



Quantified Tree Risk Assessment
Simply Balancing Risks With Benefits



Nota Prática

Quantified Tree Risk Assessment

VERSION 5



Nota Prática: Quantified Tree Risk Assessment (Avaliação Quantificada dos Riscos de Árvores)

"Quando podemos medir aquilo de que estamos a falar, e exprimi-lo em números, ficamos a saber algo sobre isso; mas quando não podemos medi-lo, quando não podemos exprimi-lo em números, o nosso conhecimento é escasso e insuficiente"

William Thomson, Lord Kelvin, Popular Lectures and Addresses [1891-1894]

1. INTRODUÇÃO

Todos os dias enfrentamos riscos em todas as atividades, e a forma como gerimos esses riscos consiste em fazer escolhas. Ponderamos os custos e os benefícios do risco para definir se este é aceitável, inaceitável ou tolerável. A título de exemplo, se quisermos viajar de carro, temos de aceitar que mesmo com todas as extensas medidas de controlo de riscos, como cintos de segurança, limites de velocidade, airbags e barreiras de proteção, o risco de morte que subsiste ainda é significativo. Trata-se de um risco quotidiano que é aceite e tolerado por milhões de pessoas em troca dos benefícios de uma deslocação confortável. A gestão das árvores deve também adotar uma abordagem equilibrada.

O risco de queda de árvores só existe se houver potencial para o colapso da árvore e potencial para provocar danos. O trabalho do avaliador de risco é analisar a probabilidade e as consequências do colapso da árvore. O resultado desta avaliação pode então fundamentar a ponderação do risco pelo gestor de árvores, que pode ser igualmente o proprietário.

Utilizando um intervalo abrangente de valores¹, a Avaliação Quantificada dos Riscos de Árvores (QTRA) permite ao avaliador de árvores identificar e analisar o risco do colapso de árvores em três fases essenciais. 1) ter em conta o uso do solo em termos de vulnerabilidade ao impacto e probabilidade de ocupação, 2) ter em conta as consequências de um impacto, considerando o tamanho da árvore ou do ramo em causa, e 3) estimar a probabilidade de a árvore ou ramo colapsar no solo em questão. Estimando os valores destes componentes, o avaliador pode recorrer à calculadora manual QTRA ou à aplicação informática para calcular um risco de dano anual de uma dada árvore. Para fundamentar as decisões de gestão, os riscos de diferentes perigos podem então ser hierarquizados e comparados, e ponderados contra níveis de risco genericamente aceitáveis e toleráveis.

Abordagem equilibrada aos riscos de árvores Os riscos da queda de árvores são, regra geral, muito

baixos, e os riscos elevados só se costumam verificar em áreas ou com elevados níveis de ocupação humana, ou com bens de valor. Quando os níveis de ocupação humana e o valor dos bens são suficientemente baixos, não se costuma exigir a avaliação de árvores para deteção de fraquezas estruturais. Mesmo quando o uso do solo indica que é adequado proceder à avaliação de árvores, raras vezes é adequado avaliar o risco inerente a cada árvore individualmente numa dada população. Frequentemente, tudo o que se exige é uma breve análise das árvores para identificar sinais graves de fraqueza estrutural ou de declínio de saúde. Fazer tudo o que é razoavelmente exequível não significa que todas as árvores tenham de ser individualmente examinadas com regularidade (HSE 2013).

O método QTRA possibilita um leque de abordagens desde a avaliação geral de grandes conjuntos de árvores até, se necessário, à avaliação detalhada de uma determinada árvore.

Risco de dano

O resultado QTRA denomina-se Risco de dano e é uma medida combinada da probabilidade e das consequências do colapso de árvores, ponderada contra a base de referência da perda de uma vida humana no ano seguinte.

ALARP (Tão Baixo Quanto Razoavelmente Praticável)

Determinar que um risco foi reduzido a Tão Baixo Quanto Razoavelmente Praticável (HSE 2001) envolve uma avaliação quer do risco, quer do sacrifício ou do custo envolvido na redução desse risco. Se for possível demonstrar que há uma forte desproporção entre ambos, sendo o risco significativo no que respeita ao sacrifício ou custo, então reduzir o risco ainda mais não é "razoavelmente praticável".

Custos e benefícios do controlo de riscos

As árvores trazem muitos benefícios para as pessoas e para o ambiente em geral. Na gestão de qualquer risco, é essencial manter um equilíbrio entre os custos e benefícios da redução de riscos, que deve ser tido em conta na determinação de ALARP. Não se trata

apenas de ter em conta o custo financeiro de controlar o risco, mas também a perda de benefícios relacionados com a árvore e o risco para trabalhadores e público em geral da própria medida de controlo do risco.

