

Câmara Municipal de Cascais

**Diagnóstico e Avaliação do Risco de Ruptura de
2 Exemplares de *Populus nigra***



Junho de 2009

ÍNDICE

1. Introdução	3
2. Metodologia	3
3. Diagnóstico e avaliação do risco de ruptura	7
4. Intervenções aconselhadas	14
ANEXO I	
Fichas individuais de inspeção	
ANEXO II	
Resistogramas	

1. INTRODUÇÃO

Por solicitação da Câmara Municipal de Cascais, requisição externa n.º RE-01566 de 21.05.2009, a Eng.ª Carla Martins Abrantes deslocou-se, no passado dia 3, ao Jardim Visconde da Luz, em Cascais, no intuito de proceder ao diagnóstico e avaliação do risco de ruptura de dois exemplares de *Populus nigra* L. (nome vernáculo – choupo-negro). No decorrer desta visita contou com o apoio da Exma Sr.ª Eng.ª Maria João Lima, Técnica da Autarquia.

2. METODOLOGIA

A inspeção dos dois exemplares anteriormente referidos teve por base um método de avaliação do estado estrutural e do risco de ruptura de uma árvore, que leva em consideração não só os possíveis pontos débeis da árvore como também a sua capacidade de resposta - Análise Visual de Árvores (AVA do inglês *Visual Tree Assessment - VTA*) (Mattheck & Breoler, 1994)¹.

Neste âmbito, realizou-se uma inspeção visual de cada uma das árvores para determinação da vitalidade, em função do tamanho das folhas e crescimento dos lançamentos, detecção de sintomas e sinais de doenças e de pragas, de problemas fisiológicos e de defeitos externos e sintomas externos de defeitos internos (nem sempre foi possível avaliar a presença de defeitos no sistema radicular).

Por forma a identificar eventuais defeitos internos, que não tenham evidência externa, foi efectuado o teste do martelo de borracha, que consiste na avaliação do som produzido por várias pancadas secas em diferentes posições dos ramos, tronco e colo.

A inspeção em altura destes exemplares foi efectuada por intermédio de binóculos.

No anexo I apresentam-se as fichas de inspeção individual.

Por forma a quantificar os defeitos que se mostraram críticos e potenciais defeitos internos procedeu-se a

¹ Mattheck, C. & Breoler, H.. (1994). *The body language of trees. A handbook for failure analysis*. Ed by d. Lonsdale. 240 pp..

análises instrumentais empregando-se um resistógrafo F 400-S (fig. 1) (anexo II). A utilização deste aparelho permite quantificar a gravidade de um determinado defeito, através da resistência imposta pelo lenho à entrada de uma agulha a uma velocidade constante, que é regulada em função da espécie arbórea.

De modo a ilustrar o anteriormente exposto, apresentam-se dois resistogramas de F 400-S, obtidos em árvores da mesma espécie (espécie arbórea de lenho duro). O gráfico n.º 1 representa uma leitura numa árvore sã enquanto que o gráfico n.º 2 refere-se a uma árvore com lenho infectado por um basidiomiceta lenhícola.



Figura 1 – Análise instrumental com recurso a resistógrafo F 400-S.

Gráfico 1 – Resistograma de uma árvore sã.

