

# Qualidade da cortiça

Técnicas de Análise de Imagem

## Tecnologia dos Produtos Florestais

Licenciatura em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

14.11.2014 Instituto Superior de Agronomia

# QUALIDADE DA CORTIÇA

## CALIBRE

- Determinante para o seu processamento industrial e para a sua utilização como vedante (rolhas ou discos)

## POROSIDADE

- Determinante para o seu aspeto visual e para o seu comportamento como vedante (classes comerciais)



# QUE (DES)VALORIZAÇÃO?

## CALIBRE

Espessura (mm)	Designação	Produtos
9 - 22	Delgadinha	Discos
22-27	Delgada	Discos
27 - 32	Meia - marca	Rolhas
32 - 40	Marca	Rolhas
40 - 54	Grossa	Rolhas
>54	Triângulo	Granulados

No processamento industrial a **qualidade da cortiça condiciona o tipo de produto**

# QUE (DES)VALORIZAÇÃO?

## POROSIDADE

<b>Coeficiente de porosidade (%)<sup>1</sup></b>	<b>Designação</b>	<b>Produtos</b>
<b>&lt; 6</b>	<b>1ª - 3ª (Boa)</b>	<b>Rolhas</b>
<b>6 - 10</b>	<b>4ª - 5ª (Média)</b>	<b>Rolhas</b>
<b>&gt; 10</b>	<b>6ª (Má)</b>	<b>Granulados</b>

<sup>1</sup> Coeficiente de porosidade define-se como a percentagem de área de poros em relação à área total de massa de cortiça

**No processamento industrial a qualidade da cortiça condiciona o tipo de produto**

# QUE (DES)VALORIZAÇÃO?

## QUALIDADE

Espessura (mm)	Classe de Qualidade		
	1ª - 3ª (Boa)	4ª - 5ª (Média)	6ª (Má)
< 22	< 30	10	< 10
22-27	50	30	< 15
27 - 32	100	60	25
32 - 40	100	60	25
> 40	70	30	< 15



# QUE (DES)VALORIZAÇÃO?

## QUALIDADE

€

Extra

Superior

Primeira

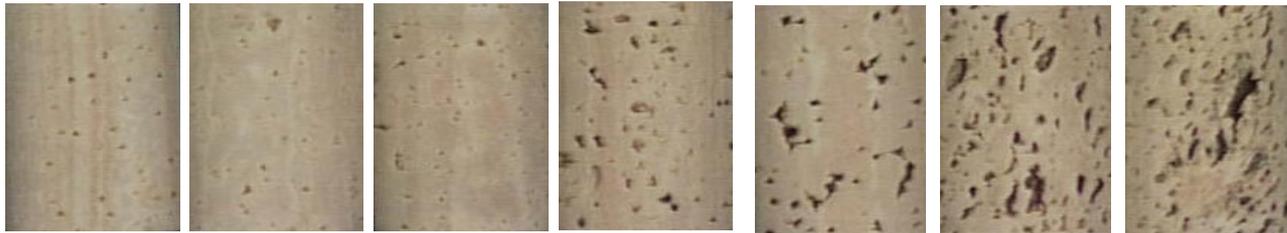
Segunda

Terceira

Quarta

Quinta

€



# QUE VALOR?

850 milhões (€) (30% valor transacionável mundial)

189 000 (ton.) (50% produção mundial)

737 000 (ha) (36% floresta nacional; 34% área mundial)

**42,47%**

**Rolhas de  
Cortiça Natural**

**Natural  
Cork Stoppers**

**25,94%**

**Outro Tipo de Rolhas  
Other Types of Stoppers**

**23,82%**

**Pavimentos, Isolamentos,  
Revestimentos, etc  
Flooring, Insulation, Floor  
and Wall Coverings, etc**

**6,92%**

**Outros Produtos  
de Cortiça  
Other Cork Products**

**0,86%**

**Cubos, Placas, Folhas,  
Tiras, etc  
Cubes, Plates, Sheets,  
Strips, etc**



# QUE GESTÃO?



**Espécie de regiões temperadas,  
próximas do litoral  
pequenas oscilações térmicas anuais  
estiagens longas atenuadas pela proximidade do mar**

**Valores óptimos,  
de precipitação: 600 - 800 mm/ano  
de temperatura média anual :15-19 °C  
de altitude: 100-350 m**

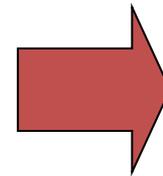


**Evita solos com grande teor de calcáreo  
Evita solos muito compactos  
Não tolera o encharcamento (solos com drenagem  
insuficiente)**

# QUE GESTÃO?



- Descortiçamento em meças
- Desbastes seletivos
- Intensidade do descortiçamento
- Podas de formação, sanitárias

