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	42	35	15	2,57	14	667
24A.20	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	35	30	12	2,71	16	914
24A.21	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	26	22	14	1,71	12	923
24A.22	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	38	32	16	2,19	14	737
24A.23	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	27	22	13	1,88	6	444
24B.1	Feldspato	Feld	20	16	12	1,50	6	600
24B.2	Quartzo	Qz	24	14	11	1,73	4	333

## 8. Anexos

24B.3	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	33	21	13	2,08	6	364
24B.4	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	53	40	32	1,45	16	604
25A.1	Feldspato branco	Feld	16	12	10	1,40	4	500
25A.2	Feldspato branco	Feld	26	20	11	2,09	2	154
25A.3	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	35	23	9	3,22	2	114
25A.4	Granito de grão médio de duas micas	GrM	31	22	20	1,33	4	258
28.1	Granito com tendência porfiróide de grão fino a médio, duas micas, essencialmente biotítico	GrF	34	30	12	2,67	10	588
28.2	Granito com tendência porfiróide de grão fino a médio, duas micas, essencialmente biotítico	GrF	29	25	13	2,08	3	207
28.3	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	32	23	18	1,53	6	375
28.4	Feldspato	Feld	20	14	12	1,42	2	200
28.5	Feldspato	Feld	20	16	10	1,80	4	400
28.6	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	23	22	12	1,88	6	522
28.7	Feldspato e quartzo cor ocre	GrG	40	27	16	2,09	4	200
29.1	Granito róseo de grão médio a grosseiro de duas micas	GrM	66	47	32	1,77	18	545
29.2	Granito róseo de grão médio a grosseiro de duas micas	GrM	64	41	25	2,10	12	375
29.3	Granito róseo de grão médio a grosseiro de duas micas	GrM	33	30	17	1,85	12	727
29.4	Granito róseo/ocre de grão médio a grosseiro de duas micas	GrM	40	35	18	2,08	12	600
29.5	Granito róseo/ocre de grão médio a grosseiro de duas micas	GrM	27	23	14	1,79	8	593
29.6	Granito de grão médio de duas micas	GrM	39	29	15	2,27	12	615
29.7	Granito de grão médio de duas micas	GrM	34	28	15	2,07	14	824
29.8	Granito porfiróide de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	28	20	12	2,00	6	429
29.9	Granito porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	24	20	14	1,57	6	500
29.10	Granito de grão fino de duas micas	GrF	21	17	14	1,36	8	762
29.11	Feldspato	Feld	17	12	12	1,21	4	471
29.12	Feldspato	Feld	25	23	13	1,85	4	320
29.13	Feldspato	Feld	16	14	9	1,67	2	250
29.14	Feldspato	Feld	24	20	16	1,38	8	667
29.15	Feldspato	Feld	25	17	14	1,50	4	320
29.16	Granito porfiróide de grão médio, biotítico	GrM	30	17	12	1,96	2	133
30.1	Feldspato	Feld	19	15	10	1,70	4	421
30.2	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	24	21	14	1,61	4	333
30.3	Granito porfiróide, de grão grosseiro a médio, biotítico com um fenocristal de quartzo	GrG	28	20	15	1,60	6	429
33A.1	Quartzo	Qz	44	35	11	3,59	6	273
33A.2	Feldspato	Feld	37	18	12	2,29	10	541
33A.3	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	32	31	16	1,97	4	250
33A.4	Granito róseo de grão fino a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	16	15	12	1,29	7	875
33A.5	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	26	26	17	1,53	8	615

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

33A.6	Granito róseo de grão fino a médio de duas micas	GrF	41	33	15	2,47	14	683
34A.1	Granito porfiróide de grão médio de duas micas	GrM	83	70	35	2,19	22	530
34A.2	Granito de grão fino de duas micas	GrF	58	45	27	1,91	16	552
34A.3	Granito de grão fino de duas micas	GrF	39	31	11	3,18	8	410
34A.4	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	28	20	15	1,60	8	571
34A.5	Feldspato	Feld	17	15	11	1,45	4	471
34A.6	Quartzo	Qz	18	18	15	1,20	6	667
34A.7	Granito róseo de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	44	39	27	1,54	18	818
34A.8	Quartzo	Qz	38	30	17	2,00	10	526
34A.9	Granito de grão médio de duas micas com megacristais	GrM	65	50	20	2,88	16	492
34A.10	Granito de grão médio de duas micas com megacristais	GrM	68	46	18	3,17	8	235
34A.11	Micaxisto	Mt	30	21	8	3,19	8	533
34A.12	Feldspato	Feld	18	13	12	1,29	4	444
34A.13	Granito róseo de grão grosseiro a médio de duas micas essencialmente biotítico	GrG	42	34	13	2,92	16	762
34A.14	Granito róseo de grão grosseiro a médio de duas micas essencialmente biotítico	GrG	55	46	21	2,40	18	655
34A.15	Granito porfiróide de grão médio, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	39	28	25	1,34	8	410
35A.1	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	51	45	20	2,40	4	157
35A.2	Granito de grão médio, de duas micas	GrM	74	52	27	2,33	6	162
35A.3	Granito róseo, com tendência porfiróide, de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	48	46	19	2,47	18	750
35A.4	Granito róseo, com tendência porfiróide, de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	74	66	50	1,40	18	486
35A.5	Granito róseo porfiróide, de grão grosseiro biotítico	GrG	61	49	24	2,29	18	590
35A.6	Feldspato	Feld	31	23	12	2,25	10	645
35A.7	Granito róseo, com visível variação de grão fino a médio, biotítico	GrF	64	45	26	2,10	20	625
35A.8	Quartzo	Qz	56	40	17	2,82	14	500
35A.9	Quartzo	Qz	29	25	12	2,25	4	276
35A.10	Quartzo	Qz	18	12	11	1,36	4	444
35A.11	Feldspato	Feld	26	21	15	1,57	10	769
35A.12	Feldspato	Feld	25	22	13	1,81	8	640
35A.13	Feldspato	Feld	20	15	10	1,75	2	200
35A.14	Feldspato	Feld	24	21	18	1,25	6	500
35A.15	Quartzo	Qz	49	29	15	2,60	2	82
35A.16	Granito róseo de grão fino a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	20	19	10	1,95	8	800
35A.17	Granito porfiróide de grão médio, biotítico	GrM	35	22	19	1,50	4	229
35A.18	Granito de grão médio de duas micas	GrM	33	27	20	1,50	12	727
35A.19	Granito com tendência porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	23	20	11	1,95	2	174
34A.20	Granito rosa/ocre porfiróide de grão fino a médio, biotítico	GrF	31	24	10	2,75	8	516
36.1	Quartzo leitoso	Qz	50	43	21	2,21	14	560
36.2	Feldspato	Feld	21	15	10	1,80	4	381



## 8. Anexos

36.3	Feldspato	Feld	17	14	13	1,19	2	235
36.4	Feldspato	Feld	17	17	10	1,70	6	706
36.5	Feldspato	Feld	16	13	10	1,45	2	250
36.6	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	39	29	18	1,89	12	615
36.7	Granito de grão fino de duas micas	GrF	33	27	11	2,73	12	727
36.8	Granito de grão médio moscovítico	GrM	30	19	16	1,53	6	400
36.9	Feldspato	Feld	20	12	11	1,45	2	200
36.10	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	19	16	9	1,94	4	421
36.11	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	29	23	14	1,86	4	276
36.12	Granito porfiróide, de grão médio, biotítico	GrM	22	22	11	2,00	6	545
36.13	Feldspato	Feld	18	12	11	1,36	4	444
36.14	Quartzo	Qz	29	14	13	1,65	4	276
36.15	Feldspato	Feld	30	28	11	2,64	6	400
36.16	Granito de grão médio moscovítico	GrM	33	27	22	1,36	10	606
36.17	Granito porfiróide de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	16	13	12	1,21	2	250
36.18	Granito porfiróide de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	23	22	19	1,18	6	522
36.19	Granito porfiróide de grão médio biotítico	GrM	20	18	9	2,11	4	400

## Índices Morfométricos - Confluência Homem-Cávado-Barra lateral

Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento $[(L+l)/(2e)]$	$r_1$ (mm)	Índice de desgaste $[(1000 \times 2r_1)/L]$
41.1	Feldspato	Feld	19	16	12	1,46	6	632
41.2	Feldspato	Feld	16	11	10	1,35	4	500
41.3	Granito porfiróide de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	35	20	11	2,50	4	229
41.4	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	42	25	19	1,76	3	143
41.5	Granito de grão fino de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	27	20	12	1,96	3	222
41.6	Granito de grão fino de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	34	26	18	1,67	12	706
41.7	Granito de grão fino de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	24	24	11	2,18	10	833
41.8	Granito de grão médio a grosseiro de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	34	24	21	1,38	14	824
41.9	Granito porfiróide de grão médio a grosseiro, de duas micas	GrM	21	19	12	1,67	2	190
41.10	Granito roseo porfiróide de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	32	20	18	1,44	8	500
41.11	Quartzo cinza	Qz	16	11	8	1,69	4	500
42.1	Feldspato	Feld	36	29	25	1,30	4	222
42.2	Feldspato	Feld	20	14	10	1,70	6	600

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

42.3	Feldspato	Feld	14	12	8	1,63	2	286
42.4	Quartzo	Qz	28	13	14	1,46	4	286
42.5	Granito róseo de grão médio, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	22	19	13	1,58	6	545
42.6	Granito porfíroide de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	24	19	15	1,43	4	333
44.1	Feldspato	Feld	21	13	13	1,31	6	571
44.2	Feldspato	Feld	19	14	11	1,50	6	632
44.3	Quartzo	Qz	56	40	33	1,45	2	71
44.4	Quartzo	Qz	44	28	15	2,40	12	545
44.5	Quartzo	Qz	19	17	12	1,50	6	632
44.6	Quartzo	Qz	19	13	12	1,33	4	421
44.7	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	22	17	13	1,50	1	91
44.8	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	21	13	11	1,55	4	381
44.9	Granito porfíroide de grão grosseiro biotítico	GrG	37	36	16	2,28	1	54
44.10	Granito de grão grosseiro biotítico	GrG	31	26	10	2,85	8	516
44.11	Granito de grão grosseiro biotítico	GrG	26	23	15	1,63	10	769
44.12	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	25	19	11	2,00	3	240
44.13	Granito de grão médio de duas micas	GrM	26	18	13	1,69	6	462
44.14	Granito de grão fino a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	16	19	7	2,50	7	875
44.15	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	41	32	19	1,92	12	585
44.16	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	31	23	16	1,69	6	387
44.17	Granito de grão fino a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	18	15	14	1,18	6	667
44.18	Granito de grão fino a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	22	18	14	1,43	6	545
44.19	Granito de grão fino a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	29	28	14	2,04	2	138
44.20	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	16	12	11	1,27	4	500
45.1	Clasto de quartzo e feldspato	GrG	21	13	14	1,21	4	381
45.2	Feldspato	Feld	14	12	9	1,44	2	286
45.3	Clasto de quartzo e feldspato	GrG	20	14	13	1,31	6	600
45.4	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	18	12	12	1,25	2	222
45.5	Granito de grão fino de duas micas	GrF	43	40	21	1,98	18	837
45.6	Granito porfíroide de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	50	31	18	2,25	10	400
45.7	Granito róseo de grão grosseiro biotítico	GrG	41	26	15	2,23	10	488
45.8	Granito de grão fino de duas micas	GrF	49	35	25	1,68	14	571

## 8. Anexos

Índices Morfométricos - Praia Fluvial de Manhente -Barra lateral								
Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento $[(L+l)/(2e)]$	$r_1$ (mm)	Índice de desgaste $[(1000 \times 2r_1)/L]$
122.1	Feldspato cinza-acastanhado escuro	Feld	17	13	10	1,50	2	235
122.2	Feldspato	Feld	21	19	15	1,33	3	286
122.3	Feldspato	Feld	24	18	10	2,10	4	333
122.4	Feldspato	Feld	25	18	11	1,95	4	320
122.5	Feldspato ocre	Feld	19	15	11	1,55	4	421
122.6	Granito porfíroide, grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	16	13	12	1,21	2	250
122.7	Granito porfíroide, grão médio, biotítico	GrM	30	19	13	1,88	2	133
122.8	Granito de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	25	18	15	1,43	2	160
122.9	Granito de grão médio de duas micas	GrM	19	19	10	1,90	2	211
122.10	Quartzo leitoso e transparente	Qz	32	23	14	1,96	4	250
125.1	Quartzo	Qz	22	14	12	1,50	2	182
125.2	Clasto de feldspato e quartzo de cor ocre	GrG	26	17	9	2,39	4	308
125.3	Clasto de feldspato e quartzo	GrG	22	13	10	1,75	4	364
125.4	Feldspato	Feld	17	16	10	1,65	6	706

Índices Morfométricos - Praia Fluvial de Manhente-Depósitos de terraço								
Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento $[(L+l)/(2e)]$	$r_1$ (mm)	Índice de desgaste $[(1000 \times 2r_1)/L]$
129.1	Granito grão fino a médio, com esparsos megacristais, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	66	37	9	5,72	2	61
129.2	Granito grão fino a médio, com esparsos megacristais, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	39	35	25	1,48	4	205
129.3	Granito grão fino a médio, com esparsos megacristais, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	50	31	25	1,62	2	80
129.4	Brecha de quartzo	Qz	52	48	34	1,47	2	77
129.5	Brecha de quartzo	Qz	48	40	20	2,20	8	333
129.6	Granito de grão fino de duas micas	GrF	37	30	25	1,34	12	649
129.7	Granito de grão fino de duas micas	GrF	25	24	16	1,53	12	960
129.8	Brecha de quartzo	Qz	17	17	10	1,70	4	471
131B.1	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	25	18	10	2,15	10	800
131B.2	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	21	18	6	3,25	2	190
131B.3	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	26	21	21	1,12	2	154
131B.4	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	22	14	11	1,64	8	727
131B.5	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	25	18	13	1,65	8	640
131B.6	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	32	22	13	2,08	6	375

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

131B.7	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	19	14	10	1,65	2	211
131B.8	Quartzo granular coberto por argila de cor de barro	Qz	25	17	11	1,91	4	320
131B.9	Quartzo	Qz	43	24	12	2,79	4	186

Índices Morfométricos - Praia Fluvial de Barcelinhos – Barras centrais

Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento $[(L+l)/(2e)]$	$r_1$ (mm)	Índice de desgaste $[(1000 \times 2r_1)/L]$
49.1	Feldspato	Feld	22	17	7	2,79	4	364
49.2	Feldspato	Feld	16	10	6	2,17	4	500
49.3	Feldspato	Feld	19	15	11	1,55	4	421
49.4	Feldspato	Feld	20	16	12	1,50	2	200
49.5	Feldspato	Feld	22	10	10	1,60	4	364
49.6	Feldspato	Feld	16	10	9	1,44	4	500
49.7	Feldspato	Feld	19	18	10	1,85	2	211
49.8	Clasto de feldspato e quartzo	GrG	20	15	8	2,19	4	400
49.9	Quartzo	Qz	23	13	12	1,50	4	348
49.10	Quartzo	Qz	21	15	12	1,50	2	190
49.11	Quartzo	Qz	18	13	11	1,41	4	444
49.12	Quartzo	Qz	22	15	10	1,85	6	545
49.13	Quartzo	Qz	16	13	12	1,21	4	500
49.14	Quartzo	Qz	17	15	12	1,33	4	471
49.15	Quartzo	Qz	22	14	7	2,57	4	364
49.16	Quartzomicaxisto	Met	29	23	13	2,00	2	138
49.17	Granito porfíroide de grão médio de duas micas	GrM	23	21	13	1,69	2	174
49.18	Granito porfíroide de grão grosseiro de duas micas	GrG	24	9	6	2,75	2	167
50.1	Feldspato	Feld	24	17	10	2,05	3	250
50.2	Granito de grão fino de duas micas	GrF	20	17	10	1,85	6	600
50.3	Feldspato	Feld	26	18	10	2,20	4	308
51A.1	Feldspato	Feld	20	18	12	1,58	4	400
51A.2	Feldspato	Feld	19	13	10	1,60	2	211
51A.3	Feldspato	Feld	21	15	13	1,38	8	762
51A.4	Feldspato	Feld	16	14	12	1,25	3	375
51B.1	Quartzo	Qz	25	20	12	1,88	6	480
51B.2	Feldspato	Feld	18	12	10	1,50	4	444
51B.3	Granito alterado de grão fino a médio moscovítico	GrF	20	10	10	1,50	4	400
51B.4	Feldspato	Feld	18	10	10	1,40	4	444
51C.1	Feldspato	Feld	24	18	11	1,91	2	167
51C.2	Feldspato	Feld	20	19	11	1,77	4	400
51C.3	Feldspato	Feld	21	17	14	1,36	4	381