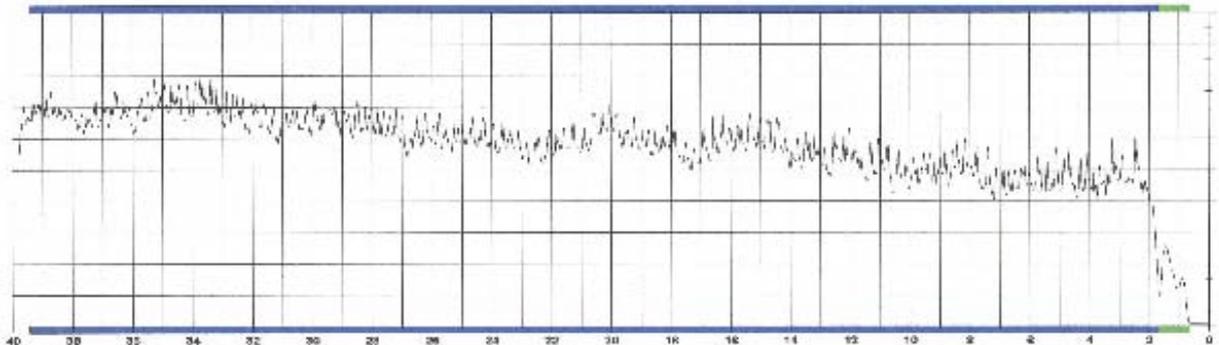
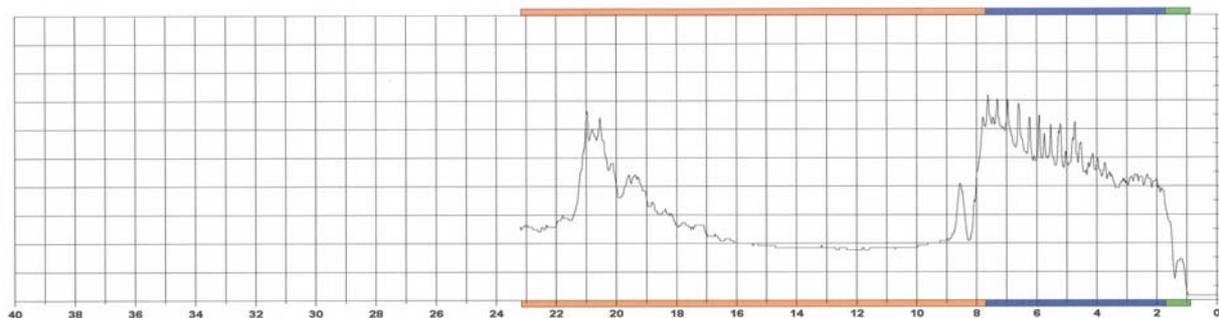


Gráfico 2 – Resistograma de uma árvore com lenho infectado por um basidiomiceta lenhícola.



A análise do gráfico 1 revela uma zona, até 2 cm de profundidade, de amplitude reduzida, correspondente a casca-floema-câmbio secundário, passando rapidamente a uma amplitude mais elevada quando a agulha inicia a perfuração no lenho (os diversos picos que se podem observar correspondem a zonas de lenho primaveril e lenho de fim de estação, uma vez que impõem diferentes resistências à entrada da agulha no lenho). Já no gráfico n.º 2 é possível observar-se entre 8 e 23 cm de profundidade uma quebra drástica da amplitude. Esta diminuição deve-se à presença de uma podridão de lenho em avançado estado de degradação, isto é, lenho alterado pelas enzimas produzidas pelo basidiomiceta lenhícola. Contudo, o defeito encontra-se estabilizado uma vez que os cerca de 5,5 cm de lenho são, posteriormente formados,

são suficientes, no caso concreto deste indivíduo, para a manutenção da distribuição dos esforços físicos impostos à árvore (Mattheck & Breoler, 1994)¹.

Com o objectivo de se quantificar o grau de perigosidade associado às duas árvores inspeccionadas aplicou-se o método Risk Rating System². Este método permite obter um índice, entre 3 e 10, que expressa a probabilidade e gravidade de um eventual acidente, em função da probabilidade de ruptura total ou parcial da árvore, de acordo com os defeitos detectados e avaliados no decorrer do trabalho de campo, dimensões da peça que poderá entrar em ruptura e probabilidade de atingir um alvo, humano ou material.

No quadro 1 apresentam-se os valores que poderão ser assumidos por cada um destes sub-índices.

Quadro 1 – Valores dos sub-índices do método Risk Rating System

Probabilidade de ruptura	Tamanho da peça	Probabilidade de atingir um alvo	Grau de perigosidade
1 (reduzida)	1 ($\varnothing < 10$ cm)	1 (ocasional)	3-10 (Somatório dos sub-índices)
2 (moderada)	2 ($\varnothing 10-50$ cm)	2 (frequente)	
3 (elevada)	3 ($\varnothing > 50$ cm)	3 (muito frequente)	
4 (muito elevada)	-	-	

Realizou-se ainda, uma inspecção visual do ambiente envolvente, nomeadamente, direcção do vento dominante, exposição solar, compactação do solo, entre outros.