Quando se considera o risco da queda de árvores, o custo do controlo de risco é habitualmente demasiado elevado se for claramente "desproporcionado" em relação à redução de risco. No contexto de QTRA, a questão da "forte desproporção"², se as decisões forem acentuadamente influenciadas no sentido da segurança, só é provável que seja considerada quando os riscos forem iguais ou superiores a 1/10 000.

Riscos aceitáveis e toleráveis

A Tolerabilidade do enquadramento do risco (ToR) (HSE 2001) é uma abordagem amplamente aceite para tomar decisões sobre se os riscos são genericamente aceitáveis, inaceitáveis, ou toleráveis. Representado graficamente na Figura 1, a ToR pode ser resumida como tendo uma Região genericamente aceitável em que o limite superior é um risco anual de morte de 1/1 000 000, uma Região inaceitável em que o limite inferior é de 1/1 000 e, entre ambas, uma Região tolerável na qual a tolerabilidade de um risco depende dos custos e benefícios da redução de riscos. Na Região tolerável, temos de nos interrogar se os benefícios do controlo de riscos são suficientes para justificar os respetivos custos.

No que se refere a árvores, alguns riscos transpõem o limite do Genericamente aceitável 1/1 000 000, mas permanecem toleráveis. Isto deve-se ao facto de qualquer redução adicional envolver um custo desproporcionado no que se refere à perda de benefícios ambientais, visuais e outros, para além dos custos financeiros de controlar o risco.

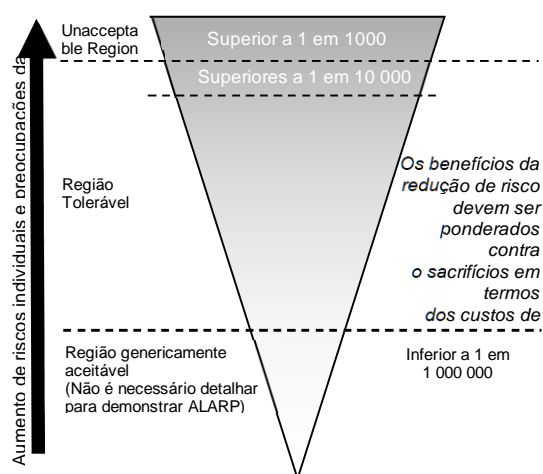


Figure 1. Adaptado de Tolerability of Risk framework (HSE 2001)

Valor estatístico da vida

O Valor estatístico da vida (VOSL) é uma variável de gestão do risco largamente usada, que recorre ao valor de uma vida hipotética para orientar a alocação adequada de recursos à redução do risco. No Reino Unido, este valor é atualmente da ordem de £2 000 000 (€2 200 000), e foi aquele que foi adotado no método QTRA.

No QTRA, a atribuição de um valor estatístico a uma vida humana tem dois propósitos específicos. Em primeiro lugar, o QTRA usa o VOSL para possibilitar que os danos materiais sejam comparáveis à perda de vidas, permitindo a comparação de riscos para pessoas e bens. Em segundo lugar, a alocação equilibrada de recursos financeiros para a redução de riscos pode ser fundamentada pelo VOSL. "O valor estatístico de uma vida de £1 000 000 é apenas mais uma forma de dizer que uma redução de risco de morte de 1/1 000 000 por ano tem um valor de £10 por ano" (HSE 1996).

Internacionalmente, há uma variação no VOSL, mas para que os resultados do QTRA sejam consistentes, sugere-se que um valor de VOSL de £2 000 000 (€2 200 000) seja aplicado à escala internacional. Em última instância, esta é uma decisão que cabe ao gestor de árvores.

2. PROPRIEDADE DO RISCO

Quando há muitas pessoas expostas a um risco, este é partilhado entre elas. Se houver só uma pessoa exposta, esta é o recetor do risco na totalidade e se tiver controlo sobre o risco a propriedade do risco é também sua. Uma pessoa pode optar por aceitar ou rejeitar qualquer risco que impenda sobre si, se tiver o controlo desse risco. Se os riscos que são impostos a outros se tornam elevados, a preocupação da sociedade exige que os mesmos sejam controlados o que em última análise é imposto pelos tribunais ou por reguladores governamentais.

Apesar de os resultados do QTRA poderem eventualmente estar relacionados com um destinatário individual, isto raras vezes sucede. O que é mais frequente é que o cálculo do risco de dano tenha por base uma ocupação cumulativa - ou seja, o número de pessoas por hora, ou de veículos por dia, sem procurar identificar as entidades que partilham o risco.