8. Anexos

51C.4	Feldspato	Feld	19	18	11	1,68	2	211
51C.5	Feldspato	Feld	19	13	13	1,23	2	211
51C.6	Feldspato	Feld	14	12	5	2,60	4	571
51C.7	Feldspato	Feld	16	15	7	2,21	4	500
51C.8	Feldspato	Feld	24	20	12	1,83	4	333
51C.9	Feldspato	Feld	28	13	14	1,46	2	143
51C.10	Clasto de quartzo e feldspato	GrG	16	13	4	3,63	4	500
51C.11	Quartzo	Qz	25	18	10	2,15	2	160
51C.12	Feldspato	Feld	20	15	14	1,25	6	600
51C.13	Granito com tendência porfiróide de grão grosseiro biotítico	GrG	17	13	10	1,50	6	706
51C.14	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	28	21	13	1,88	4	286
51C.15	Quartzomicaxisto alterado	Mt	27	15	9	2,33	1	74
51C.16	Quartzomicaxisto	Mt	36	13	10	2,45	4	222
56.1	Feldspato	Feld	17	14	14	1,11	4	471
56.2	Feldspato	Feld	21	17	13	1,46	2	190
56.3	Feldspato	Feld	22	13	13	1,35	2	182
56.4	Feldspato	Feld	26	13	9	2,17	4	308
56.5	Feldspato	Feld	21	13	11	1,55	2	190
56.6	Feldspato	Feld	14	13	13	1,04	2	286
56.7	Feldspato	Feld	16	13	7	2,07	6	750
56.8	Feldspato	Feld	22	18	13	1,54	4	364
56.9	Feldspato	Feld	19	12	12	1,29	4	421
56.10	Quartzo	Qz	22	14	12	1,50	4	364
56.11	Quartzo	Qz	30	13	11	1,95	6	400
56.12	Quartzo	Qz	42	26	21	1,62	4	190
56.13	Quartzo	Qz	21	11	12	1,33	3	286
56.14	Quartzo	Qz	31	14	15	1,50	6	387
56.15	Granito porfiróide de grão grosseiro biotítico	GrG	20	16	12	1,50	4	400
56.16	Granito porfiróide de grão grosseiro biotítico	GrG	30	16	6	3,83	2	133
56.17	Granito porfiróide de grão grosseiro biotítico	GrG	14	12	10	1,30	2	286
56.18	Granito porfiróide de grão grosseiro biotítico	GrG	23	15	11	1,73	3	261
56.19	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	22	17	12	1,63	4	364
56.20	Granito rosa/ocre de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	16	12	11	1,27	6	750
56.21	Feldspato	Feld	17	9	11	1,18	4	471
56.23	Micaxisto	Mt	32	17	16	1,53	4	250
56.25	Micaxisto	Mt	17	12	12	1,21	3	353
59.1	Feldspato	Feld	20	16	11	1,64	4	400
59.2	Feldspato	Feld	16	11	9	1,50	2	250
59.3	Feldspato	Feld	23	15	13	1,46	4	348
59.4	Feldspato	Feld	18	17	11	1,59	4	444
59.5	Quartzo	Qz	25	23	13	1,85	2	160
62.1	Feldspato	Feld	19	14	12	1,38	6	632

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

62.2	Granito róseo porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	20	14	13	1,31	6	600
62.3	Granito porfiróide de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	17	15	11	1,45	4	471
63.1	Quartzo	Qz	27	17	12	1,83	6	444
63.2	Feldspato	Feld	22	19	12	1,71	5	455
63.3	Feldspato	Feld	28	21	13	1,88	3	214
63.4	Feldspato	Feld	42	20	19	1,63	4	190
63.5	Feldspato	Feld	18	17	11	1,59	2	222
63.6	Feldspato	Feld	18	16	11	1,55	2	222
63.7	Quartzomicaxisto	Mt	25	18	12	1,79	2	160
65A.1	Feldspato	Feld	22	19	18	1,14	2	182
65A.2	Feldspato	Feld	22	15	13	1,42	2	182
65A.3	Feldspato	Feld	16	16	8	2,00	2	250
65A.4	Micaxisto	Mt	24	16	11	1,82	2	167
65B.1	Feldspato	Feld	25	13	12	1,58	6	480
65B.2	Feldspato	Feld	18	14	11	1,45	2	222
65B.3	Quartzo	Qz	18	14	12	1,33	2	222
65B.4	Quartzo	Qz	20	17	14	1,32	3	300
65C.1	Quartzo	Qz	23	22	14	1,61	6	522
65C.2	Quartzo	Qz	17	15	9	1,78	2	235
65C.3	Quartzo	Qz	23	22	12	1,88	2	174
65C.4	Quartzo	Qz	19	16	15	1,17	2	211
65C.5	Quartzo	Qz	17	18	11	1,59	2	235
65C.6	Feldspato	Feld	21	17	17	1,12	2	190
65C.7	Feldspato	Feld	27	19	11	2,09	4	296
65C.8	Feldspato	Feld	20	18	12	1,58	3	300
65C.9	Feldspato	Feld	16	13	10	1,45	3	375
65C.10	Feldspato	Feld	18	15	11	1,50	3	333
65C.11	Feldspato	Feld	20	14	12	1,42	3	300
65C.12	Feldspato	Feld	23	14	10	1,85	4	348
65C.13	Feldspato	Feld	18	12	9	1,67	4	444
65C.14	Feldspato	Feld	19	15	10	1,70	2	211
65C.15	Feldspato	Feld	18	14	10	1,60	4	444
65C.16	Feldspato	Feld	17	14	11	1,41	4	471
65C.17	Feldspato	Feld	17	16	11	1,50	4	471
65C.18	Granito porfiróide de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	21	13	13	1,31	2	190
65C.19	Granito porfiróide de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	27	16	11	1,95	3	222
65C.20	Granito de grão fino a médio, duas micas biotítico com megacristais	GrF	23	11	10	1,70	5	435
65C.21	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	24	21	17	1,32	2	167
65C.22	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	23	18	16	1,28	3	261
66.1	Feldspato	Feld	26	19	14	1,61	4	308
66.2	Feldspato	Feld	25	16	13	1,58	4	320
66.3	Feldspato	Feld	24	19	11	1,95	4	333

## 8. Anexos

66.4	Feldspato	Feld	18	15	12	1,38	6	667
66.5	Feldspato	Feld	19	17	13	1,38	2	211
66.6	Feldspato	Feld	19	12	12	1,29	2	138
66.7	Feldspato	Feld	29	17	14	1,25	4	444
66.8	Feldspato	Feld	18	12	12	1,25	4	444
66.9	Feldspato	Feld	18	17	11	1,59	2	222
66.10	Granito porfíroide de grão grosseiro, biotítico	GrG	20	14	14	1,21	4	400
66.11	Granito porfíroide de grão grosseiro, biotítico	GrG	18	14	13	1,23	6	667
66.12	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	22	14	13	1,38	6	545
66.13	Quartzo	Qz	16	13	11	1,32	6	750
66.14	Quartzo	Qz	25	13	11	1,73	4	320
66.15	Quartzo	Qz	22	16	12	1,58	4	364
66.16	Quartzo	Qz	32	15	13	1,81	4	250
66.17	Quartzo	Qz	23	14	13	1,42	4	348
66.18	Quartzo	Qz	20	14	12	1,42	6	600
66.19	Quartzo	Qz	18	10	9	1,56	1	111
66.20	Quartzomicaxisto	Mt	40	20	15	2,00	2	100
68.1	Quartzo	Qz	23	14	14	1,32	4	348
68.2	Feldspato	Feld	20	14	12	1,42	8	800
68.3	Feldspato	Feld	16	13	12	1,21	4	500
68.4	Feldspato	Feld	14	14	13	1,08	3	429
68.5	Clasto de feldspato róseo e quartzo de grão grosseiro	GrG	19	16	10	1,75	3	316
69.1	Feldspato	Feld	21	16	12	1,54	2	190
69.2	Feldspato	Feld	18	14	13	1,23	2	222
69.3	Feldspato	Feld	23	16	12	1,63	4	348
69.4	Feldspato	Feld	14	14	11	1,27	4	571
69.5	Granito porfíroide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	37	21	12	2,42	4	216
69.6	Granito fino a médio, duas micas biotítico com megacristais	GrF	27	14	11	1,86	2	148
69.7	Quartzomicaxisto	Mt	27	21	12	2,00	5	370
72.1	Granito amarelo de grão fino de duas micas alterado	GrF	27	21	11	2,18	8	593
72.2	Feldspato	Feld	31	22	16	1,66	4	258
72.3	Feldspato	Feld	21	18	9	2,17	4	381
72.4	Feldspato	Feld	29	23	14	1,86	6	414
72.5	Feldspato	Feld	21	17	9	2,11	2	190
72.6	Feldspato	Feld	23	18	10	2,05	4	348
72.7	Granito ocre escuro porfíroide de grão médio, biotítico	GrM	19	18	10	1,85	8	842
72.8	Quartzo ocre	Qz	23	18	11	1,86	8	696
72.9	Quartzo	Qz	19	17	12	1,50	6	632
72.10	Quartzo	Qz	18	17	10	1,75	8	889
72.11	Quartzo	Qz	22	17	12	1,63	4	364
72.12	Quartzo	Qz	28	16	10	2,20	4	286
72.13	Quartzo	Qz	28	27	13	2,12	6	429



Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

72.14	Granito porfíroide de grão médio, biotítico	GrM	22	16	12	1,58	2	182
72.15	Granito porfíroide de grão médio, biotítico	GrM	21	17	12	1,58	4	381
72.16	Granito porfíroide de grão médio, biotítico	GrM	20	15	14	1,25	4	400
72.17	Clasto de quartzo e feldspato	GrG	16	14	8	1,88	2	250
72.18	Granito róseo de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	32	20	12	2,17	6	375
72.19	Granito de grão médio de duas micas	GrM	30	23	13	2,04	2	133
72.20	Granito de grão médio de duas micas	GrM	21	17	11	1,73	2	190
72.21	Granito de grão médio de duas micas	GrM	25	15	11	1,82	2	160
72.22	Granito de grão médio de duas micas	GrM	18	13	10	1,55	2	222
72.23	Granito de grão médio de duas micas	GrM	18	16	9	1,89	4	444
72.24	Granito de grão médio de duas micas	GrM	28	18	10	2,30	1	71
72.25	Quartzomicaxisto	Mt	30	25	7	3,93	1	67
72.26	Quartzomicaxisto	Mt	26	26	18	1,44	4	308
72.27	Quartzomicaxisto	Mt	33	33	14	2,36	3	182
73.1	Quartzo	Qz	22	21	11	1,95	3	273
73.2	Granito porfíroide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	26	20	12	1,92	3	231
73.3	Quartzo	Qz	21	14	9	1,94	4	381
74.1	Quartzo	Qz	18	13	11	1,41	5	556
74.2	Quartzo	Qz	29	19	13	1,85	8	552
74.3	Quartzo	Qz	24	21	11	2,05	6	500
74.4	Feldspato	Feld	22	19	11	1,86	3	273
74.5	Granito de grão fino moscovítico	GrF	17	16	12	1,38	4	471
75.1	Quartzo	Qz	29	20	12	2,04	2	138
75.2	Quartzo alaranjado	Qz	22	14	12	1,50	4	364
75.3	Quartzo branco	Qz	26	17	11	1,95	4	308
75.4	Feldspato	Feld	19	18	12	1,54	6	632
75.5	Feldspato	Feld	23	15	12	1,58	2	174
75.6	Feldspato	Feld	19	14	13	1,27	3	316
75.7	Micaxisto	Mt	35	22	12	2,38	2	114
75.8	Granito porfíroide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	24	18	10	2,10	4	333
75.9	Granito porfíroide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	23	14	12	1,54	4	348
76C.1	Feldspato branco	Feld	20	11	5	3,10	4	400
76C.2	Feldspato branco	Feld	16	14	11	1,36	4	500
76C.3	Feldspato ocre	Feld	32	19	14	1,82	6	375
76C.4	Feldspato branco	Feld	16	12	11	1,27	3	375
76C.5	Quartzo branco	Qz	23	16	10	1,95	8	696
76C.6	Granito de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	30	21	15	1,70	4	267
76C.7	Granito porfíroide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	20	18	13	1,46	2	200
78.1	Granito alterado, de grão fino a médio de duas micas	GrF	23	18	4	5,13	2	174
78.2	Granito porfíroide de grão médio de duas micas	GrM	20	14	11	1,55	2	200
78.3	Clasto de feldspato e quartzo	GrG	19	16	9	1,94	2	211

## 8. Anexos

78.4	Clasto de feldspato e quartzo	GrG	16	12	8	1,75	6	750
78.5	Feldspato	Feld	22	17	11	1,77	4	364
78.6	Quartzo	Qz	16	14	11	1,36	4	500
78.7	Quartzomicaxisto	Mt	22	11	10	1,65	2	182
78.8	Feldspato	Feld	16	13	10	1,45	3	375

Índices Morfométricos - Praia Fluvial de Barcelinhos – Barra lateral								
Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento [(L+l)/(2e)]	r <sub>i</sub> (mm)	Índice de desgaste [(1000×2r <sub>i</sub> )/L]
79.1	Feldspato rosa	Feld	19	12	10	1,55	2	211
79.2	Clasto de feldspato rosa e quartzo	GrG	20	16	12	1,50	4	400
79.3	Quartzo	Qz	20	16	10	1,80	2	200
79.4	Quartzo	Qz	24	19	15	1,43	2	167
79.6	Feldspato ocre	Feld	17	12	10	1,45	6	706
80.1	Feldspato	Feld	24	19	13	1,65	6	500
80.2	Feldspato	Feld	24	21	13	1,73	3	250
80.3	Granito porfíroide de grão médio biotítico	GrM	33	18	10	2,55	6	364
80.4	Micaxisto	Met	30	19	11	2,23	5	333
81.1	Feldspato	Feld	20	19	10	1,95	6	600
81.2	Feldspato	Feld	25	13	9	2,11	2	160
81.3	Feldspato	Feld	22	16	12	1,58	4	364
81.4	Feldspato	Feld	18	18	12	1,50	2	222
81.5	Feldspato	Feld	23	14	13	1,42	4	348
81.6	Feldspato	Feld	25	23	4	6,00	4	320
81.7	Feldspato	Feld	17	15	11	1,45	3	353
81.8	Feldspato	Feld	24	16	10	2,00	6	500
81.9	Feldspato	Feld	18	17	10	1,75	4	444
81.10	Quartzo	Qz	21	16	10	1,85	4	381
81.11	Quartzo	Qz	16	15	10	1,55	4	500
81.12	Quartzo	Qz	24	18	6	3,50	4	333
81.13	Quartzo	Qz	31	17	11	2,18	4	258
81.14	Quartzo	Qz	26	18	14	1,57	3	231
81.15	Quartzo	Qz	31	14	14	1,61	2	129
81.16	Quartzo	Qz	32	17	11	2,23	2	125
81.17	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	20	18	12	1,58	1	100
81.18	Granito porfíroide de grão médio biotítico	GrM	24	19	8	2,69	2	167
81.19	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	29	22	13	1,96	2	138
81.20	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	24	19	10	2,15	3	250
81.21	Granito porfíroide de grão grosseiro biotítico	GrG	18	13	10	1,55	6	667
81.22	Feldspato	Feld	24	20	15	1,47	6	500

