



Instituto Nacional de  
Investigação Agrária e  
Veterinária, I.P.

# MAXIMIZAÇÃO DO POTENCIAL PRODUTIVO DO PINHEIRO-BRAVO POR MELHORAMENTO GENÉTICO



**MARIA ISABEL CARRASQUINHO DE FREITAS**

Vouzela, 10 de julho de 2024

Conselho Geral do Centro de  
Competências do Pinheiro-Bravo



# PRR – TRANSFORM- P1.1

**MELHORAMENTO GENÉTICO E MATERIAIS FLORESTAIS DE REPRODUÇÃO.  
A1. MELHORAMENTO GENÉTICO DO PINHEIRO-BRAVO**

# PROJETO TRANSFORM P1.1

Melhoramento genético e Materiais  
Florestais de Reprodução.  
A1. Melhoramento do Pinheiro-Bravo



## ✓ OBJETIVOS

- 1) Estabelecer a segunda geração de melhoramento (F2);
- 2) Promover uma seleção genómica direcionada para avaliação do grau de suscetibilidade ao nemátode da madeira de pinheiro;
- 3) Aumentar a produção de MFR de qualidade genética superior;
- 4) Incrementar a conservação genética *ex situ*;
- 5) Atualizar a estratégia de melhoramento genético para o volume e forma da árvore.



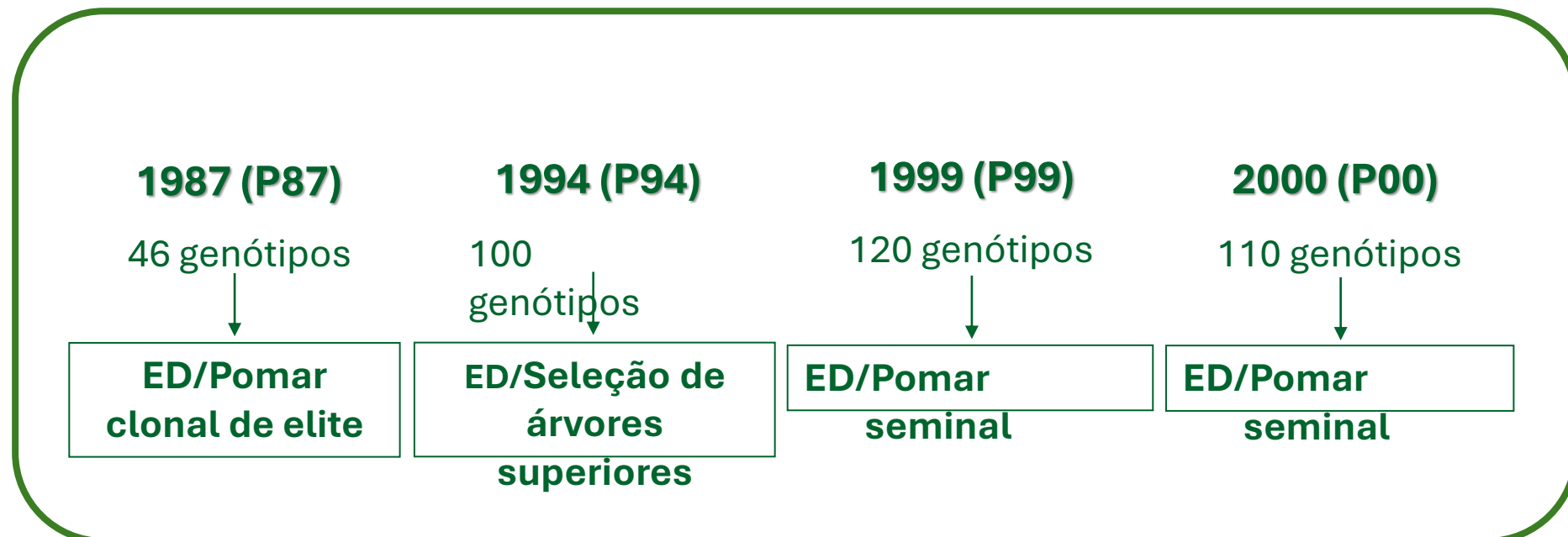
# ESTADO DA ARTE

- ✓ De 1963 a 1965, na Mata Nacional de Leiria, foram selecionadas 85 árvores “plus” por D. H. Perry.