² United States Forest Service

3. DIAGNÓSTICO E AVALIAÇÃO DO RISCO DE RUPTURA

Os dois exemplares de *P. nigra*, em posição codominante, apresentavam uma vitalidade razoável, evidenciando copas ligeiramente descompensadas, com grau de transparência reduzido, especialmente na metade inferior devido a forte rebentação epicórmica, resultante não só do abrolhamento de gomos adventícios formados sobre o tecido caloso em resultado da supressão de ramos, mas também, de gomos dormentes, em resultado de um reajustamento do equilíbrio fisiológico, em função da idade avançada dos dois indivíduos (fig. 1).



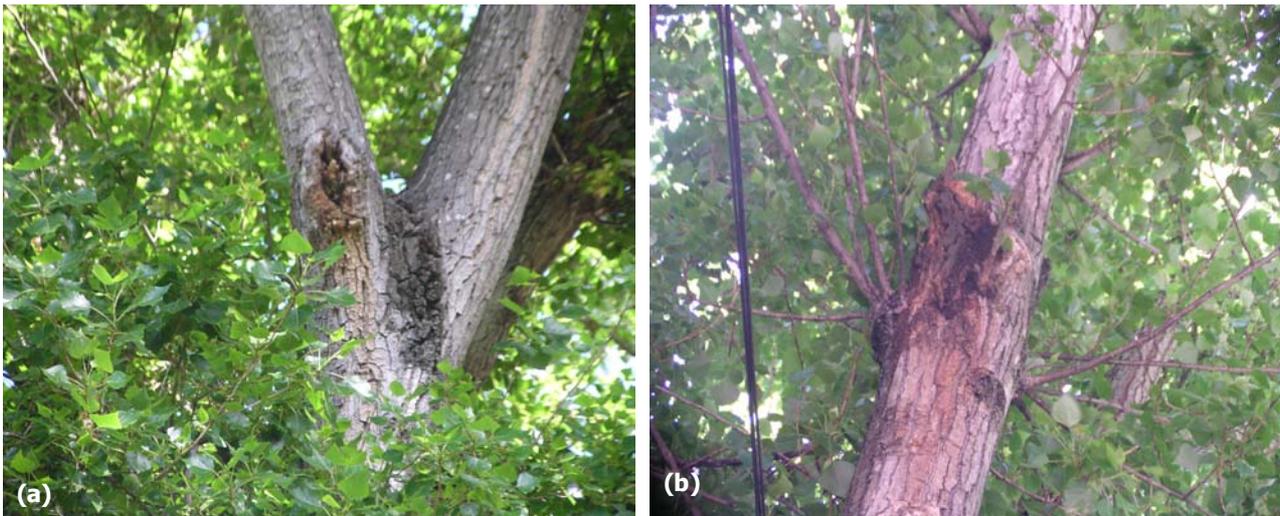
Figura 1 – Aspecto geral dos dois indivíduos de *P. nigra* inspeccionados: (a) árvore n.º 1; (b) árvore n.º 2.

Ao nível das duas copas é ainda de referir o início do estabelecimento de um processo de regressão (isto é, morte de ramos de cima para baixo e de fora para dentro) (fig. 2) que se encontra mais avançado na árvore n.º 1. Esta disfunção da parte aérea, superfície elaboradora de fotoassimilados, resulta da existência de uma disfunção do sistema radicular, superfície de absorção de água e nutrientes, em consequência, neste caso concreto, da denegação da área subterrânea efectiva de exploração de recursos, em virtude, da idade avançada dos dois indivíduos. A presença dos ramos secos na copa constitui um factor de risco elevado, pois ao perderem a flexibilidade ao vento e a resistência ao peso próprio, podem entrar em ruptura por um qualquer ponto da sua estrutura e a qualquer momento.



Figura 2 – Presença de início de regressão de copa: (a) árvore n.º 1; (b) árvore n.º 2.