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

81.23	Quartzo	Qz	31	19	14	1,79	4	258
81.24	Quartzo	Qz	25	18	18	1,19	6	480
81.25	Quartzo	Qz	32	21	12	2,21	3	188
81.26	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	32	16	9	2,67	8	500
81.27	Granito róseo porfiróide de grão grosseiro, biotítico	GrG	27	21	16	1,50	4	296
81.28	Granito porfiróide de grão grosseiro, biotítico	GrG	25	21	10	2,30	4	320
81.29	Granito porfiróide de grão grosseiro, biotítico	GrG	23	18	10	2,05	2	174
81.30	Granito porfiróide de grão grosseiro, biotítico	GrG	21	17	13	1,46	8	762
81.31	Micaxisto	Met	43	30	6	6,08	4	186
81.32	Granito porfiróide de grão médio, biotítico	GrM	40	24	18	1,78	2	100
81.33	Granito alterado de grão fino, de duas micas	GrF	37	27	19	1,68	2	108
81.34	Granito alterado de grão fino, de duas micas	GrF	26	13	13	1,50	1	77
81.35	Granito alterado de grão fino, de duas micas	GrF	30	22	15	1,73	2	133
81.36	Clasto de feldspato rosa e quartzo	GrG	24	15	12	1,63	4	333
81.37	Feldspato	Feld	18	15	10	1,65	6	667
83.1	Feldspato	Feld	16	14	10	1,50	2	250
83.2	Feldspato	Feld	21	13	9	1,89	6	571
83.3	Feldspato	Feld	16	13	12	1,21	5	625
83.4	Feldspato	Feld	16	12	10	1,40	2	250
83.5	Feldspato	Feld	18	13	11	1,41	4	444
83.6	Quartzo	Qz	20	17	11	1,68	3	300
83.7	Feldspato	Feld	16	12	12	1,17	4	500
83.8	Quartzo	Qz	18	12	9	1,67	3	333
84A.1	Granito de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	16	16	14	1,14	2	250
84A.2	Feldspato	Feld	28	22	19	1,32	6	429
84B.1	Feldspato	Feld	19	11	11	1,36	1	105
84B.2	Granito de grão grosseiro biotítico	GrG	18	15	14	1,18	1	111
84B.3	Granito porfiróide de grão médio, biotítico	GrM	22	15	10	1,85	1	91
84B.4	Granito porfiróide de grão médio, biotítico	GrM	16	13	12	1,21	2	250
87.1	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	48	32	14	2,86	2	83
87.2	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	38	33	23	1,54	10	526
87.3	Micaxisto	Met	52	39	20	2,28	6	231
87.4	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	23	20	12	1,79	8	696
87.5	Granito porfiróide de grão grosseiro, biotítico	GrG	29	21	12	2,08	2	138
87.6	Micaxisto	Met	52	43	10	4,75	1	38
87.7	Micaxisto	Met	82	51	47	1,41	2	49
87.8	Quartzo	Qz	42	29	20	1,78	4	190
87.9	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	25	19	15	1,47	8	640
87.10	Quartzo	Qz	26	21	18	1,31	4	308
87.11	Granito róseo/avermelhado de grão fino a médio, de duas micas, biotítico	GrF	30	25	19	1,45	14	933

## 8. Anexos

87.12	Granito porfiróide de grão médio, biotítico	GrM	37	25	19	1,63	10	541
87.13	Feldspato	Feld	18	12	9	1,67	2	222
87.14	Granito róseo de grão médio de duas micas	GrM	32	22	15	1,80	8	500
87.15	Granito róseo porfiróide, de grão grosseiro, biotítico	GrG	20	20	10	2,00	9	900
87.16	Quartzomicaxisto	Met	67	35	35	1,46	4	119
87.17	Quartzomicaxisto	Met	39	34	16	2,28	4	205
87.18	Quartzomicaxisto	Met	32	27	15	1,97	2	125
87.19	Quartzomicaxisto	Met	30	21	11	2,32	2	133
87.20	Quartzo	Qz	33	21	13	2,08	2	121
87.21	Granito alterado porfiróide de grão grosseiro, biotítico	GrG	50	39	27	1,65	2	80
87.22	Micaxisto	Met	34	27	16	1,91	4	235
87.23	Feldspato	Feld	21	20	13	1,58	6	571
87.24	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	45	27	15	2,40	6	267
87.25	Granito róseo de grão médio, biotítico	GrM	42	33	18	2,08	18	857
87.26	Quartzomicaxisto	Met	29	19	14	1,71	4	276
87.27	Feldspato	Feld	23	19	14	1,50	2	174
87.28	Quartzomicaxisto	Met	61	50	35	1,59	4	131
87.29	Quartzomicaxisto	Met	55	38	19	2,45	2	73
87.30	Clasto de feldspato e quartzo	GrG	39	23	16	1,94	4	205
87.31	Quartzo	Qz	26	20	9	2,56	3	231
87.32	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	24	20	10	2,20	10	833
87.33	Micaxisto	Met	39	24	9	3,50	4	205
87.34	Granito de grão médio, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	58	45	24	2,15	4	138
87.35	Granito porfiróide de grão médio a grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	35	32	20	1,68	10	571
87.36	Granito de grão fino, de duas micas, essencialmente biotítico	Qz	30	20	11	2,27	10	667
87.37	Granito porfiróide, de grão grosseiro, de duas micas, essencialmente biotítico	GrG	18	14	14	1,14	2	222
87.38	Micaxisto	Met	32	25	10	2,85	2	125
88.1	Quartzo	Qz	23	17	10	2,00	2	174
88.2	Granito muito alterado de grão médio de duas micas	GrM	52	40	26	1,77	2	77
88.3	Granito ligeiramente alterado de grão fino com duas micas, essencialmente biotítico	GrF	28	20	13	1,85	1	71
88.4	Granito ligeiramente alterado de grão médio de duas micas	GrM	43	35	25	1,56	2	93
95.1	Feldspato	Feld	20	18	10	1,90	6	600
95.2	Feldspato	Feld	21	10	9	1,72	4	381
95.3	Feldspato	Feld	16	12	12	1,17	2	250
95.4	Feldspato	Feld	18	13	12	1,29	4	444
95.5	Quartzo	Qz	24	15	11	1,77	1	83
95.6	Quartzomicaxisto	Met	26	12	9	2,11	2	154
97A.1	Feldspato ocre	Feld	30	20	14	1,79	8	533
97A.2	Feldspato	Feld	16	14	11	1,36	2	250

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

97A.3	Feldspato	Feld	18	15	9	1,83	3	333
97A.4	Granito porfíroide, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	16	12	10	1,40	2	250
97A.5	Quartzo branco	Qz	20	15	15	1,17	4	400
104.1	Clasto de feldspato rosa e quartzo	GrG	27	17	9	2,44	4	296
104.2	Feldspato branco	Feld	23	15	15	1,27	2	174
104.3	Quartzomicaxisto	Met	22	14	9	2,00	2	182
105.1	Quartzo granular	Qz	14	12	11	1,18	2	286
105.2	Feldspato	Feld	18	12	9	1,67	4	444
105.3	Granito porfíroide de grão fino biotítico	GrF	30	18	10	2,40	6	400
105.4	Clasto de feldspato e quartzo de cor ocre	GrG	19	16	10	1,75	6	632
105.5	Granito róseo de grão médio duas micas essencialmente biotítico	GrM	28	20	15	1,60	8	571

Índices Morfométricos - Praia Fluvial Barca do Lago (Rio Cávado) – Barra lateral

Clasto	Litologia	Grupo	L (mm)	l (mm)	e (mm)	Índice de achatamento [(L+l)/2e]	r <sub>i</sub> (mm)	Índice de desgaste [(1000×2r <sub>i</sub> )/L]
134.1	Quartzo leitoso	Qz	21	18	16	1,22	9	857
134.2	Quartzo leitoso	Qz	29	19	12	2,00	5	345
134.3	Feldspato	Feld	19	16	12	1,46	4	421
134.4	Feldspato	Feld	18	15	10	1,65	2	222
134.5	Feldspato	Feld	20	17	13	1,42	6	600
134.6	Feldspato	Feld	22	20	13	1,62	5	455
134.7	Quartzo	Qz	38	27	26	1,25	10	526
134.8	Quartzo vermelho	Qz	29	26	21	1,31	3	207
139.1	Quartzo	Qz	19	15	10	1,70	6	632
139.2	Quartzo	Qz	23	17	15	1,33	8	696
139.3	Quartzo	Qz	31	23	18	1,50	8	516
139.4	Quartzo	Qz	27	21	17	1,41	6	444
139.5	Feldspato	Feld	20	18	12	1,58	6	600
139.6	Granito de grão fino a médio, com megacristais, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	19	15	12	1,42	2	211
139.7	Quartzomicaxisto	Met	23	19	10	2,10	10	870
139.8	Granito de grão fino, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	23	20	12	1,79	10	870
139.9	Brecha de quartzo de cor roxo escuro	Qz	17	15	13	1,23	6	706
140A.1	Quartzo	Qz	24	19	13	1,65	6	500
140A.2	Quartzo	Qz	19	17	11	1,64	4	421
140A.3	Quartzo	Qz	20	13	10	1,65	4	400
140A.4	Quartzo	Qz	19	15	10	1,70	4	421

## 8. Anexos

140A.5	Granito róseo avermelhado de grão fino com duas micas, essencialmente biotítico	GrF	29	23	12	2,17	10	690
140A.6	Granito de grão fino com duas micas, essencialmente biotítico	GrF	21	17	9	2,11	8	762
140A.7	Granito de grão fino a médio, de duas micas biotítico com megacristais	GrM	24	20	17	1,29	6	500
140A.8	Granito de grão médio, de duas micas rosa	GrM	26	21	14	1,68	8	615
140A.9	Granito de grão médio, de duas micas rosa	GrM	25	22	18	1,31	6	480
140A.10	Granito róseo de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	30	26	22	1,27	4	267
140A.11	Granito róseo de grão médio de duas micas essencialmente biotítico com minerais vermelhos	GrM	25	15	10	2,00	4	320
140A.12	Granito róseo de grão médio de duas micas essencialmente biotítico com minerais vermelhos	GrM	25	23	14	1,71	10	800
140B.1	Quartzo ocre claro	Qz	32	25	12	2,38	2	125
140B.2	Feldspato	Feld	22	18	13	1,54	4	364
140B.3	Feldspato	Feld	26	22	15	1,60	6	462
140B.4	Quartzo	Qz	17	15	10	1,60	8	941
140B.5	Granito ocre de grão fino de duas micas, essencialmente biotítico com minerais vermelhos ocre escuros	GrF	25	18	10	2,15	9	720
142.1	Quartzo branco	Qz	28	20	14	1,71	8	571
142.2	Quartzo branco	Qz	26	20	12	1,92	6	462
142.3	Quartzo branco	Qz	24	19	9	2,39	5	417
142.4	Quartzo ocre	Qz	26	19	13	1,73	6	462
142.5	Quartzo ocre	Qz	36	26	15	2,07	3	167
142.6	Quartzo branco	Qz	25	13	12	1,58	2	160
142.7	Quartzo azul	Qz	24	19	12	1,79	8	667
142.8	Quartzo azul	Qz	28	20	18	1,33	10	714
142.9	Quartzo azul	Qz	18	14	12	1,33	8	889
142.10	Quartzo azul	Qz	34	26	12	2,50	5	294
142.11	Quartzo azul	Qz	29	24	13	2,04	5	345
142.12	Quartzo leitoso	Qz	37	27	20	1,60	4	216
142.13	Quartzo granular	Qz	39	27	19	1,74	8	410
142.14	Feldspato	Feld	23	11	11	1,55	2	174
142.15	Feldspato	Feld	18	13	10	1,55	6	667
142.16	Feldspato	Feld	26	25	14	1,82	6	462
142.17	Granito de grão fino com duas micas, essencialmente biotítico	GrF	33	24	10	2,85	5	303
142.18	Granito rosa porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	21	18	12	1,63	8	762
142.19	Granito rosa porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	25	18	13	1,65	8	640
142.20	Granito rosa porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	26	20	14	1,64	8	615
142.21	Granito rosa porfiróide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrM	23	16	12	1,63	8	696
142.22	Granito de grão médio, com duas micas essencialmente biotítico	GrM	23	21	14	1,57	10	870
142.23	Granito porfiróide de grão grosseiro de duas micas	GrG	57	45	31	1,65	2	70
142.24	Brecha de quartzo	Qz	35	24	17	1,74	6	343
142.25	Quartzomicaxisto	Met	42	27	16	2,16	3	143

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

143A.1	Quartzo	Qz	21	20	11	1,86	4	381
143A.2	Quartzo	Qz	21	17	11	1,73	4	381
143A.3	Feldspato	Feld	20	11	9	1,72	2	200
143A.4	Feldspato	Feld	17	12	11	1,32	4	471
143A.5	Granito de grão fino com duas micas, essencialmente biotítico	GrF	20	18	14	1,36	2	200
143C.1	Quartzo	Qz	32	23	22	1,25	10	625
143C.2	Quartzo	Qz	44	30	17	2,18	4	182
143C.3	Clasto de quartzo e granito róseo avermelhado de grão médio biotítico	GrM	28	24	13	2,00	8	571
143C.4	Quartzo leitoso e vítreo	Qz	25	25	12	2,08	8	640
143C.5	Quartzo	Qz	32	20	12	2,17	8	500
143C.6	Quartzo	Qz	23	18	12	1,71	8	696
143C.7	Quartzo leitoso	Qz	22	17	10	1,95	4	364
143C.8	Quartzo granular	Qz	29	21	12	2,08	8	552
143C.9	Quartzo	Qz	34	21	20	1,38	10	588
143C.10	Quartzo	Qz	32	23	12	2,29	4	250
143C.11	Quartzo	Qz	17	14	9	1,72	6	706
143C.12	Quartzo	Qz	17	16	11	1,50	2	235
143C.13	Quartzo	Qz	33	15	9	2,67	4	242
143C.14	Quartzo granular	Qz	28	15	12	1,79	4	286
143C.15	Feldspato	Feld	23	19	12	1,75	6	522
143C.16	Feldspato	Feld	30	22	14	1,86	8	533
143C.17	Feldspato	Feld	43	31	22	1,68	10	465
143C.18	Feldspato	Feld	21	20	17	1,21	4	381
143C.19	Granito de grão fino, com duas micas essencialmente biotítico	GrF	28	24	12	2,17	12	857
143C.20	Granito de grão fino a médio, de duas micas	GrF	22	15	13	1,42	6	545
143C.21	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	23	18	12	1,71	8	696
143C.22	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	27	21	15	1,60	10	741
143C.23	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	23	18	18	1,14	6	522
143C.24	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	26	22	10	2,40	2	154
143C.25	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	21	18	17	1,15	10	952
143C.26	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	25	20	21	1,07	8	640
143C.27	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	35	29	18	1,78	14	800
143C.28	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	27	21	20	1,20	12	889
143C.29	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	30	25	15	1,83	8	533
143C.30	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	23	18	10	2,05	6	522
143C.31	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico com megacrístais de quartzo	GrF	25	20	12	1,88	4	320
143C.32	Granito de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico com minerais vermelho ocre	GrF	38	34	15	2,40	14	737
143C.33	Granito ocre de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	36	23	11	2,68	8	444
143C.34	Granito ocre escuro de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	27	23	10	2,50	6	444



