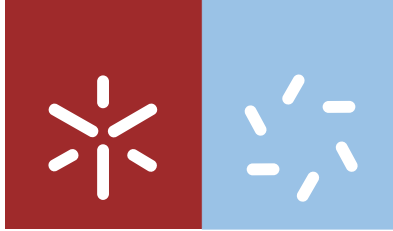


Universidade do Minho
Escola de Ciências

João Pedro Neiva de Sousa

**Análise geométrica de *Shearband Boudins*
em zonas de cisalhamento dúctil com
diferentes condições de P-T**



Universidade do Minho
Escola de Ciências

João Pedro Neiva de Sousa

**Análise geométrica de *Shearband Boudins*
em zonas de cisalhamento dúctil com
diferentes condições de P-T**

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Ordenamento e Valorização de Recursos Geológicos

Trabalho realizado sob a orientação do
Professor Doutor Jorge Pamplona

outubro de 2013

Nome:

João Pedro Neiva de Sousa

Endereço electrónico: jpns@portugalmail.pt

Telefone: 918034287

Número do Bilhete de Identidade: 12668240

Título dissertação:

Análise geométrica de *Shearband Boudins* em zonas de cisalhamento dúctil com diferentes condições de P-T

Orientador:

Jorge Manuel Vieira Pamplona

Ano de conclusão:

2013

Designação do Mestrado:

Mestrado em Ordenamento e Valorização de Recursos Geológicos

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA DISSERTAÇÃO APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE;

Universidade do Minho, 05/ 11 / 2013

Assinatura: João Pedro Neiva de Sousa

Agradecimentos

Antes de mais, um agradecimento especial aos meus orientadores de Tese, Professor Doutor Jorge Manuel Pamplona e Dr. Benedito Calejo Rodrigues pelo incansável apoio durante a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Carlos Fernández, da Universidad de Huelva, pela sua preciosa colaboração.

A todos os Docentes e Técnicos do Departamento de Ciências da Terra da Universidade do Minho, pela sua direta ou indireta colaboração na elaboração deste trabalho, com destaque para o Sr. Saúl, Sr. Azevedo e D. Elizabete.

À minha família: à minha irmã, Ana Maria, ao meu irmão, Manuel Fernando, à minha mãe, Filomena Maria, à minha tia Tuxa e ao meu tio Agostinho pelo seu apoio e motivação constantes.

À Iria, porque sem ela o meu Mundo não teria a mesma forma...

Análise geométrica de *Shearband Boudins* em zonas de cisalhamento dúctil com diferentes condições de P-T

Resumo

No presente trabalho pretende-se analisar, a partir da metodologia sugerida por Pamplona e Rodrigues (2011), a relação entre a morfologia de corpos *boudinados* e o ambiente metamórfico em que estes se formaram e evoluíram. Com base neste pressuposto formula-se a hipótese de ser possível associar *boudins*, com características geométricas bem definidas, a ambientes metamórficos específicos (Baixo Grau, Médio Grau e Alto Grau). Por outras palavras, caso se verifique esta correlação entre os dois parâmetros (geometria dos *boudins* e condições P-T em que foram formados), estes poderão servir como “marcadores” de ambientes metamórficos.

No âmbito deste trabalho foram estudados 345 *boudins*, distribuídos por quatro regiões com distintas condições de metamorfismo: Serra da Salgosa (Vila Nova de Cerveira), Praia da Granja (Espinho), Aracena e Acebuches (Huelva, Sul de Espanha).

Relativamente a cada *boudin* foi analisada a relação entre o rácio L/W (quociente entre o comprimento e a largura do *boudin*) e o ângulo θ (ângulo entre a superfície interna do *boudin* – S_{ib} – e a superfície externa do *boudin* – S_b) e a relação entre o rácio D'/W (quociente entre o espaçamento inter-*boudins* e a largura do *boudin*) e o ângulo θ .

Os dados obtidos permitem concluir que não é evidente uma relação entre a morfologia do *boudin* e o ambiente metamórfico em que este se formou. Esta geometria parece depender mais de outros fatores, tais como a espessura e natureza do corpo *boudinado*, o contraste de viscosidade entre a matriz e o leito deformado e a taxa de deformação.

Geometric analyzes of *Shearband Boudins* in ductile shear zones with different P-T conditions

Abstract

In this study we pretend to analyze, following the methodology suggested by Pamplona and Rodrigues (2011), the relation between the *boudins* morphology and the metamorphic environment where they were formed and evolved. Therefore, it would be possible to associate *boudins*, with well-defined geometric parameters, to a specific metamorphic environment (Low-Degree, Medium-Degree and High-Degree). In other words, if a relation between this two parameters could be demonstrated (boudin geometry and P-T conditions in which the boudin was formed), boudins would work as markers of metamorphic environments.

During this study, 345 *boudins* have been analyzed, distributed along four different areas with distinct metamorphism degrees: Serra da Salgosa (Vila Nova de Cerveira), Praia da Granja (Espinho), Aracena and Acebuches (Huelva, Southern Spain).

For each *boudin*, the relation between the ratio L/W (L – *boudin* length and W – *boudin* width) and θ (angle between the *boudin* internal surface – S_{ib} – and the *boudin* external surface – S_b) as well as the relation between the ratio D'/W (D' - Inter-*boudin* displacement) and θ were analyzed.

The obtain data allow us to conclude that there is not a clear relation between the *boudin* morphology and the metamorphic environment where it was formed. The *boudin* geometry appears to depend much more on other characteristics such as the layer thickness and nature, matrix/layer viscosity contrast, and strain rate.

Índice

1. Introdução.....	1
1.1 Mecanismos de génese de <i>boudinage</i>	2
1.2 Processo de <i>boudinage</i> : condicionantes.....	5
2. Metodologia	9
3. Áreas de estudo	11
3.1 Enquadramento geral	11
3.2 Serra da Salgosa – Zona de cisalhamento Malpica-Lamego: enquadramento geológico.....	13
3.3 Praia da Granja – Zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo ..	14
3.4 Aracena – Complexo Calcossilicatado de Aracena e Xistos Verdes de Acebuches.....	15
4. Resultados e discussão	17
4.1 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Salgosa.....	17
4.2 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Praia da Granja	18
4.3 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Aracena.....	20
4.4 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Acebuches	20
4.5 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Comparação entre os setores estudados (Salgosa, Praia da Granja, Aracena e Acebuches).	21
5. Conclusões	25
6. Referências bibliográficas	26
7. ANEXO I - Ficha de Registo das Características de <i>Boudins</i>	29
8. ANEXO II - Registo dos Parâmetros Geométricos Referentes aos Corpos <i>Boudinados</i> Medidos	31

1. Introdução

No presente trabalho pretende-se analisar, a partir da metodologia sugerida por Pamplona e Rodrigues, 2011 (medição de parâmetros geométricos para a caracterização completa de *boudins*), zonas de cisalhamento dúctil que evoluíram sob diferentes condições P-T. Com a aplicação desta metodologia considera-se que será possível associar *boudins*, com características geométricas bem definidas, a ambientes metamórficos específicos (Baixo Grau, Médio Grau e Alto Grau).

Tendo como referência este enquadramento metodológico, pretende-se com o desenvolvimento deste trabalho atingir os seguintes objetivos genéricos de investigação:

- 1) Avaliar a aplicabilidade universal desta metodologia em zonas de cisalhamento com diferentes condições de metamorfismo.
- 2) Verificar se é cientificamente consistente definir diferentes populações de *boudins*, com base em parâmetros geométricos (relação entre o deslocamento inter-*boudins* e o comprimento do seu eixo menor – rácio D'/W – e relação entre o eixo menor e o eixo maior do *boudin* – rácio L/W), para diferentes condições de P-T. Na eventualidade de se verificar a existência de diferentes populações de *boudins* (em função das condições de P-T em que se formaram e evoluíram) seria possível criar “gráficos de manchas”, com definição das várias populações (Fig. 1). Assim sendo, *boudins* com determinado padrão morfológico estariam associados a graus de metamorfismo bem definidos: os *boudins* seriam “marcadores” das condições P-T das formações geológicas onde estão inseridos.

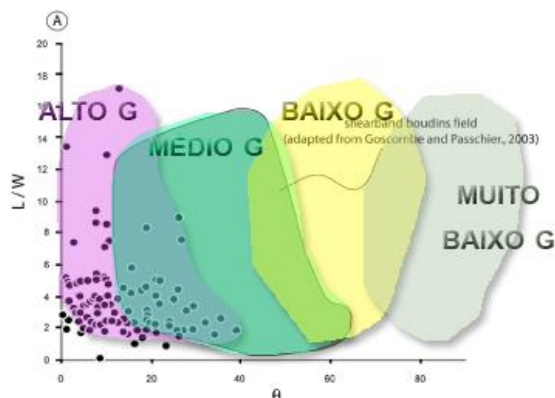


Figura 1: – Gráfico ilustrativo, com exemplificação do objetivo pretendido com este trabalho: na região arroxada estão representados alguns *boudins* (pontos negros) estudados por Goscombe e Passchier, 2003, numa área de alto grau de metamorfismo. Com este trabalho pretende-se perceber se diferentes graus de metamorfismo estarão associados a corpos *boudinados* com diferentes geometrias, permitindo a elaboração de um gráfico com esta configuração.

1.1 Mecanismos de génese de *boudinage*

O estudo da *boudinage* tem sido realizado em terrenos com diferentes condições metamórficas (Urai et alia, 2001; Kenis et alia, 2002). Nesta memória optou-se por analisar os processos da *boudinage* em ambientes de alta temperatura por ter sido em terrenos com estas características (a área da Serra da Salgosa, Vila Nova de Cerveira), que se desenvolveram os estudos que estiveram na origem desta investigação.

A evolução estrutural de corpos tabulares inseridos numa matriz menos competente, em ambientes de alta temperatura (HT) e zonas migmatíticas de cisalhamento simples, segue duas fases sucessivas: primeiramente, os corpos tabulares são gerados ou instalados; seguidamente, eles comportam-se como corpos mais competentes (Fig. 2).

Nestas zonas, e em ambientes de crosta média continental, ocorrem frequentemente três tipos de corpos tabulares com relevância na análise do processo de *boudinage*:

- (i) Corpos resultantes da cristalização de fluídos siliciosos quartzo-feldspáticos, gerados por processos de difusão migmatítica;

(ii) Veios de segregação formados por fluídos quartzo-aluminosos resultantes de um percurso metamórfico evolutivo em condições de P-T progressivas;

(iii) Diques graníticos, gerados nas fases finais de um processo de cristalização fracionada ou por fusão parcial de um protólito basicrustal.

Durante o processo de deformação (com ou sem migmatização), a viscosidade da matriz, de natureza meta-pelítica, de crosta média, enquadra-se numa gama de valores de viscosidade de 10^{18} - 10^{19} Pa s (fusão parcial dos micaxistos aos 500-700 ° C - Davidson et al., 1994).

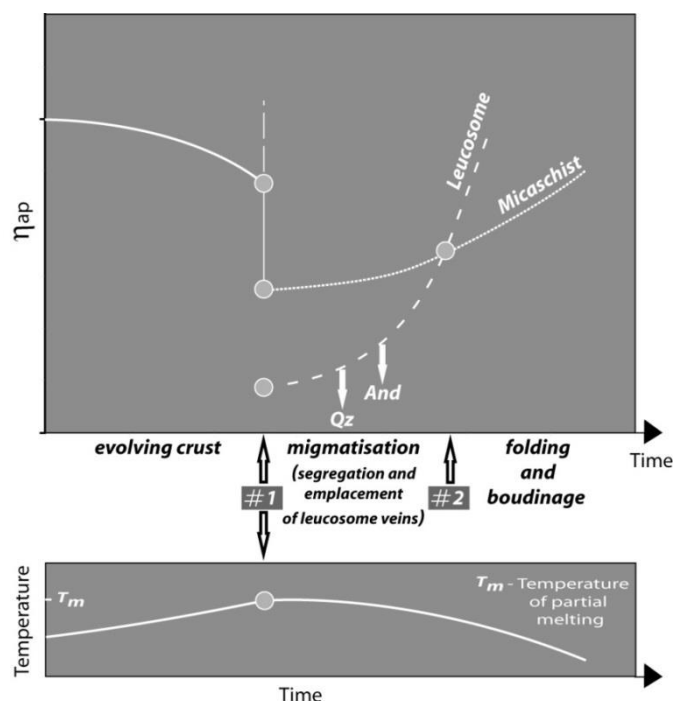


Figura 2: – Ajuste reológico da transição de uma rocha sólida, homogénea, com composição de crosta média-baixa frágil/dúctil, para uma crosta dúctil migmatizada, mecanicamente capaz de ser dobrada e *boudinada*. #1 – Início da migmatização; #2 – ponto de inversão da viscosidade entre a matriz e os corpos leucossómicos que atingem condições mecânicas de *boudinage*: corpos leucossómicos competentes numa matriz dúctil. η_{ap} é a viscosidade aparente (extraído de Pamplona et al, 2013).

A segregação dos materiais fundidos e a instalação de corpos tabulares (veios migmatíticos) representam a formação de um sistema reológico secundário equivalente a um material aluminoso-silicatado com uma variação de viscosidade de 10^4 Pa s (valores típicos para fluídos na crosta média ou crosta inferior - Ague, 2003), até 10^{10} - 10^7 Pa s (gama de viscosidades para magmas riolíticos/dacíticos; McBirney, 1984).

Os corpos tabulares são gerados ou instalados como fluídos viscosos móveis, enquanto a matriz é visco-plástica, comparativamente mais rígida. A viscosidade dos veios aumenta com o incremento do grau de cristalinidade. Este aumento da viscosidade efetiva produz uma inversão no contraste de competência com a matriz envolvente (Druguet e Carrera, 2006) alcançando as condições mecânicas para formação de *boudinage*.

Numa perspetiva mais fenomenológica e segundo Goscombe et al. (2004), um *boudin* pode ser considerado uma estrutura resultante de um processo de desintegração de estratos, corpos filonianos ou planos de foliação, inclusos numa massa rochosa, como resposta a uma extensão na sua área envolvente. Na Figura 3 é apresentado o esquema de formação de um boudin, associado a um processo de extensão:

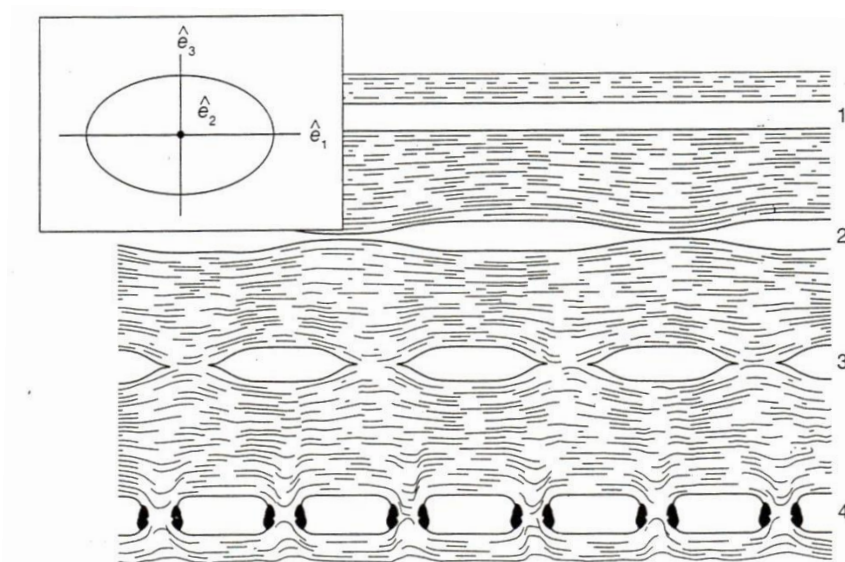


Figura 3: Gênese de *boudinage* linear. 1) Leito não deformado (fase inicial) até 4) *Boudin* linear com *necking* (fase final) - (extraído de Twiss e Moores, 1992).

