

**João Pedro Aleixo da
Costa**

**Utilização de Equipamentos Pesados na
Supressão de Incêndios Rurais na Comunidade
Intermunicipal da Região de Coimbra**

**João Pedro Aleixo da
Costa**

**Utilização de Equipamentos Pesados na
Supressão de Incêndios Rurais na
Comunidade Intermunicipal da Região de
Coimbra**

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Ciências da Informação e Administração para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Gestão de Emergência, realizada sob a orientação científica Mestre Eutíquio José Gonçalves Costa e coorientação do Mestre Márcio Samuel Ribeiro Teles.

O júri

Presidente: Professora Doutora Carla Andreia Pimentel Rodrigues, professora coordenadora do ISCIA.

Orientador: Professor Mestre Eutíquio José Gonçalves Costa, professor adjunto do ISCIA.

Arguente: Professor Mestre José Pedro Lopes, professor convidado do ISEC de Lisboa.

Agradecimentos

Gostaria de expressar a minha gratidão ao meu orientador, Mestre Eutíquio José Gonçalves Costa e coorientador Mestre Márcio Samuel Ribeiro Teles, pelos valiosos contributos e orientações.

Agradeço também à minha família, pelo apoio incondicional durante este percurso de valorização, especialmente ao meu filho pelo tempo de ausência necessário para a conclusão desta etapa. Ao Diretor do Serviço Municipal de Proteção Civil de Coimbra, Mestre Nelson Antunes, por toda a disponibilidade demonstrada e acesso aos equipamentos do Município de Coimbra

Um agradecimento especial para as antigas e novas amizades que foram criadas no ISCIA, que sempre se dispuseram a apoiar e a fazer sugestões construtivas.

palavras-chave

Incêndios Rurais; Equipamentos Pesados; Planeamento; Máquinas de Rasto; Gestão de Emergência.

resumo

Os incêndios florestais são a maior ameaça que as florestas do sul da Europa enfrentam, e o problema pode escalar com as mudanças climáticas e a persistência nas alterações no uso do solo que reforçam a inflamabilidade ao nível de paisagem (Moreira et al, 2011; Fernandes, 2013).

A experiência profissional adquirida no ano de 2017, aquando da necessidade de acompanhamento de uma máquina de rasto em trabalhos a executar no âmbito dos incêndios rurais, mais especificamente no distrito de Leiria, despertou a necessidade de procura de informação que fosse ao encontro das lacunas e dúvidas que foram aparecendo, de forma a otimizar o trabalho realizado por esta tipologia de equipamento.

Verificou-se que existem um conjunto de fatores e parâmetros que devem ser avaliados e validados, de forma a que a utilização deste tipo de equipamentos possa decorrer com uma maior rentabilidade e eficácia.

Neste trabalho, pretendo identificar esses fatores e fornecer informações essenciais sobre equipamentos pesados e sua utilização na extinção de incêndios rurais, produção de linhas orientadoras para os gestores de emergência e utilizadores deste tipo de maquinaria, sua aplicação em segurança e com elevado rendimento na extinção de incêndios rurais.

Keywords

Rural Fires; Heavy duty; Planning; Track Machines Emergency Management.

abstract

Forest fires are the greatest threat facing southern European forests, and the problem may escalate with climate change and persistent land-use changes that increase flammability across the landscape (Moreira et al., 2011; Fernandes, 2013).

The professional experience gained in 2017, when a tracked machine was needed to monitor work on rural fires, specifically in the district of Leiria, sparked the need to seek information that would address the gaps and questions that arose, in order to optimize the work performed by this type of equipment.

It was found that there are a set of factors and parameters that must be evaluated and validated so that the use of this type of equipment can be carried out with greater profitability and efficiency.

In this work, i intend to identify these factors and provide essential information on heavy equipment and its use in extinguishing rural fires, producing guidelines for emergency managers and users of this type of machinery, and its safe and high-performance application in extinguishing rural fires.

Índice

Índice de Figuras.....	xvi
Índice de Tabelas	xviii
Índice de Anexos	xviii
Introdução.....	20
Capítulo 1 Enquadramento.....	22
1.1 Metodologia	23
1.2 A Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra	23
1.3 Contexto geográfico da CIM da Região de Coimbra	24
1.4 Público-Alvo abrangido pelo estudo	27
Capítulo 2 Tipologia de Equipamentos Pesados Utilizados em Incêndios rurais	27
2.1 Características das Máquinas de Rasto	32
2.1.1 Função e Aplicação.....	33
2.1.2 Características Técnicas	33
2.1.3 Equipamentos de Segurança e Comunicação.....	34
2.1.4 Elementos de uma máquina de rasto	34
2.1.5 Elementos internos da Máquina de Rasto	36
2.1.6 Máquinas com Roda Motriz Elevada (High Drive)	37
2.2 Dispositivos de segurança - Proteção da Cabine – Certificações ROPS e FOPS.....	38
2.2.1 Estrutura ROPS	40
2.2.2 Estrutura FOPS.....	41
2.3 Iluminação.....	41
2.4 Comunicações	43
2.4.1 Soluções de Comunicação Utilizadas.....	44