## 8. Anexos

143C.35	Granito róseo avermelhado de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico com minerais vermelho ocre	GrF	29	25	16	1,69	10	690
143C.36	Granito ocre de grão fino, de duas micas essencialmente biotítico	GrF	23	20	14	1,54	10	870
143C.37	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	33	23	15	1,87	2	121
143C.38	Granito de grão médio, de duas micas essencialmente biotítico	GrM	29	26	18	1,53	4	276
143C.39	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	37	23	16	1,88	6	324
143C.40	Granito de grão médio de duas micas	GrM	38	25	14	2,25	2	105
143C.41	Granito de grão médio de duas micas	GrM	28	23	9	2,83	2	143
143C.42	Granito porfíroide de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	35	24	10	2,95	8	457
143C.43	Brecha de quartzo	Qz	35	25	14	2,14	2	114
143C.44	Micaxisto	Met	28	20	14	1,71	1	71
143C.45	Quartzo	Qz	34	33	24	1,40	6	353
143C.46	Brecha de quartzo	Qz	30	25	22	1,25	3	200
144.1	Quartzo	Qz	17	15	10	1,60	6	706
144.2	Feldspato	Feld	18	15	12	1,38	8	889
144.3	Feldspato	Feld	28	18	17	1,35	4	286
145.1	Quartzo	Qz	23	12	11	1,59	6	522
145.2	Quartzo branco e ocre	Qz	34	19	15	1,77	4	235
145.3	Feldspato	Feld	18	15	13	1,27	2	222
145.4	Feldspato	Feld	19	17	14	1,29	8	842
145.5	Granito róseo porfíroide de grão médio, biotítico	GrM	25	15	10	2,00	9	720
145.6	Granito róseo porfíroide de grão médio, biotítico	GrM	28	13	12	1,71	4	286
145.7	Granito ocre de grão fino biotítico com minerais vermelhos/ocres escuros	GrF	34	24	10	2,90	5	294
146.1	Quartzo	Qz	18	15	12	1,38	4	444
146.2	Quartzo granular	Qz	32	32	24	1,33	2	125
146.3	Feldspato	Feld	31	21	12	2,17	6	387
146.4	Granito ocre de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	26	19	11	2,05	8	615
149.1	Feldspato	Feld	30	20	18	1,39	4	267
149.2	Quartzo cinza claro	Qz	18	16	14	1,21	3	333
151.1	Quartzo	Qz	32	20	13	2,00	1	63
151.2	Quartzo	Qz	22	15	13	1,42	2	182
151.3	Feldspato	Feld	18	18	13	1,38	6	667
152.1	Quartzo granular	Qz	23	23	18	1,28	2	174
152.2	Feldspato	Feld	16	16	14	1,14	4	500
152.3	Quartzo	Qz	32	32	22	1,45	8	500
152.4	Granito róseo de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	26	26	24	1,08	8	615
152.5	Granito amarelo de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	31	31	22	1,41	4	258
152.6	Granito amarelo de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	18	18	14	1,29	6	667
152.7	Granito de grão fino com duas micas, essencialmente biotítico	GrF	18	18	15	1,20	6	667
152.8	Granito róseo de grão médio de duas micas, essencialmente biotítico	GrM	19	19	14	1,36	8	842
154.1	Feldspato	Feld	28	17	16	1,41	4	286

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

154.2	Feldspato	Feld	16	16	12	1,33	3	375
154.3	Granito de grão fino de duas micas, essencialmente biotítico	GrF	29	21	12	2,08	10	690
156.1	Quartzo leitoso	Qz	21	18	14	1,39	4	381
156.2	Quartzo azul/cinza	Qz	18	16	10	1,70	3	333
159.1	Quartzo leitoso	Qz	20	18	13	1,46	4	400
159.2	Granito porfíroide de grão médio de duas micas essencialmente biotítico	GrM	30	28	20	1,45	8	533
159.3	Granito róseo porfíroide de grão, de grão grosseiro a médio, biotítico	GrG	43	33	11	3,45	2	93
159.6	Quartzomicaxisto	Met	22	16	12	1,58	6	545
159.7	Micaxisto	Met	70	56	35	1,80	2	57
159.8	Granito roseo porfíroide, de grão médio, biotítico	GrM	26	21	12	1,96	5	385
159.9	Granito de grão fino a médio de duas micas	GrF	32	22	14	1,93	4	250
159.10	Granito de grão fino com duas micas	GrF	25	18	11	1,95	8	640
159.11	Quartzo	Qz	26	21	12	1,96	4	308
159.12	Feldspato	Feld	19	17	10	1,80	4	421



## ANEXO D

Análise dimensional dos sedimentos da fração &lt; 16 mm obtida por crivação.

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem)- Barra central																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	> 32,000	32,000 - 22,630	22,630 - 6,000	16,000 - 11,310	11,300 - 8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 - 1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125 - 0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
1	0	0	0	0	0	14,9	27,74	35,66	30,37	29,12	22,62	17,35	14,33	7,53	2,6	0,65	0,16	0,08	0,02	0,06
2	0	0	21,25	19,47	9,73	31,45	29,58	22,24	15,01	12,12	8,45	7,91	7,46	4,79	1,97	0,45	0,16	0,1	0,05	0,05
3	0	0	0	0	0	21,49	20,13	19,66	19,64	25,01	26,18	24,71	18,35	7,9	4,36	1,6	0,38	0,1	0,05	0,13
4	0	0	0	12	15,62	28,36	25,13	23,44	25,67	24,66	20,18	16,39	13,42	7,39	3,15	0,57	0,11	0,03	0	0
5	0	0	0	0	20,9	21,96	26,55	21,37	16,75	14,8	12,77	9,42	8,27	4,24	2,19	0,63	0,15	0,04	0,04	0
6	0	0	0	0	10,83	29,22	36,05	37,82	30,19	26,44	19,58	15,51	13,03	6,93	2,54	0,66	0,16	0,05	0	0
7	0	0	0	0	0	3,94	12,6	24,44	30,49	31,6	26,11	20,67	14,73	6,25	1,91	0,52	0,17	0,07	0,04	0,06
8	0	0	0	0	33,93	23,84	16	13,73	10,86	9,7	5,38	2,45	1,08	0,34	0,2	0,11	0,06	0,04	0,02	0
9	0	0	0	0	0	0	0,07	1,21	3,61	13,11	23,02	28,29	20,8	8,07	2,92	0,48	0,16	0,04	0,01	0
10	0	0	15,98	12,15	9,61	17,93	15,58	21,42	16,5	14,55	10,61	8,53	5,47	4,42	1,18	0,47	0,26	0,21	0,13	0,15
11	0	0	0	0	0	8,53	28,57	39,44	31,72	26,36	16,99	12,72	11,35	6,56	2,23	0,53	0,14	0,06	0,04	0,07
12	0	0	0	17,99	10,28	11,44	16,48	19,02	14,49	12,08	9,41	7,76	7,17	3,66	1,41	0,3	0,08	0	0	0
13	0	0	0	19,18	7,82	15,08	24,05	21,48	14,47	12,17	8,62	6,42	6,17	3,9	1,56	0,25	0,05	0,03	0,01	0
14	0	12,21	4,69	31,01	9,04	21,91	21,33	16,11	10,95	9,25	6,36	5,39	5,77	4,05	2,32	0,56	0,09	0,05	0,01	0
15	0	0	0	11,72	25,54	46,01	40,06	24,35	19,42	16,69	11,64	10,04	9,47	5,35	2,05	0,39	0,08	0,03	0,02	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	1,49	4,75	17,16	40,4	45,28	16,59	5,28	1,09	0,21	0,06	0,05	0,08
17	0	0	0	0	0	57,9	33,11	24,5	18,6	15,48	10,48	8,84	8,5	5,26	2,87	0,67	0,15	0,05	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0,1	0,18	0,77	4,93	16,77	31,32	27,74	9,56	3,02	0,71	0,22	0,1	0,05	0,09
19	0	0	0	0	1,6	5,31	16,67	28,75	27,07	26,54	17,95	12,79	9,56	5,49	2,52	0,69	0,18	0,03	0,01	0
20	0	0	0	0	0	0	0,42	0,66	2,87	9,33	18,05	26,74	23,33	8,63	3,12	1	0,36	0,11	0,06	0,08
21	0	0	0	0	6,17	21,86	21,59	19,96	12,91	10,63	6,44	4,9	4,19	2,52	1,54	0,34	0,07	0,04	0	0
22	0	0	0	0	0	40,95	59,09	50,01	34,62	29,77	19,92	14,62	12,56	8,9	6,53	1,86	0,31	0,14	0,08	0,09

## 8. Anexos

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem)- Barra lateral																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	> 32,000	32,000 - 22,630	22,630- 6,000	16,000 - 11,310	11,300 -8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000-1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125-0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
23	0	0	14,7	19,44	11,3	16,6	21,43	18,98	15,31	14,34	11,26	9,91	7,79	4,18	2,6	1,04	0,45	0,19	0,1	0,13
24A	0	0	0	0	8,13	20,03	17,64	20,55	17,05	14,39	14,66	12,86	15,17	15,2	10,82	14,3	12,12	6,68	4,25	4,1
24B	0	0	0	4,63	1,74	9,14	9,14	11,47	13,12	15,74	16,56	22,57	27,89	22,58	17,88	8,4	3,75	2,13	1,2	1,99
24C	Amostra não analisada por possuir excesso de folhas																			
25A	0	0	0	0	8,02	19,92	17,53	20,44	16,94	14,28	14,55	12,77	15,06	15,1	10,72	14,2	12,02	6,67	4,15	4
25B*	0	0	0	0	17,81	16,11	10,52	11,72	6,9	6,19	4,74	4,85	4,71	2,38	1,97	1,42	1,28	1,32	0,84	10,3
28	0	0	0	5,49	4,42	21,55	18,76	17,18	15,59	16,6	14,26	12,56	10,89	6,02	4,05	0,56	0,25	0,15	0,12	0,17
29	0	0	15,23	9,79	17,78	28,36	26,9	15,67	11,21	8,58	7,1	8,22	8,05	4,87	3,58	2,23	1,6	1,16	0,73	0,87
30*	0	0	0	0	2,84	5,28	6,19	6,8	6,02	6,48	5,96	6,51	6,64	3,16	2,16	1,41	1,04	1,03	0,75	4,53
31	0	0	0	0	11,62	8,77	28,65	15,48	39,5	20	23,66	12,43	9,44	7,67	6,06	5,4	3,58	5,91	2,87	1,92
32	0	15,08	18,75	4,09	9,87	18,83	20,25	25,26	18,59	16,33	13,9	10,93	9,64	6,95	5,34	1,52	0,43	0,2	0,18	0,27
33A	0	0	0	0,37	5,63	8,84	7,61	10,56	7,89	7,93	7,44	9,12	9,39	6,53	7,46	6,65	3,91	2,45	1,39	2,04
33B*	0	0	0	0	0	0	0,14	0,5	0,49	0,9	1,04	1,44	2,75	4,51	10,46	15,01	10,21	5,23	2,45	6,26
34A	0	0	0	0	9,49	8,43	13,95	15,24	12,57	12,47	13,68	14,87	15,25	9,56	8,18	5,67	3,58	2,98	1,97	3,4
34B	0	0	0	0	0	6,36	3,82	5,95	5,15	5,08	5,05	6,03	6,48	4,17	4,26	3,4	2,33	1,79	1,18	0
35A	0	0	0	0	4,65	6,65	12,66	11,03	10,6	11,34	10,48	12,22	11,7	6,47	4,68	2,84	1,46	1,04	1,8	1,81
35B	0	40,09	0	0	18,19	25,16	30,19	32,7	25,02	19,48	14,07	10,02	6,27	2,16	1,11	0,49	0,25	0,14	0,15	0,32
36	0	0	0	15,22	7,17	20,98	24,14	24,55	16,45	15,04	11,81	9,79	7,5	3,9	2,43	0,87	0,35	0,2	0,11	0,1
37	0	0	0	3,6	2,64	11,2	21,07	21,46	18,39	18,68	16,11	17,83	16,39	8,36	5,2	3,16	2,15	2,12	1,66	2,23
38	0	0	0	8,26	30,79	21,62	21,74	21,62	17,38	15,66	16,27	18,69	20,99	13,6	10,2	6,18	3,8	2,68	1,51	1,52
39	0	0	0	0	9,54	21,38	31,25	32,64	27,35	27,25	22,45	23,7	21,17	10,4	6,54	4,06	2,75	2,5	1,85	2,76

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem)- Depósito de terraço																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	>32,000	32,000 -22,630	22,630 -16,000	16,000 -11,310	11,300 - 8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 -1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125-0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
26*	0	0	0	0	0	0,6	3,63	3,42	3,18	3,93	4,25	5,39	5,33	3,32	4,59	5,74	5,63	5,23	3,38	8,38
27*	0	0	0	0	0	1,32	1,37	1,2	1,38	1,78	2,03	2,32	2,97	3,09	4,6	6,9	8,89	10,85	9,47	6,7

Análise dimensional dos sedimentos da zona de confluência rio Homem-Cávado - Barra lateral																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	>32,000	32,000 -22,630	22,630 -16,000	16,000 -11,310	11,300 - 8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 -1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125-0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
40A	0	0	0	0	0	6,7	7,18	10,04	9,41	10,11	8,64	9,83	9,57	6,46	6,86	6,66	6,14	7	5,56	10,52
40B	0	0	0	0	8,13	6,15	11,75	12,17	10,57	9,9	8,38	8,24	8,48	4,88	3,07	1,41	0,77	0,55	0,34	0,66
40C	0	0	0	0	11,85	28,36	31,85	34,94	25,32	18,14	10,77	8,14	4,93	1,48	0,44	0,1	0,05	0,05	0,04	0,11
41	0	0	0	11,1	25,6	34,88	32,98	29,31	16,12	11,08	5,66	3,16	2,4	1,09	0,61	0,3	0,28	0,21	0,19	0,43
42	0	0	0	13,39	21,26	14,43	30,78	34,73	26,97	23,77	17,02	14,08	10,33	4,64	2,23	0,83	0,44	0,35	0,24	0,47
43A*	0	0	0	0	2,08	2,58	4,39	5,37	3,92	4,87	4,2	4,69	4,64	2,93	3,15	3,04	2,84	3,23	2,97	6,1
43B	0	0	0	0	8,03	6,05	11,65	12,07	10,46	9,88	8,25	8,13	8,37	4,77	2,96	1,3	0,66	0,44	0,23	0,55
43C	0	0	0	0	11,74	28,25	31,74	34,83	25,21	18,13	10,66	8,03	4,82	1,37	0,33	0,1	0,05	0,05	0,04	0,11
44	0	11,89	19,12	11,93	6,96	9,34	16,29	10,27	6,8	5,57	3,91	2,53	1,81	0,83	0,6	0,44	0,33	0,26	0,18	0,34
45*	0	0	0	0	0	2,7	3,25	2,93	3,33	5,64	5,27	5,85	6,43	4,87	5,32	4,65	3,8	3,9	3,34	6,8
46	0	0	0	0	0	3,46	3,19	3,72	3,31	8,44	11,23	15,69	17,9	12,87	12,84	9,8	6,87	5,99	4,23	9,16
47	0	0	0	10,14	23,77	54,06	35,05	14,73	6,44	7,33	6,15	2,99	2,17	1,27	1,51	1,47	0,97	0,68	0,39	0,45