Nos casos em que o risco de dano está relacionado com uma entidade específica ou um grupo conhecido de pessoas, o gestor de risco pode ter em conta as opiniões das pessoas que estão expostas ao risco no

momento de tomar decisões de gestão. No caso em que o risco é imposto a uma comunidade mais alargada, os princípios definidos no enquadramento do ToR podem ser usados como uma abordagem razoável para determinar se o risco é ALARP.

3. MÉTODO QTRA - VERSÃO 5

Os valores introduzidos para o cálculo dos três componentes do QTRA estão definidos em escalões amplos³ de Alvo, Dimensão e Probabilidade de colapso. O avaliador estima valores para estes três componentes e introduz-los na calculadora manual ou na aplicação informática para calcular o Risco de dano.

Avaliação do uso do solo (Alvos)

A natureza do uso do solo sob ou nas áreas adjacentes a uma árvore permite habitualmente fundamentar o nível e a extensão da avaliação de risco a efetuar. Na avaliação de Alvos, estão disponíveis seis escalões de valores. A Tabela 2 define estes escalões no que se refere à frequência de veículos, ocupação humana e valores monetários de danos materiais.

Ocupação humana

A probabilidade da ocupação por peões num dado local é calculada no pressuposto de que um peão médio demora cinco segundos a passar por debaixo de uma árvore média. Por exemplo, uma ocupação média de dez pedestres por dia, cada um ocupando o Alvo por cinco segundos é uma ocupação diária de cinquenta segundos, dando uma probabilidade de ocupação de $1/1,728$. Se for provável uma ocupação mais longa, como num edifício habitável, café ao ar livre, ou banco num parque, o período de ocupação pode ser medido, ou estimado sob a forma de proporção de uma dada unidade de tempo, por exemplo seis horas por dia ($1/4$). O Alvo é registado como um escalão (Tabela 2).

Alvos influenciados pelo clima

Muitas vezes, a natureza de uma fraqueza estrutural numa árvore é tal que a probabilidade de colapso é maior com tempo ventoso, ao passo que a probabilidade de esse local estar ocupado por pessoas com tais condições meteorológicas é frequentemente baixa. Isto é válido, em particular, para espaços de lazer ao ar livre. Ao estimar os Alvos humanos, o avaliador de risco tem de responder à questão "nas condições meteorológicas expectáveis para que o colapso da árvore ocorra, qual é a minha expectativa de ocupação humana?" Esta abordagem, em vez de recorrer à ocupação média, assegura que o avaliador tem em consideração a relação existente entre

meteorologia, pessoas e árvores, bem como a natureza da pessoa média e a sua capacidade de reconhecer e evitar riscos desnecessários.

Veículos na autoestrada

No caso de veículos, a probabilidade de ocupação pode estar relacionada com a queda de árvores ou de ramos que atingem o veículo, ou com o choque do veículo contra a árvore caída. Os dois tipos de choque são influenciados pela velocidade do veículo; quanto mais depressa este se desloca, menos provável é que possa ser atingido pela árvore em queda, mas mais provável é que possa embater contra uma árvore caída. A probabilidade de um veículo ocupar um determinado ponto na estrada é a relação entre o tempo em que está ocupado - incluindo uma distância de paragem de segurança - e o tempo total. O veículo médio numa estrada do Reino Unido é ocupado por 1,6 pessoas (DfT 2010). Para contabilizar a proteção substancial que o veículo proporciona contra a maior parte dos choques contra árvores e, em particular, colisões frontais, o QTRA valoriza o facto de os 1,6 ocupantes estarem protegidos substancialmente para além do valor do veículo como equivalente a uma vida humana exposta.

Propriedade

Propriedade é tudo aquilo que pode ser danificado pela queda de uma árvore, desde uma habitação familiar até gado, passando por veículos estacionados ou vedações. Ao avaliar a exposição da propriedade à queda de árvores, a avaliação do QTRA considera o custo de reparação ou substituição que possa resultar da queda da árvore. Na Tabela 2 apresentam-se escalões de valores, e a estimativa do avaliador apenas tem que definir qual dos seis escalões de custo deve seleccionar.

Na Tabela 2, os escalões dos valores da propriedade estão baseados num VOSL de €2 200 000, por exemplo, no caso de um edifício com um custo de substituição de €22 000 seria valorizado em 0,01 ($1/100$) de uma vida (Escalão do Alvo 2).

Na avaliação de risco de um edifício, o Alvo a ter em conta pode ser o edifício, os ocupantes, ou ambos. Os ocupantes de um edifício podem estar protegidos contra danos pela estrutura, ou substancialmente expostos ao impacto de uma árvore em queda se a estrutura não for suficientemente robusta, e é isto que vai determinar a forma como o avaliador classifica o Alvo.