De uma forma geral esta definição está correta, mas implica que todos os processos geradores de boudins, em todos os regimes de fluxo (mais ou menos viscosos), sejam atribuídos a processos de extensão. De facto, sob fluxo em cisalhamento simples com encurtamento de elevado grau em relação ao corpo competente, a definição é totalmente aplicada. Contudo, estudos recentes (Pamplona et al., 2013) levantam algumas questões relativamente à validade destas afirmações no caso de processos de *boudinage* em cisalhamento simples, em condições de elevada

temperatura (HT), que preconizam a evolução dos *shearband boudins*, na sua fase inicial, a partir de mecanismos de dobramento (Fig. 4).

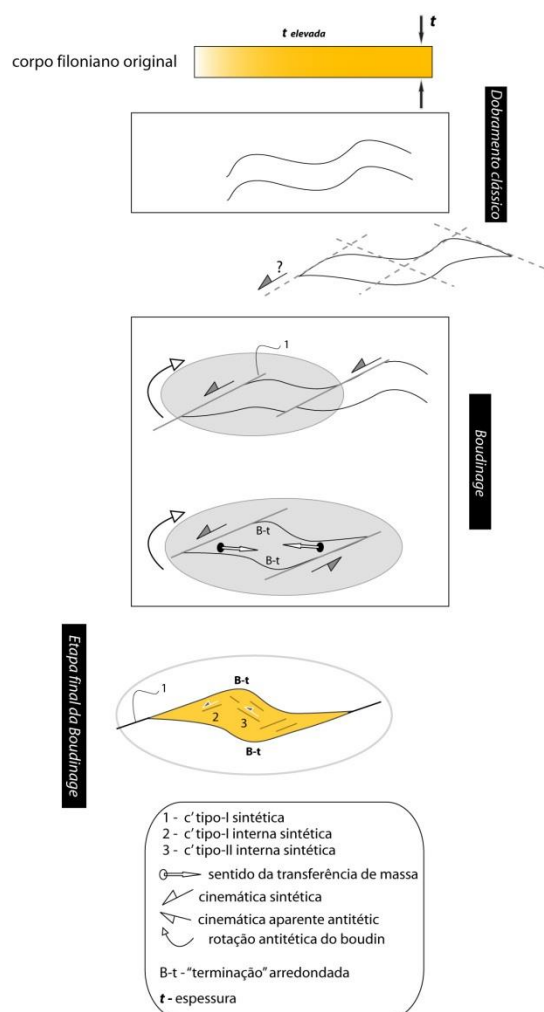


Figura 4: Esquema de formação de um *boudin*, em regime de HT, a partir de mecanismos iniciais de dobramento (adaptado de Pamplona et al., 2013).

1.2 Processo de *boudinage*: condicionantes

É frequentemente referido que o contraste de viscosidade é um dos fatores mais importantes na determinação da evolução da *boudinage* (Ghosh e Sengupta, 1999; Mandal et al., 2000; Bons et al., 2004; Goscombe et al., 2004; Treagus e Lan, 2004). Passchier e Druget (2002) estabeleceram, em estudos de modelação numérica, que o aumento do contraste de viscosidade entre *boudins* e a matriz não afeta a vergência em *boudins* assimétricos. De igual modo, concluíram também que o ângulo de rotação do *boudin* aumenta com o contraste de viscosidade.

Este fator (contraste de viscosidade) também influencia o desenvolvimento de irregularidades na morfologia do boudin, algumas das quais (por exemplo, “forma de barril”) são significativas para valores de contraste de viscosidade entre 5 e 20 (Treagus e Lan, 2000). Estudos experimentais desenvolvidos por Zulauf et al. (2003), para um valor de contraste de viscosidade de aproximadamente 5 e para todos os tipos de fluxo coaxial tridimensional, de achatamento a constrição, confirmaram a relação geométrica entre a elipsoide de tensão finita e os diferentes tipos de *boudins*. Adicionalmente, Zulauf et al. (2003), em estudos experimentais levados a cabo em ambientes de baixo contraste de viscosidade, referem uma considerável influência do tipo de deformação na espessura do corpo final.

O rácio axial dos boudins L/W (L , W – comprimento do eixo maior e eixo menor do boudin, respetivamente) é um fator importante que determina a evolução da *boudinage*. A relação entre o espaçamento inter-*boudins* (D') e o comprimento do eixo menor do boudin (W) também são indicadores das condições e evolução do processo de *boudinage*. Na Figura 5 são apresentados quatro tipos de boudins, com morfologias bem distintas, em função do rácio D'/W (Fig. 5a) e do rácio L/W (Fig. 5b).

Num processo de deformação por cisalhamento simples envolvendo um corpo tabular rígido numa matriz dúctil é possível estabelecer um valor crítico do rácio L/W que representa o limite abaixo do qual a estrutura tabular deixa de existir como tal para iniciar a rotação e gerar *boudins*. Baseado na relação teórica definida por Jeffery (1922), também é possível determinar o rácio axial mínimo, acima do qual a rotação cessa. Esta situação foi também referida por Druguet et al. (1997). O trabalho experimental de Arberet et al. (2001), realizado com partículas ortorrômbricas ($L/W = 5.0$), registou desvios relativamente aos valores teóricos esperados para a rotação de uma partícula rígida numa matriz Newtoniana. De acordo com Marques e Coelho (2003), a adição de uma componente de encurtamento ou estiramento obliquamente ao plano de cisalhamento leva a que as partículas rígidas na matriz dúctil se afastem do comportamento previsto pelo modelo de Jeffery, embora isso não evite a sua rotação.

Baseado nas relações teóricas de Jeffery (1922), sabe-se que a rotação de um corpo rígido é condicionada pelo seu *ratio* axial. Para cisalhamento simples, o processo também irá depender do parâmetro de deformação angular (γ). Para um dado valor de γ ,

o ângulo entre o eixo mais longo do corpo rígido e o plano de cisalhamento também é controlado pelo ratio L/W .

O processo de *boudinage* requer estabilização (ausência de rotação) de uma partícula rígida numa matriz dúctil. É considerado que, para valores de γ superiores a 14, a rotação do corpo rígido mantém-se estável para valores $L/W > 5$. Este valor de γ é aceitável como o limiar mínimo para o desenvolvimento de uma estrutura num estado estacionário (Mackwell e Rubie, 2000).

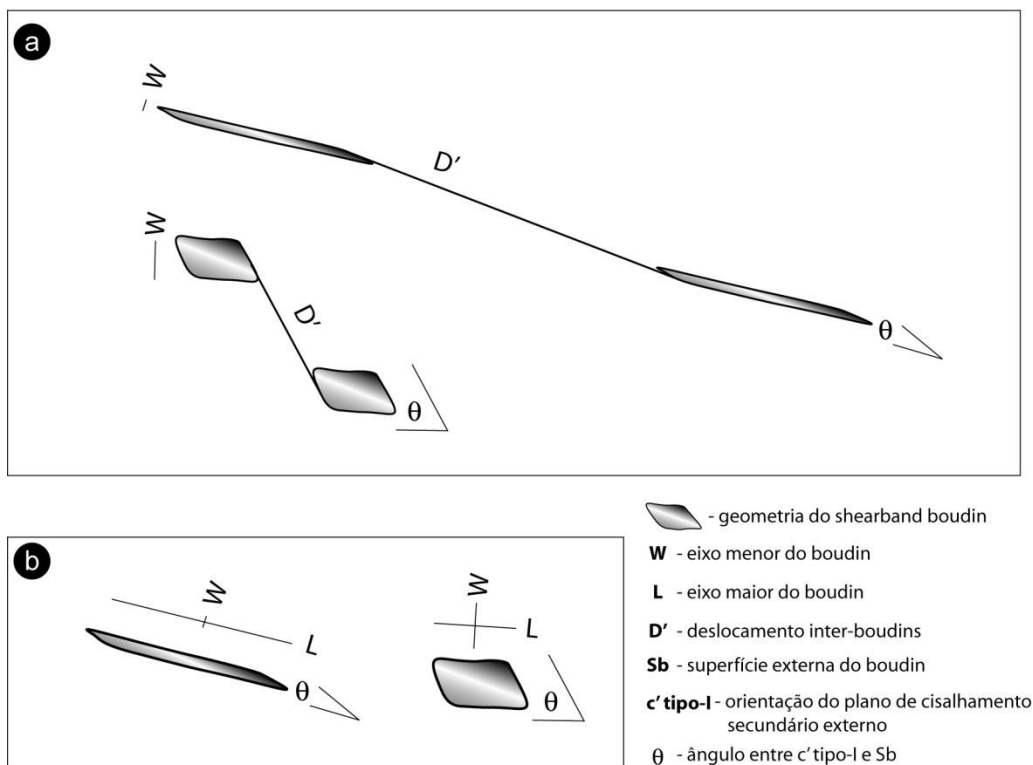


Figura 5: Influência do rácio D'/W e do ângulo θ (Fig. 5a) e influência do rácio L/W e do ângulo θ (Fig. 5b) na geometria do *boudin*. Na Figura 5a estão esquematizados dois tipos de *boudins*: na parte superior um *boudin* muito estreito e alongado (elevado rácio D'/W e baixo ângulo θ) e na parte inferior um *boudin* mais espesso e menos alongado (menor rácio D'/W e maior ângulo θ). Na Figura 5b está representada a variação da forma do *boudin*, em função do rácio L/W e do ângulo θ : do lado esquerdo o *boudin* apresenta uma forma muito alongada, associada a um elevado rácio de L/W e um baixo ângulo θ . O *boudin* mais à direita é mais curto e mais espesso, resultado de um rácio L/W mais baixo e um ângulo θ mais elevado – adaptado de Sousa et al. (2011).

Assim sendo, o tipo de fluxo, o rácio axial dos veios competentes e o contraste de viscosidade entre os veios e a matriz são os três fatores mais importantes no controle do processo de *boudinage*. Na Figura 6 é apresentado um diagrama triangular com um resumo, simplificado, da influência destes três fatores no desenvolvimento de um

boudin. Esta representação evidencia o grau de complexidade do conhecimento atual relativamente a este tema.

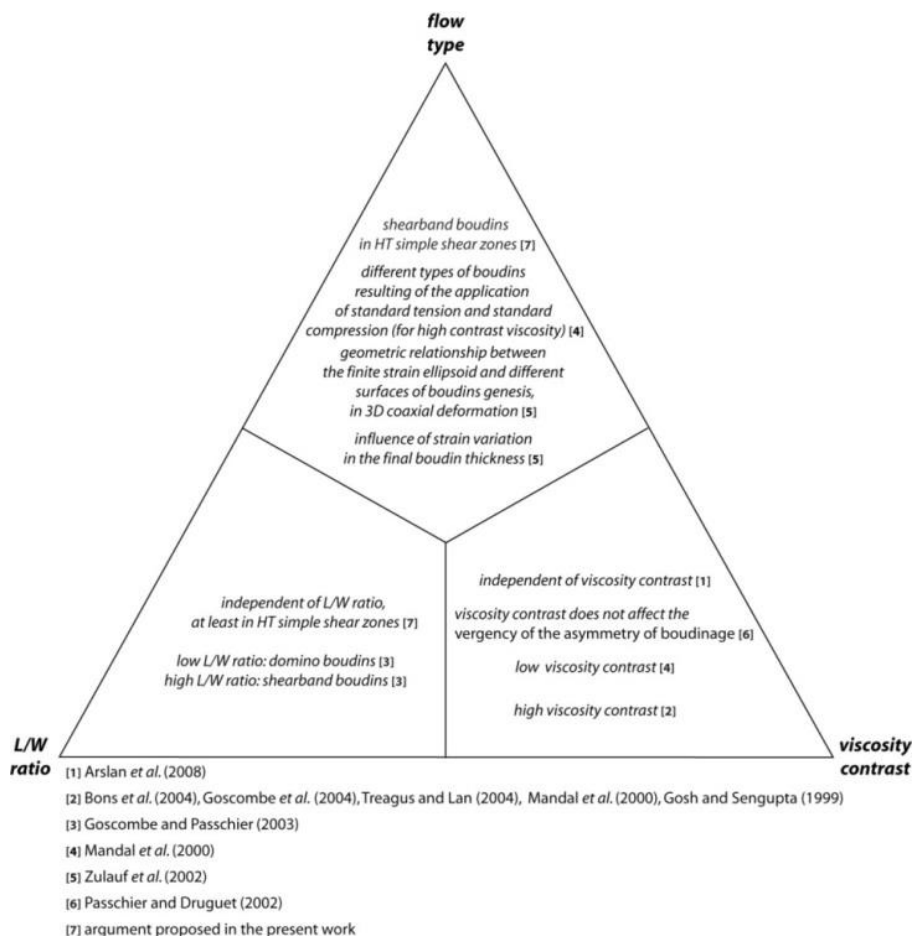


Figura 6: Representação esquemática da complexidade dos fatores que condicionam o fenómeno de boudinage (extraído de Pamplona et al, 2013).

Existem diversos processos geológicos que originam estruturas morfologicamente semelhantes às estruturas formadas por *boudinage* (Bons et al., 2004; Bons e Druguet, 2007; Passchier e Goscombe, 2008). Esta similaridade poderá levar a confusões e interpretações erradas e, assim sendo, torna-se fundamental identificar inequivocamente os *shearband boudins* em oposição às “bed strings”, aos “pseudo-boudins” e às fendas de tração preenchidas.

As sequências de *shearband boudins* (*shearband boudins trains*) estudadas neste trabalho são sempre paralelas à foliação principal. Na realidade, as sequências de *shearband boudins* de Qz, Qz + andaluzite e pegmatito granítico apresentam um ângulo muito baixo em relação à foliação. Por outro lado, as estruturas semelhantes a boudins

descritas por Bons et al. (2004) – designadas por “*bed string*” – apresentam um elevado ângulo relativamente à foliação (aprox. 45°) e apresentam sempre composição pegmatítica.

A estrutura que faz a ligação entre os boudins em “sequências de *shearband boudins*” – zona inter-*boudin* – é uma banda de cisalhamento secundária, sintética (c’ tipo-I). Nesta superfície fica registado o deslocamento lateral e frequentemente observa-se material deformado, “espremido” do *boudin*. Por outro lado, os preenchimentos nos *bead strings* (Bons et al., 2004) e nos pseudo-*boudins* (Passchier e Goscombe, 2008) não apresentam sinais de deformação dúctil. Nas *bead strings* a ligação entre corpos pegmatíticos individuais pode ser feita através de corpos contínuos muito longos (até 18 metros) e muito finos (inferior a 10 cm).

Em *shearband boudins* não existem veios anteriores a cruzar as superfícies c’ tipo-I. Todos os veios antigos devem estar ligados diretamente aos *boudins* e não intercetam a zona inter-*boudin*. Nos pseudo-*boudins* gerados por contração ou dilatação de partes de um veio (quando este ainda se encontra preenchido por magma) é possível a existência de veios antigos que atravessam a linha de ligação entre estas estruturas (Passchier et al., 2005).

Numa situação extrema, os *shearband boudins* são morfologicamente idênticos a fendas de tração preenchidas por minerais precipitados a partir de um fluido (Bons e Druguet, 2007). Nestas situações ilusórias a distinção pode ser feita com recurso à textura interna dos *boudins* e à relação entre a zona inter-*boudin* e a inclinação dos mesmos.