Foram detectadas, sobre os ramos de segunda e terceira ordem, em ambas as árvores, algumas lesões, essencialmente antigas feridas de poda, com podridão dos tecidos internos expostos e por vezes escorrimento de exsudações, as quais se configuram num defeito de risco elevado (fig. 3).



**Figura 3 – Presença de lesões com podridão dos tecidos internos expostos : (a) árvore n.º 1;
(b) árvore n.º 2.**

Ambas as árvores apresentavam troncos de pequena altura, bifurcando, a partir do mesmo ponto, em quatro pernadas no caso da árvore n.º 1, e três pernadas no caso da árvore n.º 2, com desenvolvimento aproximadamente vertical, reflectindo uma instabilidade mecânica moderada, em virtude das tensões de crescimento que se originam na zona de inserção. A situação encontra-se, do ponto de vista estrutural, agravada pela presença, entre as várias pernadas de cada uma das árvores, de extensas zonas com casca inclusa (fig. 4) (0,80 m a 1,10 m de comprimento na árvore n.º 1; 0,70 m de comprimento na árvore n.º 2), que poderão conduzir ao desenvolvimento de fissuras internas e consequente ruptura dos ramos, devido ao estabelecimento de forças de atrito entre as cascas, provocadas pelos movimentos de oscilação e flexão impostos pelo vento.



Figura 4 – Presença de início de regressão de copa: (a) árvore n.º 1; (b) árvore n.º 2.

Na árvore n.º 1 foram ainda assinaladas feridas na base das várias das pernas (fig. 5). Estas não só constituem um problema fisiológico, pois conduzem à dessecação do lenho, entrada de ar no sistema vascular e gasto de reservas energéticas no processo de compartimentação, como também, portas de entrada para agentes causais de doenças, em especial basidiomicetas lenhícolas. Com efeito, observou-se nas várias lesões o apodrecimento do lenho exposto, bem como, em duas delas, a formação de cavidade.



Figura 5 – Presença de lesões extensas, com apodrecimento dos tecidos internos expostos e formação de cavidade em (b) e (c) (árvore n.º 1).

Embora não estando presentes as frutificações do agente causal, que permitissem a sua identificação, é possível afirmar pela degradação do lenho, que o patógeno em causa provoca, uma degradação enzimática primeiro da lenhina, com a conseqüente diminuição da resistência mecânica à compressão e mais tarde com o evoluir da doença também da celulose e hemícelulosos levando a uma redução da resistência mecânica à tracção. Ainda do ponto de vista mecânico, este facto é potenciado pela interrupção da transmissão dos esforços físicos, internos e externos, e que se concentrarão nas margens das feridas.

Por forma a se avaliar a afectação interna destes defeitos, foram realizados dois resistrogramas (anexo II). A análise da primeira leitura permitiu verificar a presença de uma podridão de lenho em diferentes estados de evolução entre 2,50 e 23,90 cm de profundidade, registando-se entre 12,80 e 13,40 cm uma zona de elevada degradação do lenho. A segunda leitura evidenciou a presença de uma podridão de lenho a partir de 21,50 cm de profundidade antecedida por um lenho já em incipiente estado de degradação.

Embora, ambas as leituras demonstrem uma redução, ainda moderada, da resistência mecânica do lenho, realçam uma ineficaz capacidade de resposta do sistema de defesa do hospedeiro, que se traduz num prognóstico de evolução da doença e conseqüente aumento de instabilidade estrutural.

Ao nível do colo deste exemplar, assinalaram-se ainda, com o teste do martelo de borracha, duas zonas com produção de som positivo. Uma vez que este poderá ser sinal da presença de um defeito interno efectuou-se, em cada uma das zonas, uma leitura com recurso a resistógrafo. Ambas as leituras evidenciaram a presença de podridão de lenho em estado incipiente, na primeira ao longo dos 35,30 cm de profundidade analisados e na segunda entre 8,30 e 17,80 cm de profundidade, situação que se traduz numa perda moderada da resistência mecânica do tecido xilémico.