Alvos múltiplos

Um Alvo pode estar constantemente ocupado por mais do que uma pessoa e o QTRA pode ter este fator em conta. A título de exemplo, se o projeto considerar que há uma ocupação média constante por 10 pessoas, o Risco de dano é calculado relativamente à ocupação média constante do Alvo por uma pessoa antes de identificar que a ocupação média é de 10 pessoas. Isto exprime-se como Alvo 1 (10T)/1, em que 10T representa os Alvos múltiplos. No que se refere à propriedade, um Risco de dano 1 (10T)/1 seria equivalente a um risco de perder €22 000 000 em comparação com €2 200 000.

Dimensão da árvore ou dos ramos

Um pequeno ramo morto com um diâmetro inferior a 25 mm não é provável que cause danos significativos mesmo no caso de um impacto direto com um Alvo, ao passo que a queda de um ramo com um diâmetro superior a 450 mm é

possível que cause alguns danos se porventura chocar contra qualquer Alvo, salvo os mais robustos. O método QTRA classifica o Tamanho pelo diâmetro dos troncos e ramos da árvore (medidos para além de qualquer conicidade basal). Na compilação da Tabela 1, usou-se uma equação obtida a partir das medições do peso de árvores com troncos de diferentes diâmetros para criar um conjunto de dados de pesos comparativos de árvores e ramos com diâmetro variável entre 25 mm e 600 mm. A dimensão dos ramos mortos pode ter uma redução caso estes tenham sofrido uma diminuição significativa de peso por motivo de degradação e perda de ramos subordinados. Esta redução, identificada como "Massa reduzida", reflete-se numa diminuição estimada da massa de um ramo morto.

Tabela 1. Dimensão

Escalão de dimensões	Dimensão da árvore ou do ramo	Escalão de probabilidades
1	> 450mm diâm .	1/1 - >1/2
2	260mm diâm . - 450mm diâm .	1/2 - >1/8.6
3	110mm diâm . - 250mm diâm .	1/8.6 - >1/82
4	25mm diâm . - 100mm diâm .	1/82 - 1/2 500

* O Escalão 1 tem por base um diâmetro de 600 mm .

Tabela 2. Alvos

Escalão do alvo	Propriedade (custo de reparação ou substituição)	Humana (não em veículos)	Tráfego automóvel (número por dia)	Escalões de valor (probabilidade de ocupação ou fração de €2 200 000)
1	€2 200 000 – >€220 000 (€2 000 000 – >€200 000)	Ocupação: Constante – 2.5 horas/dia Peões e ciclistas: 720/hora – 73/hora	26 000 – 2 700 @ 110kph (68mph) 32 000 – 3 300 @ 80kph (50mph) 47 000 – 4 800 @ 50kph (32mph)	1/1 – >1/10
2	€220 000 – >€22 000	Ocupação: 2.4 horas/dia – 15 min/dia Peões e ciclistas: 72/hora – 8/hora	2 600 – 270 @ 110kph (68mph) 3 200 – 330 @ 80kph (50mph) 4 700 – 480 @ 50kph (32mph)	1/10 – >1/100
3	€22 000 – >€2 200	Ocupação: 14 min/dia – 2 min/dia Peões e ciclistas: 7/hora – 2/hora	260 – 27 @ 110kph (68mph) 320 – 33 @ 80kph (50mph) 470 – 48 @ 50kph (32mph)	1/100 – >1/1 000
4	€2 200 – >€220	Ocupação: 1 min/dia – 2 min/semana Peões e ciclistas: 1/hora – 3/dia	26 – 4 @ 110kph (68mph) 32 – 4 @ 80kph (50mph) 47 – 6 @ 50kph (32mph)	1/1 000 – >1/10 000
5	€220 – >€22	Ocupação: 1 min/semana – 1 min/ mês Peões e ciclistas: 2/dia – 2/semana	3 – 1 @ 110kph (68mph) 3 – 1 @ 80kph (50mph) 5 – 1 @ 50kph (32mph)	1/10 000 – >1/100 000
6	€22 – €2.2	Ocupação: <1 min/ mês – 0.5 min/ano Peões e ciclistas: 1/semana – 6/ano	Nenhum	1/100 000 – 1/1 000 000

Os Alvos de veículos, peões e propriedade são classificados pela frequência com que são utilizados ou pelo respetivo valor monetário. A probabilidade de um veículo ou peão que ocupa uma área Alvo no Escalão do Alvo 4 está entre os limites superior e inferior de 1/1,000 e >1/10 000 (coluna 5). Utilizando o VOSL €2 200 000, o valor de reparação ou substituição da propriedade para o Escalão do Alvo 4 é de €2 200 - >€220.