# ESTADO DA ARTE

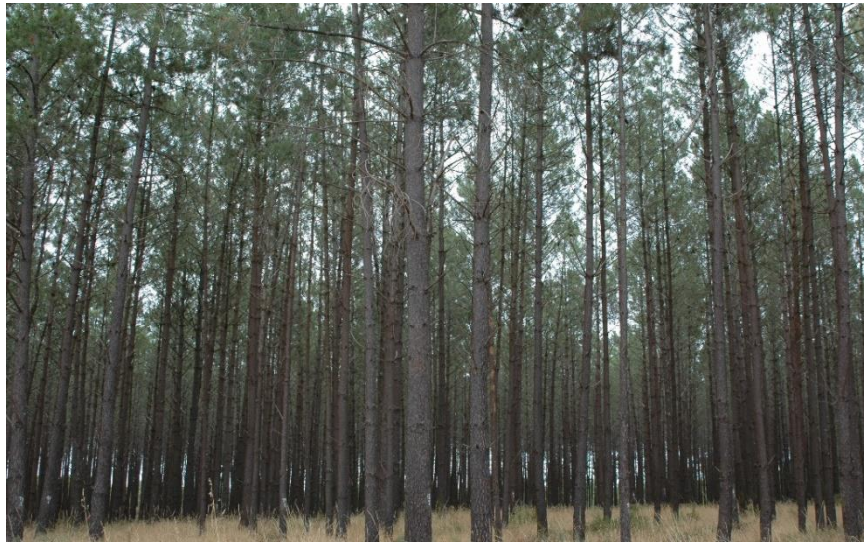
- ✓ Em 1987, foi delineada a primeira estratégia de melhoramento genético baseada na seleção de árvores *plus* da Mata Nacional de Leiria e estabelecido o 1º ensaio de descendências.
- ✓ Nos anos 90, novas seleções fenotípicas para o volume e forma da árvore foram realizadas pela área de distribuição da espécie no continente e estabelecidos novos ensaios de descendências.
- ✓ O historial das seleções fenotípicas conduziu à constituição de 4 populações de melhoramento:





# ESTADO DA ARTE

- ✓ Em 1999, a seleção genética dos 17 melhores progenitores, no ensaio de descendências da P87, permitiu o estabelecimento de um novo Pomar Clonal produtor de semente, cuja semente contribui com um ganho genético estimado de 21% em volume e 17% na forma do fuste.