## 8. Anexos

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial de Manhente (Rio Cávado) – Barra lateral																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	>32,000	32,000 - 22,630	22,630 - 16,000	16,000 - 11,310	11,300 - 8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 - 1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125 - 0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
119	0	0	0	0	0	13,74	23,16	31,01	37,08	37,47	20,35	10,26	4,17	0,74	0,29	0,09	0,05	0,04	0,03	0
120A	0	0	0	0	0	14,84	24,26	32,11	38,18	38,57	21,36	10,26	4,27	0,84	0,3	0,1	0,06	0	0	0
120B	0	0	0	0	5,45	20,9	24,9	24,69	17,25	14,04	8,52	7,25	7,01	2,83	0,98	0,25	0,09	0,06	0,03	0,04
121	0	0	0	0	0	1,37	10,57	22,47	30,65	33,58	21,69	12,19	6,63	0,51	0,08	0,04	0	0	0	0
122	0	0	0	8,62	8,03	11,61	16,04	14,71	11,72	8,24	4,11	2,6	2,23	0,81	0,21	0,05	0	0	0	0
123	0	0	0	0	0	0	0,38	1,94	6,91	14,04	25,54	48,35	7,29	0,48	0,07	0,07	0,13	0,22	0,19	0,15
124A	0	0	0	0	8,99	17,87	26,82	45,09	46,62	36,54	19,89	12,23	5,95	1,54	0,69	0,26	0,15	0,12	0,05	0,04
124B	0	0	9,7	8,98	13,3	16,64	27,28	30,57	21,88	21,51	19,01	16,57	9,83	2,79	0,87	0,31	0,29	0,36	0,31	0,3
125	0	0	11,07	4,41	14,74	18,13	20,24	31,89	35,53	34,77	20,17	12,81	9,87	4,08	1,73	0,49	0,29	0,22	0,16	0,14
126A	0	0	0	0	0	14,73	24,15	32	38,07	38,46	21,25	10,15	4,16	0,73	0,2	0,9	0,05	0	0	0
126B	0	0	0	0	0	0	0	0,71	4,39	33,38	63,69	49,3	16,64	2,04	0,36	0,32	0,74	1,31	1,14	1,24
127	0	0	0	0	10,64	27,05	20,95	20,36	19,01	21,56	15,7	10,36	6,13	2,01	0,82	0,25	0,19	0,21	0,14	0,02
130	0	0	0	0	0	5,6	8,21	14,94	19,68	20,18	14,85	12,72	7,8	1,55	0,49	0,54	0,7	0,44	0,18	0,07

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial de Manhente (Rio Cávado) – Depósitos de terraço																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	>32,000	32,000 - 22,630	22,630 - 16,000	16,000 - 11,310	11,300 - 8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 - 1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125 - 0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
128*	0	0	0	0	0	0	0,46	0,45	0,41	0,77	0,78	0,74	1,57	3,58	7,29	8,31	8,51	8,94	6,96	5,64
129*	0	0	0	0	0	0	2,42	2,23	2,35	3,35	3,01	3,63	4,58	3,83	4,52	4,3	3,72	3,97	3,17	5,08
131A*	0	0	0	0	0	4,64	3,18	3,23	3,31	3,91	3,62	4,49	7,44	7,7	7,14	5,51	4,71	4,95	5,16	7,95
131B*	0	0	0	0	13,24	9,43	7,13	10,23	9,93	10,12	8,45	8,1	7,39	5,9	5,52	4,75	3,79	3,42	2,92	12,38
131C*	0	0	0	0	0	13,29	9,28	10,07	8,24	7,96	6,99	7,67	7,83	4,82	3,67	2,33	1,61	1,42	1,23	9,62



Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial de Barcelinhos (Rio Cávado) - Barras centrais																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	>32,000	32,000 - 22,630	22,630 - 16,000	16,000 - 11,310	11,300 - 8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 - 1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125 - 0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
48	0	0	0	20,05	18,55	28,04	22	14,27	9,74	6,72	4,22	2,83	1,17	0,27	0,08	0	0	0	0	0
49	0	0	0	0	56,4	91,89	47,39	33,87	18,22	10,49	5,6	3,3	1,11	0,22	0,15	0,06	0,04	0	0	0
50	0	0	0	9,63	9,41	24,38	24,62	19,41	14,02	10,68	7,87	5,9	1,5	0,11	0,02	0,01	0	0	0	0
51A	0	0	19,27	10,74	11,35	17,14	20,1	18,36	14,36	13,52	11,58	13,2	8,68	2,06	0,79	0,36	0,24	0,16	0,14	0,1
51B	0	0	0	0	12,14	11,76	21,23	20,89	25,69	27,6	25,71	23,72	12,42	2,23	0,68	0,28	0,18	0,16	0,15	0,26
51C	0	0	13,71	21,45	13,83	21,45	13,42	11,16	6,9	5,25	4,42	3,76	1,97	0,38	0,13	0,06	0	0	0	0
52	0	0	0	0	5,48	13,67	25,16	35,81	34,49	40,42	29,58	19,92	6,41	0,41	0,07	0	0	0	0	0
53	0	0	0	0	3,5	11,05	12,22	18,11	21,06	24,11	19,67	12,03	3,02	0,31	0,12	0,05	0,06	0,05	0,02	0
54	0	0	0	0	0	14,64	34,56	53,84	58,24	48,35	21,19	6,64	0,76	0,07	0,06	0,02	0	0	0	0
55	0	0	7,58	1,57	5,77	15,24	21,99	24,97	18,91	12,75	6,56	3,6	1,63	0,35	0,08	0	0	0	0	0
56	0	0	12,15	6,85	71,65	22,09	10,63	7,49	5,89	5,11	2,28	0,9	0,28	0,06	0	0	0	0	0	0
57	0	0	5,73	4,38	2,55	27,34	27,4	26,94	18,08	10,9	4,27	1,4	0,18	0,03	0	0	0	0	0	0
58	0	6,21	8,22	10,06	6,42	20,39	15,28	11,9	7,85	5,47	3,68	3,67	2,49	0,79	0,46	0,18	0,08	0,06	0,05	0,07
59	0	0	0	30,04	52,34	59,48	47,65	31,19	13,83	7,16	2,85	1	0,3	0,05	0,03	0,03	0	0	0	0
60	0	0	16,47	11,61	20,43	33,86	26,23	15,6	8,8	4,68	2,68	2,43	1,55	0,63	0,11	0,05	0,04	0	0	0
61*	0	0	0	0	0	0	0	1,18	1,42	2,25	2,72	2,28	2,18	1,94	2,22	2,6	2,73	3,21	3,93	3,48
62	0	0	0	5,9	15,33	26,47	17,91	16,98	10,68	9,52	6,17	3,49	1,36	0,28	0,11	0,05	0	0	0	0
63	0	0	0	15,17	31,66	25,45	15,08	7,6	5,27	3,94	2,55	1,23	0,6	0,16	0,11	0,04	0,03	0	0	0
64	0	0	0	5,9	15,13	17,53	22,97	26,16	20,57	21,38	18,93	17,02	8,59	1,75	0,76	0,43	0,22	0,21	0,27	0,59
65A	0	0	6,6	7,43	3,22	18,1	20,97	17,94	12,77	10,47	7,64	8,68	7,02	2,15	0,86	0,3	0,18	0,1	0,06	0,04
65B	0	0	0	31,14	49,64	24,4	18,17	13,2	7,46	4,66	3,21	3,44	3,31	1,2	0,65	0,36	0,23	0,16	0,08	0,13
65C	0	0	0	0	10,07	19,29	14,52	13,08	12,08	9,88	8,03	9,84	8,56	2,85	1,48	0,73	0,33	0,18	0,19	0,18
66	0	9,82	17,65	40,24	12,92	32,84	17,84	12,75	7,22	5,36	4,15	4,87	3,64	0,93	0,23	0,07	0	0	0	0
67	0	0	0	0	13,97	15,09	15,93	21,53	20,49	23,26	18,64	15,88	9,76	2,34	0,78	0,53	0,28	0,14	0,09	0,13
68	0	0	0	31,51	52,44	44,95	20,39	8,02	3,04	2,32	1,42	0,96	0,65	0,2	0,07	0,05	0	0	0	0
69	0	10,69	7,75	9,67	6,04	17,86	24,95	21,34	15,22	12,95	9,94	7,99	3,88	0,89	0,48	0,17	0,09	0,1	0,11	0,19
70	0	0	0	0	8,15	12,21	20,48	24,24	22,71	22,97	18,68	14,87	6,98	1,35	0,71	0,61	0,42	0,33	0,3	0,48
71	0	0	0	0	3,5	4,2	11,27	13,49	14,8	21,48	27,53	38,18	29,97	6,3	0,45	0,1	0,08	0,06	0	0
72	0	7,98	20,17	15,09	14,27	13,88	10,97	9,88	6,63	5,74	4,52	4,88	4,74	2,3	1,65	1,2	0,71	0,56	0,43	0,43
73	0	0	0	0	9,43	28,1	25,24	16,32	14,04	8,06	4,34	1,5	0,27	0,26	0,35	0,3	0,28	0,21	0,11	0,17
74	0	0	0	4,09	9,18	21,68	27,58	23,24	18,25	14,45	9,52	7,12	3,93	1,49	1,5	2,26	1,95	2,02	2,03	3,2

## 8. Anexos

75	0	0	20,39	25,31	12,81	25,1	27,65	21,82	14,17	10,55	6,98	6,27	4,5	1,88	2,15	3,3	3,15	3,85	4,2	6,35
76A	0	0	0	0	15,38	18,49	19,3	23,9	17,62	11,16	4,12	1,64	0,63	0,2	0,18	0,15	0,14	0,15	0,09	0,12
76B	0	0	0	0	6,06	22,53	17,58	20,6	17,41	13,39	8,28	6,38	3,96	1,2	0,61	0,6	0,66	0,65	0,61	0,75
76C	0	0	0	23,99	11,26	25,13	26,72	17,35	9	5,19	3,63	3,47	2,53	0,66	0,18	0,06	0,08	0,05	0,06	0,09
77	0	0	0	0	0	4,53	7,24	11,07	12,88	14,97	14,12	9,01	2,13	0,3	0,21	0,2	0,16	0,16	0,16	0,23
78	0	0	7,63	19,87	15,08	19,74	15,12	12,2	8,42	6,19	4,37	4,21	3,37	1,72	2	2,42	1,62	1,47	1,47	2,22
79	0	0	6,17	18,52	17,83	14,91	22,35	18,37	12,38	7,93	3,96	2,03	0,94	0,43	0,77	1,05	0,48	0,26	0,19	0,26

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial de Barcelinhos (Rio Cávado) – Barra lateral																				
Amostra	Peso das frações (g por intervalos dimensionais (mm))																			
	>32,000	32,000 - 22,630	22,630 - 16,000	16,000 - 11,310	11,300 - 8,000	8,000 - 5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 - 1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125 - 0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
80	0	0	0	0	0	9,39	11,88	17,02	14,73	15,17	10,46	8,13	4,39	1,33	0,8	0,66	0,37	0,21	0,15	0,23
81	0	0	0	61,5	27,21	10,14	14,16	9,24	7,5	6,58	4,84	3,74	1,99	0,65	0,4	0,17	0,11	0,05	0,03	0,07
82	0	0	0	0	4,7	8,61	14,04	23,33	24,63	26,8	19,07	6,97	3,15	3,6	0	0	0	0	0	0
83	0	0	0	32,56	49,89	54,4	21,16	9,54	7,47	4,77	2,69	1,27	0,32	0,05	0	0	0	0	0	0
84A	0	0	0	7,47	4,3	12,1	18,87	25,3	26,09	28,23	23,16	19,08	9,7	4,08	4,18	3,06	1,23	0,73	0,6	0,81
84B	0	0	0	10,24	25,27	33,88	29,39	19,4	8,89	3,63	1,56	0,51	0,14	0,06	0,04	0	0	0	0	0
85	0	0	0	2,21	26,73	22,39	37,91	29,62	21,6	12,17	5,11	2,38	0,69	0,1	0,06	0,05	0,03	0	0	0
86	0	0	0	0	4,96	13,9	27,35	33,93	30,05	22,84	12,45	6,31	2,54	0,69	0,38	0,24	0,16	0,11	0,06	0,13
87	0	0	12,77	10,54	9,45	20,43	23,27	27,06	23,15	24,68	19,5	15,38	8,01	3,22	3,01	1,57	0,45	0,24	0,21	0,35
88	0	0	0	14,95	7,26	14,99	26,52	25,67	20,98	18,69	12,42	8,06	3,3	0,75	0,23	0,15	0,11	0,08	0,07	0,08
89	0	0	0	0	3,05	8,87	10,46	13,98	16,47	26,04	26,11	18,1	7,3	2,67	2,97	2,3	1,28	0,86	0,67	0,85
90A	0	0	0	0	0	4,02	8,48	20,26	25,05	25,3	15,87	8,04	1,8	0,36	0,43	0,44	0,26	0,14	0,1	0,09
90B	0	0	0	0	0	4,48	9,2	16,13	21,3	33,2	34,63	23,45	4,15	0,06	0,05	0,03	0	0	0	0
91	0	0	0	0	5,15	13,19	22,1	30,05	29,16	29,12	19,31	9,58	1,86	0,26	0,06	0,06	0,05	0	0	0
92	0	0	0	0	0	7,98	15,75	23,66	25,95	28,3	21,14	16,28	9,84	4,11	2,23	1,13	0,78	0,83	0,79	1,45
93	0	0	0	0	0	2,74	11,32	14,27	17,88	21,21	17,97	15,25	9,62	4,36	2,73	1,5	0,84	0,66	0,7	1,17
94	0	0	0	0	0	16,92	18,67	25,84	21,36	19,19	14,29	11,86	6,61	2,29	1,36	0,83	0,47	0,41	0,4	1,04
95	0	0	0	0	37	35,44	28,55	22,1	15,42	9,59	5,74	4,31	2,62	0,93	0,48	0,31	0,16	0,11	0,08	0,09
96	0	0	0	0	0	2,85	9,66	25,63	29,44	32,1	18,88	5,84	0,39	0	0	0	0	0	0	0
97A	0	0	0	5,09	14,94	18,71	27	32,22	21,72	14,85	8,8	5,44	1,95	0,54	0,34	0,27	0,22	0,17	0,13	0,15