2.4.1.1 Rádio Comunicação.....	44
2.4.1.2 Comunicação via Sinalética Gestual	44
2.4.2 Boas Práticas Operacionais	45
2.5 Rock Alarm – Sistema de Alerta de Perigos Imediatos.....	46
Funcionamento.....	46
Boas Práticas de Utilização.....	46
2.6 Selo CE – Conformidade Europeia em Máquinas de Rasto.....	47
2.7 Movimentos da Lâmina nas Máquinas de Rasto	48
2.7.1 Movimento Bulldozer.....	48
2.7.2 Movimento Angledozer	49
2.7.3 Movimento Tiltadozer.....	50
2.7.4 Movimento Tipadozer	51
2.8 Relevância para Extinção de Incêndios Rurais	52
2.9 Tipos de Lâminas em Máquinas de Rasto e Seus Usos na Supressão de Incêndios.....	52
2.9.1 Lâmina Direita	53
2.9.2 Lâmina em "U"	53
2.9.3 Lâmina “Brush”	54
2.9.4 Resumo das Aplicações das Lâminas	55
Capítulo 3 Classificação das Máquinas de Rasto no Combate a Incêndios Rurais.	55
3.1 Considerações.....	58
3.2 Condições que Limitam o Uso das máquinas de rasto	59
3.2.1 Inclinação das Encostas	59
3.2.2 Combustíveis Pesados	60
3.2.3 Afloramentos Rochosos	60

3.2.4 Solos Frágeis, Moles e Erosão	60
3.3 Máquinas de Rasto e Suas Capacidades em Diferentes Terrenos	61
3.4 Orientações Gerais para Uso em Declives e Terrenos Íngremes	62
Capítulo 4 Técnicas de Supressão de Incêndios com Máquinas de Rasto...	64
4.1 Ataque Direto – Eliminação do Comburente.....	65
4.1.1 Propagação Ascendente	65
4.1.2 Propagação Descendente	66
4.1.3 Da Cabeça para a Cauda	67
4.1.4 Da Cauda para a Cabeça.....	67
4.2 Ataque Indireto	68
4.3 Ataque Paralelo	69
4.4 Técnicas e Estratégias de Emprego de Múltiplas Máquinas de Rasto no Combate a Incêndios Florestais	70
4.4.1 Avanço Contínuo	70
4.4.2 Avanço Alternado	70
4.4.3 Avanço Oposto.....	71
4.4.4 Ataque Paralelo com Máquinas de Rasto	72
4.4.5 Largura da Linha	73
4.5 Outras Funções Estratégicas das Máquinas de Rasto	74
4.5.1 Controlo de Perímetros e Rescaldos	74
4.5.2 Criar acessos a outros meios	74
4.6 Limites de Segurança em Operação de Máquinas de Rasto	76
4.7 Taxas de Construção de Linha com Máquinas de Rasto.....	78
4.8 Equipa de Apoio	82
4.9 Equipas Especificas para trabalho com Máquinas de Rasto	83

Capítulo 5	Planificação e Gestão de Operações de Supressão com	
	Maquinaria Pesada	86
5.1	Análise do Terreno	87
5.2	Escolha do Tipo de Máquina	87
5.3	Análise da Carga de Combustível e Vegetação	87
5.4	Segurança e Planeamento da Manobra	88
5.5	Coordenação com outros Recursos	89
5.6	Operação e Coordenação no Combate a Incêndios	90
5.6.1	Desafios Operacionais	92
5.6.2	Perceção de Invencibilidade das Máquinas de Rasto	93
5.7	Planeamento e Definição de Objetivos	94
5.7.1	Gestão de Grandes Incêndios Rurais (GIR) e Zonas de Apoio	96
5.8	Incêndios florestais em Portugal, presente e futuro	96
Capítulo 6	Consciência Situacional e Medidas de Segurança (LACES)	97
6.1	Princípios de Construção de Linha de Segurança no Combate a Incêndios Rurais	98
6.2	Desafios e Riscos para o Operador	99
6.3	Regras Fundamentais de Segurança na Utilização de Tratores	99
6.3.1	Protocolo de emergência – Máquina cercada pelo fogo	100
6.3.2	Lista de Práticas de Segurança em Operações com Equipamentos Pesados	101
6.4	Ambiente e Considerações locais para Operações de Máquinas de Rasto	102
6.5	Manutenção	103
6.5.1	Verificação antes do arranque	104
6.5.2	Manutenção diária ou após uso	104
6.5.3	Manutenção Periódica	104