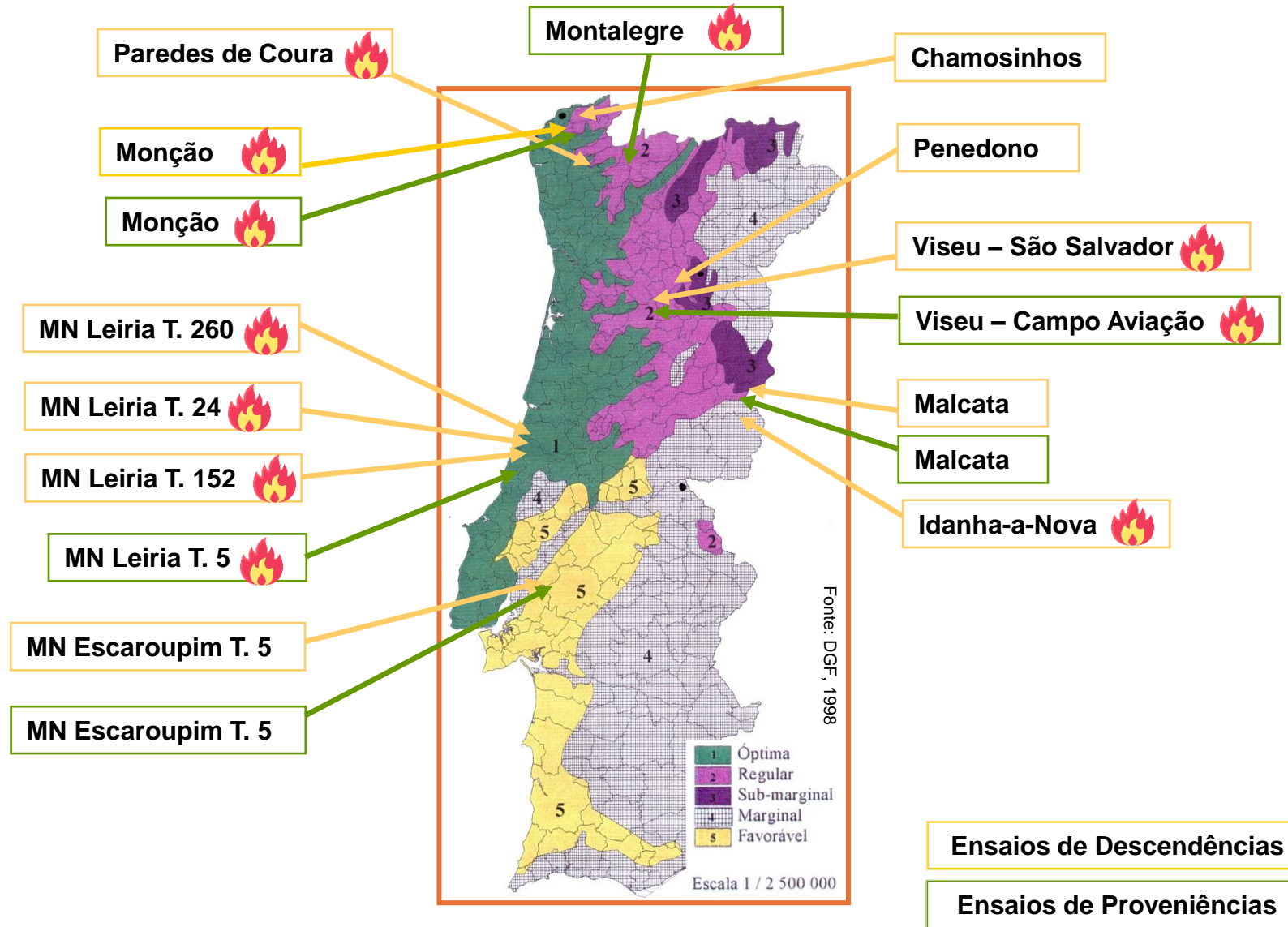
Ensaio de descendências 1987, Mata Nacional do Escaroupim