2. Metodologia

A metodologia utilizada na análise cinemática de zonas de cisalhamento desenvolvida por Rodrigues & Pamplona (2009) e Pamplona & Rodrigues (2011), baseada em análises geométricas de *boudins* (Fig. 7), tem comprovado ser uma ferramenta de fácil aplicação.

A análise morfológica de *boudins* inicia-se com a medição da orientação do eixo do *boudin* (Lb), como elemento fundamental da análise cinemática em cisalhamento simples – Lb provou ser sempre perpendicular a um plano de deslocamento local (Sx)

que é definido como o plano que contém diferentes lineações (por ex., lineação de estiramento na rocha encaixante) e, assim sendo, válida a orientação do plano aflorante.

A metodologia também inclui a medição de diversos parâmetros angulares e dimensionais, alguns deles adaptados de Goscombe e Passchier (2003). De forma a sistematizar e simplificar o registo de parâmetros geométricos (angulares e dimensionais) e outras informações relevantes, relativas aos *boudins* estudados, foi criada uma “Ficha de Registo das Características de *Boudins*” – Anexo 1. Esta ficha permitiu sistematizar a recolha de dados de campo, simplificando significativamente esta tarefa.

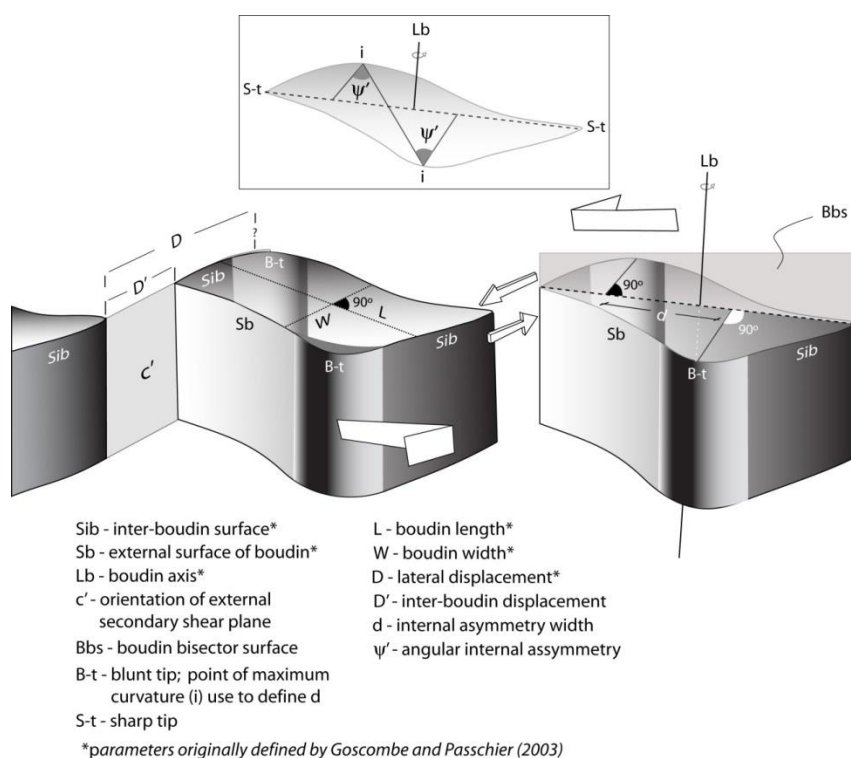


Figura 7: – Parâmetros geométricos de *shearband boudins* (extraído de Pamplona e Rodrigues, 2011).

Para cada área estudada foram determinados os seguintes rácios no estudo morfológico de *boudins*: θ (ângulo entre a superfície interna do *boudin* – Sib – e a superfície externa do *boudin* – Sb) e L/W (quociente entre o comprimento do *boudin* e a sua largura); θ e D'/W (quociente entre o afastamento inter-*boudins* e a largura do *boudin*) – parâmetros definidos na Figura 7.

Na Salgosa, Praia da Granja e Aracena os parâmetros geométricos dos *boudins* foram medidos *in situ*.

No complexo de Xistos Verdes de Acebuches, os corpos *boudinados* foram observados em vertentes com elevada inclinação e, por esse motivo, a recolha de amostras *in situ* (amostras orientadas) revelou-se tarefa impossível. Assim sendo, foram recolhidas amostras de mão na base do talude. Desta forma, e tendo em consideração que as amostras de mão não estavam orientadas, não foi possível medir determinados parâmetros angulares (por exemplo, o eixo do boudin: “Lb”). Não obstante, esses valores não se revelaram determinantes para análise geométrica que foi realizada no âmbito do presente trabalho (rácio D'/W e do rácio L/W).

As amostras de mão recolhidas foram cortadas (perpendicularmente ao plano de foliação – S_n) e as suas faces foram polidas com recurso a pasta diamantada. Depois de polidas as faces, procedeu-se à digitalização das amostras. Com recurso ao programa *Adobe Photoshop CS6* foram medidos os parâmetros geométricos dos *boudins*.

3. Áreas de estudo

3.1 Enquadramento geral

No âmbito do presente trabalho foram estudadas quatro áreas com distintas condições de metamorfismo (zona de cisalhamento Malpica-Lamego; zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo e complexos metamórficos de Aracena e Acebuches):

- 1) **Serra da Salgosa:** a zona de cisalhamento dúctil de Malpica-Lamego (MLDSZ) - Fig. 8A – é uma estrutura crustal, com uma história Varisca e com uma extensão aproximada de 275 Km (direção média NW-SE, paralela à orientação da faixa Varisca da Península Ibérica). A zona de deformação (cisalhamento esquerdo) é marcada por uma foliação generalizada (S_n) definida por biotite + moscovite \pm sillimanite, com uma direção média NNW-SSE. Esta região é caracterizada por um metamorfismo de alto grau (Winkler, 1979), com condições de P-T elevadas, confirmada pela estabilidade paragenética do polimorfo de sílica e alumina de alta temperatura e pressão.

- 2) **Praia da Granja:** a zona de cisalhamento dúctil Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo (PTFADSZ) – Figura 8A -, de cinemática direita, é uma estrutura com uma complexa história caracterizada por diversas fases de deformação (Ribeiro, 2006). Esta estrutura apresenta uma direção média NW-SE, paralela à orientação da faixa Varisca Ibérica. Presentemente esta área preserva a estrutura da última fase de deformação Varisca (D3): foliação (S_n) sub-vertical e paragénese estauroлите-granada (var. almandina) em condições de médio grau metamórfico (Winkler, 1979) Nesta zona de cisalhamento afloram terrenos alóctones e parautóctones com afinidade à região de Ossa-Morena e Zona Centro Ibérica.

- 3) **Aracena** – Complexo Carbonatado de Aracena, Sul de Espanha (Figura 8B), constituído por mármore de elevado grau de metamorfismo (Winkler, 1979), em condições de P-T muito elevadas, com veios calcossilicatados, geralmente *boudinados*.

- 4) **Acebuches** (Figura 8B) – Filitos (fácies xistos verdes), de baixo grau de metamorfismo (Winkler, 1979), com veios de quartzo, muito finos, geralmente *boudinados*, numa matriz de filito sericito clotítico.

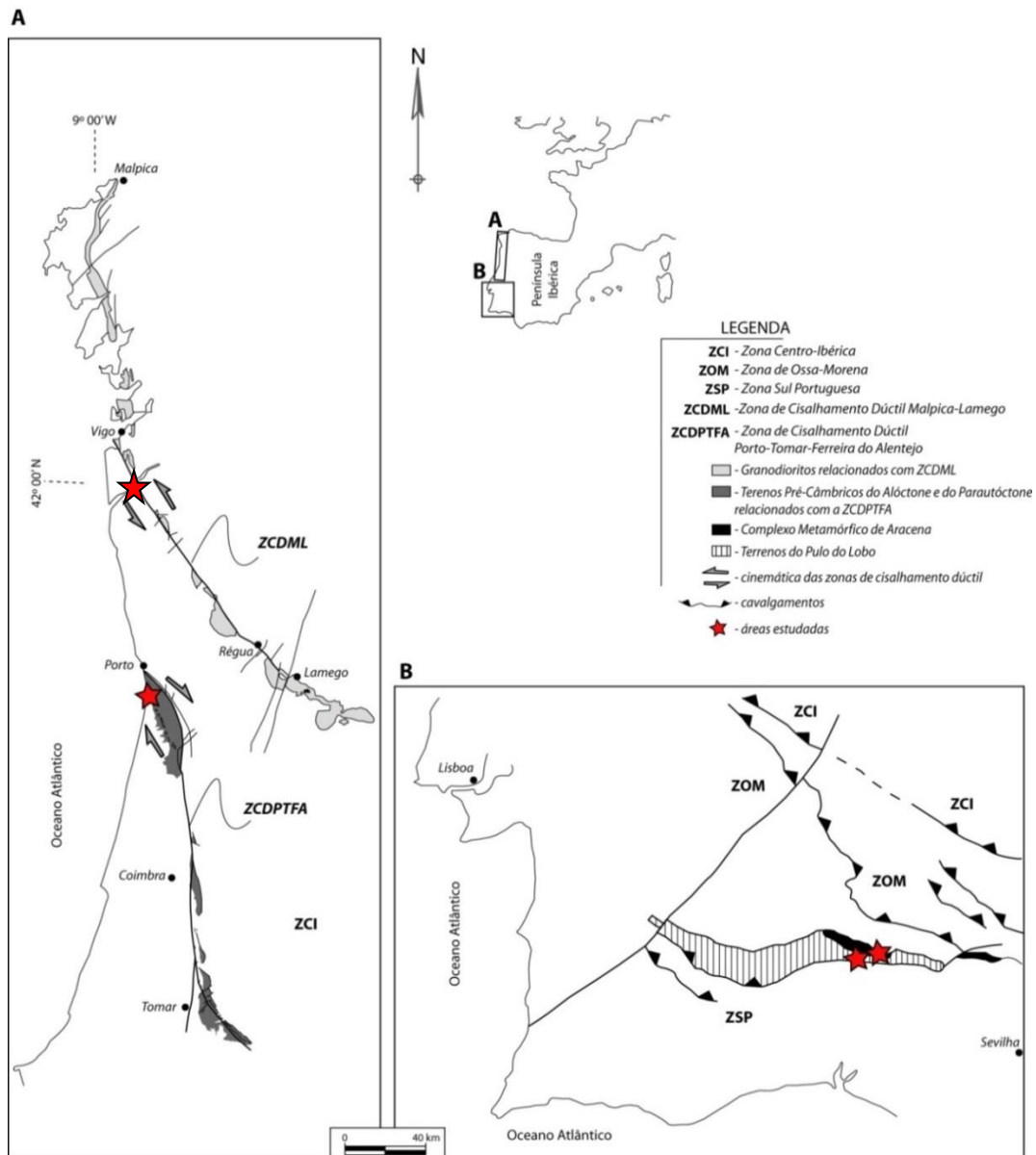


Figura 8: – Localização das áreas estudadas no âmbito deste trabalho: Serra da Salgosa e Praia da Granja (Figura 8A) e Aracena e Acebuches (Figura 8B).

3.2 Serra da Salgosa – Zona de cisalhamento Malpica-Lamego: enquadramento geológico

No setor da Salgosa, a MLDSZ apresenta características de uma zona de cisalhamento simples, progressivo e heterogéneo, de alta temperatura, com cinemática esquerda. A zona de deformação é marcada por uma foliação generalizada (S_n) definida por biotite – moscovite – sillimanite, com uma atitude de $N330^\circ/85^\circ W$. Uma orientação

mineral (lineação de estiramento) é marcada por fibras de sillimanite com mergulho de 10°-30° para N158°.

O funcionamento da zona de cisalhamento gerou diferentes tipos de *boudins* relativamente à sua natureza petrográfica/mineralógica: corpos intrusivos de aplitopegmatito granítico e veios de segregação (quartzo; quartzo + moscovite; quartzo + andaluzite + moscovite; quartzo + andaluzite + sillimanite ± moscovite). Apesar destas diferenças composicionais, os distintos corpos *boudinados* são geometricamente semelhantes. A associação mineralógica quartzo + andaluzite + sillimanite ± moscovite que se regista na maioria dos corpos *boudinados*, considerado que a presença da moscovite não é paragenética, é indicadora de um sistema de alto grau de metamorfismos (temperatura elevada e pressão média-elevada).

3.3 Praia da Granja – Zona de cisalhamento Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo

A zona de cisalhamento dúctil de Porto-Tomar-Ferreira do Alentejo (PTFADSZ) é uma estrutura com uma complexa história, caracterizada por diversas fases de deformação (Ribeiro, 2006), com uma direção média NW-SE, paralela à orientação da faixa Varisca Ibérica. Presentemente, esta área preserva as marcas deixadas pela última fase de deformação (deformação Varisca): foliação sub-vertical (Sn) e paragénese Estauroлите-Granada (Fig. 9), a qual evidencia um metamorfismo de médio-grau.

O desenvolvimento desta zona de cisalhamento gerou diferentes tipos composicionais de *shearband boudins*: corpos aplito-pegmatíticos, corpos de quartzo leitoso e corpos “foliados” de quartzo cinzento (Figura 10).



Figura 9: – Micaxistos biotíticos com granada (var. almandina) e estaurolite, provenientes da Praia da Granja (fotos originais retiradas de www.mindat.org).




	<i>Boudins</i> com composição de <u>quartzo leitoso</u>	<i>Boudins</i> com composição de <u>quartzo cinzento "foliado"</u>	<i>Boudins</i> de composição <u>aplito-pegmatítica</u>	Total de <i>boudins</i> medidos
				-
Número de <i>boudins</i> medidos	28	22	32	82

Figura 10: – Praia da Granja (Espinho): descrição do número e tipologia dos *boudins* medidos.

3.4 Aracena – Complexo Calcossilicatado de Aracena e Xistos Verdes de Acebuches

Foram seleccionadas duas áreas de trabalho nesta região: Complexo Calcossilicatado de Aracena e Xistos Verdes de Acebuches

O complexo calcossilicatado de Aracena é constituído por mármore de alto grau de metamorfismo com veios de composição calcossilicatada (muitas vezes *boudinados*), de espessura milimétrica a centimétrica (< 30 cm) – Fig. 11. Neste setor foram medidos 21 *boudins*.

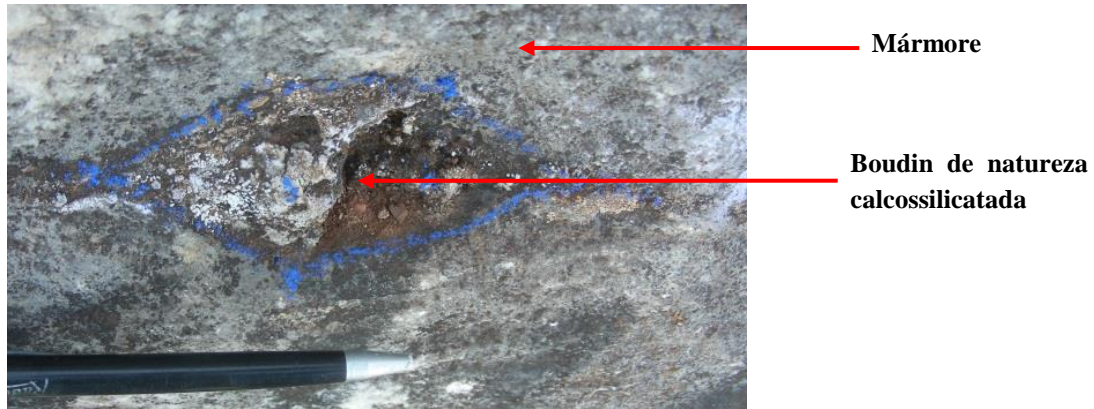


Figura 11: Veio de composição calcossilicatada, *boudinado*, incorporado numa matriz carbonatada (mármore): exemplo de um *boudin* medido em Aracena (foram delimitados os boudins, com lápis de cera azul, para facilitar a sua medição).