Capítulo 7 Metodologia	105
Capítulo 8 Apresentação e discussão de resultados.....	108
8.1 Caracterização da amostra.....	108
8.2 Caracterização sociodemográfica	109
8.2.1 Género.....	109
8.2.2 Faixa etária	109
8.2.3 Escolaridade	110
8.2.4 Instituição de Origem	111
8.3 Caracterização do conhecimento sobre o tema	112
8.3.1 Considera a utilização de máquinas de rasto, uma mais-valia no combate a incêndios rurais	113
8.3.2 É conhecedor dos procedimentos a adotar em caso de mobilização de máquinas de rasto	113
8.3.3 Considera fácil a mobilização de máquinas de rasto	115
8.3.4 Considera que a mobilização para os incêndios rurais, deste tipo de equipamentos é realizada de forma antecipada	115
8.3.5 Conhece os requisitos a avaliar aquando da necessidade de mobilizar uma Máquina de Rasto	116
8.3.6 Enquanto Comandante das Operações de Socorro, já planeou a utilização de máquinas de rasto em incêndios rurais	117
8.3.7 Estando presente num teatro de operações de incêndios rurais, considera que, normalmente, existe uma estratégia definida na utilização de máquinas de rasto	118
8.3.8 Num teatro de operações de incêndios rurais, que dificuldades operacionais identifica aquando do planeamento para a utilização de máquinas de rasto	119
8.3.9 O empenhamento de máquinas de rasto implica o trabalho conjunto entre equipas multidisciplinares, que dificuldades identifica nesse trabalho.	120

8.3.10 Num teatro de operações, verifica que as máquinas de rasto utilizadas apresentam características para trabalho em segurança no período noturno ...	121
8.3.11 Num teatro de operações, tem verificado a utilização de equipamentos de proteção individual e comunicações, pelos operadores destes equipamentos .	122
8.3.12 Enquanto elemento presente no teatro de operações, teve formação no âmbito da temática da utilização de máquinas de rasto nos incêndios rurais. ...	123
8.3.13 Enquanto entidade gestora deste equipamento, existe a preocupação de utilização de seguro específico para operações em incêndios rurais.	124
8.3.14 Relativamente à tipologia de máquinas de rastos utilizadas em incêndios florestais, e às caraterísticas específicas destes equipamentos indique a sua preferência?	125
8.3.15 Considera que os custos envolvidos na operação de máquinas de rastos	126
8.3.16 Considerando as questões colocadas anteriormente, que outra informação acha importante partilhar.....	127
Capítulo 9 Considerações Finais	128
9.1 Ações de formação específica	128
9.2 Equipas especializadas	131
9.3 Cartografia de apoio operacional e Fluxogramas de Acionamento e mobilização expeditos	132
9.4 Higiene, segurança e saúde no trabalho.....	135
Capítulo 10 Conclusões.....	136
11 Bibliografia.....	138
12 Anexos	142
Anexo 1 – Questionário	142
Anexo 2 – Fluxograma de acionamento de Máquina de rastos – DON 2 – DECIR - ANEPC	149

Índice de Figuras

Figura 1- Enquadramento Territorial – Fonte: Autoria própria, 2025.	24
Figura 2 – Exemplo de Máquina de Rastos – Fonte: Google, 2025.	29
Figura 3 – Pá Carregadora – Fonte: Google, 2025.	29
Figura 4 – Retroescavadora – Fonte: Google, 2025.	30
Figura 5 – Niveladora – Fonte: Google, 2025.	31
Figura 6 – Giratória de Rastos – Fonte: Google, 2025.	31
Figura 7 – Trator com Destroçador – Fonte: Google, 2025.....	32
Figura 8 – Elementos de uma máquina de rasto – Fonte: Elaboração própria, 2025.....	34
Figura 9 – Características de uma máquina de rastos – Fonte: Manual de operações Komatsu D65EX-18E0, 2025.....	35
Figura 10 – Elementos internos – Fonte: Manual caterpillar D6N, 2025.	36
Figura 11 – Exemplo de ROPS – Fonte: Autoria própria, 2025.	39
Figura 12 – Exemplo de ROPS – Fonte: Autoria própria, 2025.	40
Figura 13 - Certificação Dispositivos Segurança – Fonte: Autoria própria, 2025.....	41
Figura 14 – Iluminação Noturna – Fonte: Autoria própria, 2025.	42
Figura 15 – Exemplo de Headset – Fonte: Google, 2025.	44
Figura 16 – Exemplo Sinalética Utilizada nos EUA – Fonte: Fireline handbook, 2025.	45
Figura 17 – Exemplo Marcação CE – Fonte: Google, 2025.....	47