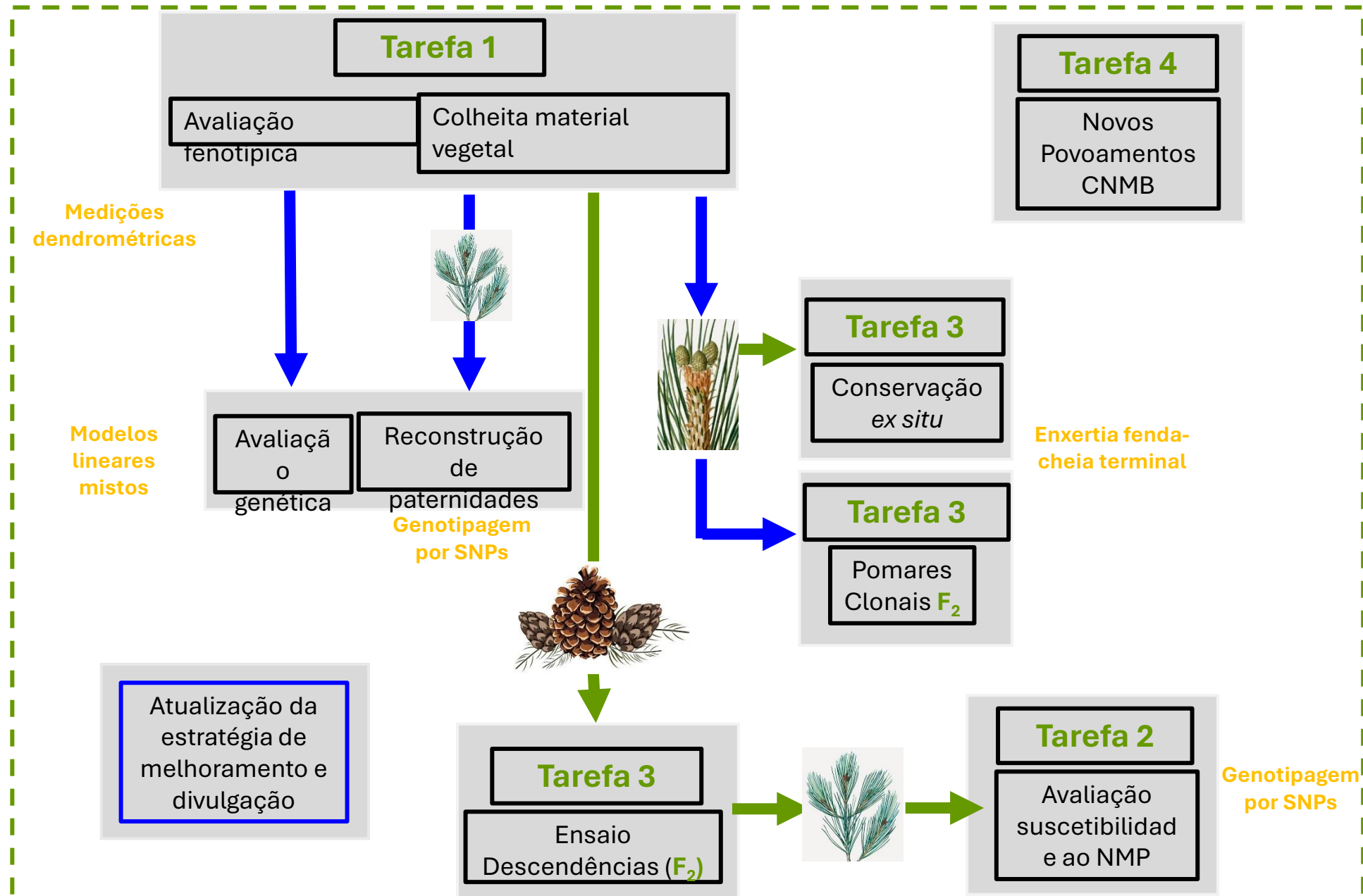
Pomar Clonal 2000, Mata Nacional do Escaroupim

- ✓ A identificação da Doença da Murchidão do Pinheiro (1999) e os fogos (2004-2017) condicionaram o desenvolvimento do programa de melhoramento genético estabelecido.

# ESTADO DA ARTE



# ATIVIDADES DO PROJETO





# Pomares Clonais produtores de Semente

## Delimitação experimental para o Pomar clonal da Mata Nacional das Dunas de Vagos

PINHEIRO BRAVO - DUNAS DE VAGOS, 2024

SPATIAL LATINIZED ROW-COLUMN DESIGN: 117 GENÓTIPOS -  $v = 117$   $k = 9$   $s = 13$   $r = 9$ ; Columns: 3-latinized groups = 3; Rows: 3-latinized groups = 3; SINGLE TREE PLOT



REP1	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	REP4	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	44	96	3	89	99	107	102	55	88	37	26	51	14	1	60	114	72	101	22	93	85	27	59	21	12	17	13
2	46	86	23	82	11	8	79	90	69	64	91	39	73	2	117	113	100	83	62	63	111	30	32	29	92	16	6
3	45	104	116	56	40	75	80	54	70	15	4	71	42	3	76	10	18	31	43	7	84	97	109	25	95	57	65
4	49	83	30	12	20	24	57	109	78	19	103	32	59	4	54	51	41	69	40	73	88	56	34	37	105	107	50
5	94	52	117	33	25	100	81	63	110	76	48	66	5	5	36	75	74	14	90	68	35	115	2	55	70	53	38
6	65	108	28	31	72	47	85	77	43	6	27	87	1	6	106	9	61	67	89	45	58	112	64	98	23	4	86
7	114	2	29	36	58	106	7	41	35	95	53	97	61	7	66	46	79	110	96	48	82	3	99	116	108	94	20
8	84	62	60	9	17	93	74	98	113	68	112	67	13	8	19	11	78	102	80	77	39	15	49	8	5	33	47
9	34	10	115	50	101	92	21	111	18	22	105	38	16	9	44	28	104	24	103	71	1	52	81	87	26	91	42