Na região de Acebuches foram observados corpos *boudinados* de dimensões milimétricas a centimétricas, de natureza quartzosa, associados a uma matriz de filito sericito clorítica (Fácies de Xistos Verdes), de baixo grau de metamorfismo (Fig. 12).

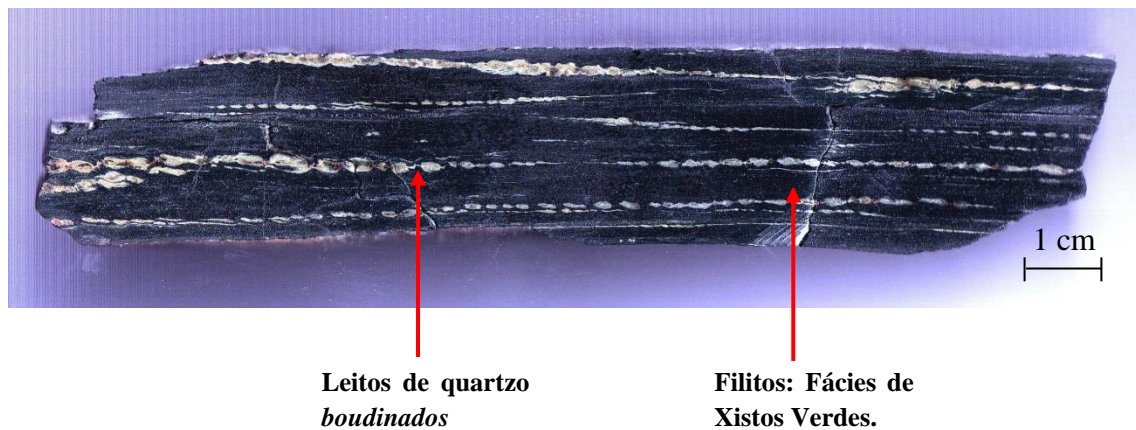


Figura 12: “Xistos Verdes” (filitos) de Acebuches, com *boudin trains*, formados a partir de veios milimétricos de quartzo.

4. Resultados e discussão

No âmbito do presente trabalho foram medidos 212 *shearband boudins*, dispersos por três áreas distintas: Praia da Granja, Aracena e Acebuches. Para além das medições realizadas nestas áreas, foram ainda analisados os parâmetros geométricos de 133 *shearband boudins* da Serra da Salgosa (dados de Pamplona e Rodrigues, 2011) - Tabela 1:

Tabela 1: Descrição do número de *shearband boudins* estudados e respetivas áreas de trabalho.

	Serra da Salgosa (dados de Pamplona e Rodrigues, 2011)	Praia da Granja			Aracena	Acebuches	Total de <i>boudins</i> estudados
Nº de <i>shearband boudins</i> estudados	133	72			21	119	345
		27	19	26			
Natureza do corpo <i>boudinado</i>	Quartzo (com andaluzite, sillimanite e \pm moscovite) e Aplitopegmatito	Aplitopegmatito	Quartzo cinzento	Quartzo leitoso	Rochas calcossilicatadas	Quartzo	
Natureza da matriz	Micaxisto com andaluzite	Micaxistos biotíticos com <u>estaurolite e granada</u>			Mármore	Filitos (fácies xistos verdes)	

Nas secções 4.1, 4.2, 4.3 e 4.4 são apresentados os resultados obtidos para cada área estudada.

No caso da Praia da Granja (secção 4.2) serão comparados *shearband boudins* de diferente natureza (aplitopegmatito, quartzo cinzento e quartzo leitoso) a fim de se identificar possíveis variações nos respetivos parâmetros geométricos passíveis de serem relacionados com a natureza litológica do corpo boudinado.

Nas secções 4.5 e 4.6 são apresentados e discutidos os gráficos de síntese das áreas estudadas.

4.1 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Salgosa

No que respeita à relação entre L/W e θ (Fig. 13A), verifica-se uma grande concentração de dados de L/W no intervalo [1;5], com um valor mínimo de 0,9 e um

valor máximo de 17,1. Por seu lado, o rácio D'/W (Fig. 13B) apresenta uma concentração de dados D'/W no intervalo $[0;4]$, com um valor máximo de 17.

Relativamente a θ (Fig. 13), observa-se que os dados se distribuem, maioritariamente, entre os 0° e os 30° , sendo o valor máximo de 63° .

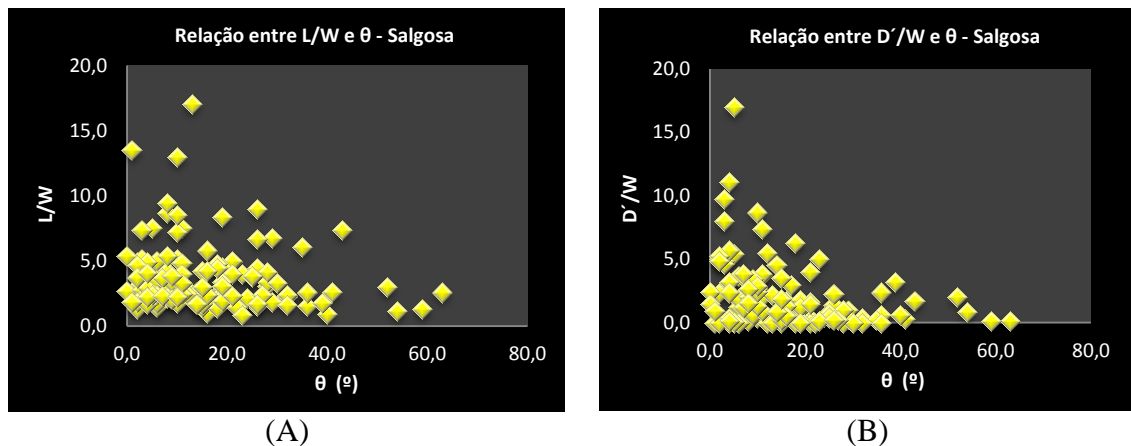


Figura 13 – Relação entre L/W e θ (A) e entre D'/W e θ (B) em boudins estudados na Serra da Salgosa (dados de Pamplona e Rodrigues, 2011).

4.2 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Praia da Granja

Na área de trabalho da Praia da Granja foram identificados *shearband boudins* com três tipos composicionais distintos. Na Figura 14 estão representados os resultados obtidos.

Na Figura 14A, é possível distinguir duas zonas: a vermelho delimitou-se um setor onde os *boudins* apresentam uma forma mais alongada, com uma relação L/W mais elevada e com θ mais pequeno; a verde delimitou-se um setor em que os *boudins* apresentam uma forma menos alongada, com uma menor relação L/W e com um maior ângulo θ . Constatou-se que, os *boudins* de quartzo leitoso e de quartzo cinzento se concentram mais no setor verde, enquanto o *boudins* de constituição pegmatítica granítica se dispersam, de forma homogénea, pelas duas zonas. De uma forma geral, não é possível definir zonamentos claros para as diferentes litologias.

Em relação ao rácio D'/W vs. θ há uma maior concentração de valores no setor verde (D' menor e θ maior) do que no setor vermelho, onde apenas ocorrem alguns *boudins* de quartzo leitoso (Fig. 14B). O facto mais relevante que resulta da análise da Figura 14B é que, genericamente, desde que não atendamos à composição, existe uma ampla distribuição de geometrias para os *boudins* desta zona. Isto implica que, na

formação de diferentes geometrias de *shearband boudins*, parece ter maior relevo a sua litologia do que as condições metamórficas locais que presidiram à formação dos corpos *boudinados*.

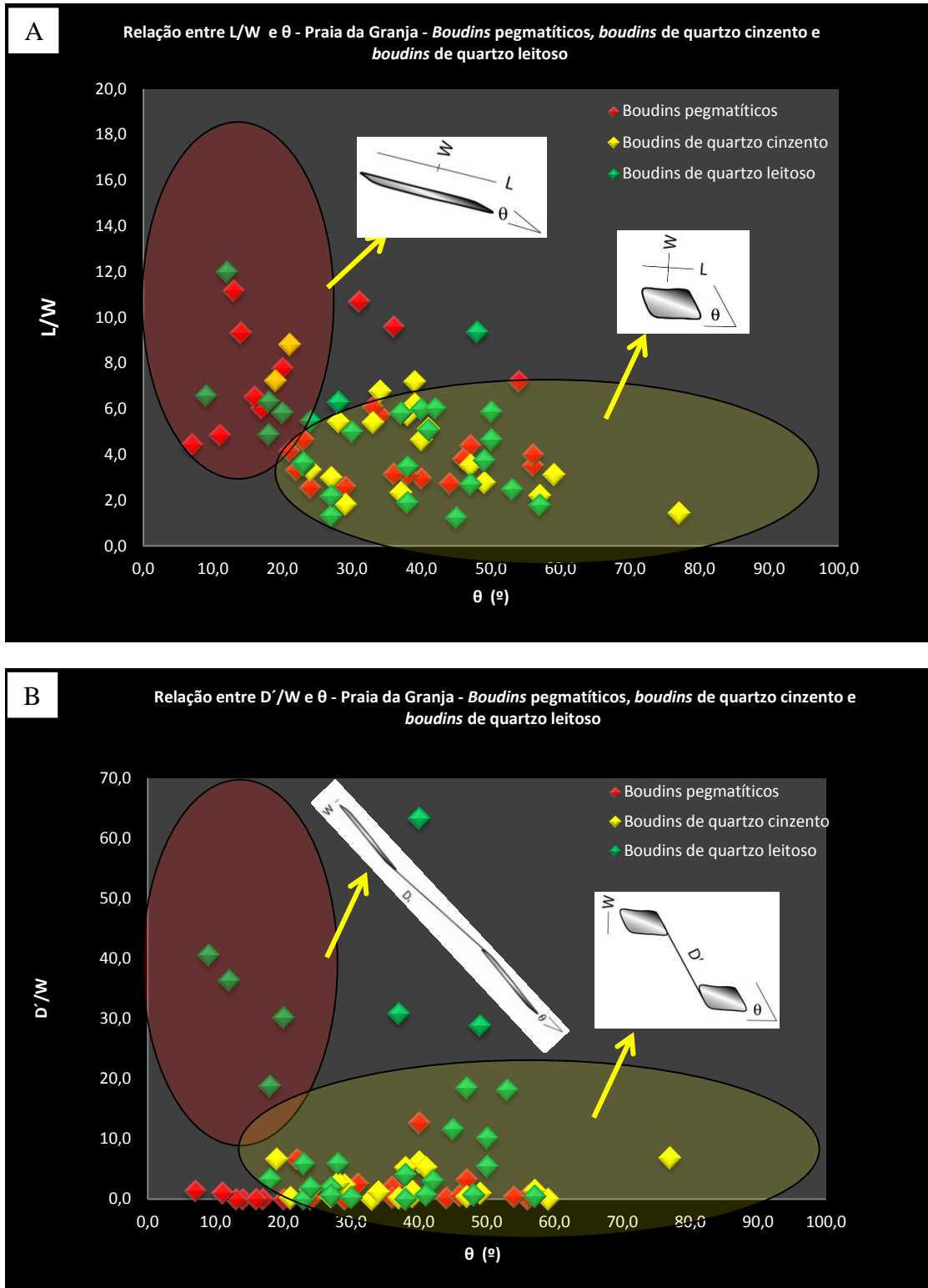


Figura 14 - Relação entre L/W e θ (A) e entre D'/W e θ (B) em *boudins* estudados na Praia da Granja - *Boudins* pegmatíticos, *boudins* de quartzo cinzento e *boudins* de quartzo leitoso.

4.3 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Aracena

No que respeita à relação entre L/W e θ (Fig. 15A) e à relação D'/W e θ (Fig. 15B) verifica-se uma dispersão de dados, sendo os valores mínimo e máximo, para L/W , de 0,8 e 10,5 e para D'/W de 0 e 19,2. A inobservância de concentração de dados pode estar relacionada com o facto de, para esta área, o número de boudins medidos ser bastante inferior ao número de *boudins* medidos nos outros setores (os afloramentos deste complexo carbonatado, de alta temperatura, tinham pouca quantidade de *boudins*).

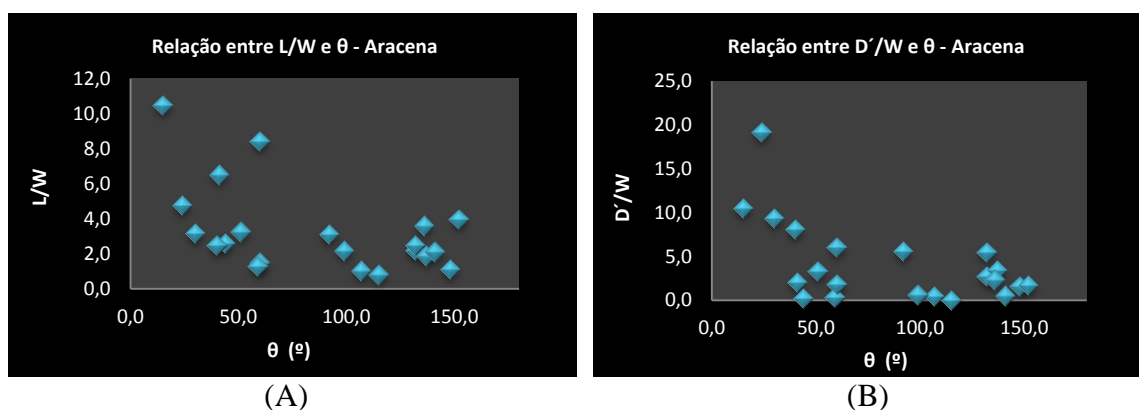


Figura 15 – Relação entre L/W e θ (A) e entre D'/W e θ (B) em *boudins* estudados em Aracena.

Relativamente a θ (Fig. 15), observa-se que os dados se distribuem entre os 15° e os 152° . De referir que neste setor o ângulo θ apresenta valores muito elevados relativamente aos outros setores, o que poderá indicar uma menor taxa de deformação, i.e., com menor estiramento do corpo *boudinado*.

4.4 Relação entre L/W e θ e entre D'/W e θ – Acebuches

No que respeita à relação entre L/W e θ (Fig. 16A), verifica-se uma grande concentração de dados de L/W no intervalo [1;3], com um valor mínimo de 1,0 e um valor máximo de 6,5. Por seu lado, o rácio D'/W (Fig. 13B) apresenta uma concentração de dados D'/W no intervalo [0;1], com um valor mínimo de 0 e máximo de 2,8.