Figura 18 – Movimento Bulldozer – Fonte: Google, 2025.....	49
Figura 19 – Movimento Angledozer – Fonte: Google, 2025.....	50
Figura 20 – Detalhe da Lâmina com Movimento Angledozer – Fonte: Google, 2025.....	50
Figura 21 – Movimento Tiltadozer – Fonte: Google, 2025.....	51
Figura 22 - Movimento da Lâmina Tipdozer – Fonte: Google, 2025.....	52
Figura 23 - Lâmina Direita – Fonte: Henkemfg, 2025.	53
Figura 24 - Lâmina em “U” – Fonte: Google, 2025.	54
Figura 25 - Lâmina "Brush" – Fonte: Weldco beales, 2025.	55
Figura 26 – Máquina Caterpillar D5G – Fonte: Google, 2025.	56
Figura 27 - Máquina Caterpillar D6K – Fonte: Google, 2025.....	57
Figura 28 - Máquina Caterpillar D7G – Fonte: Google, 2025.....	58
Figura 29 - Propagação Ascendente – Fonte: Juan Caamano, 2025.....	66
Figura 30 - Propagação Descendente – Fonte: Juan Caamano, 2025.....	67
Figura 31 - Operação com Máquina de Rasto – Fonte: Google, 2025.....	68
Figura 32 - Ataque Indireto – Fonte: Juan Caamano, 2025.....	69
Figura 33 - Ataque Paralelo – Fonte: Internet, 2025.	69
Figura 34 - Avanço Contínuo – Fonte: Juan Caamano, 2025.....	70
Figura 35 - Avanço Alternado – Fonte: Juan Caamano, 2025.....	71
Figura 36 - Avanço Oposto – Fonte: Juan Caamano, 2025.	72
Figura 37 -Ataque Paralelo com Máquinas de Rasto – Fonte: Internet, 2025.	73
Figura 38 - Trabalhos de Consolidação do Rescaldo – Fonte: Google, 2025.....	74
Figura 39 - Área Criada para Acesso de Veículos – Fonte: Google, 2025.	76
Figura 40 - Representação Gráfica dos Limites de Inclinação – Fonte: Dozer Boss Student workbook Appendix D, 2025.	77
Figura 41 - Cálculo da Percentagem (%) Inclinação – Fonte: Autoria própria, 2025.....	78
Figura 42 - Nível de Abney – Fonte: Autoria própria, 2025.	78
Figura 43 - Modelos Combustíveis Rothermel – Fonte: Rothermel, 2025.....	80
Figura 44 - Estimativas Gerais do Rendimento – Fonte: Autoria própria, 2025.	80
Figura 45 - Taxas de produção de Fireline (passe único) para tratores fabricados desde 1975 – Fonte: Dozer Boss Manual Appendix D, 2025.....	81
Figura 46 - Exemplo da Organização das Equipas nos EUA – Fonte: Internet, 2025.	85
Figura 47 - Zona de Segurança na Utilização – Fonte: Autoria própria, 2025.....	89
Figura 48 - Práticas Protocolo de Segurança – Fonte: Autoria própria, 2025.	100
Figura 49 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por género	109
Figura 50 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por idade	110
Figura 51 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por ano de escolaridade.....	111
Figura 52 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por entidade.....	112
Figura 53 - Gráfico representativo da importância atribuída à utilização deste equipamento	113
Figura 54 - Gráfico representativo do conhecimento sobre os procedimentos a adotar em caso de mobilização de máquinas de rasto	114
Figura 55 - Gráfico representativo da facilidade de mobilização de máquinas de rasto.....	115
Figura 56 - Gráfico representativo da mobilização antecipada de máquinas de rasto	116
Figura 57 - Gráfico representativo dos requisitos a avaliar aquando da mobilização de máquinas de rasto .	116
Figura 58 - Gráfico representativo do planeamento sobre a utilização de máquinas de rasto	117
Figura 59 - Gráfico representativo da elaboração de estratégia para a utilização de máquinas de rasto	118
Figura 60 - Gráfico representativo das dificuldades no trabalho conjunto entre equipas	120
Figura 61 - Gráfico representativo das características das máquinas de rasto para trabalho noturno.....	121
Figura 62 - Gráfico representativo da utilização de EPI pelos operadores	122
Figura 63 - Gráfico representativo da formação para a utilização de máquinas de rasto	123
Figura 64 – Gráfico representativo da utilização de seguros específicos para operações em incêndios rurais	124
Figura 65 - Gráfico representativo da preferência de equipamentos	125
Figura 66 - Gráfico representativo do conhecimento sobre os custos envolvidos nas operações de máquinas de rasto	126
Figura 67 - Carta apoio à decisão – Declives – Fonte: Autoria própria, 2025.....	133
Figura 68 - Carta apoio à decisão - Tipo de solos – Fonte: Autoria própria, 2025.....	134
Figura 69 – Carta apoio à decisão - Rede viária – Fonte: Autoria própria, 2025.	134
Figura 70 - Localização Máquinas Rasto CIM RC, – Fonte: ANEPC, 2025.....	135

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Tabela Comparativa – Tipos de Máquinas de Rasto – Fonte: Autoria própria, 2025.	37
Tabela 2- Tipos de Iluminação mais comum – Fonte: Autoria própria, 2025.	43
Tabela 3 – Resumo das aplicações das Lâminas – Fonte: Autoria própria, 2025.	55
Tabela 4 - Resumo das Características Ideais da Máquina de Rasto – Fonte: Autoria própria, 2025.	63
Tabela 5 - Limites de Inclinação Recomendados – Fonte: Autoria própria, 2025.	77
Tabela 6 – Resumos dos Desafios Operacionais – Fonte: Autoria própria, 2025.	94
Tabela 7 – Apresenta as respostas referente às dificuldades no planeamento da utilização de máquinas de rasto	119
Tabela 8 - Informações importantes partilhadas pelos inquiridos	127

Índice de Anexos

Anexo 1 – Questionário	142
Anexo 2 – Fluxograma de acionamento de Máquina de rastos – DON 2 – DECIR - ANEPC	149

Introdução

Portugal é o país do sul da Europa relativamente mais afetado pela ocorrência de incêndios florestais, (Pereira, Carreiras, Silva, & Vasconcelos, 2006), contabilizando um elevado número de ocorrências e grandes áreas ardidas face à sua área territorial.