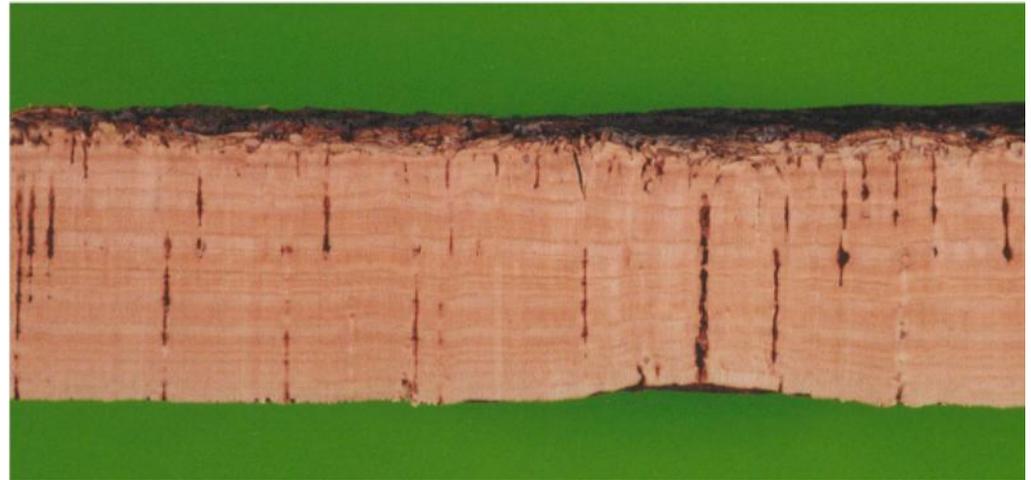


**Código de  
Boas Práticas  
Suberícolas**

# Formação da cortiça



**Cortiça amadia:**



**Cortiça virgem:** produzida pelo primeiro felogénio (câmbio cortical)

**Cortiça secundeira:**

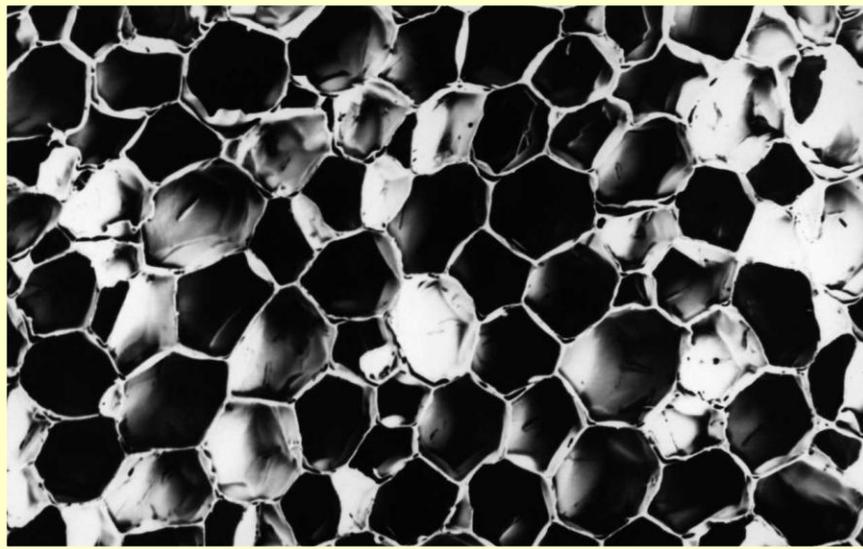
Depois do descortiçamento forma-se um novo felogénio que começa a produzir novas camadas de células de cortiça (cortiça de reprodução). A produção de cortiça é estimulada nos anos imediatamente a seguir ao descortiçamento.

# QUALIDADE: Canais lenticulares



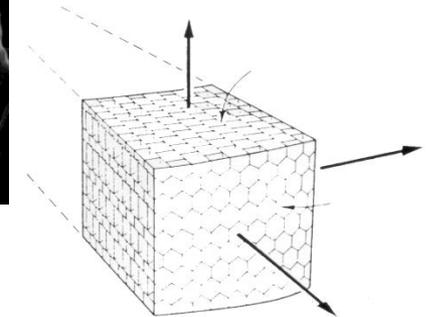
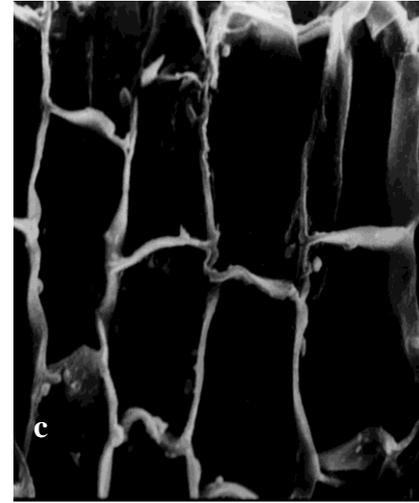
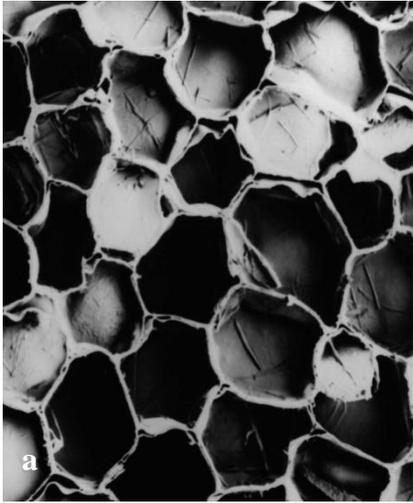
Atravessam radialmente a cortiça na secção tangencial são redondos e nas secções transversal e radial são lineares

# Estrutura celular da cortiça



- As células da cortiça são pequenas
- Com lúmens vazios e paredes finas
- $7 \times 10^7$  células.cm<sup>-3</sup>
- Paredes celulares suberizadas com cerca de 40% de suberina

# Estrutura celular da cortiça

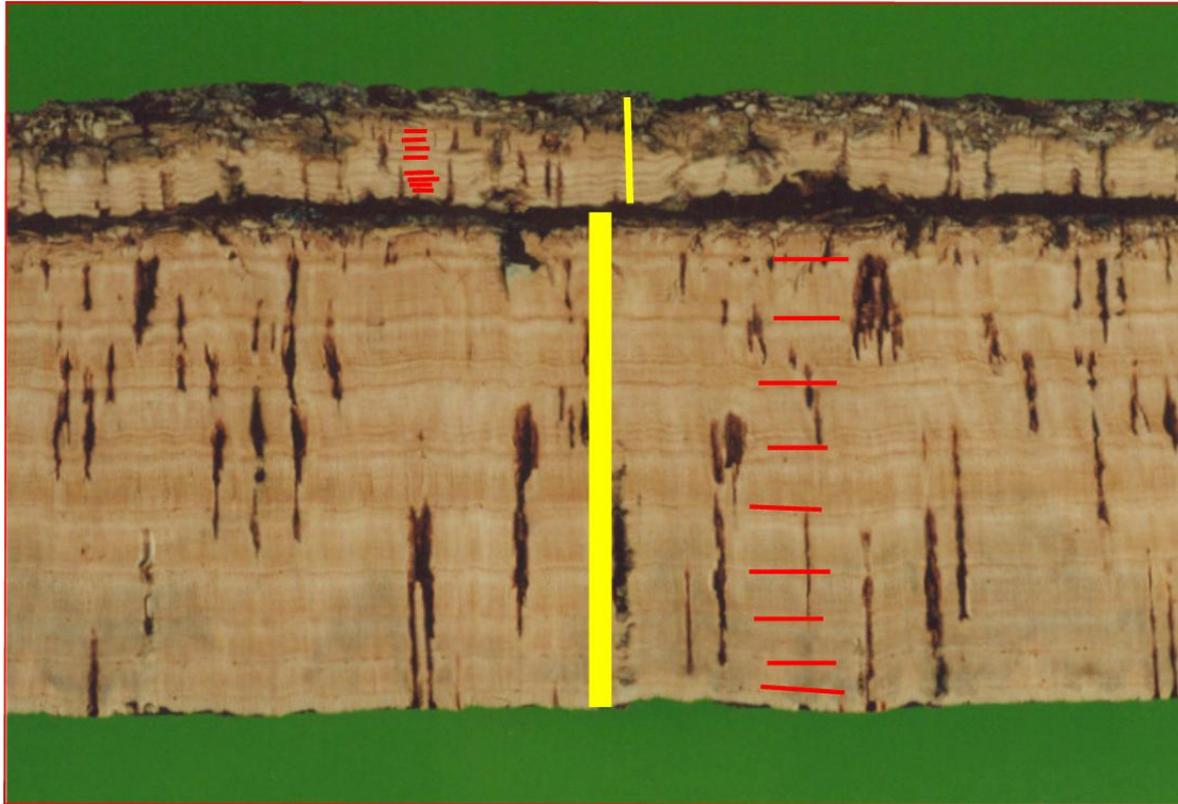


Na secção tangencial as células de cortiça são polígonos na sua maioria com 5-7 faces com áreas de  $4-6 \times 10^{-6} \text{ cm}^2$  numa estrutura tipo colmeia (Figura a). Na secção radial e transversal as células são rectangulares e alinhadas na direcção radial com 30-40  $\mu\text{m}$  de comprimento numa estrutura tipo parede de tijolo (Figura b e c).