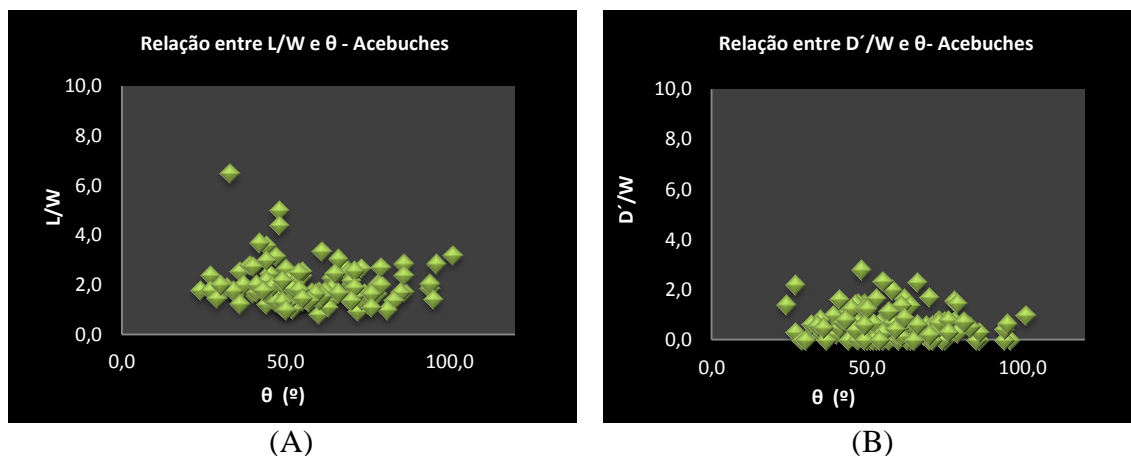


Figura 16 – Relação entre θ e L/W e θ (A) e entre D'/W e θ (B) em *boudins* estudados em Acebuches.

Relativamente a θ (Fig. 16), observa-se que os dados se distribuem, maioritariamente, entre os 25° e os 100°, sendo o valor mínimo de 24° e o valor máximo de 101°

4.5 Relação entre L/W e θ e entre D'/W θ – Comparação entre os setores estudados (Salgosa, Praia da Granja, Aracena e Acebuches).

Considerando os valores obtidos para a relação L/W e θ , foi possível identificar diferenças morfológicas entre os *boudins* de cada área: em Acebuches e em Aracena os *boudins* apresentam, de uma forma geral, um ângulo θ superior ao dos *boudins* estudados na Praia da Granja e na Salgosa. Por outro lado, na Praia da Granja e na Salgosa a relação L/W é, genericamente, superior à que se regista em Acebuches e Aracena (Fig. 17A).

Também foram definidas quatro populações de *boudins*, com características geométricas distintas. Este zonamento é facilmente observado apesar de muitas vezes as nuvens se sobreporem (Fig. 17B). Significa isto que, apesar de efetivamente se notar uma diferença nestes parâmetros geométricos, relativamente a cada uma das áreas estudadas, a sua diferença não é, por vezes, totalmente clara e inequívoca.

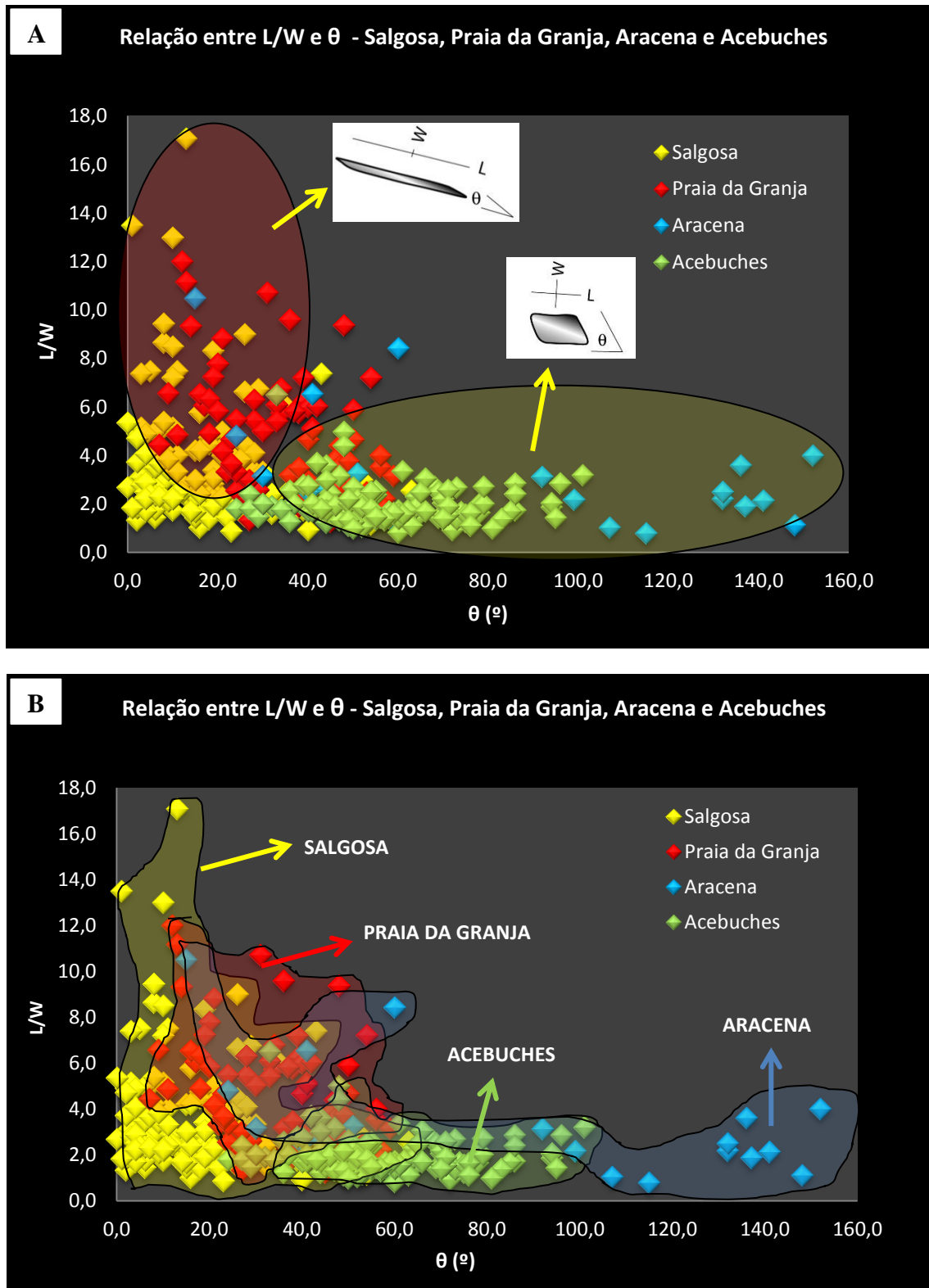


Figura 17 – Comparação da relação entre o rácio L/W e θ dos *boudins* estudados nos diferentes setores. A) Zonas com distintas geometrias de *shearband boudins*. B) “Manchas” relativas à população de cada um dos setores estudados.

No que se refere à relação entre o rácio D'/W e ângulo θ , identificaram-se diferenças morfológicas entre os *boudins* de cada área: em Acebuches, Aracena e Salgosa, os valores para a relação entre D'/W são baixos comparativamente aos valores obtidos na Praia da Granja (Fig. 18A). Significa isto que, na Praia da Granja o afastamento inter-*boudins* é bastante superior ao observado nas outras áreas de trabalho.

Relativamente ao ângulo θ verifica-se, uma vez mais, diferenças significativas entre as áreas estudadas: como referido anteriormente, este parâmetro tem valores superiores nas áreas de Acebuches e de Aracena. Foi possível definir diferentes populações de *boudins*, com características geométricas distintas para cada região estudada (Fig. 18B). Esse zonamento é facilmente observado apesar de muitas vezes as nuvens se sobreporem. Este facto implica que, apesar de efetivamente se notar uma diferença nestes parâmetros geométricos relativamente a cada uma das áreas estudadas, a sua diferença não é, por vezes, totalmente clara e inequívoca.

Apesar do referido anteriormente, é possível identificar diferenças morfológicas entre os *boudins* de cada área: em Acebuches, Aracena e Salgosa, os valores para a relação entre D'/W são baixos comparativamente aos valores obtidos na Praia da Granja. Assim, na Praia da Granja o afastamento inter-*boudins* é bastante superior ao afastamento inter-*boudins* observado nas outras áreas de trabalho.

Relativamente à correlação entre o grau de metamorfismo (condições P-T) em que os *boudins* foram gerados e a sua morfologia, designadamente a relação entre L/W e θ , os resultados demonstram que, aparentemente, essa correlação não é muito evidente. Os *boudins* estudados na Serra da Salgosa e os *boudins* estudados em Aracena, ambos em ambiente de alto grau de metamorfismo, apresentam geometrias muito distintas. Apesar de a sua relação L/W ser relativamente parecida, os *boudins* de Aracena apresentam valores de θ muito superiores aos da Salgosa.

A serem inteiramente corretas estas aferições, por exclusão de partes, conclui-se que a morfologia dos *boudins* dependerá fortemente de outros fatores que não o grau metamórfico que prevaleceu durante a sua formação: fatores como a espessura e composição do corpo *boudinado*, ou o contraste reológico, ou as características da matriz onde estão inseridos os *boudins*, entre outros, terão uma influência bastante mais significativa na morfologia dos corpos *boudinados*. Aliás, os resultados obtidos para

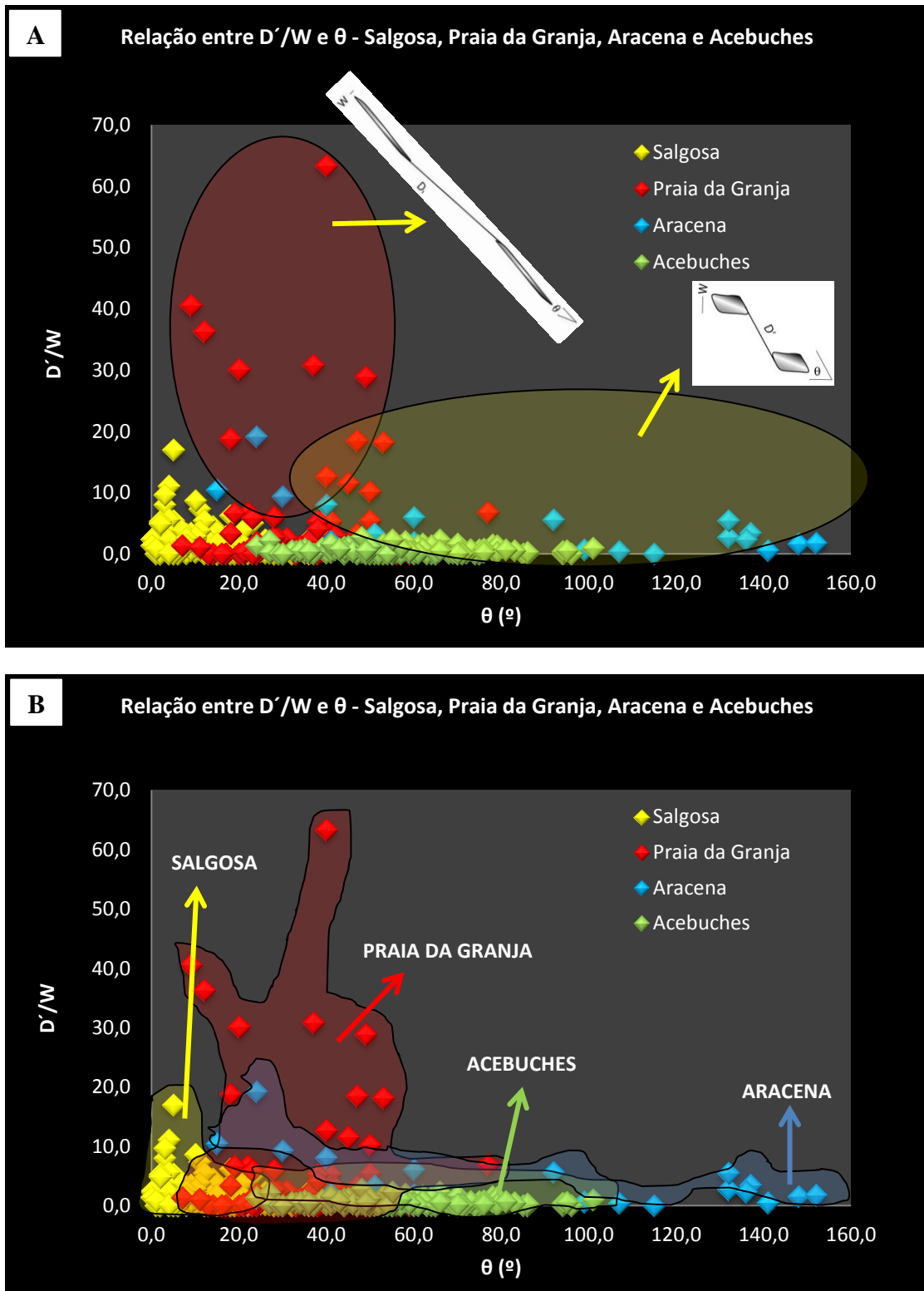


Figura 18 – Comparação da relação entre o rácio D'/W e θ dos *boudins* estudados nos diferentes setores. A) Zonas com distintas geometrias de shearband boudins. B) “Manchas” relativas à população de cada um dos setores estudados.

boudins de diferentes naturezas litológicas estudados na mesma área de trabalho (figura 14) comprovam que, nas mesmas condições de P-T podem coabitar boudins com

distintas geometrias. Na Praia da Granja, por exemplo, apesar de os valores de L/W e θ serem semelhantes em *boudins* com diferentes litologias, a relação entre D'/W é claramente superior para os *boudins* de quartzo leitoso.

Também para a relação D'/W e θ , parece não haver uma correlação evidente entre as condições de formação dos *boudins* (grau de metamorfismo) e a sua geometria: as áreas da Salgosa e de Aracena, apresentam médio-alto grau de metamorfismo, mas a geometria (relativamente aos parâmetros D'/W e θ) dos *boudins* é claramente distinta.

5. Conclusões

A metodologia desenvolvida por Pamplona e Rodrigues (2011) demonstrou ser, durante a realização deste estudo, uma metodologia expedita e de fácil aplicação. Os parâmetros medidos (L, W, D', θ , entre outros) permitem uma fácil interpretação da geometria de *boudins*. A elaboração da “Ficha de Registo das Características de *Boudins*” permitiu também a sistematização da recolha de dados, facilitando, de forma efetiva, os trabalhos de campo.

Considerando os objetivos estabelecidos para este estudo, os dados recolhidos, analisados e interpretados permitem concluir que, o grau de metamorfismo (condições P-T) em que os corpos *boudinados* se formaram não tem uma influência determinante na sua geometria.

Não é clara a associação de *boudins* com determinadas geometrias a ambientes P-T pré-definidos: verificou-se que para áreas com o mesmo grau de metamorfismo podemos ter *boudins* de geometrias muito distintas; na Praia da Granja, por exemplo, apesar de os valores de L/W e θ serem semelhantes em *boudins* com diferentes litologias, a relação entre D'/W é claramente superior para os *boudins* de quartzo leitoso.

Em síntese, parece que a geometria dos *boudins* será mais condicionada por outros fatores, tais como a espessura e composição do corpo *boudinado*, o contraste reológico, a taxa de deformação, do que pelo contexto metamórfico.

Apesar das expectativas iniciais quanto à possibilidade de se poderem correlacionar determinadas geometrias de *boudins* a ambientes de metamorfismo

(condições P-T) específicos, o presente trabalho permitiu concluir que essa relação não é linear.

Tendo em consideração que esta análise nunca tinha sido realizada, os resultados obtidos poderão ter uma importância significativa, até porque “abrem portas” a futuros estudos, com objetivos semelhantes, mas comparando outros parâmetros.