Os incêndios rurais afetam os ecossistemas e as comunidades humanas, com consequências negativas ambientais e socioeconómicas, como a desertificação, a erosão do solo, a falta de abastecimento de água e outros prejuízos económicos elevados. Esta temática é considerada atualmente como a principal perturbação florestal e está entre as maiores preocupações ambientais em Portugal.

Os incêndios de maior dimensão tornaram-se também mais frequentes, aumentando assim os impactos ambientais e socioeconómicos

Os incêndios rurais não são planeados e nem antecipados, será por isso importante identificar os recursos necessários para uma resposta eficaz quando o mesmo ocorre. Um dos objetivos é desenvolver uma rápida supressão, enquanto se restringe os danos nos recursos existentes.

Uma forma eficiente de trabalhar na supressão de incêndios é realizando linhas de contenção o mais rápido possível, estas linhas são construídas no perímetro esperado e expectável do incêndio, impedido assim a sua progressão. Realizadas de forma a expor o solo mineral, através do corte do solo com equipamento mecanizado, sendo um dos equipamentos mais utilizados nesta tarefa as máquinas de rasto.

As Máquinas pesadas são uma ferramenta eficaz na extinção de incêndios florestais, se usadas corretamente, possuem um comportamento ideal para a criação de faixas sem combustível que limitam ou eliminam a propagação do fogo.

A utilização de maquinaria pesada em incêndios florestais remonta da década de 40 nos Estados Unidos e Canadá, sendo utilizadas em Espanha desde a década de 60. Já eram presença assídua nas florestas durante o ano inteiro, realizando trabalhos variados no âmbito da mobilização de solos para rearborezações, abertura de caminhos, entre outros, evidencia-se desde

logo alguma adaptação e resiliência para este tipo de trabalhos, tratando-se também de um equipamento que apresenta cada vez mais uma disponibilidade maior.

Nos dias de hoje apresenta-se como um elemento chave em todos os dispositivos de combate a incêndios, especialmente quando se lida com grandes incêndios rurais. Embora existam diversos tipos de máquinas pesadas com capacidade para realizar seus trabalhos em extinção, pode-se dizer que o mais adequado tanto em versatilidade quanto em eficiência é a máquina de rastos.

A estratégia de extinção de grandes incêndios baseia-se na utilização de diversos meios de extinção, onde cada meio ou ferramenta de extinção tem sua adequação ou uso e correspondentes limitações, devendo ser utilizadas de forma complementar. No entanto, as máquinas de rasto, constituem um meio valioso e uma ferramenta essencial para o controlo de incêndios de alguma importância e dimensão.

É, um meio que permanece na floresta praticamente o ano todo, garantindo sua disponibilidade mesmo nos meses fora das campanhas de incêndio. Em suma, traduz-se na simplicidade e economia de uso, pois não é necessária nenhuma adaptação técnica especial para a sua utilização em fogos e também está garantida a aquisição de experiência dos operadores.

Capítulo 1 Enquadramento

A temática dos incêndios rurais sempre me despertou um grande interesse, essencialmente na minha vida profissional, considerando assim que a escolha do ciclo de estudos que neste momento pretendo finalizar, se traduziu em mais um passo evolutivo no processo da aprendizagem e formação, conciliando desta forma o percurso profissional por mim trilhado com as temáticas evidenciadas neste mestrado.

O desenvolvimento da temática referente à utilização de máquinas de rasto em operações de extinção de incêndios florestais, toma um papel mais importante quando em virtude da minha atividade profissional num serviço Municipal de Proteção Civil dotado com este tipo de equipamento, existe a necessidade de dirigir, acompanhar e operacionalizar a utilização de máquinas de rasto.

Desde logo verifica-se que existe pouca ou nenhuma bibliografia em português referente a esta matéria, evidenciando-se neste caso as experiências existentes essencialmente nos Estados Unidos da América e em Espanha

Por outro lado, pela minha experiência, nos teatros de operações existe ainda uma lacuna grande no âmbito do planeamento de operações com máquinas de rasto, com um desconhecimento das características, limitações deste tipo de equipamentos, do trabalho a realizar, rentabilização, assim como das exigências que devem estar subjetivas aquando da contratualização a entidades externas. Esta lacuna continua a criar problemas operacionais, existindo um elevado défice de aproveitamento destes equipamentos.

É minha intenção, aprofundar conhecimentos nesta matéria e aferir o grau de entendimento sobre a matéria dos diferentes agentes de proteção civil que contribuem para o sucesso das operações em incêndios rurais, produção de documentação que possa servir de apoio para que os operacionais entendam os fatores determinantes para a utilização e rentabilização de máquinas de rasto.

1.1 Metodologia

Ao escolher este tema, iniciou-se a pesquisa bibliográfica, começando por artigos disponíveis na Internet, consultas nas bibliotecas online e literatura existente.

A prioridade inicial focou-se na pesquisa de bibliografia relacionada com a temática dos incêndios rurais, modelos de maquinaria existentes e sua utilização, procurando assim aprofundar o tema e obter um maior conhecimento, permitindo identificar os problemas operacionais existentes. Simultaneamente iniciou-se a elaboração de um inquérito que foi aplicado a vários agentes de proteção civil e entidades privadas que tenham como área de atuação a Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, tentou-se perceber o nível de conhecimento geral sobre a temática em estudo.