# QUALIDADE: CALIBRE

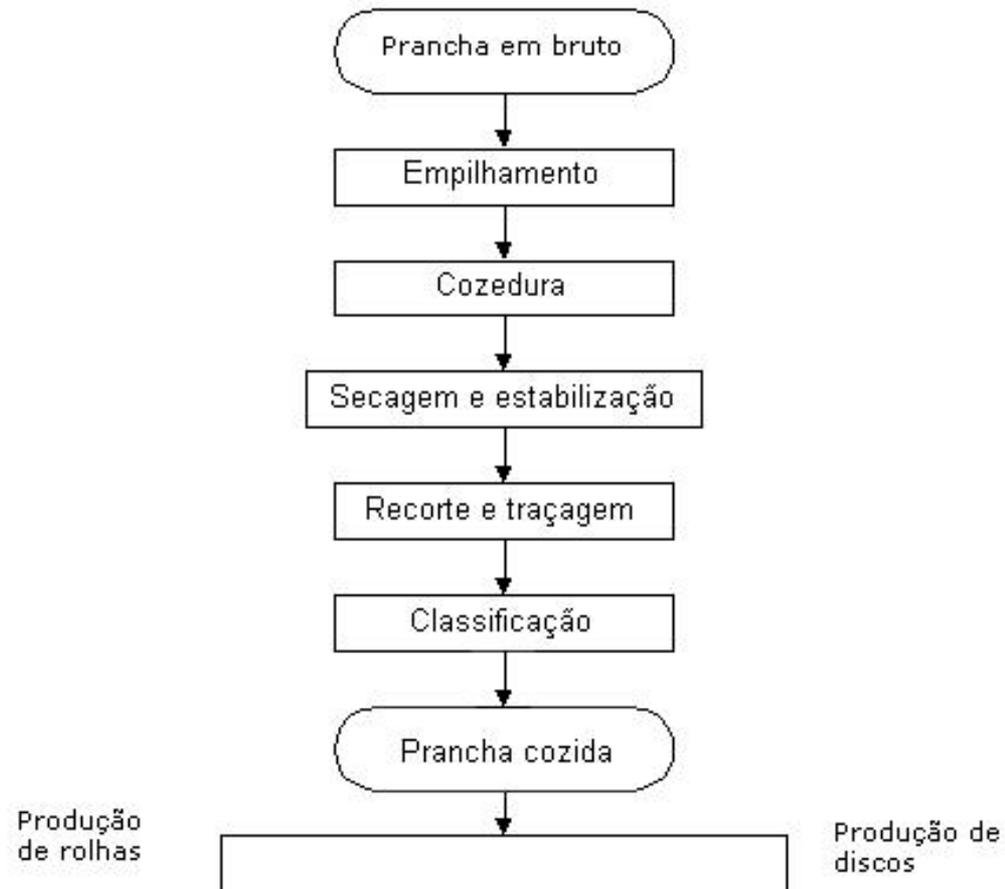
## Anéis de crescimento



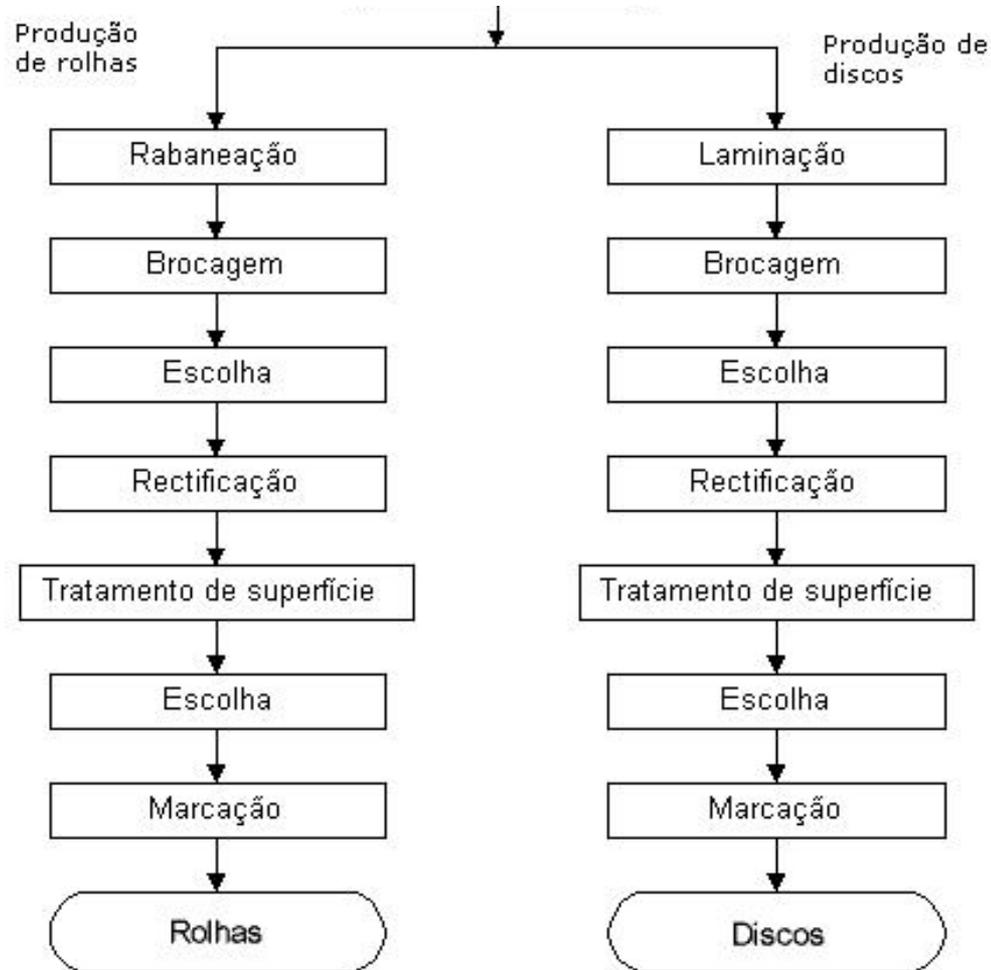


Na maior parte das regiões nacionais:  
9 anos de crescimento da cortiça permitem obter uma espessura suficiente para a produção de rolhas.