6. Referências bibliográficas

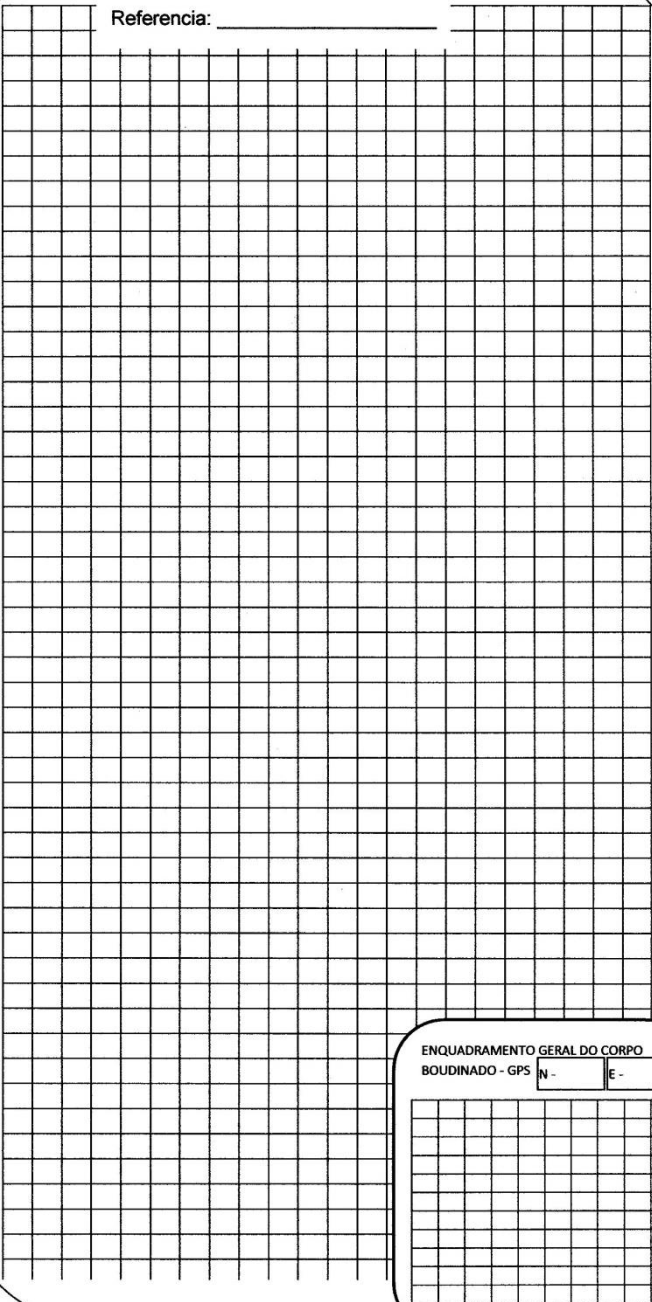
- Ague, J.J., 2003. Fluid flow in the deep crust. In R.L. Rudnick (Ed.) *The Crust, Treatise on Geochemistry*, vol. 3 (H.D. Holland and K.K. Turekian, Eds). Elsevier Pergamon, Oxford, 195-228.
- Arbaret, L., Mancktelow, N.S., Burg, J.P., 2001. Effect of shape and orientation on rigid particle rotation and matrix deformation in simple shear flow. *Journal of Structural Geology* 23, 113–125.
- Bons, P.D., Druguet, E., Hamann, I., Carreras, J., Passchier, C.W., 2004. Apparent boudinage in dykes. *Journal of Structural Geology* 26, 625-636.
- Bons, P.D., Druguet, E., 2007. Some misleading boudin-like structures. *Geogaceta* 41, 31-34.
- Davidson, C., Schmidt, S.M., Hollister, L.S., 1994. Role of melt during the formation in the deep crust. *Terranova* 6, 133-142.
- Druguet, E., Carreras, J., 2006. Analogue modelling of syntectonic leucosomes in migmatitic rocks. *Journal of Structural Geology* 28, 1734-1747.
- Druguet, E., Passchier, C.W., Carreras, J., Victor, P., Den Brok, S., 1997. Analysis of a complex high-strain zone at Cap de Creus, Spain. *Tectonophysics* 280, 31-45.
- Ghosh, S.K., Sengupta, S., 1999. Boudinage and composite boudinage in superposed deformation and syntectonic migmatization. *Journal of Structural Geology* 21, 97-110.
- Goscombe, B.D., Passchier, C.W., 2003. Asymmetric boudins as shear sense indicators – an assessment from field data. *Journal of Structural Geology* 25, 575-589.

- Goscombe, B.D., Passchier, C.W., Hand, M., 2004. Boudinage classification: end-member boudin types and modified boudin structures. *Journal of Structural Geology* 26, 739-763.
- Jeffery, G.B., 1922. The motion of ellipsoidal particles immersed in a viscous fluid. *Proceedings of the Royal Society of London A* 120, 161–179.
- Kenis, I., Sintubin, M., Muchez, Ph., Urai, J., Verhaert, G. & Vanderzee, W. 2002. “Boudins” in the High-Ardenne Slate Belt (Belgium): the state of the art. *Aardkundige Mededelingen*, 12: 169-172.
- Mackwell, S., Rubie, D., 2000. Earth Under Strain. *Science* 290 (5496), 1514 –1515.
- Mandal, N., Chakraborty, C., Samanta, S.K., 2000. Boudinage in multilayered rocks under layer-normal compression: theoretical analysis. *Journal of Structural Geology* 22, 373–382.
- McBirney, A.R., 1984. *Igneous Petrology*. Freeman, Cooper and Company, San Francisco, 504 p.
- Pamplona, J., Rodrigues, B.C., 2011. Kinematic interpretation of shearband boudins: new parameters and ratios useful in HT simple shear zones. *Journal of Structural Geology* 33 (1), 38-50.
- Pamplona, J., Rodrigues, B.C., Fernández, C., Petrenell, M., (in prep.). Shearband boudins in HT simple shear zones: almost “pure” folding. (in prep.)
- Pamplona, J., Rodrigues, B.C., Fernández, C., 2013. Folding as a precursor of asymmetric boudinage in shear zones affecting migmatitic terranes. *Geogazeta* 55.
- Passchier, C.W., Druguet, E., 2002. Numeric modelling of asymmetric boudinage. *Journal of Structural Geology* 24, 1789-1803.
- Passchier, C.W., Zhang, J.S., Konopásek, J., 2005. Geometric aspects of synkinematic granite intrusion into a ductile shear zone – an example from the Yunmengshan core complex, northern China. In: D. Bruhn & L. Burlini (Editors), *High-Strain Zones: Structure and Physical Properties*. Geol. Soc. London, Spec. Public. 245, 65-80.

- Passchier, C.W., Goscombe, B.D., 2008. Photograph of the month: Pseudo-boudins in pegmatite, Arunta, Australia. *Journal of Structural Geology* 30, 273.
- Ribeiro, A., 2006. A Evolução Geodinâmica de Portugal. In: R Dias, A Araújo, P Terrinha, J.C. Kullberg (Ed), *Geologia de Portugal no Contexto da Ibéria*. Universidade de Évora, pp. 1-28.
- Rodrigues, B.C., Pamplona, J., 2009. How "to see" boudins in HT shear zones? An expeditious method of boudins kinematics interpretation. 17th Deformation Mechanisms, Rheology & Tectonics 2009, Abstract Volume, Liverpool, s/pp.
- Sousa, J.P., Rodrigues, B.C., Pamplona, J., 2011. Application of shearband boudins analyzes to understand ductile shear zones. Abstract Volume of the Deformation Mechanisms, Rheology & Deformation, 2011 – (DRT2011), Oviedo, 110.
- Treagus, S.H., Lan, L., 2004. Deformation of square objects and boudins. *Journal of Structural Geology* 26, 1361-1376.
- Twiss, R.J., Moores, E.M., 1992. *Structural Geology*. W.H. Freeman and company, NY, 532 p.
- Urai, J. L., Spaeth, G., van der Zee, W. & Hilgers, C. 2001. Evolution of Mullion (Boudin) structures in the Variscan of the Ardennes and Eifel. In: Jessell, M. J. 2001. General Contributions: 2001. *Journal of the Virtual Explorer*, 3, 1-16.
- Zulauf, G., Zulauf, J., Hastreiter, P., Tomandl, B., 2003. A deformation apparatus for three-dimensional coaxial deformation and its application to rheologically stratified analogue material. *Journal of Structural Geology* 25, 469-480.

7. ANEXO I - Ficha de Registo das Características de *Boudins*

BOUDINS FICHA DE REGISTO DE PARÂMETROS E CARACTERÍSTICAS DE BOUDINS

DADOS ESTRUTURAIS	ILUSTRAÇÃO DO BOUDIN
Sn - <input style="width: 100%;" type="text"/>	Referência: _____ 
C - <input style="width: 100%;" type="text"/>	
Lx - <input style="width: 100%;" type="text"/>	
FOTOS - <input style="width: 100%;" type="text"/>	
DADOS PETROGRÁFICOS/REOLÓGICOS	
LITOLOGIA <input style="width: 100%;" type="text"/>	
FACTOR REOLÓGICO	
F.R. <input style="width: 100%;" type="text"/>	
% <input style="width: 100%;" type="text"/>	
LOCALIZAÇÃO DO BOUDIN OU DO "BOUDIN TRAIN"	
DIRECÇÃO <input style="width: 100%;" type="text"/>	
COMPRIMENTO <input style="width: 100%;" type="text"/>	
GPS	
Direcção do boudin ou do "train boudin" <input style="width: 100%;" type="text"/>	
GPS 1 GPS 2	
N <input style="width: 50%;" type="text"/> <input style="width: 50%;" type="text"/>	
E <input style="width: 50%;" type="text"/> <input style="width: 50%;" type="text"/>	
PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES	
REF: <input style="width: 20%;" type="text"/> CINEM: Dta. <input style="width: 20%;" type="text"/> Esq. <input style="width: 20%;" type="text"/>	
Tipo de Boudin: Trailler <input type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/>	
Drawn <input type="checkbox"/> Shearband <input type="checkbox"/> Torn <input type="checkbox"/> Domino <input type="checkbox"/>	
D - <input style="width: 100%;" type="text"/>	
D' - <input style="width: 100%;" type="text"/>	
c' - l <input style="width: 100%;" type="text"/>	
θ - <input style="width: 50%;" type="text"/>	
Sb <input style="width: 100%;" type="text"/>	
W <input style="width: 100%;" type="text"/>	
L <input style="width: 100%;" type="text"/>	
Bbs <input style="width: 100%;" type="text"/>	
Lb <input style="width: 100%;" type="text"/>	
C'-II <input style="width: 100%;" type="text"/>	
d <input style="width: 100%;" type="text"/>	
DIRECÇÃO I - I <input style="width: 100%;" type="text"/>	
DIRECÇÃO I - Bbs <input style="width: 100%;" type="text"/>	
ψ' - <input style="width: 50%;" type="text"/>	
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;"> ENQUADRAMENTO GERAL DO CORPO BOUDINADO - GPS N - <input style="width: 20px;" type="text"/> E - <input style="width: 20px;" type="text"/> </div>	

PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES		PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES		PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES	
REF: <input type="text"/>	CINEM: Dta. <input type="checkbox"/> Esq. <input type="checkbox"/>	REF: <input type="text"/>	CINEM: Dta. <input type="checkbox"/> Esq. <input type="checkbox"/>	REF: <input type="text"/>	CINEM: Dta. <input type="checkbox"/> Esq. <input type="checkbox"/>
Tipo de Boudin: Trailler <input type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/>		Tipo de Boudin: Trailler <input type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/>		Tipo de Boudin: Trailler <input type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/>	
Drawn <input type="checkbox"/>	Shearband <input type="checkbox"/>	Torn <input type="checkbox"/>	Domino <input type="checkbox"/>	Drawn <input type="checkbox"/>	Shearband <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D - <input type="text"/>	D' - <input type="text"/>	D - <input type="text"/>	D' - <input type="text"/>	D - <input type="text"/>	D' - <input type="text"/>
c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>
} $\theta -$		} $\theta -$		} $\theta -$	
Sb <input type="text"/>	W <input type="text"/>	Sb <input type="text"/>	W <input type="text"/>	Sb <input type="text"/>	W <input type="text"/>
L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>
Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>
Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>
C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>
d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>
DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>
DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>
} $\psi' -$		} $\psi' -$		} $\psi' -$	

PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES		PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES		PARÂMETROS GEOMÉTRICOS E ANGULARES	
REF: <input type="text"/>	CINEM: Dta. <input type="checkbox"/> Esq. <input type="checkbox"/>	REF: <input type="text"/>	CINEM: Dta. <input type="checkbox"/> Esq. <input type="checkbox"/>	REF: <input type="text"/>	CINEM: Dta. <input type="checkbox"/> Esq. <input type="checkbox"/>
Tipo de Boudin: Trailler <input type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/>		Tipo de Boudin: Trailler <input type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/>		Tipo de Boudin: Trailler <input type="checkbox"/> Isolado <input type="checkbox"/>	
Drawn <input type="checkbox"/>	Shearband <input type="checkbox"/>	Torn <input type="checkbox"/>	Domino <input type="checkbox"/>	Drawn <input type="checkbox"/>	Shearband <input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
D - <input type="text"/>	D' - <input type="text"/>	D - <input type="text"/>	D' - <input type="text"/>	D - <input type="text"/>	D' - <input type="text"/>
c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>	c' - l <input type="text"/>
} $\theta -$		} $\theta -$		} $\theta -$	
Sb <input type="text"/>	W <input type="text"/>	Sb <input type="text"/>	W <input type="text"/>	Sb <input type="text"/>	W <input type="text"/>
L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>	L <input type="text"/>
Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>	Bbs <input type="text"/>
Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>	Lb <input type="text"/>
C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>	C'-II <input type="text"/>
d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>	d <input type="text"/>
DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>	DIREÇÃO i - i <input type="text"/>
DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>	DIREÇÃO Bbs <input type="text"/>
} $\psi' -$		} $\psi' -$		} $\psi' -$	

8. ANEXO II - Registo dos Parâmetros Geométricos Referentes aos Corpos *Boudinados* Medidos

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
1	Salgosa	V-And	73,0	15,0	24,0	21,0	4,9	1,6
2	Salgosa	V-And	18,5	7,2	17,1	36,0	2,6	2,4
3	Salgosa	V-And	34,0	4,6	7,8	43,0	7,4	1,7
4	Salgosa	V-And	10,5	4,1	0,5	63,0	2,6	0,1
5	Salgosa	V-Qtz	3,5	1,2	0,8	8,0	2,9	0,7
6	Salgosa	V-Qtz	5,2	0,9	0,8	16,0	5,8	0,9
7	Salgosa	V-And	50,0	33,0	14,5	26,0	1,5	0,4
8	Salgosa	V-And	27,5	16,0	14,5	26,0	1,7	0,9
9	Salgosa	V-And	65,0	5,0	14,0	10,0	13,0	2,8
10	Salgosa	V-And	26,8	5,2	14,0	10,0	5,2	2,7
11	Salgosa	V-And	26,8	5,2	7,0	8,0	5,2	1,3
12	Salgosa	V-And	16,0	4,0	7,0	8,0	4,0	1,8
13	Salgosa	V-Qtz	41,0	8,2	1,4	21,0	5,0	0,2
14	Salgosa	V-Qtz	13,0	7,2	2,6	21,0	1,8	0,4
15	Salgosa	V-Qtz	27,0	4,0	4,0	29,0	6,8	1,0
16	Salgosa	V-And	3,0	1,8	1,3	14,0	1,7	0,7
17	Salgosa	V-And	6,6	3,9	1,1	17,0	1,7	0,3
18	Salgosa	V-And	7,0	4,0	1,5	10,0	1,8	0,4
19	Salgosa	V-And	1,6	1,1	2,0	6,0	1,5	1,8
20	Salgosa	V-And	3,2	2,4	12,0	2,0	1,3	5,0
21	Salgosa	V-And	9,6	5,2	12,0	2,0	1,8	2,3
22	Salgosa	V-And	4,7	4,6	7,7	16,0	1,0	1,7
23	Salgosa	V-And	9,7	4,5	0,4	8,0	2,2	0,1
24	Salgosa	V-And	11,6	2,4	4,8	11,0	4,8	2,0
25	Salgosa	V-And	6,5	2,3	4,1	19,0	2,8	1,8
26	Salgosa	V-And	5,2	1,5	0,3	5,0	3,5	0,2
27	Salgosa	V-And	5,0	0,6	0,3	19,0	8,3	0,5
28	Salgosa	V-And	6,3	1,4	0,3	19,0	4,5	0,2
29	Salgosa	V-And	11,4	7,5	4,3	36,0	1,5	0,6
30	Salgosa	V-And	11,9	6,5	2,0	29,0	1,8	0,3
31	Salgosa	V-And	20,5	9,0	3,0	32,0	2,3	0,3
32	Salgosa	V-And	18,9	8,5	3,0	32,0	2,2	0,4
33	Salgosa	V-Qtz	4,5	1,5	3,0	52,0	3,0	2,0
34	Salgosa	V-Qtz	4,1	2,0	5,9	17,0	2,1	3,0
35	Salgosa	V-Qtz	2,1	0,5	0,0	15,0	4,2	0,0
36	Salgosa	V-Qtz	5,7	1,9	0,0	15,0	3,0	0,0
37	Salgosa	V-Qtz	8,5	2,8	0,0	28,0	3,0	0,0
38	Salgosa	V-Qtz	6,7	2,0	0,0	28,0	3,4	0,0
39	Salgosa	V-Qtz	3,6	1,5	0,0	32,0	2,4	0,0
40	Salgosa	V-Qtz	4,0	1,8	0,0	21,0	2,2	0,0
41	Salgosa	V-Qtz	4,2	1,4	0,0	2,0	3,0	0,0
42	Salgosa	V-Qtz	2,4	0,6	3,0	23,0	4,0	5,0
43	Salgosa	V-Qtz	3,2	0,7	0,0	2,0	4,9	0,0