O questionário teve como objetivo conhecer as dificuldades e problemas operacionais na implementação de máquinas de rasto na estratégia da supressão aos incêndios rurais em Portugal. Como foi indicado anteriormente o público alvo escolhido permite uma amostra das diferentes entidades que cooperam na área da proteção civil, presentes na área territorial definida, considerando que os mesmos são elementos intervenientes quer no planeamento, quer na utilização dos equipamentos, assim como a entidades privadas, tais como prestadores de serviços com máquinas de rasto.

1.2 A Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra

A Região de Coimbra, é um território localizado no centro oeste do país, pertencendo à região do Centro. Tem uma extensão total de 4.335 km², com 436.929 habitantes em 2021 e uma densidade populacional de 101 habitantes por km².

A Região de Coimbra é composta por 19 municípios e 168 freguesias, sendo a cidade de Coimbra o principal núcleo urbano, com 99.792 habitantes na

sua área urbana e 140.796 habitantes em todo o município. A Região de Coimbra é limitada a norte com as Regiões de Aveiro e Viseu Dão-Lafões, a nordeste com as Beiras e Serra da Estrela, a sudeste com a Beira Baixa, a sul com o Médio Tejo e com a Região de Leiria e a oeste com o Oceano Atlântico.

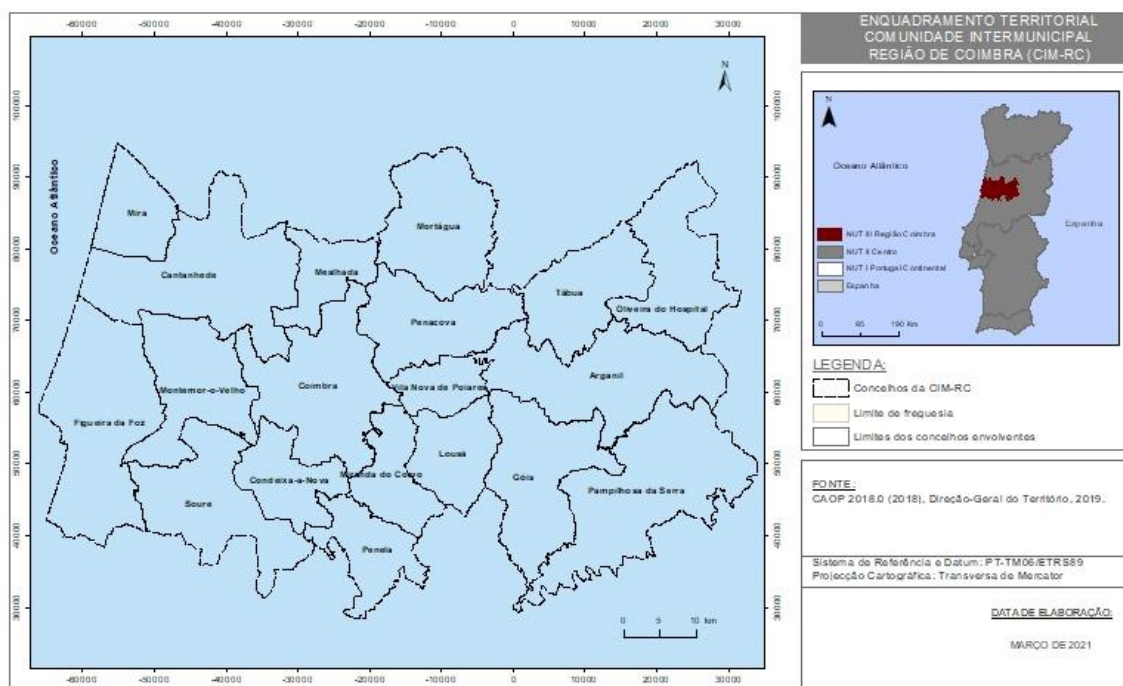


Figura 1- Enquadramento Territorial – Fonte: Autoria própria, 2025.

1.3 Contexto geográfico da CIM da Região de Coimbra

A Região de Coimbra é bem diferenciada entre interior e litoral, contrastando entre duas unidades morfoestruturais, o Maciço Hespérico representativo do relevo acidentado do interior e a Orla Mesocenozóica ocidental portuguesa, ou lusitana, representativo de um relevo suave no litoral. A Região transita para elevações, que atingem altitudes na ordem dos 1400 metros, para o interior sendo de destacar a serra de Lousã (1205 m) e a serra do Açor (1418 m).

A ocidente estende-se uma planície desde a linha de costa até à cidade de Coimbra, o Baixo Mondego. Nesta planície destaca-se a serra da Boa

Viagem (257 m), perto do Cabo Mondego, no concelho de Figueira da Foz. A noroeste, o relevo não é muito pronunciado, contando apenas com o “maciço marginal de Coimbra” e a serra do Buçaco, que atinge os 549 m de altitude, como mais representativos do relevo xistoso e quartzítico neste quadrante. A sueste domina o grande sistema montanhoso da Estrela, com a serra da Lousã a atingir os 1205 m e a serra do Açor até aos 1418m. Nesta zona o declive é acentuado, o que provoca uma circulação de água e escoamento superficial maior, contribuindo para o aumento do risco de erosão e deslizamento de terras, bem como apresenta uma cobertura vegetal diversa, que em certas parcelas é de monocultura do eucalipto e de vastas áreas de matos e incultos o que proporciona a progressão de grandes incêndios e dificulta a sua supressão.