# 1ª transformação – indústria preparadora



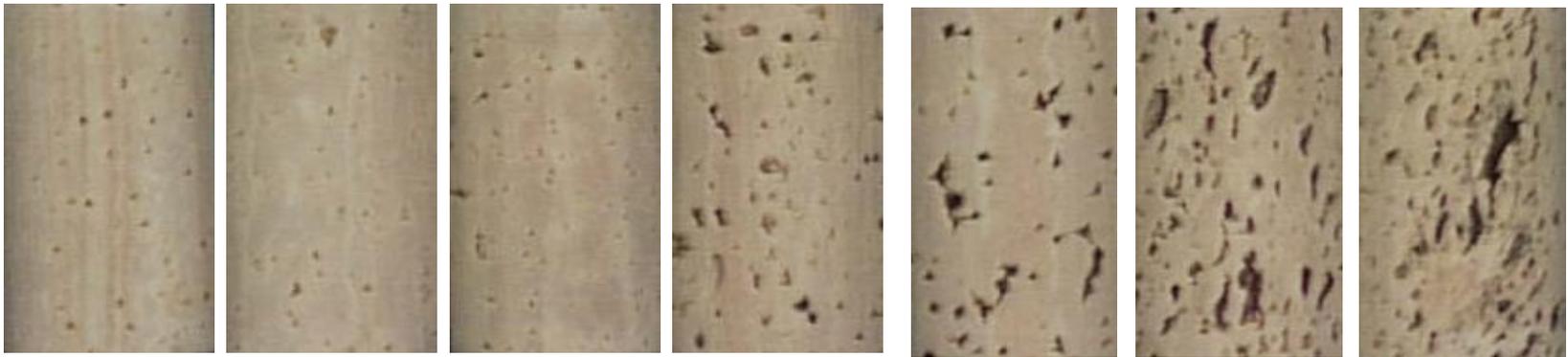
# Indústria rolheira e Indústria de discos



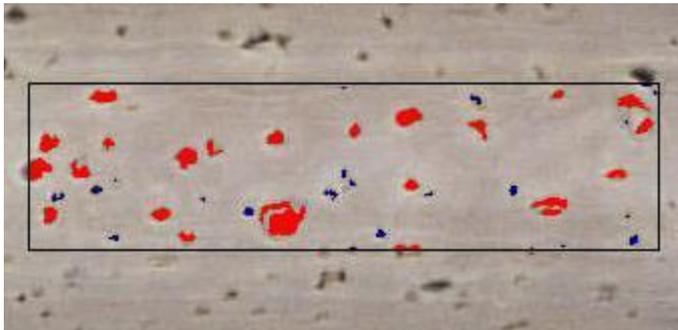
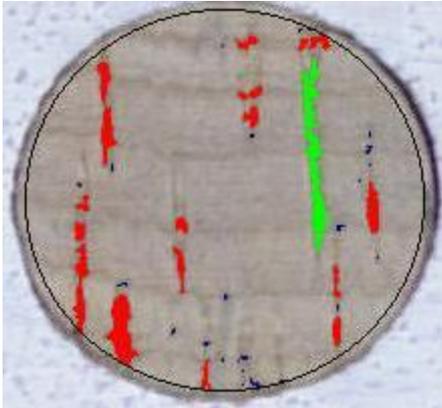
# Classificação comercial de rolhas

- Operação destinada a separar as rolhas em classes de qualidade homogéneas por análise visual da superfície exterior da rolha
- Determinante para o rendimento económico da produção
- Decisiva para o desempenho técnico da rolha
- Importante para a imagem comercial da rolha de cortiça natural