Na árvore n.º 2 assinalaram várias feridas não só na base dos ramos de primeira ordem, como também no tronco ao nível da zona de inserção das pernas, evidenciando uma forte dessecação dos tecidos internos expostos e formação de cavidade em três destas lesões (fig. 6 e 7).



Figura 6 – Presença de lesões extensas, com dessecação dos tecidos internos expostos.



Figura 7 – Presença de lesões extensas, com apodrecimento dos tecidos internos expostos e formação de cavidade (árvore n.º 2).

No intuito de se avaliar a afectação interna destes defeitos foram realizados três resistogramas. Através da primeira leitura constatou-se a presença de uma podridão de lenho em estado incipiente entre 4,10 e 16,30 cm de profundidade. A segunda leitura evidenciou a presença de uma podridão de lenho em diferentes estados de evolução entre 5,30 e 24,60 cm de profundidade, sendo de realçar uma pequena bolsa de 0,90 cm de comprimento com maior degradação. E por fim, com a terceira leitura detectou-se um apodrecimento do lenho, ainda incipiente, entre 10,00 e 15,65 cm de profundidade. Embora a instabilidade mecânica seja mais acentuada do lado Sudoeste a 1,25 m de altura (zona correspondente ao segundo resistograma), as restantes zonas também apresentam uma moderada (primeira leitura) a ligeira (terceira leitura) alteração da capacidade de sustentação de esforços físicos.

Ao nível do colo deste exemplar foram detectadas, em posição oposta, duas zonas com produção de som positivo. A análise do resistograma efectuado do lado Norte, permitiu verificar, ao longo de toda a leitura, uma podridão de lenho em estado intermédio de evolução, que se traduz numa situação de deficiente capacidade de sustentação de esforços físicos. Já do lado Sul foi apenas detectada uma bolsa de podridão incipiente do lenho entre 6,95 e 8,90 cm de profundidade.

Em função dos dados recolhidos no decorrer do trabalho de campo, apresenta-se no quadro 2 o grau de perigosidade para cada um dos exemplares inspeccionados.

Quadro 2 – Grau de perigosidade associado a cada uma das árvores inspeccionadas

Local	Árv. n.º	Espécie	Probabilidade de ruptura parcial ou total	Tamanho da peça	Probabilidade de atingir um alvo	Grau de perigosidade
Jardim Visconde da Luz	1	<i>P. nigra</i>	3	2	3	8
	2		3	2	3	8

4. INTERVENÇÕES ACONSELHADAS

Por forma a minimizar o risco de ruptura, decorrente dos defeitos descritos anteriormente para ambos os exemplares inspeccionados, seria necessário proceder-se a uma redução não só da quantidade de “vela exposta” mas também da carga em presença, traduzindo-se, essencialmente, num rebaixamento de um terço da altura da copa, por atarraques em axilas de ramos laterais e posterior acompanhamento anual.

Todavia, uma intervenção deste carácter iria produzir, neste caso concreto, uma afectação do equilíbrio fisiológico uma vez que a copa que seria preservada em cada uma das árvores, é, embora densa, maioritariamente formada por rebentação epicórmica. Além disso, com o avançar da idade todas as árvores perdem capacidade de resposta, factor que é agravado por se tratar de uma espécie arbórea de lenho brando, apresentando pouca resistência a esforços de compressão radial, tracção transversal e flexão dinâmica, bem como, fraca capacidade de compartimentação. Com efeito, e tal como referido anteriormente, foi possível inferir nos resistogramas efectuados a ineficaz capacidade de resposta do sistema

de defesa dos exemplares.

Assim, uma intervenção deste tipo, embora produza uma minimização o risco de ruptura actual, esta será, neste caso concreto, temporária, podendo mesmo, com o passar do tempo, contribuir para um aumento do potencial risco de ruptura. Além disso, os defeitos detectados durante a inspecção continuarão a evoluir, conduzindo a maior instabilidade mecânica e consequentemente aumentando a probabilidade de ruptura.

Deste modo é aconselhável o abate dos dois exemplares.

Vila Franca de Xira, 18 de Junho de 2009



Carla Martins Abrantes
Eng.^a Florestal
Especialista em Arboricultura Urbana