A Região de Coimbra apresenta num clima temperado mediterrânico, com forte influência marítima no litoral de cerca de 55km de faixa costeira pela proximidade ao Oceano Atlântico e o interior para leste do maciço marginal com impacte mais continental. O clima é de tipo temperado, tal como a maior parte do noroeste da Península e litoral oeste de Portugal Continental e numerosas áreas montanhosas do interior da Península Ibérica. Os fatores de aproximação da orla costeira determinam condições de estado de tempo que se caracterizam pela suavidade dos valores extremos de temperatura o que caracteriza invernos e verões mais suaves. No que diz respeito à precipitação média anual, a Região de Coimbra caracteriza-se por precipitações anuais superiores a 1000 mm, podendo atingir médias em zonas mais afastadas do litoral na ordem dos 1600 a 2000 mm, i.e., maioritariamente nos territórios de influência da serra de Açor. No entanto, na confluência da faixa costeira com o estuário do rio Mondego os valores anuais de precipitação situam-se entre os 700 a 800 mm. No que respeita ao regime de ventos a Região de Coimbra, não tendo em linha de consideração as variações impostas pelas características morfológicas da paisagem, apresenta ventos com rumos maioritariamente dos quadrantes noroeste e sudeste, com frequências consideráveis ao longo do ano, com uma alternância estacional aparentemente relacionada com os fatores que

regem a circulação atmosférica geral. Ao nível do regime de ventos por estação do ano e com base em estudos recentes, os fatores locais determinam dois rumos predominantes e diametralmente opostos, consoante a época do ano, i.e., no período de fim de outono e inverno surgem ventos de terra (quadrante SE), enquanto no período da primavera ao verão predominam ventos do quadrante NW (ventos do Mar), refletindo de um modo objetivo as habitualmente designadas “Nortadas”. Contudo, não podemos esquecer que embora com menor frequência os ventos do Quadrante Este representam elevado aumento de risco para o fenómeno dos incêndios rurais.

A hidrografia da Região de Coimbra assenta, essencialmente, na grande bacia hidrográfica do rio Mondego, o maior rio inteiramente português, com os seus principais afluentes os rios Dão, Alva, Ceira e Arunca. Inclui ainda as bacias das ribeiras da costa atlântica do concelho de Figueira da Foz, margens esquerdas da bacia do rio Zêzere nos concelhos de Góis e Pampilhosa da Serra. A norte da Região o concelho de Mealhada, maioritariamente na bacia hidrográfica do Vouga, apresenta um conjunto de ribeiros que escoam para o rio Cértima, afluente do rio Vouga. A exceção verifica-se na parte sul do concelho, com o ribeiro do Pisão a escoar as suas águas para a Bacia do Mondego. Quanto à artificialização dos cursos de água, destaca-se o aproveitamento hidroagrícola do baixo Mondego nos concelhos de Coimbra, Soure, Montemor-o-Velho e Figueira da Foz, o sistema de barragens Agueira-Raiva-Fronhas e açude de Coimbra, que abrange os concelhos de Mortágua, Penacova, Arganil e Coimbra bem como a barragem do Alto Ceira II (rio Ceira), e a de Santa Luzia (rio Unhais) ambos no concelho da Pampilhosa da Serra.

Uso/ocupação do solo, segundo a abordagem no PIAAC da CIM-RC - Plano Intermunicipal de Adaptação às Alterações climáticas da CIM- Região de Coimbra (2017) “(...) a CIM-RC apresenta-se como uma área essencialmente florestal (73%), sendo este tipo de ocupação mais importante no setor leste (áreas mais acidentadas) e na faixa litoral, entre

Mira e Figueira da Foz (com solos mais pobres). Com uma ocupação de 20% da área total, surgem os espaços agrícolas e agroflorestais, cuja distribuição se concentra, de forma geral, na área do Baixo Mondego e Bairrada; áreas privilegiadas por depósitos aluvionares e solos de textura pesada com origem em substratos carbonatados(...). Por seu turno, os territórios artificializados representam cerca de 6% (2007) da ocupação da CIM-RC e são as áreas urbanas da Figueira da Foz e Coimbra que apresentam maior expressividade. (Atmosfera, 2025)

1.4 Público-Alvo abrangido pelo estudo

No âmbito das ocorrências relacionadas com a temática dos incêndios rurais, na Comunidade Intermunicipal (CIM) da Região de Coimbra, a gestão, coordenação e comando é realizada em articulação com os Comando Sub Regional de Emergência e Proteção Civil de Coimbra e os diferentes agentes de proteção civil (27 corpos de bombeiros, as diferentes equipas de sapadores florestais, 19 serviços municipais de proteção civil, as diferentes unidades da Guarda Nacional Republicana, aos elementos do Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, aos coordenadores da Afocelca, assim como entidades e empresas com especial dever de colaboração).