REP3	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	REP6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	66	74	82	102	80	51	84	61	104	20	56	17	32	1	7	93	13	9	27	111	91	83	71	15	65	10	14
2	47	106	53	39	31	57	45	26	50	43	69	113	79	2	3	8	86	95	36	107	22	4	12	96	100	72	1
3	105	34	54	6	110	62	24*	68	19	117	81	85	109	3	21*	52	99	18**	23	87	41	77	45	76	94	67	24
4	99	94	103	112	29	52	9	30	23	1	46	100	11	4	40	115	33	78	2	26	18	102	116	75	62	64	105
5	95	89	70	60	7	98	4	10	73	21	41	88	83	5	59	25	90	108	47	113	44	51	74	35	69	54	106
6	107	58	42	27	114	49	5	15	38	55	92	90	76	6	63	82	31	85	97	37	20	80	110	81	28	101	56
7	35	16	48	8	91	28	71	40	101	12	108	13	115	7	88	57	112	30	50	42	79	104	114	55	109	19	61
8	72	14	67	64	86	97	96	18	93	111	3	77	33	8	8	43	70	34	27*	49	68	92	103	66	39	89	11
9	63	37	75	59	78	22	44	36	65	2	25	116	87	9	38	32	73	53	84	60	5	6	29	58	117	46	98

0%	0	Enxertadas
36%	42	Campanha 2025
22%	26	Falhas
3%	4	Não Enxertado
17%	20	Vivos
21%	25	Mortos

0%	0	Enxertadas
48%	56	Campanha 2025
20%	23	Falhas
0%	0	Não Enxertado
16%	19	Vivos
16%	19	Mortos
	117	