Extra    Superior    Primeira    Segunda    Terceira    Quarta    Quinta

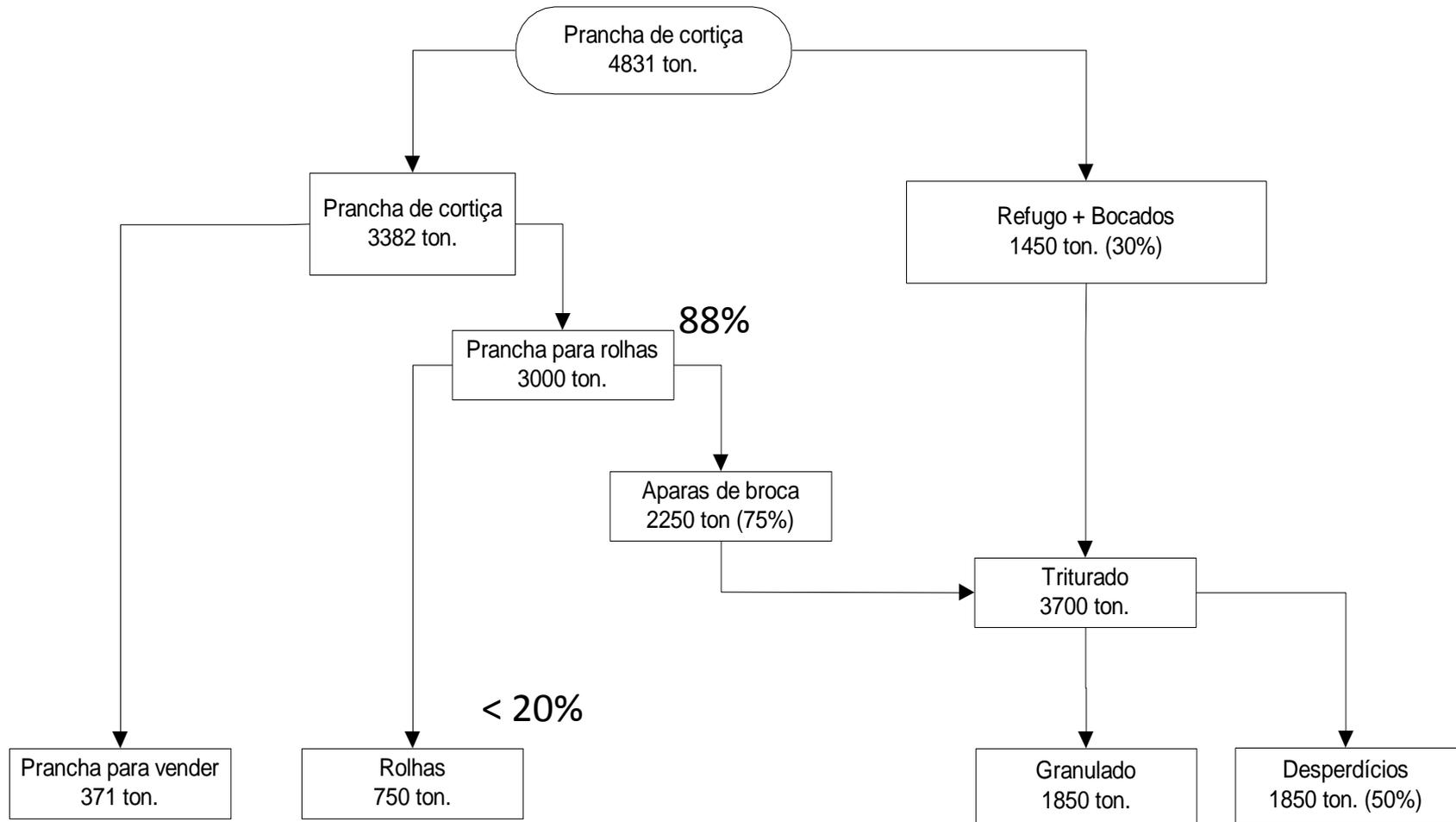


# Análise de imagem



- Tratamento de dados
  - Parâmetros relativos aos poros
    - Parâmetros de forma (factor de forma, esfericidade)
    - Parâmetros de dimensão (área, comprimento, largura, diâmetro médio, ECD)
    - Parâmetros de concentração(NND)
  - Selecção de poros com área superior a  $0,5 \text{ mm}^2$  (que representam mais de 75% em número de poros e menos de 20% em área de poros)
  - Obtenção de parâmetros relativos à rolha

# Produção de rolhas: Balanço de massa

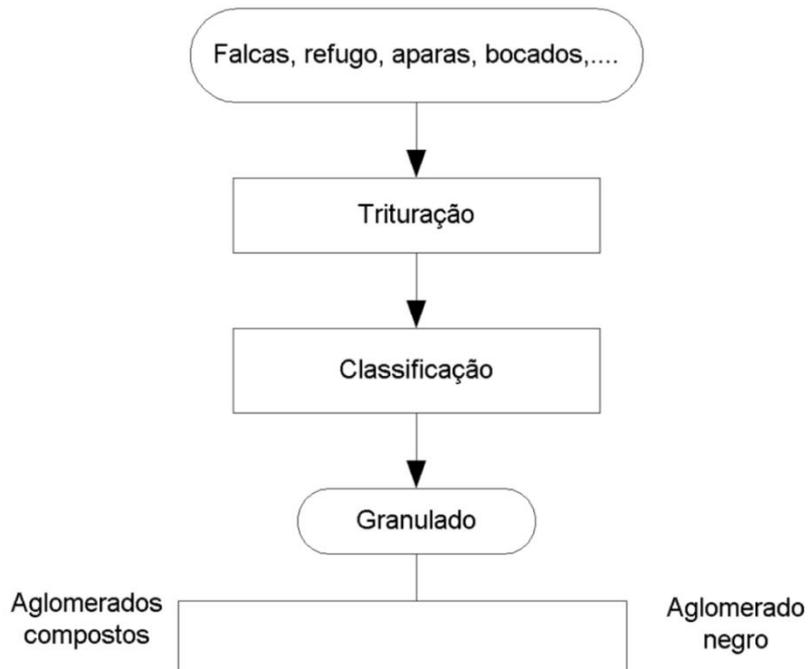


# Indústria de discos

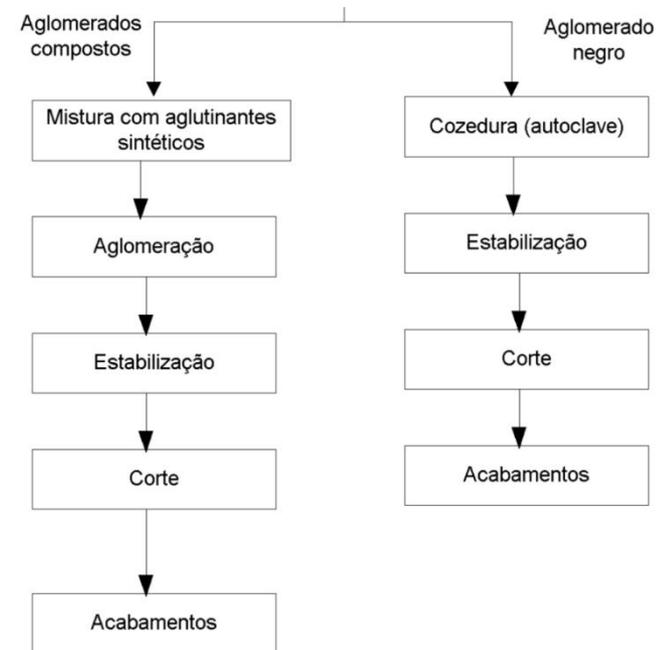


# Indústria granuladora e aglomeradora

## Indústria granuladora



## Indústria aglomeradora



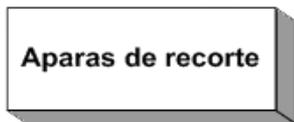
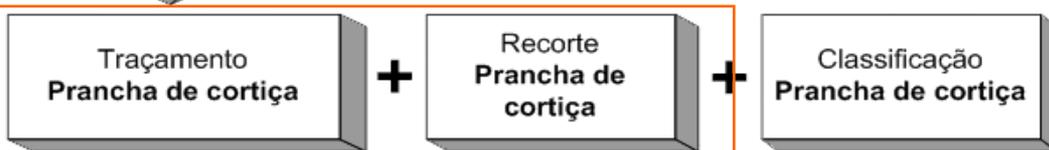
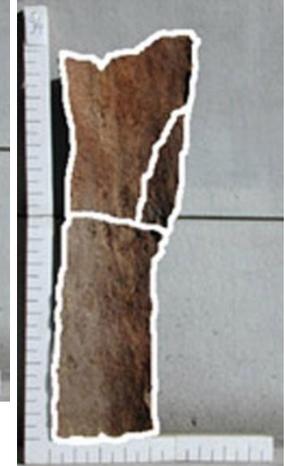
# EXEMPLOS PRÁTICOS

- Fase de **traçamento da prancha de cortiça**: estudo do seu rendimento mássico



# Traçamento da prancha de cortiça

Rendimento da operação



## Caracterização das pranchas bruta e traçadas

Variáveis de dimensão:

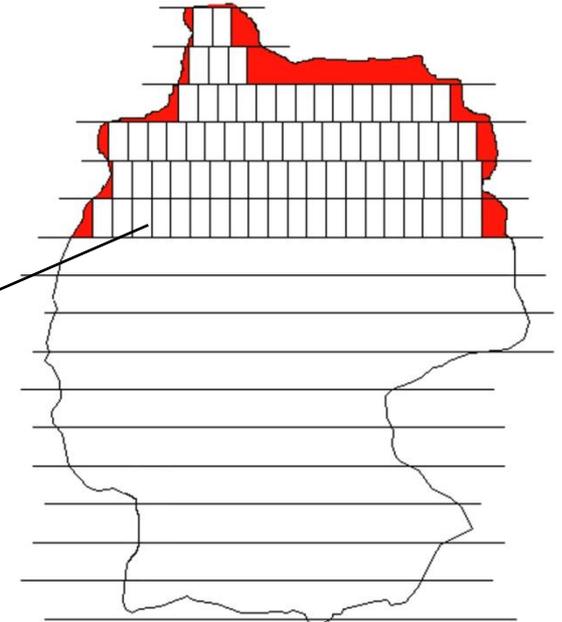
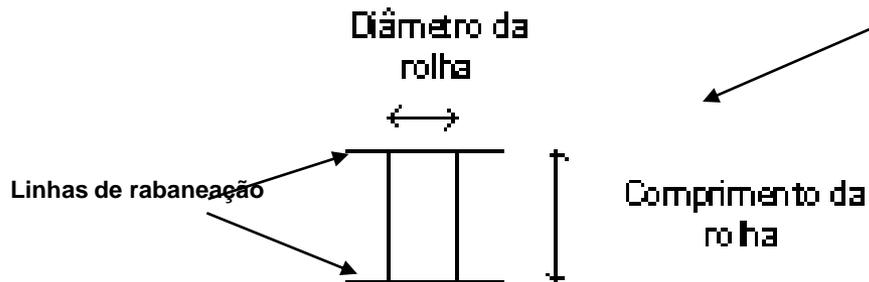
área (cm<sup>2</sup>)  
diâmetro máximo (cm)  
comprimento (cm)  
largura (cm)

Variáveis de forma:

racio  
orientação

Variáveis calculadas:

produção potencial de rolhas 24 x 45 mm  
(diâmetro x comprimento)  
área de recorte potencial



## Traçamento da prancha de cortiça

### Rendimento da operação

Variáveis	Prancha em bruto	Prancha traçada	
area (cm <sup>2</sup> )	3734,5	1673,9	55%
dmax (cm)	123,0	78,2	
orient (°)	90	90	
racio	1,7	1,8	
comp (cm)	119,1	70,2	59%
larg (cm)	46,9	33,5	71%



Dimensão da prancha relacionada com a técnica de descortiçamento



Dimensão da prancha traçada relacionada com posterior manuseamento (rabaneação)



Foto: Helena Pereira

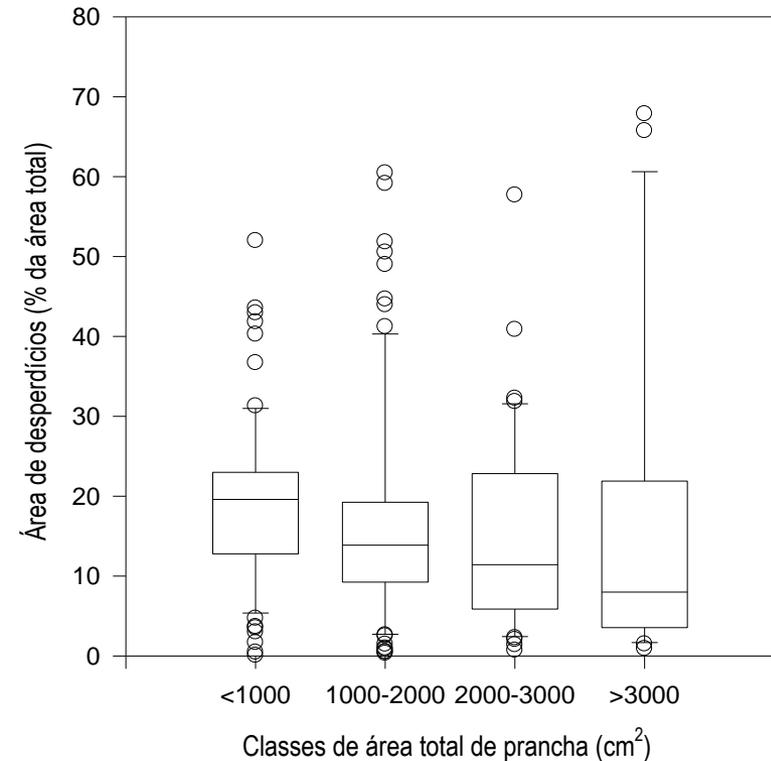
# Traçamento da prancha de cortiça

## Conclusões

O rendimento potencial de rolhas depende da área da prancha traçada:

rendimento médio de **122** rolhas por prancha traçada (25-540 rolhas)