Probabilidade de colapso

Na avaliação QTRA, a probabilidade de a árvore ou o ramo caírem no próximo ano é estimada e registada como um escalão de valor (Escalões 1 - 7, Tabela 3).

A seleção de um Escalão de probabilidade de colapso (PoF) requer que o avaliador compare a avaliação que fez da árvore ou do ramo em causa com um valor de referência de uma árvore que não esteja comprometida no Escalão de probabilidade de colapso 7, ou uma árvore ou ramo que se espere colapsar ao longo do ano, o que pode ser descrito como tendo uma probabilidade de colapso de 1/1.

Tabela 3. Probabilidade de colapso

Escalão da probabilidade de colapso	Probabilidade
1	1/1 - >1/10
2	1/10 - >1/100
3	1/100 - >1/1 000
4	1/1 000 - >1/10 000
5	1/10 000 - >1/100 000
6	1/100 000 - >1/1 000 000
7	1/1 000 000 - 1/10 000 000

A probabilidade de a árvore ou o ramo cair no próximo ano

No decurso da formação QTRA, os Utilizadores registados percorrem um conjunto de exercícios de campo no sentido de calibrarem as suas estimativas da Probabilidade de colapso.

Cálculo QTRA

O avaliador seleciona um Escalão de valores para cada um dos três componentes a introduzir, Alvo, Dimensão e Probabilidade de Colapso. Os Escalões são introduzidos na calculadora manual ou na aplicação informática para calcular um Risco de dano.

O Risco de dano exprime-se como uma probabilidade e está arredondado para um algarismo significativo. Qualquer Risco de dano que seja inferior a 1/ 000 000 é representado como <1/1 000 000. Como auxiliar visual, o Risco de dano tem um código de cores que utiliza o sistema dos semáforos rodoviários ilustrado na Tabela 4 (página 7).

Risco de dano - Simulações de Monte Carlo

O Risco de dano para todas as combinações de Escalões de Alvo, Dimensão e Probabilidade de colapso foi calculado usando simulações de Monte Carlo⁴. O Risco de dano QTRA é o valor médio de cada conjunto de resultados de Monte Carlo.

No QTRA Versão 5, o Risco de dano não deve ser calculado sem a calculadora manual ou a aplicação informática.

Avaliar grupos e populações de árvores

Ao avaliar populações ou grupos de árvores, quantifica-se o risco mais elevado no grupo e se esse risco é tolerável, o que implica que os riscos das restantes árvores sejam igualmente toleráveis, não sendo necessários mais cálculos. Caso o risco seja intolerável, deve ser quantificado o risco mais elevado seguinte e assim por diante até se estabelecer um risco tolerável. Este processo requer o conhecimento prévio da tolerância de risco por parte do gestor de árvores.

Precisão dos resultados

O propósito do QTRA não é necessariamente apresentar elevados graus de precisão, mas contribuir para a quantificação dos riscos da queda de árvores de modo que os riscos sejam classificados dentro de escalões amplos (Tabela 4).

4. FUNDAMENTAR DECISÕES DE GESTÃO**Equilibrar custos e benefícios do controlo de riscos**

Ao controlar os riscos da queda de árvores, o benefício de reduzir o risco é óbvio, mas os custos do controlo de riscos são com demasiada frequência negligenciados. Para cada redução de risco há custos, e o mais óbvio destes é o custo financeiro inerente à implementação da medida de controlo. Frequentemente menosprezada é a transferência de riscos para trabalhadores e público em geral que podem ser diretamente afetados pela remoção ou poda de árvores. Talvez ainda mais importante, a maior parte das árvores confere benefícios, cuja perda deve ser tida em conta sob a forma de um custo no momento de estabelecer o balanço entre custos e benefícios do controlo de riscos.

Ao equilibrar as decisões de gestão do risco usando o QTRA, a consideração dos benefícios resultantes das árvores assume habitualmente uma importância muito reduzida e não requer uma análise muito detalhada. Em termos simples, o gestor de árvores pode ter em conta se o custo global do controlo de risco está equilibrado. Se os riscos se aproximarem de 1/10 000, este caso pode significar um balanço linear

de custos e benefícios. Se os riscos forem iguais ou superiores a 1/10 000, é habitualmente adequado implementar controlos de risco, salvo se os custos forem fortemente desproporcionados em relação aos benefícios, e não simplesmente desproporcionados. Por outras palavras, o equilíbrio está em dar mais peso ao lado do controlo do risco com custos associados mais elevados.