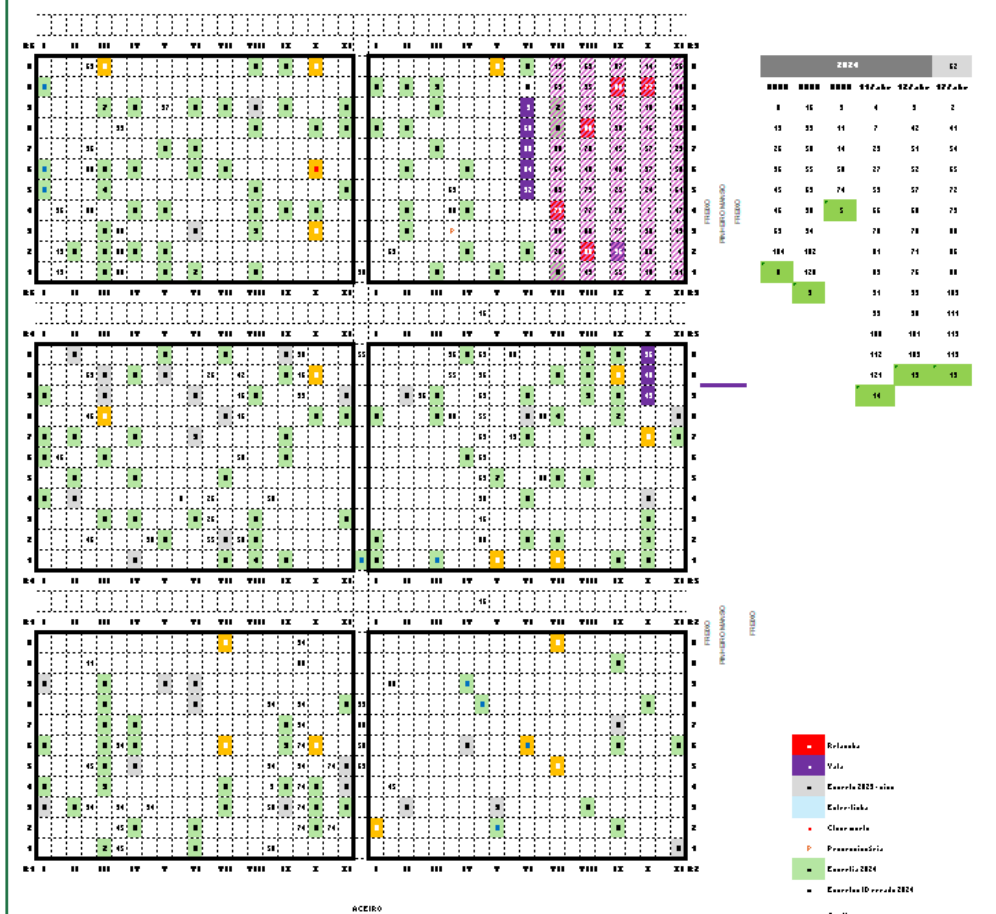
**Campanha 2024**

# Delimitação experimental para o Pomar clonal do Perímetro Florestal de Alva de Pataias

CycDesignN  
 Resolvable  
 Row-column  
 $v = 121$   $k = 11$   $s = 11$   $r = 6$   
 Single factor  
 Columns: 3-latinized groups = 2  
 Rows: 3-latinized groups = 3  
 Spatial  
 Spreadsheet headings  
 rep column row treatment  
 SINGLE TREE PLOT



rep	1											rep	4												
	colu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		colu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	mn													mn											
	row													row											
	1	98	53	19	89	28	91	56	79	50	108	81		1	94	46	95	103	3	66	70	37	39	1	115
	2	13	48	63	76	75	43	105	4	5	49	32		2	6	7	107	104	119	25	93	114	20	120	102
	3	2	87	61	9	72	42	80	59	52	77	62		3	57	109	99	47	44	101	16	69	26	58	117
	4	92	78	97	30	46	99	73	25	6	51	18		4	63	84	89	2	71	35	121	17	56	108	96
	5	94	106	102	66	119	86	60	22	90	74	58		5	33	112	24	75	40	12	67	68	118	29	11
	6	23	88	54	20	117	10	103	8	55	95	64		6	100	34	80	79	49	110	9	13	45	21	81
	7	120	118	101	57	110	104	85	115	96	15	36		7	41	55	19	30	73	91	48	74	54	32	14
	8	12	37	67	44	29	100	114	71	47	34	112		8	4	86	78	65	87	64	50	82	72	38	51
	9	24	1	69	111	107	3	11	84	21	116	7		9	27	83	22	105	10	52	23	28	31	113	42
	10	109	41	70	113	27	17	38	93	40	26	68		10	60	15	5	106	61	77	18	111	92	8	53
	11	121	83	65	39	16	45	35	14	82	33	31		11	62	85	98	116	36	88	43	59	90	97	76



# PRR – RESINA NATURAL 21

I1.M1

PROGRAMA DE MELHORAMENTO GENÉTICO DO PINHEIRO-BRAVO  
ESPECÍFICO PARA A RESINAGEM



# PROJETO 2

Programa de  
melhoramento genético do  
pinheiro-bravo específico  
para a resinagem



## ✓ OBJETIVOS

- 1) Conhecimento da variabilidade genética existente para as características produção de resina;
- 2) Seleção genética de um conjunto de genótipos superiores;
- 3) Conservação *ex situ* da diversidade genética existente;
- 4) Delineamento de um programa de melhoramento genético para produção de resina.

# ESTADO DA ARTE



Produção de resina no ensaio clonal de pinheiro-bravo na Mata Nacional de Escaroupim

Pedro António Calamote de Almeida

Dissertação para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Florestal e dos Recursos Naturais

Orientadoras: Professora Doutora Ana Paula Soares Marques de Carvalho  
Doutora Maria Isabel Carrasquinho de Freitas

Júri:

Presidente: Professora Doutora Joana Amaral Paulo  
Vogal: Professora Doutora Ana Paula Soares Marques de Carvalho  
Vogal: Professor Doutor Filipe Miguel de Carvalho Costa e Silva



2023



Fotos: P. Soares

Quadro 14 - Ordenação decrescente do melhor preditor linear não enviesado empírico (EBLUP) dos efeitos dos clones para a variável produção de resina por clone, em cada uma das duas Áreas individualizadas e em conjunto, do Pomar clonal produtor de sementes