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

97B	0	0	0	0	0	24,92	26,83	36,19	29,85	22,09	9,7	3,45	0,82	0,15	0,06	0,03	0,03	0,03	0,04	0,08
98	0	0	0	4,34	2,49	6,21	16,22	24,57	22,21	21,6	13,54	8,77	4,68	1,8	1,03	0,65	0,45	0,3	0,22	0,3
99	0	0	3,99	19,19	19,97	23,55	30,24	28,03	18,56	14,9	10,8	11,07	10,38	4,52	2,59	1,23	0,6	0,58	0,52	1,18
100	0	0	0	0	5,17	9,4	18,96	25,61	25,66	23,91	16,93	10,96	3,97	0,76	0,33	0,13	0,09	0,12	0,1	0,24
101	0	0	0	0	1,91	14,34	15,04	21,68	19,08	15,84	10,01	6,72	4,05	1,38	0,65	0,4	0,28	0,29	0,31	0,7
102	0	0	0	0	25,83	23,07	24,59	20,59	15,81	11,5	7,44	5,06	2,9	0,94	0,47	0,25	0,2	0,19	0,14	0,26
103	0	0	0	0	3,83	15,67	20,99	20,64	15,66	13,35	11,08	12,48	9,03	3,08	1,35	0,89	0,91	0,96	0,89	1,47
104	0	0	0	6,26	7,99	10,57	18,02	22,46	16,99	12,68	7,12	4,92	2,53	0,5	0,17	0,06	0,04	0,03	0	0
105	0	0	0	11,53	13,03	26,6	35,89	42,8	32,36	22,48	11,18	7,09	3,13	0,53	0,16	0,06	0,05	0,05	0,08	0,16
106	0	0	0	0	15,62	26,93	30,04	30,48	20,87	16,72	10,72	8,71	5,73	1,72	0,72	0,34	0,2	0,16	0,15	0,3
107	0	0	0	0	6,71	23,86	25,45	24,47	19,11	13,79	10,03	6,89	2,79	0,48	0,28	0,2	0,16	0,2	0,2	0,39
108	0	0	0	3,9	9,57	9,94	17,39	14,45	11,53	11,53	9,95	11,54	10,02	3,29	1,4	0,84	0,65	0,73	0,63	1,09
109	0	0	0	0	4,72	21,12	27,24	34,3	34,34	31,42	22,5	17,66	9,28	2,46	0,99	0,46	0,29	0,25	0,22	0,53
110	0	0	0	0	2,02	8,78	16,66	27,92	26,75	27,51	21,73	16,47	7,38	1,63	0,82	0,43	0,3	0,28	0,29	0,62
111	0	0	0	8,38	5,23	21,76	33,03	29,92	18,55	10,82	5,25	2,63	1,01	0,32	0,18	0,14	0,14	0,12	0,1	0,14
112	0	0	0	0	0	24,91	18,48	16,34	12,82	11,12	7,7	6,9	5,12	2,01	1,07	0,65	0,51	0,56	0,57	1,13
113	0	0	0	0	11,29	40,35	50,96	35,74	20,32	10,64	5,25	4,23	3,68	1,1	0,27	0,07	0,04	0	0	0
114	0	0	0	4,29	3,09	16,45	28,73	28,35	26,82	28,84	16,18	9,07	3,77	0,43	0,25	0,22	0,2	0,18	0,16	0,28
115	0	0	0	0	6,52	10,58	21,41	21,66	16,47	12,19	9,85	10,62	10,58	4,8	2,5	1,35	0,92	0,72	0,5	0,62
116	0	0	0	0	3,83	7,89	17,36	24,56	22,77	22,4	16,97	13,9	7,39	1,87	0,79	0,36	0,22	0,18	0,13	0,28
117	0	0	0	5,44	9,09	32,08	51,15	41,13	23,16	11,49	4,89	3,03	1,47	0,29	0,12	0,08	0,03	0	0	0
118	0	0	0	11,09	20,39	63,94	66,12	29,87	11,85	4,9	4,35	2,02	1,38	0,93	0,29	0,07	0	0	0	0

Análise dimensional dos sedimentos da praia fluvial Barca do Lago (Rio Cávado) – Barra lateral																				
Amostra	Peso das frações (g) por intervalos dimensionais (mm)																			
	>32,000	32,000 -22,630	22,630 -16,000	16,000 - 11,310	11,300 - 8,000	8,000 -5,660	5,660 - 4,000	4,000 - 2,830	2,830 - 2,000	2,000 -1,410	1,410 - 1,000	1,000 - 0,707	0,707 - 0,500	0,500 - 0,354	0,354 - 0,250	0,250 - 0,177	0,177 - 0,125	0,125 - 0,088	0,088 - 0,062	< 0,062
132	0	0	0	0	0	0	0	0,27	0,92	1,23	2,68	5,19	16,72	22,27	13,54	2,8	0,9	0,54	0,36	0,51
133*	0	0	0	0	0	0	0,6	0,97	1,2	1,34	1,36	2,06	4,4	5,03	4,37	2,71	2,01	2,12	1,72	3,33
134	0	0	0	19,23	11,64	23,55	15,22	12,87	11,17	7,85	4,09	2,78	4,32	9,14	14,06	8,31	2,84	1,32	0,72	0,73
135	0	0	0	0	0	0,7	2,64	2,88	2,23	2,25	2,33	6,04	23,24	38,08	32,53	8,52	1,02	0,68	0,29	0,26
136	0	0	0	5,95	1,72	13,58	23,95	30,38	29,58	19,81	4,63	0,65	0,24	0,24	0,24	0,11	0,08	0	0	0
137	0	0	0	0	0	7,51	13,53	14,28	14,46	12,06	6,52	3,2	2,53	3,18	3,56	1,73	0,9	0,64	0,44	0,38

8. Anexos

138	0	0	0	0	2,71	9,06	18,45	30,33	32,75	30,24	14,66	6,06	2,24	0,93	0,57	0,46	0,79	1,08	0,94	1,27
139	0	0	0	18,1	14,7	18,7	25,14	32,59	29,81	25,07	11,71	4,85	1,44	0,35	0,2	0,08	0,06	0,04	0	0
140A	0	0	0	5,11	14,25	21,32	21,69	23,3	17,07	16,07	13,25	9,58	4,35	1,37	0,79	0,44	0,36	0,33	0,24	0,29
140B	0	0	0	4,32	10,75	13,92	15,31	14,21	10,4	7,32	3,51	1,55	0,43	0,1	0,08	0	0	0	0	0
141	0	0	0	0	0	2,29	6,19	15,9	24,22	25,75	12,76	3,77	0,63	0,22	0,73	0,85	0,5	0,33	0,15	0,04
142	0	0	0	29,09	23,36	16,98	9,24	10,93	12,65	12,25	8,87	6,64	4,4	4,58	4,47	1,32	0,47	0,2	0,11	0,12
143A	0	0	0	0	3,34	21,55	28,83	35,66	35,32	24,83	18,23	9,79	6,29	2,93	0,95	0,73	0,36	0,18	0,14	0,17
143B*	0	0	0	0	0	5,05	4,86	3,73	4,08	3,32	2,91	3,3	4,89	4,23	5,92	6,14	6,25	7,24	5,55	7,49
143C	0	0	0	22,43	12,78	9,42	9,51	7,44	6,59	6,37	5,63	6	5,24	5,23	4,94	2,19	0,67	0,45	0,34	0,54
144	0	0	0	0	6,32	6,63	11,24	19,71	24,73	30,86	30,53	25,61	14,64	6,47	3,65	1,1	0,46	0,25	0,17	0,35
145	0	0	0	18	14,6	18,6	25,04	32,49	29,71	25,97	11,61	4,75	1,34	0,25	0,1	0,06	0,04	0,02	0	0
146	0	0	0	0	14,92	10,79	21,7	28,66	23,09	17,95	9,71	4,7	1,59	0,57	0,37	0,38	0,56	0,39	0,21	0,24
147	0	0	0	0	0	2,3	6,2	15,91	24,23	25,76	12,77	3,78	0,64	0,23	0,74	0,86	0,51	0,34	0,16	0,05
148	0	0	0	0	0	2,94	8,47	19,5	23,57	24,25	13,8	6,71	1,26	0,38	0,35	0,21	0,28	0,3	0,13	0,1
149	0	0	0	3,04	10,41	20,32	28,21	19,98	17,79	13,71	8,26	5,32	3,63	3,22	2,27	0,55	0,19	0,1	0,07	0,12
150	0	0	0	3,6	15,37	30,26	34,94	32,87	23,22	18,67	9,22	5,12	2,09	0,68	0,26	0,05	0	0	0	0
151	0	0	0	11	4,92	11,2	10,78	11,58	8,6	8,57	8,33	13,43	19,14	16,55	13,12	2,76	0,28	0,11	0,08	0,1
152	0	0	0	22,41	40,45	42,27	31,25	19,02	11,36	6,11	3,31	2,07	1,89	1,68	1,29	0,28	0,07	0	0	0
153	0	0	0	0	8,89	4,16	7,84	10,92	11,51	14,93	13,61	10,72	8,05	7,85	9,04	3,86	0,8	0,23	0,17	0,09
154	0	0	0	11,31	15,07	26,1	30,19	35,27	24,43	17,2	9,9	7,1	3,74	1,09	0,6	0,31	0,19	0,17	0,18	0,53
155A	0	0	0	0	0,92	8,12	11,75	16,3	16,42	17,94	14,39	11,11	4,8	1,25	0,6	0,27	0,22	0,23	0,19	0,34
155B	0	0	0	5,01	14,15	21,22	21,59	23,2	16,97	15,97	13,15	9,48	4,25	1,27	0,69	0,34	0,26	0,23	0,14	0,19
156	0	0	0	0	0	10,5	7,83	9,91	10,44	11,49	11,78	15,21	16,11	10,32	7,9	3,36	1,51	0,8	0,28	0,22
157A	0	0	0	0	3,85	11,13	12,73	13,47	13,91	15,24	14,2	13,73	8,04	2,6	1,46	0,59	0,25	0,18	0,12	0,25
157B	0	0	0	2,36	6,96	10,45	21,63	26,4	20,93	16,66	11,6	8,97	5,05	2,46	1,98	0,83	0,34	0,17	0,11	0,08
158	0	0	0	0	2,82	9,18	9,39	13,91	11,94	13,86	16,34	20,01	18,45	22,52	36,33	14,65	3,67	1,55	0,77	0,87
159	0	0	0	22,39	40,43	42,25	31,23	19	11,34	6,09	3,29	2,05	1,87	1,66	1,27	0,26	0,05	0	0	0
160	0	0	0	0	19,77	15,83	26,47	30,06	27,19	20,71	13,09	13,05	15,48	4,26	1,97	1,67	0,83	0,3	0,13	0,16
161	0	0	0	11,2	14,96	25,99	30,08	32,16	24,32	17,09	9,79	6,99	3,63	0,98	0,49	0,2	0,8	0,7	0,8	0,4
162A	0	0	0	0	0,81	8,11	11,64	16,19	16,31	17,83	14,28	11	4,69	1,14	0,5	0,17	0,12	0,13	0,9	0,24
162B	0	0	0	4,91	14	21,12	21,49	21,09	16,86	15,86	13,04	9,37	4,14	1,16	0,68	0,33	0,25	0,22	0,13	0,18
163	0	0	0	0	0	10,4	7,73	9,81	10,34	11,39	11,68	15,11	16,01	10,23	7,8	3,26	1,41	0,79	0,27	0,21
164A	0	0	0	0	3,75	11,02	12,62	13,36	13,8	15,13	14,09	16,62	7,93	2,49	1,35	0,58	0,25	0,22	0,13	0,21
164B	0	0	0	2,25	6,85	10,34	21,52	26,29	20,82	16,55	11,49	8,86	4,95	2,35	1,87	0,82	0,33	0,16	0,1	0,07
165	0	0	0	0	2,72	9,07	9,28	13,8	11,83	13,75	16,23	19,9	18,34	22,41	36,23	14,55	3,36	1,54	0,75	0,86
166	0	0	0	22,28	40,32	42,14	31,12	18,9	11,23	5,98	3,18	2,04	1,86	1,65	1,26	0,25	0,04	0,02	0	0
167	0	0	0	0	19,66	15,72	26,36	29,95	27,08	20,6	12,98	12,94	15,37	4,16	1,96	1,66	0,82	0,29	0,12	0,15

\*) Amostras analisadas conjuntamente por SediGraph.

## ANEXO E

Dados obtidos por SediGraph5100 V3.02 para a fração &lt; 0,062mm

Amostra	25B	26	27	30	33B	34A	43A	45	61	128	129	131A	131B	131C	133	143B
Diâmetro (µm)	Massa Cumulativa (%)															
100,00	99,5	98,9	99,2	98,8	100	97,5	100	98,9	100	99,7	99,5	99,7	99,7	100	100	100
80,00	98,9	98,9	99,1	98,3	99,7	97,5	100	98,9	100	99,7	99,3	99,7	99,6	100	100	100
30,00	97,5	98,8	98,5	96,7	98,9	96,9	99,5	98,5	99,6	99,1	99,3	99,7	99,3	99,9	100	100
50,00	95,8	98,3	97,4	95	97,8	95,3	98,5	97,4	98,5	97,5	98,8	98,9	98,6	99,5	99,8	98,6
40,00	91,5	96,3	93,9	91,3	95	90,5	96	94,8	95	93,1	96,6	96,4	96,8	98,5	98,2	94,4
30,00	81,4	90,2	84,3	82,5	87,4	80,5	90,3	89,1	84,6	82,8	90,2	90,1	93,6	95,3	94,3	85,8
25,00	73,7	84,4	76,1	75,1	81	73,6	85,4	84,3	75,3	74,7	84,6	84,1	91,2	91,7	90,8	79,1
20,00	65	75,7	65,5	65,5	72,3	65,4	78,2	77,7	64,1	64,3	77,3	75,3	87,8	86,2	85,7	70,2
15,00	54,4	63,6	52,2	54,9	60,7	56,7	67,5	68,7	51,9	51,5	68,5	62,7	83,7	78,8	73,4	58,7
10,00	41,2	48,4	36,8	41,5	46,2	44,8	52,8	55,8	38,5	36,2	57,1	46,1	77	68,7	18,8	43,8
8,00	35,2	41,4	29,8	32,8	39,1	36,8	45,6	48,8	32,7	29,3	51,6	38,5	72,5	63,2	4,1	36,3
6,00	28,5	33,3	22,6	15	31,2	20,3	37,4	39,8	26,6	21,9	45,3	30,7	67	56,6	2,6	28
5,00	24,3	28,5	18,7	0	26,7	0	32,6	34,4	22,9	18,3	41,6	26,6	63,4	52,6	2,4	23,3
4,00	19,9	23	14,4	0	21,5	0	26,9	28,1	18,5	14,7	37,2	22	58,9	47,8	2,2	18,4
3,00	15,7	17,3	10,5	0	16,2	0	20,7	20,4	14,5	11,2	32,1	17,7	53,4	42,5	2,1	13,4
2,00	11,1	12	7,1	0	8,9	0	14	10,2	10,1	7,9	25,3	13,6	46,8	36,5	2,1	8,6
1,50	8,6	9,2	5,3	0	3,2	0	10,4	4,9	7,9	6,3	20,7	11,1	42,6	32,9	2,1	6,7
1,00	5,2	5,9	3	0	0	0	6,4	0,9	5,6	4,1	14,5	80,5	36,9	28,3	1,8	4,6
0,80	4,4	4,9	2,3	0	0	0	4,9	0,2	4,8	3,5	11,4	7,4	33,8	25,9	1,8	3,5
0,60	3,8	3,8	2,1	0	0	0	3,8	0	4,3	3,1	7,7	6,1	29,3	22,9	1,8	2,6
0,50	3,6	3	2,1	0	0	0	3	0	4	3	5,4	5,4	26,3	21,1	1,8	2,6



## ANEXO F

Percentagem de seixo, areia e lodo para projecção no diagrama de Folk (1954), assim como os valores obtidos segundo os parâmetros estatísticos de Folk & Ward (1957) para cada local e tipo de barra.

Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem)- Barra central							
Amostra	% SEIXO	% AREIA	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward ( $\emptyset$ )			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
1	53,5%	46,5%	0,0%	-0,999	1,180	0,155	0,889
2	77,4%	22,6%	0,0%	-2,150	1,602	0,154	1,066
3	42,7%	57,3%	0,1%	-0,807	1,328	-0,053	0,817
4	60,3%	39,7%	0,0%	-1,366	1,459	0,062	0,847
5	67,2%	32,8%	0,0%	-1,553	1,361	0,235	0,878
6	62,9%	37,1%	0,0%	-1,317	1,252	0,208	0,899
7	41,2%	58,8%	0,0%	-0,705	1,045	0,065	0,928
8	83,5%	16,5%	0,0%	-2,213	1,055	0,368	0,827
9	4,8%	95,2%	0,0%	0,169	0,723	0,011	0,988
10	70,4%	29,5%	0,1%	-1,886	1,643	0,018	0,951
11	58,4%	41,5%	0,0%	-1,069	1,101	0,259	0,945
12	68,2%	31,8%	0,0%	-1,705	1,544	0,078	0,892
13	72,3%	27,7%	0,0%	-1,801	1,472	0,138	1,026
14	79,0%	21,0%	0,0%	-2,284	1,669	0,178	0,980
15	75,0%	25,0%	0,0%	-1,839	1,329	0,355	0,991
16	1,1%	98,8%	0,1%	0,508	0,582	-0,020	1,052
17	71,9%	28,1%	0,0%	-1,617	1,234	0,449	0,900
18	1,1%	98,8%	0,1%	0,384	0,611	0,001	1,067
19	51,2%	48,8%	0,0%	-0,920	1,097	0,175	0,959
20	4,2%	95,7%	0,1%	0,274	0,720	-0,035	1,023
21	72,9%	27,1%	0,0%	-1,626	1,186	0,310	1,003
22	66,1%	33,9%	0,0%	-1,344	1,229	0,345	0,987

Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem)- Barra lateral							
Amostra	% SEIXO	% AREIA	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward ( $\emptyset$ )			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
23	69,4%	30,6%	0,1%	-1,888	1,702	0,101	0,867
24A	40,1%	57,9%	2,0%	-0,118	2,104	0,128	0,767
24B	25,9%	73,0%	1,0%	0,062	1,643	-0,194	0,942
25A	40,1%	57,9%	1,9%	-0,120	2,102	0,129	0,766
25B	61,2%	28,8%	10,0%	-1,022	2,588	0,536	1,242
28	55,8%	44,0%	0,1%	-1,169	1,471	0,113	0,834
29	72,7%	26,8%	0,5%	-1,802	1,810	0,335	1,086
30	40,6%	52,6%	6,8%	-0,413	2,169	0,229	1,251
31	51,3%	47,8%	0,9%	-0,751	1,760	0,294	1,178



## 8. Anexos

32	66,6%	33,3%	0,1%	-1,883	1,973	-0,020	0,991
33A	38,9%	59,2%	1,9%	-0,208	2,020	0,054	0,811
33B	1,8%	88,0%	10,2%	2,307	1,437	0,153	1,962
34A	39,4%	58,3%	2,2%	-0,346	1,907	0,066	0,939
34B	34,9%	65,1%	0,0%	-0,088	1,850	0,034	0,845
35A	40,9%	57,5%	1,6%	-0,534	1,700	0,076	0,924
35B	75,9%	24,0%	0,1%	-2,354	1,810	-0,160	1,083
36	67,6%	32,4%	0,1%	-1,556	1,441	0,168	0,981
37	45,5%	53,2%	1,3%	-0,707	1,595	0,140	0,930
38	52,2%	47,1%	0,7%	-1,030	1,898	0,143	0,760
39	49,3%	49,5%	1,1%	-0,843	1,560	0,176	0,914

Praia fluvial Porto-Carrero (Rio Homem)- Depósitos							
Amostra	% SEIXO:	% AREIA:	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward ( $\emptyset$ )			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
26	16,4%	70,9%	12,7%	1,367	2,469	0,039	1,051
27	8,1%	81%	10,3%	2,248	2,063	-0,252	1,473

Confluência rio Homem-Cávado - Barra lateral							
Amostra	% SEIXO:	% AREIA:	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward ( $\emptyset$ )			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
40A	27,6%	63,7%	8,7%	0,650	2,492	0,212	0,946
40B	51,1%	48,2%	0,7%	-0,902	1,569	0,140	0,873
40C	74,9%	25,0%	0,1%	-1,670	1,072	0,176	1,010
41	85,5%	14,2%	0,2%	-2,164	1,064	0,185	1,074
42	65,5%	34,2%	0,2%	-1,537	1,427	0,079	0,998
43A	30,1%	60,0%	10,0%	0,589	2,660	0,219	0,939
43B	51,4%	48,0%	0,6%	-0,919	1,549	0,135	0,867
43C	75,1%	24,8%	0,1%	-1,674	1,067	0,174	1,008
44	84,6%	15,0%	0,3%	-2,710	1,598	0,118	0,866
45	17,9%	72,1%	10,0%	1,028	2,412	0,153	1,090
46	10,6%	82,3%	7,1%	1,085	1,965	0,158	1,321
47	85,0%	14,7%	0,3%	-2,262	1,133	0,437	1,603

## Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

Praia fluvial de Manhente (Rio Cávado)-Barra lateral							
Amostra	% SEIXO:	% AREIA:	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward (Ø)			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
119	58,8%	41,2%	0,0%	-1,229	0,920	-0,007	0,966
120A	59,1%	40,9%	0,0%	-1,239	0,923	-0,009	0,961
120B	69,4%	30,6%	0,0%	-1,481	1,184	0,273	0,959
121	46,5%	53,5%	0,0%	-0,917	0,839	0,033	0,994
122	79,5%	20,5%	0,0%	-1,963	1,207	0,085	1,036
123	8,7%	91,1%	0,1%	-0,089	0,585	-0,333	1,113
124A	65,2%	34,7%	0,0%	-1,346	0,998	0,031	1,066
124B	64,0%	35,8%	0,1%	-1,533	1,464	0,024	0,977
125	61,6%	38,3%	0,1%	-1,446	1,408	-0,105	1,119
126A	58,9%	41,1%	0,0%	-1,235	0,927	-0,005	0,966
126B	2,9%	96,4%	0,7%	-0,102	0,562	0,073	1,052
127	63,1%	36,9%	0,0%	-1,465	1,220	0,106	0,817
130	44,9%	55,1%	0,1%	-0,820	1,057	0,045	0,955

Praia fluvial de Manhente (Rio Cávado)-Depósitos de terraço							
Amostra	% SEIXO:	% AREIA:	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward (Ø)			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
128	2,4%	87,2%	10,3%	2,633	1,502	0,043	1,587
129	14,0%	75,9%	10,1%	1,374	2,300	0,044	1,062
131A	18,7%	71,0%	10,3%	1,184	2,521	0,016	1,097
131B	40,7%	49,2%	10,1%	-0,063	2,786	0,288	1,043
131C	42,6%	47,4%	10,0%	-0,248	2,472	0,338	1,205

Praia fluvial de Barcelinhos (Rio Cávado) - Barras centrais							
Amostra	% SEIXO:	% AREIA:	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward (Ø)			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
48	88,0%	12,0%	0,0%	-2,422	1,100	0,214	1,027
49	92,2%	7,8%	0,0%	-2,407	0,808	0,355	1,091
50	79,5%	20,5%	0,0%	-1,927	1,130	0,185	1,008
51A	68,7%	31,3%	0,1%	-1,873	1,680	0,056	0,850
51B	49,5%	50,3%	0,1%	-1,040	1,234	-0,079	0,861
51C	86,5%	13,5%	0,0%	-2,614	1,324	0,233	0,969
52	54,2%	45,8%	0,0%	-1,148	1,008	-0,040	0,908
53	52,6%	47,4%	0,0%	-1,150	1,033	-0,104	0,900
54	67,7%	32,3%	0,0%	-1,364	0,768	-0,008	0,936

## 8. Anexos

55	79,4%	20,6%	0,0%	-1,817	1,136	-0,050	1,237
56	94,1%	5,9%	0,0%	-2,878	0,855	0,439	1,715
57	87,0%	13,0%	0,0%	-2,001	0,952	-0,006	1,149
58	83,5%	16,4%	0,1%	-2,441	1,481	0,092	1,088
59	95,4%	4,6%	0,0%	-2,589	0,838	0,140	0,990
60	91,6%	8,4%	0,0%	-2,632	1,115	0,074	1,207
61	8,1%	81,1%	10,8%	1,770	2,185	-0,015	0,935
62	81,6%	18,4%	0,0%	-2,059	1,085	0,248	0,940
63	92,0%	8,0%	0,0%	-2,673	0,922	0,351	1,187
64	60,7%	39,0%	0,3%	-1,397	1,327	0,056	0,852
65A	69,9%	30,1%	0,0%	-1,596	1,457	0,168	1,035
65B	89,2%	10,7%	0,1%	-2,699	1,131	0,509	1,253
65C	62,0%	37,8%	0,2%	-1,334	1,429	0,205	0,758
66	88,7%	11,3%	0,0%	-2,817	1,330	0,219	1,118
67	54,8%	45,1%	0,1%	-1,216	1,297	-0,025	0,864
68	96,6%	3,4%	0,0%	-2,936	0,703	0,231	1,169
69	75,5%	24,3%	0,1%	-2,077	1,563	-0,036	1,098
70	56,5%	43,2%	0,3%	-1,185	1,175	0,038	0,900
71	27,6%	72,4%	0,0%	-0,403	1,101	-0,300	0,897
72	78,4%	21,2%	0,3%	-2,446	1,839	0,327	0,926
73	85,5%	14,4%	0,2%	-2,022	0,901	0,263	0,955
74	67,8%	30,1%	2,1%	-1,451	1,636	0,365	1,392
75	73,5%	23,4%	3,2%	-1,891	2,191	0,348	1,293
76A	83,6%	16,3%	0,1%	-1,943	0,945	0,031	0,905
76B	69,4%	30,0%	0,6%	-1,522	1,202	0,219	0,935
76C	87,6%	12,3%	0,1%	-2,405	1,176	0,134	1,143
77	46,2%	53,5%	0,3%	-0,953	0,956	-0,089	0,880
78	75,9%	22,3%	1,7%	-2,031	1,919	0,408	1,206
79	85,8%	14,0%	0,2%	-2,341	1,231	0,080	0,933

Praia fluvial de Barcelinhos (Rio Cávado) – Barras laterais							
Amostra	% SEIXO:	% AREIA:	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward (Ø)			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
80	55,9%	43,9%	0,2%	-1,122	1,128	0,110	0,941
81	87,4%	12,5%	0,0%	-2,797	1,211	0,607	0,985
82	55,8%	44,2%	0,0%	-1,185	1,011	-0,033	1,019
83	95,1%	4,9%	0,0%	-2,840	0,796	0,239	1,301
84A	49,8%	49,8%	0,4%	-0,991	1,408	0,038	1,097
84B	95,5%	4,5%	0,0%	-2,486	0,802	0,107	1,007

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

85	87,2%	12,8%	0,0%	-2,095	0,929	0,080	0,925
86	70,6%	29,3%	0,1%	-1,474	0,934	0,093	0,995
87	62,3%	37,5%	0,2%	-1,512	1,514	-0,008	0,987
88	71,5%	28,4%	0,1%	-1,703	1,226	0,022	1,032
89	37,2%	62,2%	0,6%	-0,746	1,287	-0,031	1,202
90A	52,3%	47,7%	0,1%	-1,034	0,841	0,026	1,009
90B	34,8%	65,2%	0,0%	-0,751	0,863	-0,188	0,941
91	62,3%	37,7%	0,0%	-1,333	0,963	-0,010	0,925
92	45,8%	53,3%	0,9%	-0,826	1,167	0,119	1,004
93	37,8%	61,2%	1,0%	-0,613	1,223	0,102	1,035
94	58,5%	40,8%	0,7%	-1,167	1,182	0,164	0,928
95	85,0%	14,9%	0,1%	-2,176	1,051	0,312	0,993
96	54,2%	45,8%	0,0%	-1,096	0,725	-0,042	0,911
97A	78,5%	21,4%	0,1%	-1,806	1,081	0,075	1,050
97B	76,4%	23,6%	0,1%	-1,618	0,849	0,071	0,915
98	58,8%	41,0%	0,2%	-1,198	1,130	0,066	1,109
99	71,1%	28,3%	0,6%	-1,725	1,571	0,207	0,962
100	59,6%	40,3%	0,2%	-1,236	1,029	0,024	0,952
101	63,9%	35,4%	0,6%	-1,328	1,123	0,147	0,997
102	78,9%	20,9%	0,2%	-1,942	1,155	0,238	0,927
103	58,1%	40,8%	1,1%	-1,128	1,373	0,246	0,861
104	74,6%	25,4%	0,0%	-1,710	1,143	0,026	1,095
105	78,3%	21,6%	0,1%	-1,788	1,072	0,027	1,075
106	73,2%	26,7%	0,2%	-1,662	1,167	0,208	0,980
107	73,8%	25,9%	0,3%	-1,641	1,056	0,210	0,923
108	56,4%	42,7%	0,9%	-1,184	1,525	0,132	0,840
109	58,6%	41,2%	0,3%	-1,210	1,125	0,077	0,921
110	51,5%	48,1%	0,4%	-1,006	1,050	0,053	0,924
111	84,9%	15,0%	0,1%	-1,941	0,955	0,074	1,203
112	66,0%	33,0%	1,0%	-1,402	1,302	0,327	0,904
113	86,3%	13,7%	0,0%	-1,990	0,889	0,283	1,196
114	64,4%	35,4%	0,2%	-1,413	1,018	0,053	0,905
115	58,4%	41,2%	0,5%	-1,060	1,416	0,263	0,871
116	54,2%	45,6%	0,2%	-1,073	1,110	0,070	0,925
117	88,3%	11,7%	0,0%	-1,995	0,834	0,131	1,183
118	93,6%	6,4%	0,0%	-2,334	0,761	0,169	1,376

## 8. Anexos

Praia fluvial Barca do Lago (Rio Cávado) – Barra lateral							
Amostra	% SEIXO:	% AREIA:	% LODO:	Parâmetros Estatísticos de Folk & Ward (Ø)			
				Média	Desvio padrão	Assimetria	Acuidade
132	1,8%	97,5%	0,7%	1,150	0,712	-0,068	1,239
133	8,3%	81,7%	10,0%	1,606	1,996	0,173	1,440
134	62,5%	37,0%	0,5%	-1,146	2,166	0,370	0,662
135	6,8%	93,0%	0,2%	1,208	0,905	-0,284	1,643
136	80,2%	19,8%	0,0%	-1,673	0,834	-0,106	1,013
137	58,6%	40,9%	0,4%	-1,018	1,392	0,313	1,167
138	61,2%	38,0%	0,8%	-1,246	0,964	0,068	1,125
139	76,0%	24,0%	0,0%	-1,862	1,157	-0,099	0,928
140A	68,6%	31,2%	0,2%	-1,613	1,268	0,139	0,871
140B	84,1%	15,9%	0,0%	-2,067	1,012	0,095	0,917
141	51,5%	48,4%	0,0%	-1,038	0,769	0,008	1,127
142	70,2%	29,7%	0,1%	-1,983	1,686	0,342	0,827
143A	65,9%	34,0%	0,1%	-1,347	1,075	0,138	0,988
143B	23,6%	66,4%	10,0%	1,149	2,626	-0,113	0,895
143C	64,5%	35,0%	0,5%	-1,641	1,965	0,331	0,725
144	37,6%	62,2%	0,2%	-0,679	1,192	-0,073	1,043
145	75,8%	24,2%	0,0%	-1,859	1,152	-0,105	0,922
146	73,0%	26,8%	0,2%	-1,626	1,056	0,037	1,040
147	51,5%	48,5%	0,1%	-1,037	0,771	0,010	1,130
148	53,3%	46,6%	0,1%	-1,057	0,818	0,032	1,008
149	72,7%	27,2%	0,1%	-1,665	1,246	0,256	1,095
150	79,5%	20,5%	0,0%	-1,854	1,013	0,140	0,959
151	41,3%	58,6%	0,1%	-0,553	1,841	-0,219	0,739
152	90,9%	9,1%	0,0%	-2,524	1,003	0,275	1,164
153	38,4%	61,5%	0,1%	-0,492	1,638	0,016	0,929
154	77,6%	22,1%	0,3%	-1,820	1,166	0,093	1,055
155A	51,0%	48,6%	0,3%	-1,033	1,097	0,016	0,905
155B	69,0%	30,9%	0,1%	-1,625	1,250	0,132	0,861
156	32,9%	66,9%	0,2%	-0,279	1,530	-0,113	0,857
157A	49,3%	50,5%	0,2%	-1,004	1,270	-0,015	0,815
157B	64,8%	35,2%	0,1%	-1,329	1,208	0,172	1,051
158	24,1%	75,5%	0,4%	0,248	1,628	-0,239	0,802
159	91,0%	9,0%	0,0%	-2,525	0,999	0,273	1,161
160	62,5%	37,4%	0,1%	-1,266	1,374	0,151	0,917
161	76,8%	23,0%	0,2%	-1,809	1,191	0,112	1,053
162A	51,0%	48,8%	0,2%	-1,031	1,097	0,017	0,907
162B	68,7%	31,2%	0,1%	-1,627	1,251	0,132	0,850
163	32,9%	66,9%	0,2%	-0,282	1,524	-0,116	0,855