Pranchas de maiores dimensões maximizam o rendimento potencial de rolhas

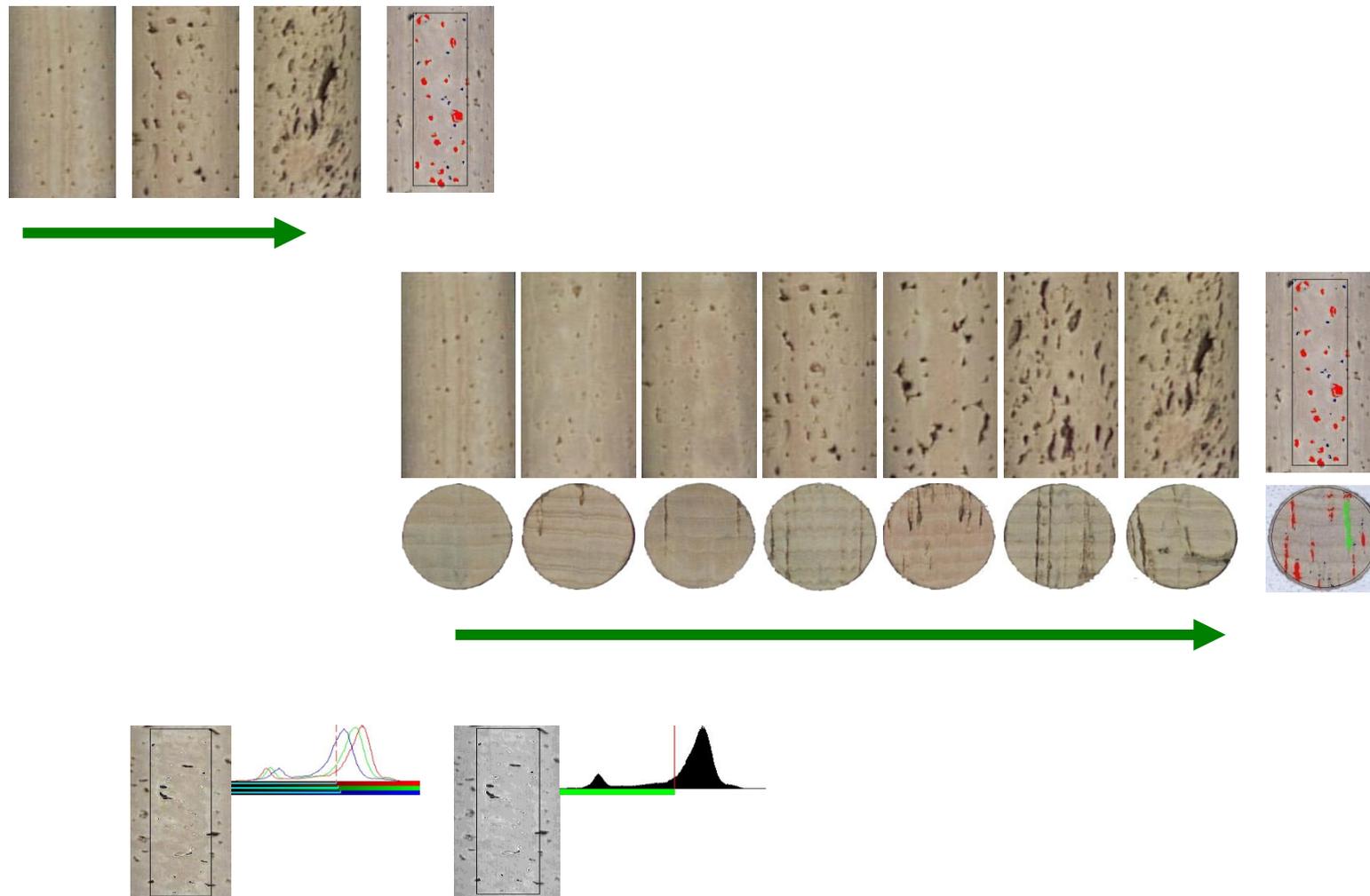


# EXEMPLOS PRÁTICOS

- Fase de **classificação da rolha**: caracterização da porosidade, identificação de variáveis decisoras da qualidade e limites de variação



# Classificação da rolha de cortiça natural por técnicas de análise de imagem



Seleção de poros com área igual ou superior a 0,5 mm<sup>2</sup>

# Classificação da rolha de cortiça natural

## Caracterização da porosidade com técnicas de análise de imagem

### –Variáveis de dimensão

- área (mm<sup>2</sup>)
- diâmetro médio (mm)
- Perímetro (cm)
- comprimento (mm)
- largura (mm)
- rectângulo médio (mm<sup>2</sup>)
- diâmetro do círculo equivalente (mm)

### –Variáveis de forma

- factor de forma -  $\frac{\text{Área}}{\text{Perímetro}^2} \times 4\pi$

- esfericidade
- Convexidade

### –Variáveis de concentração

- distância ao poro mais próximo (mm)

### –Variáveis de dimensão

- área total de poros (mm<sup>2</sup>)
- área máxima do poro (mm<sup>2</sup>)
- número total de poros
- diâmetro médio (mm)
- Perímetro (cm)
- comprimento (mm)
- largura (mm)
- rectângulo médio (mm<sup>2</sup>)
- diâmetro do círculo equivalente médio (mm)
- diâmetro do círculo equivalente máximo (mm)

### –Variáveis de forma

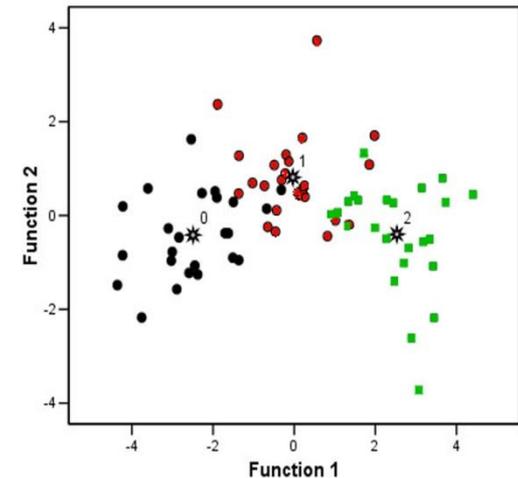
- factor de forma médio
- esfericidade média
- convexidade média
- rácio médio

### –Variáveis de concentração

- coeficiente de porosidade (%)
- concentração (No.100 cm<sup>2</sup> ou No.100 mm<sup>2</sup>)
- distância ao poro mais próximo média (mm)

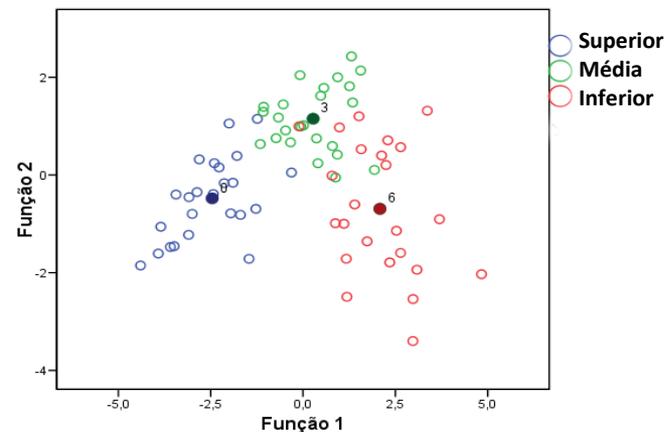
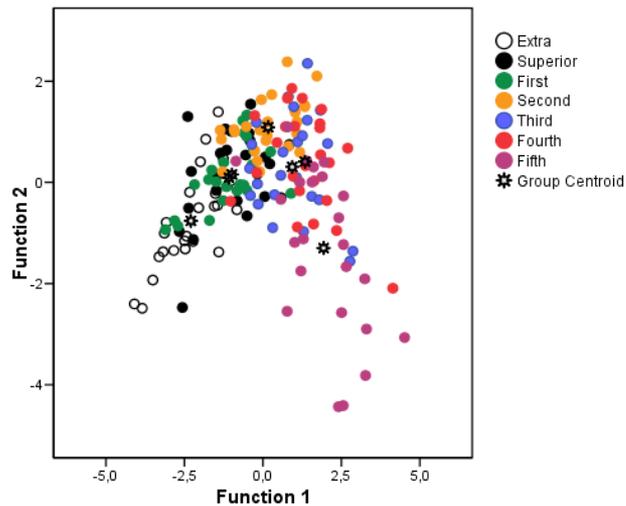
# Resultados