Ordenação	Área I		Área II		Área I e II	
	Clone	EBLUP (kg/árvore)	Clone	EBLUP (kg/árvore)	Clone	EBLUP (kg/árvore)
1	13	2,560	13	1,902	13	1,961
2	59	1,929	20	1,184	59	1,468
3	50	1,802	59	1,153	48	0,954
4	48	1,424	16	0,799	33	0,761
5	19	1,173	33	0,739	82	0,557
6	46	0,986	48	0,702	10	0,372
7	33	0,893	82	0,619	31	0,330
8	10	0,861	39	0,417	20	0,274
9	81	0,750	79	0,266	8	0,215
10	31	0,618	40	0,233	40	0,126
11	82	0,511	25	0,214	39	0,097
12	61	0,509	5	0,203	54	0,043
13	49	0,438	8	0,099	78	-0,043
14	8	0,370	31	0,093	15	-0,104
15	15	0,228	32	0,076	23	-0,151
16	54	0,110	78	0,062	45	-0,159
17	29	0,085	10	-0,041	35	-0,233
18	63	0,049	54	-0,070	80	-0,294
19	35	0,034	9	-0,159	68	-0,297
20	45	0,032	17	-0,184	30	-0,317
21	23	-0,059	68	-0,234	18	-0,405
22	80	-0,079	23	-0,259	32	-0,420
23	78	-0,111	7	-0,345	17	-0,431
24	30	-0,136	45	-0,359	7	-0,447
25	40	-0,203	18	-0,396	73	-0,550
26	39	-0,319	55	-0,397	60	-0,692
27	41	-0,359	35	-0,430	14	-0,814
28	24	-0,383	73	-0,432	51	-0,820
29	18	-0,470	15	-0,454	76	-0,976
30	68	-0,506	80	-0,460		
31	7	-0,565	30	-0,519		
32	56	-0,669	60	-0,519		
33	17	-0,695	14	-0,746		
34	73	-0,696	51	-0,849		
35	51	-0,895	76	-0,886		
36	20	-0,904	12	-1,024		
37	75	-0,980				
38	58	-1,029				
39	14	-1,039				
40	60	-1,080				
41	32	-1,181				
42	76	-1,223				
43	34	-1,779				

Produção média de resina=  
2,52 kg /árvore.ferida

$H^2 = 0,77$  e  $0,88$   
 $i = 32,6\%$



Ganho genético= 37,3%  
(Área 1)

# ATIVIDADES

## Atividade 1 Seleção massal genotípica

Área de distribuição

**Pinheiro-bravo**

7 Regiões Proveniência  
+  
4 Regiões área restrita

Base de dados com  
a caracterização  
dos genótipos

Identificação genótipos  
representativos da  
variabilidade existente  
para cada espécie

## Ensaio Clonal

- Locais
- Delineamento experimental



## Seleção Policlonal

- Potencial de resina  
(Microresinagem)
- Avaliação genética  
(Modelos Lineares Mistos)