Consideração do valor das árvores

É necessário ter em conta os benefícios inerentes às árvores, mas estes não se conseguem facilmente quantificar em dinheiro e muitas vezes é difícil atribuir um valor a atributos como sombra e prazer visual suscetíveis de se perderem com o controlo de riscos.

Sugere-se aqui uma abordagem simples à consideração do valor de uma árvore como um ativo, recorrendo ao conceito de "benefícios médios". Quando ponderadas contra outras árvores similares, uma árvore que apresente "benefícios médios" exibe, regra geral, um leque de benefícios que são típicos de exemplares da sua espécie, idade e situação. Nesta perspetiva, uma árvore que apresente "benefícios médios" pode parecer baixa em comparação com árvores particularmente importantes - como se vê na Figura 2, mas tal pode, não obstante, ser suficiente para compensar um Risco de dano inferior a 1/10 000. Sem ter de considerar os benefícios do controlo de riscos, podemos com alguma razoabilidade assumir que abaixo de 1/10 000, o risco de uma árvore que apresente "benefícios médios" é ALARP.

Em contrapartida, se for dito que a árvore apresenta benefícios abaixo da média devido, por exemplo, a estar em declínio e em más condições fisiológicas, pode ser necessário ter em conta dois elementos adicionais. Em primeiro lugar, temos o Risco de dano na parte superior da Região tolerável, e em segundo lugar, temos o Risco de dano com probabilidade de subir antes da próxima análise devido a uma Probabilidade de colapso mais elevada. Se estas duas condições se aplicarem, então pode ser adequado ter em conta o equilíbrio dos custos e benefícios da redução de riscos no sentido de definir se o risco é ALARP. Este equilíbrio requer que o gestor de árvores analise quer a redução do risco, quer os custos dessa redução.



Fig. 2

Benefícios das árvores inferiores à média

Habitualmente, os benefícios apresentados por uma árvore só se reduzem significativamente abaixo dos "benefícios médios" típicos da espécie, idade e situação se houver alguma possibilidade de os benefícios serem encurtados, talvez devido ao declínio ou à morte da árvore. Isto não quer dizer que uma desvantagem como a sombra indesejável, o levantamento de um passeio, ou a restrição ao crescimento de outras árvores não deva igualmente ser tida em conta no balanço de custos e benefícios.

O castanheiro-da-índia na Figura 3 morreu recentemente e nos próximos anos pode ser uma fonte inesgotável de valiosos habitats. Contudo, para esta espécie de árvore e a velocidade relativamente rápida a que a madeira apodrece, é provável que a durabilidade destes benefícios se reduza a poucos anos. Esta árvore já tem um valor reduzido que vai continuar a diminuir rapidamente ao longo dos próximos cinco a dez anos ao mesmo tempo que é de esperar que o Risco de Dano aumente. Os benefícios apresentados pela árvore podem mudar à medida que esta se degrada. É possível que as qualidades diminuam enquanto a madeira em apodrecimento vai fornecendo habitats para várias espécies, pelo menos durante algum tempo. Não há medidas concretas e rápidas para estes benefícios e cabe ao gestor de árvores decidir o que é importante para o local e como se pode fazer o equilíbrio com os riscos.

Se um risco estiver na Região tolerável e a árvore apresentar benefícios inferiores aos médios, pode ser adequado implementar um controlo de risco tendo, ao mesmo tempo, em conta o custo financeiro. Neste ponto, pode-se usar o VOSL para fundamentar uma decisão sobre se o controlo de risco é equilibrado. O

Exemplo 3 abaixo coloca esta avaliação no contexto da avaliação de uma árvore.

Pode haver casos em que uma árvore tenha um valor tão reduzido e o custo monetário da redução do risco seja tão baixo que possa ser razoável reduzir ainda mais um risco já relativamente baixo. Por outro lado, uma árvore pode ter um valor tão elevado que um risco anual superior a 1/10 000 seja considerado tolerável.

Por vezes, tomam-se decisões no sentido de manter riscos elevados porque os benefícios da árvore são especialmente altos ou importantes para os interessados e, nestas situações, pode ser indicado avaliar e documentar os benefícios com algum detalhe. Se for necessário proceder a uma avaliação detalhada dos benefícios, há vários métodos e fontes



Fig. 3

de informação (Forest Research, 2010).