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
44	Salgosa	V-Qtz	12,7	2,1	0,4	35,0	6,0	0,2
45	Salgosa	V-Qtz	6,8	2,6	0,7	41,0	2,6	0,3
46	Salgosa	V-Qtz	7,3	1,1	1,5	26,0	6,6	1,4
47	Salgosa	V-And	6,6	2,5	13,5	5,0	2,6	5,4
48	Salgosa	V-And	16,0	4,0	16,0	21,0	4,0	4,0
49	Salgosa	V-And	3,6	0,7	5,6	3,0	5,1	8,0
50	Salgosa	V-And	4,5	0,6	10,2	5,0	7,5	17,0
51	Salgosa	V-And	14,7	1,7	4,0	8,0	8,6	2,4
52	Salgosa	V-And	4,2	2,9	0,0	15,0	1,4	0,0
53	Salgosa	V-And	8,0	2,0	7,4	11,0	4,0	3,7
54	Salgosa	V-And	7,5	1,0	7,4	11,0	7,5	7,4
55	Salgosa	V-And	9,9	1,1	2,5	26,0	9,0	2,3
56	Salgosa	V-And	4,9	1,1	2,5	26,0	4,5	2,3
57	Salgosa	V-Qtz	27,5	6,7	6,5	28,0	4,1	1,0
58	Salgosa	V-And	39,5	11,6	7,0	9,0	3,4	0,6
59	Salgosa	V-Qtz	14,4	6,7	3,0	24,0	2,1	0,4
60	Salgosa	V-Qtz	8,4	3,2	14,5	14,0	2,6	4,5
61	Salgosa	V-Qtz	16,5	7,0	11,0	15,0	2,4	1,6
62	Salgosa	V-Qtz	14,0	2,8	3,5	6,0	5,0	1,3
63	Salgosa	V-Qtz	11,6	3,4	3,6	19,0	3,4	1,1
64	Salgosa	V-And	14,5	15,8	10,0	40,0	0,9	0,6
65	Salgosa	V-And	11,0	9,5	7,8	54,0	1,2	0,8
66	Salgosa	V-And	16,0	12,4	1,1	59,0	1,3	0,1
67	Salgosa	V-And	20,5	12,9	0,0	32,0	1,6	0,0
68	Salgosa	V-And	14,6	10,5	0,0	18,0	1,4	0,0
69	Salgosa	V-And	5,4	0,4	0,0	1,0	13,5	0,0
70	Salgosa	V-And	10,0	3,5	0,0	12,0	2,9	0,0
71	Salgosa	V-And	22,0	4,1	9,9	0,0	5,4	2,4
72	Salgosa	pegmatito	8,0	3,0	11,0	6,0	2,7	3,7
73	Salgosa	pegmatito	7,0	4,2	0,0	15,0	1,7	0,0
74	Salgosa	V-And	15,5	6,7	0,0	13,0	2,3	0,0
75	Salgosa	V-And	7,5	3,0	0,0	19,0	2,5	0,0
76	Salgosa	V-And	19,0	4,5	14,5	8,0	4,2	3,2
77	Salgosa	V-And	25,0	8,1	39,5	3,0	3,1	4,9
78	Salgosa	V-And	16,5	8,0	0,0	5,0	2,1	0,0
79	Salgosa	V-And	21,5	8,0	11,6	0,0	2,7	1,5
80	Salgosa	V-And	10,0	4,4	15,5	15,0	2,3	3,5
81	Salgosa	V-And	21,0	6,0	0,0	6,0	3,5	0,0
82	Salgosa	V-And	6,6	3,7	7,0	6,0	1,8	1,9
83	Salgosa	V-And	10,6	3,8	17,4	3,0	2,8	4,6
84	Salgosa	V-And	1,5	0,6	3,4	4,0	2,5	5,7
85	Salgosa	V-And	2,7	1,2	2,4	8,0	2,3	2,0
86	Salgosa	V-And	2,5	1,1	0,2	15,0	2,3	0,2
87	Salgosa	V-And	2,2	1,0	0,2	19,0	2,2	0,2
88	Salgosa	V-And	3,8	0,8	5,0	18,0	4,8	6,3
89	Salgosa	V-And	3,4	0,9	0,7	25,0	3,8	0,8
90	Salgosa	V-And	2,2	0,6	0,7	7,0	3,7	1,2
91	Salgosa	V-And	9,0	3,5	0,0	36,0	2,6	0,0
92	Salgosa	V-And	16,0	4,8	0,0	30,0	3,3	0,0

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
93	Salgosa	V-And	10,7	7,5	0,0	22,0	1,4	0,0
94	Salgosa	V-And	20,1	4,5	0,0	18,0	4,5	0,0
95	Salgosa	V-Qtz	3,2	1,3	7,1	12,0	2,5	5,5
96	Salgosa	V-Qtz	20,5	1,2	2,6	13,0	17,1	2,2
97	Salgosa	Pegmatito	54,0	7,5	20,0	10,0	7,2	2,7
98	Salgosa	Peg + andalusite	31,0	12,7	11,5	11,0	2,4	0,9
99	Salgosa	Peg + andalusite	17,5	9,2	11,5	19,0	1,9	1,3
100	Salgosa	V-And	4,4	0,9	0,0	4,0	4,9	0,0
101	Salgosa	V-And	3,3	0,7	0,0	2,0	4,7	0,0
102	Salgosa	V-And	4,9	1,7	5,5	4,0	2,9	3,2
103	Salgosa	V-And	4,7	2,0	0,0	6,0	2,4	0,0
104	Salgosa	V-And	6,7	1,8	9,5	2,0	3,7	5,3
105	Salgosa	V-And	5,5	2,4	5,7	4,0	2,3	2,4
106	Salgosa	V-And	7,2	3,9	19,0	2,0	1,8	4,9
107	Salgosa	V-And	9,2	5,4	1,8	4,0	1,7	0,3
108	Salgosa	V-And	7,3	2,2	8,5	11,0	3,3	3,9
109	Salgosa	V-And	13,1	5,5	0,1	5,0	2,4	0,0
110	Salgosa	V-And	6,5	3,1	10,7	9,0	2,1	3,5
111	Salgosa	V-And	13,2	5,5	7,0	16,0	2,4	1,3
112	Salgosa	V-And	26,0	11,0	2,0	27,0	2,4	0,2
113	Salgosa	V-And	19,5	5,1	2,0	25,0	3,8	0,4
114	Salgosa	Pegmatito	230,0	60,0	145,0	9,0	3,8	2,4
115	Salgosa	Pegmatito	150,0	49,0	0,0	19,0	3,1	0,0
116	Salgosa	Pegmatito	135,0	59,0	85,0	21,0	2,3	1,4
117	Salgosa	Pegmatito	350,0	401,0	40,0	23,0	0,9	0,1
118	Salgosa	Pegmatito	171,0	40,5	20,0	16,0	4,2	0,5
119	Salgosa	Pegmatito	42,5	23,2	21,0	1,0	1,8	0,9
120	Salgosa	Pegmatito	70,0	31,5	4,0	4,0	2,2	0,1
121	Salgosa	Pegmatito	55,0	13,5	150,0	4,0	4,1	11,1
122	Salgosa	Pegmatito	21,0	12,0	38,0	39,0	1,8	3,2
123	Salgosa	Pegmatito	90,0	39,0	150,0	7,0	2,3	3,8
124	Salgosa	V-And	19,8	9,0	11,5	10,0	2,2	1,3
125	Salgosa	V-And	11,0	4,8	11,5	10,0	2,3	2,4
126	Salgosa	V-And	6,0	3,5	2,9	14,0	1,7	0,8
127	Salgosa	V-And	6,0	2,0	3,7	15,0	3,0	1,9
128	Salgosa	Pegmatito	136,0	16,0	46,0	10,0	8,5	2,9
129	Salgosa	Pegmatito	51,0	6,9	67,0	3,0	7,4	9,7
130	Salgosa	Pegmatito	97,0	18,0	47,0	8,0	5,4	2,6
131	Salgosa	Pegmatito	41,0	24,0	5,0	26,0	1,7	0,2
132	Salgosa	Pegmatito	40,0	18,0	156,0	10,0	2,2	8,7
133	Salgosa	Pegmatito	945,0	100,0	156,0	8,0	9,5	1,6
134	Praia da Granja	Pegmatito	166,0	56,0	710,0	40,0	3,0	12,7
135	Praia da Granja	Pegmatito	115,0	19,0	0,0	17,0	6,1	0,0
136	Praia da Granja	Pegmatito	144,0	15,0	32,0	36,0	9,6	2,1
137	Praia da Granja	Pegmatito	132,0	23,0	28,0	34,0	5,7	1,2
138	Praia da Granja	Pegmatito	144,0	18,5	0,0	20,0	7,8	0,0
139	Praia da Granja	Pegmatito	69,0	19,5	0,0	56,0	3,5	0,0
140	Praia da Granja	Pegmatito	40,0	12,0	80,0	22,0	3,3	6,7
141	Praia da Granja	Pegmatito	28,0	3,0	0,0	14,0	9,3	0,0

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
142	Praia da Granja	Pegmatito	14,0	3,0	18,0	23,0	4,7	6,0
143	Praia da Granja	Pegmatito	19,0	1,7	0,0	13,0	11,2	0,0
144	Praia da Granja	Pegmatito	8,0	1,8	2,5	7,0	4,4	1,4
145	Praia da Granja	Pegmatito	20,5	8,0	0,0	24,0	2,6	0,0
146	Praia da Granja	Pegmatito	17,7	2,9	0,0	33,0	6,1	0,0
147	Praia da Granja	Pegmatito	25,0	6,0	0,0	21,0	4,2	0,0
148	Praia da Granja	Pegmatito	36,0	5,5	0,0	16,0	6,5	0,0
149	Praia da Granja	Pegmatito	7,5	1,7	5,6	47,0	4,4	3,3
150	Praia da Granja	Pegmatito	21,5	7,8	1,8	44,0	2,8	0,2
151	Praia da Granja	Pegmatito	17,4	3,0	0,0	38,0	5,8	0,0
152	Praia da Granja	Pegmatito	30,0	7,5	4,5	56,0	4,0	0,6
153	Praia da Granja	Pegmatito	22,2	5,8	4,0	46,0	3,8	0,7
154	Praia da Granja	Pegmatito	7,5	0,7	1,8	31,0	10,7	2,6
155	Praia da Granja	Pegmatito	13,2	4,2	1,6	38,0	3,1	0,4
156	Praia da Granja	Pegmatito	52,0	7,2	3,2	54,0	7,2	0,4
157	Praia da Granja	Pegmatito	6,8	1,4	1,5	11,0	4,9	1,1
158	Praia da Granja	Pegmatito	24,8	7,8	2,8	36,0	3,2	0,4
159	Praia da Granja	Pegmatito	7,8	3,0	0,0	29,0	2,6	0,0
160	Praia da Granja	Pegmatito	105,0	27,4	18,5	46,0	3,8	0,7
161	Praia da Granja	Quartzo cinza	23,3	10,5	15,4	57,0	2,2	1,5
162	Praia da Granja	Quartzo cinza	61,0	26,0	6,0	37,0	2,3	0,2
163	Praia da Granja	Quartzo cinza	82,0	23,0	9,5	47,0	3,6	0,4
164	Praia da Granja	Quartzo cinza	28,0	6,0	37,0	40,0	4,7	6,2
165	Praia da Granja	Quartzo cinza	99,5	16,0	7,0	39,0	6,2	0,4
166	Praia da Granja	Quartzo cinza	33,0	11,0	5,0	27,0	3,0	0,5
167	Praia da Granja	Quartzo cinza	5,7	3,9	26,9	77,0	1,5	6,9
168	Praia da Granja	Quartzo cinza	10,5	5,7	13,8	29,0	1,8	2,4
169	Praia da Granja	Quartzo cinza	49,0	9,0	24,5	28,0	5,4	2,7
170	Praia da Granja	Quartzo cinza	53,0	6,0	2,0	21,0	8,8	0,3
171	Praia da Granja	Quartzo cinza	94,0	13,0	87,0	19,0	7,2	6,7
172	Praia da Granja	Quartzo cinza	54,0	7,5	10,0	39,0	7,2	1,3
173	Praia da Granja	Quartzo cinza	25,0	9,0	9,0	49,0	2,8	1,0
174	Praia da Granja	Quartzo cinza	33,0	10,5	0,0	59,0	3,1	0,0
175	Praia da Granja	Quartzo cinza	46,0	8,5	0,0	33,0	5,4	0,0
176	Praia da Granja	Quartzo cinza	54,0	10,5	56,0	41,0	5,1	5,3
177	Praia da Granja	Quartzo cinza	19,0	3,3	17,5	38,0	5,8	5,3
178	Praia da Granja	Quartzo cinza	28,5	4,2	5,0	34,0	6,8	1,2
179	Praia da Granja	Quartzo cinza	5,0	1,5	2,4	24,0	3,3	1,6
180	Praia da Granja	Quartzo leitoso	56,0	12,0	66,0	50,0	4,7	5,5
181	Praia da Granja	Quartzo leitoso	33,5	13,5	245,0	53,0	2,5	18,1
182	Praia da Granja	Quartzo leitoso	9,0	1,5	95,0	40,0	6,0	63,3
183	Praia da Granja	Quartzo leitoso	24,0	6,4	185,0	49,0	3,8	28,9
184	Praia da Granja	Quartzo leitoso	8,0	2,3	9,5	38,0	3,5	4,1
185	Praia da Granja	Quartzo leitoso	2,4	1,8	3,6	27,0	1,3	2,0
186	Praia da Granja	Quartzo leitoso	2,0	1,6	18,6	45,0	1,3	11,6
187	Praia da Granja	Quartzo leitoso	3,8	0,6	11,3	18,0	6,3	18,8
188	Praia da Granja	Quartzo leitoso	7,2	0,6	21,8	12,0	12,0	36,3
189	Praia da Granja	Quartzo leitoso	8,2	1,3	7,8	28,0	6,3	6,0
190	Praia da Granja	Quartzo leitoso	9,3	1,9	6,4	18,0	4,9	3,4