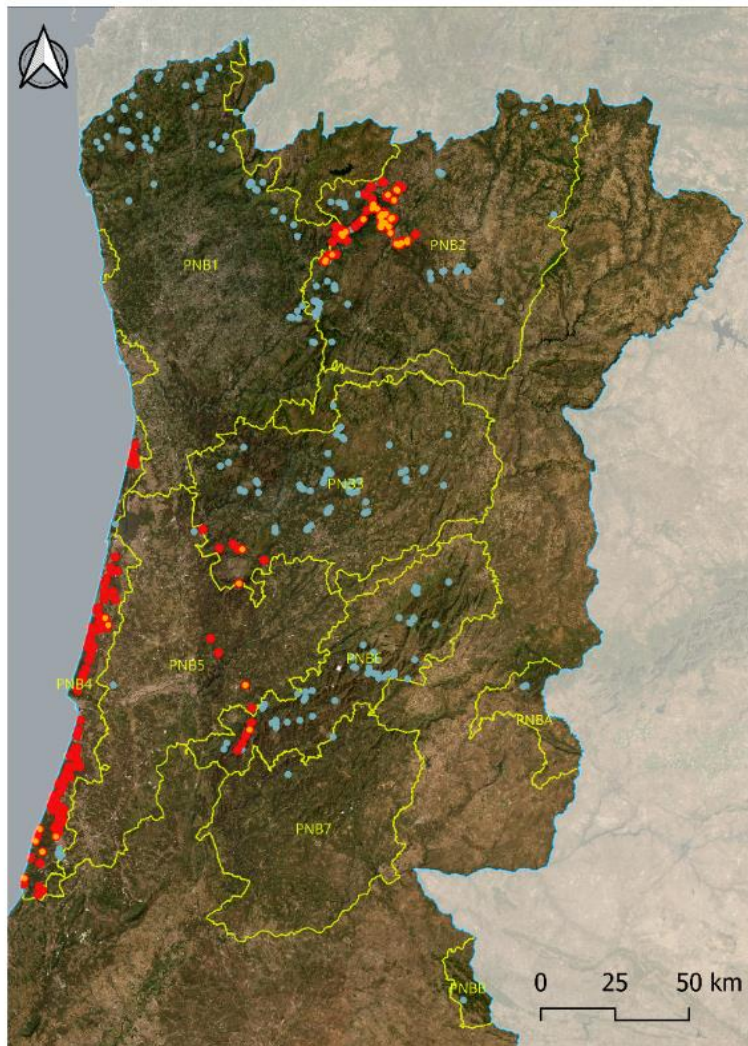
## Atividade 2 Pomares Clonais

- Seleção de locais
- Instalação de cavalos e de  
faixas de abrigo

## Atividade 3 Estudos de Associações

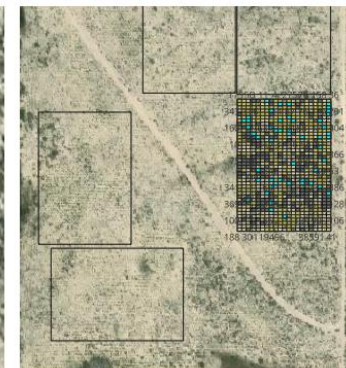
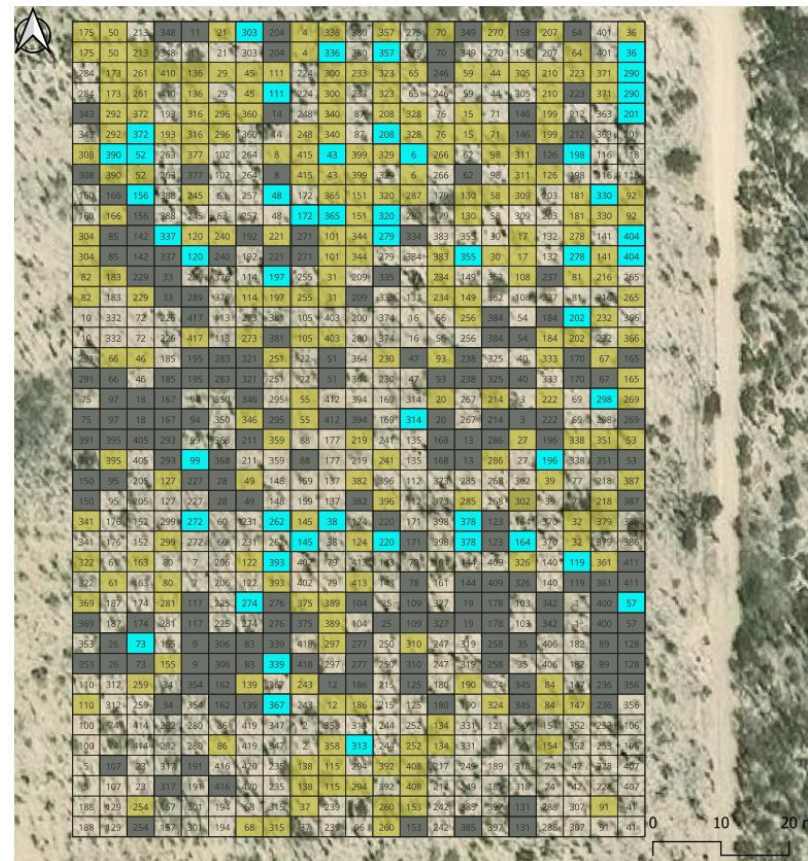
- Fenótipo/Genótipo
- Plataforma de marcadores





- Árvores Substituídas
- Recolha de génotipos (GreenClon) em 2024
- RP\_Pinheiro-bravo\_ICNF

420 árvores identificadas



- INIAV
- Proposta\_Blocos\_120x84
- Enxertias (Sucesso) [2024]
- 1
- Cavalo Viável [2024]
- 1
- Árvore Morta [2024]
- 1
- BaseMap
- High Resolution 30cm Imagery
- High Resolution 30cm Imagery







**OBRIGADA!**