Delegar decisões de gestão do risco

A compreensão dos custos que podem equilibrar a redução dos riscos pode ser fundamentada pelo conhecimento do avaliador de risco, pela experiência e pelas observações no local, mas as decisões de gestão do risco devem ser tomadas pelo gestor de árvores. Isto não quer dizer que o gestor de árvores deve analisar e aceitar todas as medidas de controlo de riscos, mas ao delegar decisões nos inspetores e outro pessoal ou conselheiros, os gestores das árvores devem definir, por meio de política, declaração ou

contrato, os princípios e talvez os limiares pelos quais as árvores e os riscos a elas associados são habitualmente geridos.

Com base na aceitação pelo gestor de árvores dos princípios definidos na Nota Prática QTRA e/ou de qualquer outra instrução específica, o avaliador de risco pode ter em conta o balanço custo/benefício e na maior parte das situações será capaz de determinar se o risco é ALARP no momento de apresentar recomendações de gestão.

Tabela 4. Limiares de risco aconselhados QTRA

Limiares	Descrição	Ação
1/1 000	Inaceitável Normalmente, os riscos não são tolerados	<ul style="list-style-type: none"> Controlar o risco
	Inaceitável (quando imposto a outros) Normalmente, os riscos não são tolerados	<ul style="list-style-type: none"> Controlar o risco Analisar o risco
	Tolerável (por acordo) Os riscos podem ser tolerados se as pessoas expostas ao risco o tolerarem, ou se a árvore tiver um valor excecional	<ul style="list-style-type: none"> Controlar o risco salvo se houver um amplo acordo dos interessados para o tolerar, ou se a árvore tiver um valor excecional Analisar o risco
1/10 000	Tolerável (quando imposto a outros) Os riscos são toleráveis se ALARP	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar custos e benefícios do controlo de riscos Controlar o risco só se for possível alcançar um benefício significativo a um custo razoável Analisar o risco
1/1 000 000	Genericamente aceitável O risco já é ALARP	<ul style="list-style-type: none"> Nenhuma ação é atualmente necessária Analisar o risco

Limiares informativos de risco QTRA

Os Limiares aconselhados QTRA na Tabela 4 são propostos como uma abordagem razoável para equilibrar a segurança da queda de árvores com os custos da redução de riscos. Esta abordagem leva em conta os princípios ALARP e ToR amplamente aplicados, mas não impõe a forma como estes princípios devem ser aplicados. Embora tais limiares possam constituir o alicerce de uma política sólida para a gestão do risco de árvores, os gestores de árvores devem tomar decisões baseadas na situação, nos valores e nos recursos em que se encontram. Mais

importante, para permitir que os avaliadores de árvores definam orientações de gestão adequadas, é útil para eles disporem de alguns conhecimentos sobre as preferências do proprietário das árvores antes da avaliação das mesmas.

Um Risco de dano que seja inferior a 1/1 000 000 é Genericamente aceitável e já é ALARP. Um Risco de dano igual ou superior a 1/1 000 é inaceitável e não é habitualmente tolerado. Entre estes dois valores, o Risco de dano está na Região tolerável de ToR e é tolerável se for ALARP. Na Região tolerável, as decisões de gestão são fundamentadas pela consideração dos custos e benefícios do controlo de riscos, incluindo a natureza e a extensão dos benefícios conferidos pelas árvores, que seriam perdidos com as medidas de controlo de riscos.

Para efeitos de gestão dos riscos da queda de árvores, a Região tolerável pode ainda ser subdividida em duas secções. A partir de 1/1 000 000 até menos de 1/10 000, o Risco de dano é habitualmente tolerável desde que a árvore confira "benefícios médios" como vimos anteriormente. À medida que o Risco de dano se aproxima de 1/10 000, é necessário que o gestor de árvores tenha em conta os benefícios apresentados pela árvore e os custos globais de mitigar o risco.

Um Risco de dano na Região tolerável mas igual ou superior a 1/10 000 não é habitualmente tolerável caso seja imposto a outros, como o público em geral, e se for mantido exige uma consideração mais detalhada de ALARP. Em circunstâncias excecionais, um proprietário de árvores pode optar por manter um Risco de dano igual ou superior a 1/10 000. Uma tal decisão pode ter por base o acordo das pessoas expostas ao risco, ou talvez o facto de a árvore ser de grande importância. Nestas circunstâncias, um gestor de árvores prudente consulta os interessados envolvidos sempre que possível.

5. EXEMPLO DE CÁLCULOS DE QTRA E DECISÕES DE GESTÃO DOS RISCOS

Apresentamos abaixo três exemplos de cálculos QTRA e aplicação aos Limiares aconselhados QTRA.

Exemplo 1.