Grouped variables	Cork stopper variables	Cork stoppers quality classes		
		Inferior	Medium	Superior
Dimension	$A_{\max}$ (mm <sup>2</sup> )	25.5	9	3.5
	$e_{\max}$ (mm)	2.6	2.3	1.9
	$L_{\max}$ (mm)	1.6	1.3	1.1
	$Deq_{\max}$ (mm)	5.5	3.3	2.1
Shape	$sf_{\text{mean}}$	0.5	0.5	0.6
	$\Phi_{\text{mean}}$	0.3	0.2	0.2
	$ar_{\text{mean}}$	2.4	2.6	2.7
Concentration	$\epsilon_{\text{mean}}$ (%)	7.4	4.6	1.6
	$nnd_{\text{mean}}$ (mm)	1.9	2	2.4
	N (no/100cm <sup>2</sup> )	240	210	90

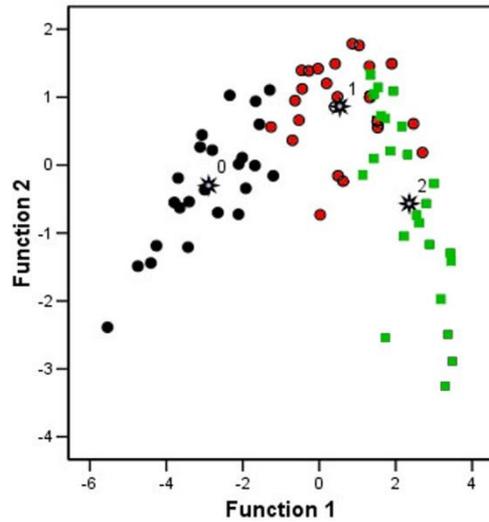


# Resultados

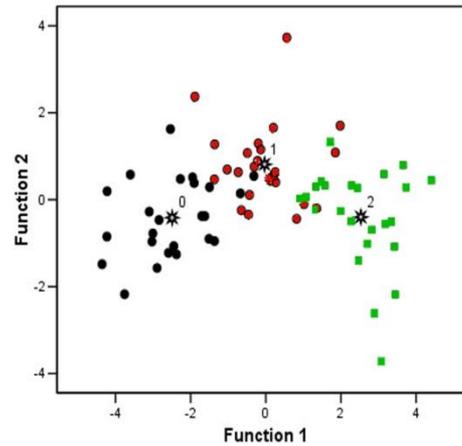
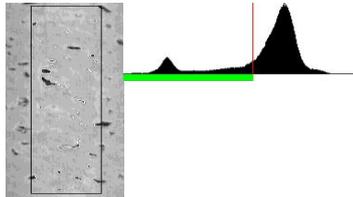
Grouped variables	Cork stopper variable	Cork stopper quality class						
		Extra	Superior	1st	2nd	3rd	4th	5th
Dimension	$A_{\max}$ (mm <sup>2</sup> )	3.1 <sup>a</sup>	5.7 <sup>ab</sup>	5.8 <sup>ab</sup>	8.7 <sup>ab</sup>	11.4 <sup>ab</sup>	13.4 <sup>b</sup>	26.5 <sup>c</sup>
	$L_{\max}$ (mm)	3.1	3.5	4.3	4.6	6.5	7.7	11.9
	$e_{\max}$ (mm)	3.1	4.9	4.4	5.3	6.1	6.1	7.3
	$Deq_{\max}$ (mm)	1.9	2.6	2.6	3.3	3.7	4	5.3
Shape	$sf_{\text{mean}}$	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.5
	$\Phi_{\text{mean}}$	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	$ar_{\text{mean}}$	1.9	2.1	2.2	2.2	2.1	2.3	2.3
Concentration	$\epsilon_{\text{mean}}$ (%)	1.4 <sup>a</sup>	2.1 <sup>a</sup>	2.5 <sup>b</sup>	4.2 <sup>b</sup>	4.5 <sup>b</sup>	5.7 <sup>bc</sup>	6.2 <sup>c</sup>
	N (no/100cm <sup>2</sup> )	128	176	151	254	260	281	242
	$nnd_{\text{mean}}$ (mm)	2.2	2.4	2.3	2	2.1	2.1	2.1



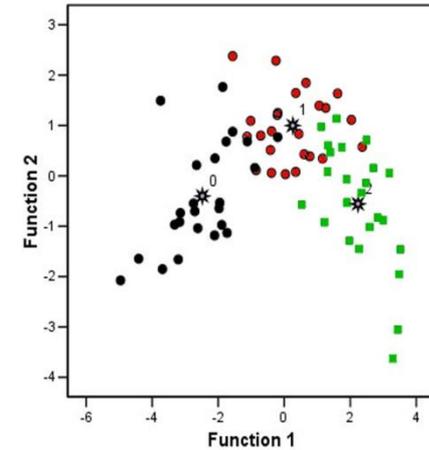
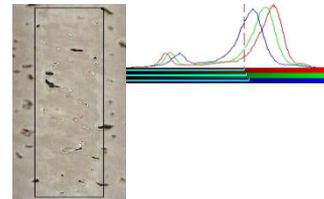
# Resultados



Preto e branco



Cor - detecção automática



Cor - digitalização

Percentagem de acerto média superior a 86% em todos os sistemas de aquisição de imagem

# Classificação da rolha de cortiça natural

## Conclusões

- Em três classes de qualidade: sobreposição só entre classes adjacentes
- Em sete classes de qualidade: sobreposição entre todas as classes intermédias entre Extra e Quinta
- Variáveis decisoras de qualidade relacionam-se com:
  - variáveis de dimensão: área máxima de poro
  - variáveis de concentração: coeficiente de porosidade e nº de poros por unidade de área



Costa A, Pereira H, 2005. Quality characterization of wine cork stoppers using computer vision. *Journal International des Sciences du Vigne et du Vin*, 39 (4): 209-218.

Costa A, Pereira H, 2006. Decision rules for computer vision quality classification of wine natural cork stoppers. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(2): 210-219.

Costa A, Pereira H, 2007. Influence of vision systems, black and white, colored and visual digitalization, in cork stopper quality estimation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 87:222-2228.

Costa A, Pereira H, 2009. Computer vision applied to cork stoppers inspection. In: Congresso Internacional Sobrais, Fábricas e comerciantes. Passado Presente e futuro da actividade corticeira, Palafrugell, Girona, 2005, 394-405.

# Conclusões

- Número reduzido de parâmetros decisores na classificação
- Parâmetros decisores de dimensão e de concentração são importantes
- Análise de corpo e de topo apresenta vantagens nas percentagens de acerto da classificação
- Um maior número de classes representa uma maior sobreposição entre elas e uma menor percentagem de acerto na classificação

# OBRIGADA PELA ATENÇÃO

Augusta Costa  
CENSE (Center for Environmental and Sustainability Research) UNL-FCT  
INIAV, I.P.

[E-mail: augusta.costa.sousa@gmail.com](mailto:augusta.costa.sousa@gmail.com)

Homepage: [augustacosta.net](http://augustacosta.net)