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
191	Praia da Granja	Quartzo leitoso	5,4	3,0	1,5	57,0	1,8	0,5
192	Praia da Granja	Quartzo leitoso	7,7	3,5	2,2	27,0	2,2	0,6
193	Praia da Granja	Quartzo leitoso	8,2	2,3	13,6	23,0	3,6	5,9
194	Praia da Granja	Quartzo leitoso	7,5	0,8	0,6	48,0	9,4	0,8
195	Praia da Granja	Quartzo leitoso	19,6	3,9	1,1	30,0	5,0	0,3
196	Praia da Granja	Quartzo leitoso	5,3	0,9	9,2	50,0	5,9	10,2
197	Praia da Granja	Quartzo leitoso	8,8	2,4	0,0	23,0	3,7	0,0
198	Praia da Granja	Quartzo leitoso	28,5	5,2	10,2	24,0	5,5	2,0
199	Praia da Granja	Quartzo leitoso	11,7	4,3	79,7	47,0	2,7	18,5
200	Praia da Granja	Quartzo leitoso	6,1	3,2	0,0	38,0	1,9	0,0
201	Praia da Granja	Quartzo leitoso	32,6	5,4	16,5	42,0	6,0	3,1
202	Praia da Granja	Quartzo leitoso	3,5	0,6	18,1	20,0	5,8	30,2
203	Praia da Granja	Quartzo leitoso	4,6	0,7	28,4	9,0	6,6	40,6
204	Praia da Granja	Quartzo leitoso	3,5	0,6	18,5	37,0	5,8	30,8
205	Praia da Granja	Quartzo leitoso	17,3	3,4	2,6	41,0	5,1	0,8
206	Aracena	R. Calcossilicatadas	5,0	4,8	2,3	107,0	1,0	0,5
207	Aracena	R. Calcossilicatadas	4,3	2,9	17,6	60,0	1,5	6,1
208	Aracena	R. Calcossilicatadas	4,2	1,6	0,4	44,0	2,6	0,3
209	Aracena	R. Calcossilicatadas	8,2	6,4	2,3	59,0	1,3	0,4
210	Aracena	R. Calcossilicatadas	14,9	6,8	19,0	132,0	2,2	2,8
211	Aracena	R. Calcossilicatadas	7,8	9,7	0,0	115,0	0,8	0,0
212	Aracena	R. Calcossilicatadas	5,0	2,3	1,5	99,0	2,2	0,7
213	Aracena	R. Calcossilicatadas	14,4	2,2	4,5	41,0	6,5	2,0
214	Aracena	R. Calcossilicatadas	13,5	1,6	3,0	60,0	8,4	1,9
215	Aracena	R. Calcossilicatadas	1,7	0,9	3,1	137,0	1,9	3,4
216	Aracena	R. Calcossilicatadas	1,8	1,6	2,6	148,0	1,1	1,6
217	Aracena	R. Calcossilicatadas	3,2	1,5	0,8	141,0	2,1	0,5
218	Aracena	R. Calcossilicatadas	20,6	5,7	13,4	136,0	3,6	2,4
219	Aracena	R. Calcossilicatadas	20,5	6,3	21,0	51,0	3,3	3,3
220	Aracena	R. Calcossilicatadas	10,5	4,2	34,0	40,0	2,5	8,1
221	Aracena	R. Calcossilicatadas	9,5	3,0	28,0	30,0	3,2	9,3
222	Aracena	R. Calcossilicatadas	21,0	2,0	21,0	15,0	10,5	10,5
223	Aracena	R. Calcossilicatadas	24,0	5,0	96,0	24,0	4,8	19,2
224	Aracena	R. Calcossilicatadas	7,5	3,0	16,5	132,0	2,5	5,5
225	Aracena	R. Calcossilicatadas	23,5	7,5	42,2	92,0	3,1	5,6
226	Aracena	R. Calcossilicatadas	26,0	6,5	11,5	152,0	4,0	1,8
227	Acebuches	Quartzo	20,0	18,0	26,0	49,0	1,1	1,4
228	Acebuches	Quartzo	13,0	9,0	18,0	58,0	1,4	2,0
229	Acebuches	Quartzo	24,0	15,0	8,0	48,0	1,6	0,5
230	Acebuches	Quartzo	23,0	9,0	4,0	36,0	2,6	0,4
231	Acebuches	Quartzo	17,0	10,0	9,0	50,0	1,7	0,9
232	Acebuches	Quartzo	32,0	12,0	8,0	50,0	2,7	0,7
233	Acebuches	Quartzo	13,0	9,0	2,0	60,0	1,4	0,2
234	Acebuches	Quartzo	10,0	7,0	4,0	69,0	1,4	0,6
235	Acebuches	Quartzo	8,0	5,0	7,0	49,0	1,6	1,4
236	Acebuches	Quartzo	27,0	10,0	2,0	68,0	2,7	0,2
237	Acebuches	Quartzo	14,0	7,0	11,0	78,0	2,0	1,6
238	Acebuches	Quartzo	40,0	8,0	3,0	48,0	5,0	0,4
239	Acebuches	Quartzo	39,0	6,0	3,0	33,0	6,5	0,5

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
240	Acebuches	Quartzo	49,0	16,0	37,0	66,0	3,1	2,3
241	Acebuches	Quartzo	23,0	14,0	23,0	62,0	1,6	1,6
242	Acebuches	Quartzo	26,0	15,0	4,0	35,0	1,7	0,3
243	Acebuches	Quartzo	14,0	5,0	5,0	39,0	2,8	1,0
244	Acebuches	Quartzo	18,0	5,0	0,0	44,0	3,6	0,0
245	Acebuches	Quartzo	18,0	10,0	14,0	24,0	1,8	1,4
246	Acebuches	Quartzo	27,0	11,0	14,0	45,0	2,5	1,3
247	Acebuches	Quartzo	19,0	11,0	16,0	47,0	1,7	1,5
248	Acebuches	Quartzo	12,0	5,0	11,0	27,0	2,4	2,2
249	Acebuches	Quartzo	13,0	8,0	5,0	50,0	1,6	0,6
250	Acebuches	Quartzo	19,0	8,0	1,0	55,0	2,4	0,1
251	Acebuches	Quartzo	25,0	20,0	0,0	75,0	1,3	0,0
252	Acebuches	Quartzo	36,0	21,0	0,0	65,0	1,7	0,0
253	Acebuches	Quartzo	24,0	13,0	3,0	49,0	1,8	0,2
254	Acebuches	Quartzo	21,0	10,0	0,0	53,0	2,1	0,0
255	Acebuches	Quartzo	23,0	9,0	0,0	55,0	2,6	0,0
256	Acebuches	Quartzo	20,0	7,0	0,0	86,0	2,9	0,0
257	Acebuches	Quartzo	20,0	7,0	0,0	96,0	2,9	0,0
258	Acebuches	Quartzo	23,0	10,0	0,0	64,0	2,3	0,0
259	Acebuches	Quartzo	20,0	8,0	2,0	69,0	2,5	0,3
260	Acebuches	Quartzo	16,0	11,0	6,0	64,0	1,5	0,5
261	Acebuches	Quartzo	20,0	9,0	0,0	51,0	2,2	0,0
262	Acebuches	Quartzo	22,0	14,0	1,0	70,0	1,6	0,1
263	Acebuches	Quartzo	15,0	8,0	11,0	64,0	1,9	1,4
264	Acebuches	Quartzo	13,0	9,0	3,0	56,0	1,4	0,3
265	Acebuches	Quartzo	19,0	6,0	4,0	47,0	3,2	0,7
266	Acebuches	Quartzo	13,0	6,0	7,0	44,0	2,2	1,2
267	Acebuches	Quartzo	19,0	11,0	7,0	60,0	1,7	0,6
268	Acebuches	Quartzo	27,0	8,0	11,0	61,0	3,4	1,4
269	Acebuches	Quartzo	17,0	9,0	15,0	53,0	1,9	1,7
270	Acebuches	Quartzo	14,0	12,0	0,0	53,0	1,2	0,0
271	Acebuches	Quartzo	11,0	9,0	10,0	44,0	1,2	1,1
272	Acebuches	Quartzo	17,0	10,0	4,0	40,0	1,7	0,4
273	Acebuches	Quartzo	11,0	7,0	10,0	46,0	1,6	1,4
274	Acebuches	Quartzo	15,0	11,0	0,0	55,0	1,4	0,0
275	Acebuches	Quartzo	17,0	14,0	0,0	50,0	1,2	0,0
276	Acebuches	Quartzo	18,0	10,0	3,0	27,0	1,8	0,3
277	Acebuches	Quartzo	55,0	20,0	5,0	40,0	2,8	0,3
278	Acebuches	Quartzo	25,0	15,0	12,0	35,0	1,7	0,8
279	Acebuches	Quartzo	30,0	12,0	8,0	54,0	2,5	0,7
280	Acebuches	Quartzo	19,0	18,0	0,0	52,0	1,1	0,0
281	Acebuches	Quartzo	25,0	19,0	0,0	57,0	1,3	0,0
282	Acebuches	Quartzo	30,0	15,0	0,0	37,0	2,0	0,0
283	Acebuches	Quartzo	35,0	17,0	0,0	70,0	2,1	0,0
284	Acebuches	Quartzo	14,0	17,0	0,0	60,0	0,8	0,0
285	Acebuches	Quartzo	18,0	12,0	15,0	45,0	1,5	1,3
286	Acebuches	Quartzo	24,0	12,0	8,0	52,0	2,0	0,7
287	Acebuches	Quartzo	18,0	6,0	0,0	44,0	3,0	0,0
288	Acebuches	Quartzo	20,0	18,0	0,0	63,0	1,1	0,0

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
289	Acebuches	Quartzo	33,0	20,0	15,0	78,0	1,7	0,8
290	Acebuches	Quartzo	16,0	17,0	4,0	72,0	0,9	0,2
291	Acebuches	Quartzo	56,0	30,0	0,0	94,0	1,9	0,0
292	Acebuches	Quartzo	45,0	26,0	0,0	86,0	1,7	0,0
293	Acebuches	Quartzo	72,0	35,0	15,0	94,0	2,1	0,4
294	Acebuches	Quartzo	40,0	24,0	0,0	74,0	1,7	0,0
295	Acebuches	Quartzo	43,0	25,0	0,0	85,0	1,7	0,0
296	Acebuches	Quartzo	53,0	42,0	0,0	50,0	1,3	0,0
297	Acebuches	Quartzo	25,0	15,0	5,0	47,0	1,7	0,3
298	Acebuches	Quartzo	25,0	18,0	14,0	73,0	1,4	0,8
299	Acebuches	Quartzo	19,0	13,0	6,0	60,0	1,5	0,5
300	Acebuches	Quartzo	16,0	10,0	3,0	60,0	1,6	0,3
301	Acebuches	Quartzo	25,0	16,0	12,0	75,0	1,6	0,8
302	Acebuches	Quartzo	22,0	10,0	17,0	70,0	2,2	1,7
303	Acebuches	Quartzo	19,0	11,0	8,0	44,0	1,7	0,7
304	Acebuches	Quartzo	22,0	13,0	9,0	58,0	1,7	0,7
305	Acebuches	Quartzo	22,0	11,0	16,0	79,0	2,0	1,5
306	Acebuches	Quartzo	14,0	8,0	7,0	62,0	1,8	0,9
307	Acebuches	Quartzo	14,0	10,0	2,0	60,0	1,4	0,2
308	Acebuches	Quartzo	21,0	11,0	7,0	32,0	1,9	0,6
309	Acebuches	Quartzo	25,0	17,0	0,0	29,0	1,5	0,0
310	Acebuches	Quartzo	36,0	27,0	0,0	47,0	1,3	0,0
311	Acebuches	Quartzo	24,0	14,0	7,0	41,0	1,7	0,5
312	Acebuches	Quartzo	22,0	14,0	8,0	71,0	1,6	0,6
313	Acebuches	Quartzo	35,0	13,0	9,0	73,0	2,7	0,7
314	Acebuches	Quartzo	39,0	20,0	8,0	46,0	2,0	0,4
315	Acebuches	Quartzo	11,0	7,0	1,0	61,0	1,6	0,1
316	Acebuches	Quartzo	37,0	10,0	7,0	42,0	3,7	0,7
317	Acebuches	Quartzo	31,0	12,0	3,0	71,0	2,6	0,3
318	Acebuches	Quartzo	16,0	9,0	5,0	34,0	1,8	0,6
319	Acebuches	Quartzo	21,0	11,0	0,0	71,0	1,9	0,0
320	Acebuches	Quartzo	24,0	10,0	3,0	86,0	2,4	0,3
321	Acebuches	Quartzo	49,0	18,0	5,0	79,0	2,7	0,3
322	Acebuches	Quartzo	48,0	15,0	15,0	101,0	3,2	1,0
323	Acebuches	Quartzo	32,0	13,0	0,0	65,0	2,5	0,0
324	Acebuches	Quartzo	24,0	12,0	15,0	49,0	2,0	1,3
325	Acebuches	Quartzo	22,0	5,0	14,0	48,0	4,4	2,8
326	Acebuches	Quartzo	15,0	12,0	6,0	36,0	1,3	0,5
327	Acebuches	Quartzo	21,0	14,0	4,0	55,0	1,5	0,3
328	Acebuches	Quartzo	28,0	15,0	0,0	52,0	1,9	0,0
329	Acebuches	Quartzo	24,0	12,0	0,0	30,0	2,0	0,0
330	Acebuches	Quartzo	23,0	14,0	6,0	59,0	1,6	0,4
331	Acebuches	Quartzo	24,0	18,0	0,0	49,0	1,3	0,0
332	Acebuches	Quartzo	21,0	15,0	3,0	70,0	1,4	0,2
333	Acebuches	Quartzo	23,0	14,0	11,0	76,0	1,6	0,8
334	Acebuches	Quartzo	29,0	16,0	0,0	54,0	1,8	0,0
335	Acebuches	Quartzo	18,0	13,0	7,0	83,0	1,4	0,5
336	Acebuches	Quartzo	20,0	14,0	9,0	95,0	1,4	0,6
337	Acebuches	Quartzo	18,0	18,0	13,0	81,0	1,0	0,7

Número	Área	Natureza do <i>boudin</i>	L (cm)	W (cm)	D' (cm)	θ (°)	L/W	D'/W
338	Acebuches	Quartzo	21,0	15,0	17,0	57,0	1,4	1,1
339	Acebuches	Quartzo	12,0	12,0	15,0	50,0	1,0	1,3
340	Acebuches	Quartzo	25,0	17,0	40,0	55,0	1,5	2,4
341	Acebuches	Quartzo	28,0	25,0	8,0	76,0	1,1	0,3
342	Acebuches	Quartzo	16,0	8,0	13,0	41,0	2,0	1,6
343	Acebuches	Quartzo	18,0	10,0	8,0	43,0	1,8	0,8
344	Acebuches	Quartzo	22,0	10,0	6,0	49,0	2,2	0,6
345	Acebuches	Quartzo	17,0	10,0	6,0	66,0	1,7	0,6

	Medições realizadas na <u>Serra da Salgosa</u> (dados de Pamplona e Rodrigues, 2011)
	Medições realizadas na <u>Praia da Granja</u>
	Medições realizadas em <u>Aracena</u>
	Medições realizadas em <u>Acebuches</u>