	Alvo de colapso		Dimensão		Probabilidade		Risco de dano
Escalão	6	x	1	x	3	=	<1/1 000 000

O Exemplo 1 é a avaliação de uma árvore grande (Dimensão 1) e instável com uma probabilidade de colapso entre 1/100 e >1/1 000 (PoF 3). O Alvo é um passeio pelo qual há menos de um peão a passar pela árvore semanalmente (Alvo 6). O Risco de dano é calculado como sendo inferior a 1/1 000 000 (verde). Este é um exemplo em que o Alvo é tão baixo que não há habitualmente qualquer necessidade de atender à condição estrutural de uma árvore ainda que grande.

Exemplo 2.

	Alvo de colapso		Dimensão		Probabilidade de Colapso		Risco de dano
Escalão	1	x	4	x	3	=	1(2T)/50 000

No Exemplo 2, um ramo recentemente morto (Dimensão 4) está suspenso sobre uma via urbana principal movimentada que está em média constantemente ocupada por duas pessoas, e aqui considera-se a ocupação de Alvos Múltiplos.

Com uma ocupação média de duas pessoas, o Risco de dano 1 (2T)/50 000 (amarelo) representa um aumento duplo na grandeza das consequências, sendo assim equivalente a um Risco de dano de 1/20 000 (amarelo). Este risco não excede 1/10 000, mas

tratando-se de um ramo morto na extremidade superior da Região tolerável é adequado considerar o balanço de custos e benefícios do controlo de riscos. É expectável que os ramos mortos apodreçam com o tempo, de que resulta o aumento da probabilidade de colapso. Por ser um ramo morto, alguns dos habituais benefícios do ramo perderam-se e é adequado considerar se o custo financeiro do controlo de riscos é equilibrado.

Exemplo 3.

	Alvo de colapso		Dimensão		Probabilidade de Colapso		Risco de dano
Escalão	3	x	3	x	3	=	1/500 000

No Exemplo 3, um ramo defeituoso de 200 mm de diâmetro está suspenso por cima de uma estrada nacional pela qual circulam diariamente entre 470 e 48 veículos a uma velocidade média de 50 kph (32 mph) (Escalão do Alvo 3). O ramo está dividido e é avaliado como tendo uma probabilidade de colapso para o ano seguinte entre 1/100 e 1/1 000 (Escalão PoF 3). O Risco de dano é calculado como 1/500 000 (amarelo) e é necessário ponderar se o risco é ALARP. Estima-se que o custo de remover o ramo e reduzir o risco para Genericamente aceitável (1/1 000 000) seja de €390. Para definir se este custo de controlo de risco é equilibrado, aplica-se a seguinte equação. €2 200 000 (VOSL) x 1/500 000 = €4.4 indica que o custo projetado de €390 deve ser desequilibrado em relação ao benefício. Tendo em conta o custo financeiro, a transferência de risco para arboricultores e transeuntes, o custo pode ser descrito como sendo fortemente desproporcionado, ainda que fossem tidos em conta benefícios acumulados ao longo de, por exemplo, dez anos.

Referências

- DfT. 2000. Highway Economic Note N. 1. '*Valuation of Benefits of Prevention of Road Accidents and Casualties*'. Department for Transport.
- DfT. 2010. Department for Transport. *Vehicles Factsheet*. Department for Transport, London. pp. 4. Available for download at <http://www.dft.gov.uk/statistics>
- Forest Research. 2010. *Benefits of green infrastructure* - Report by Forest Research. Forest Research, Farnham, Surrey. 42 pp.
- HSE. 1996. *Use of Risk Assessment Within Government Departments*. Report prepared by the Interdepartmental Liaison Group on Risk Assessment. Health and Safety Executive. HSE Books, Sudbury, Suffolk. 48 pp.
- HSE. 2001. *Reducing Risks: Protecting People*. Health and Safety Executive, [online]. Available for download at <http://www.hse.gov.uk/risk/theory/r2p2.pdf> (accessed 05/11/2013).
- HSE. 2013. *Sector Information Minute - Management of the risk from falling trees or branches*. Health & Safety Executive, Bootle, [online]. Available for download at http://www.hse.gov.uk/foi/internalops/sims/ag_food/010705.htm (accessed 05/11/2013).
- ISO. 2009. ISO Guide 73. *Risk Management Vocabulary*. International Organization for Standardization. Geneva. 17 pp.
- Tritton, L. M. and Hornbeck, J. W. 1982. *Biomass Equations for Major Tree Species*. General Technical Report NE69. United States Department of Agriculture.
- Revisão 5.2.4. Valores monetários para versões não britânicas atualizadas a 1 de janeiro de 2019
- © 2019. Publicado por Quantified Tree Risk Assessment Limited. 9 Lowe Street, Macclesfield, Cheshire, SK11 7NJ, Reino Unido.