Indicadores dos processos morfodinâmicos na bacia do rio Cávado

<b>164A</b>	48,0%	51,8%	0,2%	-0,978	1,263	-0,041	0,794
<b>164B</b>	64,9%	35,0%	0,1%	-1,333	1,200	0,172	1,049
<b>165</b>	24,0%	75,6%	0,4%	0,250	1,624	-0,241	0,802
<b>166</b>	91,1%	8,9%	0,0%	-2,528	0,996	0,272	1,163
<b>167</b>	62,6%	37,4%	0,1%	-1,269	1,373	0,152	0,920





## 9. BIBLIOGRAFIA

- Alves, M. I. C. (1995).** *Materiais Plio-Quaternários do Alto Minho. Produtos de meteorização depósitos fluviais na bacia do rio Lima e na região de Alvarães.* Tese de Doutoramento, Universidade do Minho.
- Alves, M. I. C. (1999).** Análise dimensional de sedimentos fluviais: Formação de Alvarães e depósitos de terraços da bacia do rio Lima (NW de Portugal). *Estudos do Quaternário*, 2, APEQ, Lisboa, 65-72.
- Alves, M. I. C. (2004).** A sedimentação fluvial cenozóica na região do entre-Douro-e-Minho (NW de Portugal). In: Maria Assunção Araújo e António Alberto Gomes " *Geomorfologia do Noroeste da Península Ibérica*" Faculdade de Letras da Universidade do Porto, 93-115.
- Alves, M. I. C. & Pereira, D. (2000).** A sedimentogénese e a gliptogénese no registo cenozóico continental do Minho (NW de Portugal). *Ciências da Terra (UNL)*, N°14, 99-110.
- Alves, M. I. C. & Pereira, M. (Coord.) (2015).** *Declaração Ambiental: Aproveitamento Hidroelétrico da EDP Produção.* EDP Produção:Direção de Sustentabilidade.
- António, B.; Pinto, J. & Costa, S. (Coord.). (2008).** *Estudo de valorização e desenvolvimento Estratégico dos rios Cávado e Homem.* Universidade do Minho.
- Berger, A. (1997).** Accessing rapid environmental change using geoindicators. *Environmental Geology*, pp. 36-44.
- Berger, A. & Iams, W. (Editors) (1996).** *Geoindicators: Assessing rapid environmental changes in earth systems.* A. A. Balkema.
- Braga, M. (1988).** *Arenas e depósitos associados da bacia de drenagem do rio Cávado (Portugal).* *Contribuição para o estudo da arenização.* Braga: Universidade do Minho.
- Cailleux, A. (1947).** *Granulométrie des formations à galets.* Société Belge de Géologie, session extraordinaire, Bruxelles, 91-114
- Galopim de Carvalho, A. (2005).** *Geologia Sedimentar.* Sedimentologia, Vol. II. Lisboa: Âncora.
- COGEOENVIRONMENT (IUGS) . (1995a).** *Stream channel morphology and position.* Obtido de IUGSGeoindicators: [http://www.lgt.lt/geoin/doc.php?did=cl\\_stream](http://www.lgt.lt/geoin/doc.php?did=cl_stream)

- COGEOENVIRONMENT (IUGS). (1995b).** *Streamflow*. Obtido de IGUS Geoindicators: [http://www.lgt.lt/geoind/doc.php?did=cl\\_streamf](http://www.lgt.lt/geoind/doc.php?did=cl_streamf)
- COGEOENVIRONMENT (IUGS). (1995c).** *Stream sediment storage and load*. Obtido de IUGS Geoindicators: [http://www.lgt.lt/geoind/doc.php?did=cl\\_streams](http://www.lgt.lt/geoind/doc.php?did=cl_streams)
- COGEOENVIRONMENT (IUGS) Working Group on Geoindicators. (1995).** *Explanation of Format*. Obtido em 25 de maio de 2016, de Geoindicators: [http://www.lgt.lt/geoind/doc.php?did=checklist\\_expl](http://www.lgt.lt/geoind/doc.php?did=checklist_expl)
- Pereira, E. (Coord.) (2005).** *Notícia Explicativa da Folha 2 da Carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000*. Lisboa: Instituto nacional da Engenharia, Tecnologia e Inovação.
- Dal Cin, R. (1968).** Climatic significance of roundness and percentage of quartz in conglomerates. *Journal of Sedimentary Petrology*, 38, 1094-1099.
- Direção Geral do Território. (2006).** *Corine Land Cover*. Obtido em 2016, de [http://www.dgterritorio.pt/cartografia\\_e\\_geodesia/cartografia/cartografia\\_tematica/corine\\_land\\_cover\\_\\_clc\\_/](http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/cartografia/cartografia_tematica/corine_land_cover__clc_/)
- Einsele, G. (2000).** *Sedimentary Basins. Evolution, facies and sediment budget* (Second ed.). New York: Springer.
- Fernandes, I. (1997).** As oficinas de Louça Preta de Lanheses (Viana do castelo) um fenómeno de migração. *Minia*, 199-216.
- Folk, R. L. (1954).** *The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature*.
- Folk, R. L. & Ward, W. L. (1957).** Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology*, 27, 3-26.
- Gomes, C. (02 de 04 de 2014a).** *Braga: Azenha da Ponte do Bico, em Palmeira, nos começos do século XX*. Obtido de Blogue do Minho: <http://bloguedominho.blogs.sapo.pt/braga-azinha-da-ponte-do-bico-em-2327188>
- Gomes, C. (29 de 03 de 2014b).** *Barcelos: moinho no rio Cávado no início do séc. XX*. Obtido de Blogue do Minho: <http://bloguedominho.blogs.sapo.pt/barcelos-moinho-no-rio-cavado-nos-2328459>

- Goudie, A. (2013). The Human Impact on the Waters. Em *The Human Impact on the Natural Environment. Past, present and futur* (7<sup>a</sup> ed., pp. 135-168). Wiley-Blackwell.
- Gouveia, J. (30 de 08 de 2014). *Vila de Prado - Viagem ao Passado*. Obtido de You Tube.pt: <https://www.youtube.com/watch?v=2G0eVh8gjhs>
- Gurnell, A. *et al.* (2012). Changing river channels: The roles of hydrological processes, plants and pioneer fluvial landforms in humid temperate, mixed load, gravel bed rivers. *Earth-Science Reviews* 111, 129-141.
- Hawley, R. *et al.* (2013). Bed coarsening, riffle shortening, and channel enlargement in urbanizing watersheds, northern Kentucky, USA. *Geomorphology* 201, 111-126.
- Henriques, R. (2003) SEDMAC/SEDPC: Programa informático de apoio à análise dimensional de populações detríticas. Ciências da Terra - Volume Especial, VI Congresso Nacional de Geologia. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa, 40.
- HENRIQUES R. (2004). SEDMAC/SEDPC: *An application to support particle size analysis of unconsolidated sediments*, 32<sup>nd</sup> International Geological Congress, Abs. Vol. 1, abs. 154–6, 726.
- Lacastra, N. & Lacerda, M. (Coord.). (2012). *Plano de Gestão da Região Hidrográfica do Cávado, Ave e Leça (RH2), Relatório Técnico- Comissão Europeia*. Ministério da Agricultura, do mar, do Ambiente e do Ordenamento do Território.
- Lane, E. *et al.* (1947). Report of the Subcommittee on sediment terminology. *Transactions American Geophysical Union*, 28, 936-938.
- Leopold, L. & Wolman, M. (1957). *River channel patterns: braided, meandering, and straight*. U.S. Geology Survey Professional Paper 282-B.
- Lewis, D. W., & McConchie, D. (1994a). *Analytical Sedimentology*. Springer Science. Chapman & Hall, New York.
- Lewis, D. W., & McConchie, D. (1994b). *Practical Sedimentology* (2<sup>o</sup> ed.). Springer Science. Chapman & Hall, New York.
- Lima, A. (2010). Rios de leito rochoso: aspectos geomorfológicos fundamentais. *Ambiência*, 339-354.

- Loureiro, E. (2006). *Indicadores geomorfológicos e sedimentológicos na avaliação da tendência evolutiva da zona costeira (Aplicação ao concelho de Esposende)*. Braga: Universidade do Minho. Tese de Doutoramento, pp.14-15.
- Luís, J. C. (2013). *Hidroconflitos na bacia hidrográfica do rio Cávado - uma análise geográfica a partir do contributo do Serviço de Proteção da Natureza e do Ambiente*. Guimarães: Universidade do Minho, Instituto de Ciências Sociais, Tese de Mestrado.
- Meneses, J. (2013). Obtido em 2015,  
de: <http://pt.slideshare.net/josemamenesespaucarpura/fases-deunrio>.
- Miall, A. (1996). Fluvial Styles and Facies Models. Em *The Geology of Fluvial Deposits. Sedimentary Facies, Basin Analysis, and Petroleum Geology*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Middleton, G. V. (2003). Sedimentology, History. Em G. V. Middleton, *Encyclopedia of Sediments and Sedimentary Rocks* (pp. 628-634). Springer.
- Moreira, P. (23 de 03 de 2016). *Esposende - Pesca Desportiva na Foz do Rio Cávado*. Obtido de Retratos de Portugal: <http://retratosdeportugal.blogspot.pt/2016/03/esposende-pesca-desportiva-na-foz-do.html>
- Moura, R. (4 de dezembro de 2012). *diário@tual*. (diário@tual, Ed.) Obtido em 2016, de <http://diarioatual.com/wp-content/uploads/2012/12/MONTALEGRE-Margens-C%C3%A1vado-II-trabalhos-10.jpg>
- Nichols, G. (2009). *Sedimentology and stratigraphy* (Second ed.). Wiley-Blackwell.
- Oliveira, J.; Pereira, E.; Ramalho, M.; E. Antunes, M.; Monteiro, J. (Coords). (1992). *Carta Geológica de Portugal na escala 1/500 000*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.
- Oliveira, V. (2008). *O ambiente fluvial: perspetiva geomorfológica e sedimentológica: exemplos na bacia do rio Neiva*. Braga: Tese de Mestrado, Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho
- Pereira, E. (Coord.). (1989). *Carta Geológica de Portugal, Folha 1, escala 1/200 000*. Ministério da Indústria e Energia-Instituto Geográfico e Cadastral.
- Pereira, E. (Coord.). (1992). *Notícia Explicativa da Folha 1 da Carta Geológica de Portugal na escala 1/200 000*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.

- Pereira, E. (Coord.). (2000). Carta Geológica de Portugal, Folha 2, escala 1/200 000. 1ª Edição. Ministério da Economia.
- Pereira, O. (1999). *A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA DE AREIAS DE VILAR*. Águas do Cávado S.A.
- Prothero, D. R. & Schwab, F. (2014). *Sedimentary Geology: An introduction to sedimentary rocks and stratigraphy* (3ª ed.). New York: W. H. Freeman and Company.
- Rădoane, M. *et al.* (2013). *Changes in the channel-bed level of the eastern Carpathian rivers: Climatic vs. human control over the last 50 years*. *Geomorfology* 193, 91-111.
- Reineck, H. E. & Singh, I. B. (1986). *Depositional Sedimentary Environments*. Springer-Verlag: New York.
- Riccomini, C.; Giannini, P. & Mancini, F. (2009). Capítulo 10: *Rios e processos aluviais*. Em *Decifrando a Terra*. Companhia Editora Nacional.
- Rocha, C. (21 de 2 de 2013). *Barcelos antigo*. Obtido de Barcelinhos: [https://scontent.fopo2-2.fna.fbcdn.net/v/t1.09/535442\\_10151229348451901\\_1768511875\\_n.jpg?oh=b8b21c6eeb2665232d5d9d1c8a831e48&oe=5AEF0E6D](https://scontent.fopo2-2.fna.fbcdn.net/v/t1.09/535442_10151229348451901_1768511875_n.jpg?oh=b8b21c6eeb2665232d5d9d1c8a831e48&oe=5AEF0E6D)
- Rosgen, D. (1994). A classification of natural rivers. *Catena*, 22, 169-199.
- Rosgen, D. (1996). *Applied river morphology*. Colorado: Pragosa Springs.
- Schumm, S. (1963). *A tentative classification of alluvial rivers channels*. U.S. Geology Survey Circular 477. Washington, D. C.
- Schumm, S. (2005). *River Variability and Complexity*. Cambridge.
- Schumm, S., & Licity, R. (1965). Time, space and causality in Geomorfology. *American Journal of Science*.
- Selley, R. C. (2000). *Applied Sedimentology* (Second Edition ed.). Academic Press.
- Teixeira, C. (1981). *Geologia de Portugal*. Lisboa: Fundação Gulbenkian.
- Teixeira, C., & Cândido de Medeiros, A. (1969). *Notícia explicativa da folha 5-C (Barcelos) da Carta geológica de Portugal na escala 1:50 000*. Lisboa: Serviços Geológicos de Portugal.

**Thorne C.R. (1997).** Channel types and morphological classification. In: C.R. THORNE. R.D. HEY & M.D. NEWSON (Eds.) *Applied fluvial geomorphology for river engineering and management*. John Willey & Sons Ltd, Chichester, 175–222.

**Visher, G. S. (1969).** *Grain size distribution and depositional processes. Journal of Sedimentary Petrology, 39*, 1074-1106.

\_\_\_ *Ponte sobre o rio Cávado (Vilar de Veiga). (2 de 4 de 2010).* Obtido de Monumentos desaparecidos:

[https://2.bp.blogspot.com/\\_kycDYo27yQ0/S7U6DTuZlzl/AAAAAAAAADTQ/HiiS6Pe87VU/s400/Ponte+sobre+o+Rio+C%C3%A1vado+-+Vilar+da+Veiga.JPG](https://2.bp.blogspot.com/_kycDYo27yQ0/S7U6DTuZlzl/AAAAAAAAADTQ/HiiS6Pe87VU/s400/Ponte+sobre+o+Rio+C%C3%A1vado+-+Vilar+da+Veiga.JPG)