Capítulo 2 Tipologia de Equipamentos Pesados Utilizados em Incêndios rurais

As máquinas pesadas são amplamente utilizadas em diferentes setores do mercado principalmente nos setores da construção, exploração mineral, exploração florestal e agrícola.

No segmento de construção civil, por exemplo, destaca-se a utilização de equipamentos como escavadoras, máquinas de rasto, motoniveladoras e pás carregadoras.

Há uma infinidade de máquinas pesadas e cada uma tem diferentes funções e características. Além de conhecer cada uma delas, bem como as boas práticas operacionais e de segurança, é fundamental adotar estratégias inteligentes de acordo com as necessidades existentes.

Apresenta-se os principais tipos de equipamentos pesados, assim como a sua utilização preferencial de acordo com as suas características.

Máquina de Rasto (MR)

Equipamentos pesados que são utilizados na preparação do terreno, remoção da camada vegetal, nivelamento, aterros, abertura de valas, curvas de nível, entre outras aplicações, com capacidade para mover grandes quantidades de material.

As MR podem acoplar diversos equipamentos ou alfaías agrícolas para complementar a sua produtividade, grades de discos pesadas ou em V, ambas usadas para movimentar o solo duro, com raízes ou cascalho, os discos penetram na terra e descompactam o solo em pedaços.

O ripper é acoplado na traseira, pode ter de um a três dentes. O seu objetivo é rasgar, quebrar, ou estilhaçar matérias duras para facilitar o seu manuseamento ou transporte. O ripper escava a terra em menos tempo e aumenta a eficiência do trabalho devido à potência e força de tração disponível nas MR.



Figura 2 – Exemplo de Máquina de Rastos – Fonte: Google, 2025.

Pá carregadora

Usadas para mover materiais como terra e pedra, especialmente indicada para trabalhos de carregamento de veículos ou mudança de material, o equipamento deve ser utilizado em terrenos secos e firmes pois só assim, a máquina consegue operar sem dificuldade.



Figura 3 – Pá Carregadora – Fonte: Google, 2025.

Retroescavadora

Pode ser considerada como uma variante da pá escavadora, além das atividades de pá carregadora e escavadora ela tem um conjunto enorme de funções através de acessórios, por isso, é assim capaz de dar resposta às

necessidades de diferentes setores, tais como o da construção civil, infraestruturas, projetos de saneamento, entre outros.

Com o braço da escavadora presente na traseira do equipamento, ela pode trabalhar em diferentes espaços.



Figura 4 – Retroescavadora – Fonte: Google, 2025.

Niveladora

É uma máquina pesada que tem como principal função deslocar e nivelar uma determinada superfície de terra.

Por meio de uma lâmina, que pode ser inclinada em diferentes posições em relação ao seu eixo, tanto no plano horizontal como no vertical. Ela é largamente utilizada na construção civil, principalmente em projetos de terraplanagem, construção e manutenção de vias.

Sem dúvida, a realização da terraplanagem é a sua principal função, já que ela tem todos os elementos necessários para a realização do nivelamento de um perímetro preestabelecido de solo.



Figura 5 – Niveladora – Fonte: Google, 2025.

Giratória de Rastos

Uma giratória de rastos é uma máquina composta por um chassi com rodas ou com rastos, no qual assenta uma superestrutura giratória que engloba a cabine, o motor, os sistemas hidráulicos e a lança com o braço. Ao braço, que imita os movimentos de um braço humano, podem ser acoplados diversos acessórios, sendo o mais comum uma pá ou balde, que permite escavar o solo.

É igualmente possível acoplar outras ferramentas como martelos, tesouras, garras, garfos, acessórios de demolição.



Figura 6 – Giratória de Rastos – Fonte: Google, 2025.

Trator com Destroçador

Estes equipamentos combinam o trator e o destroçador numa única máquina, sendo ideais para a manutenção de terrenos agrícolas, florestais ou de grandes áreas de jardim com vegetação densa.



Figura 7 – Trator com Destroçador – Fonte: Google, 2025.

Considerando a utilização de maquinaria pesada no âmbito da supressão de incêndios rurais, podemos indicar que a máquina de rasto é aquela que é utilizada com maior frequência, em virtude de algumas características que se passam a evidenciar.

Dessa forma para efeitos de estudo, em termos de evidência de utilização, apenas me foquei nesta tipologia de equipamento pesado. Este foco fica de facto comprovado por um conjunto de características que passarei a referir, assim como pelos contributos apresentados pelo inquérito realizado a um conjunto de elementos pertencentes a agentes de proteção civil, que colaboram direta e indiretamente em ações determinantes de supressão de incêndios.

2.1 Características das Máquinas de Rasto

Considerando a utilização de maquinaria pesada no âmbito da supressão de incêndios rurais, podemos indicar que a máquina de rasto é o equipamento

pesado utilizado com maior frequência, em virtude de algumas características que se passam a evidenciar.

As máquinas de rasto são equipamentos pesados especialmente desenhados para trabalho em construção ou trabalhos florestais, mas que têm vindo a ser adaptados para a utilização em operações de extinção em incêndios rurais.

Temos assistido a alguns desenvolvimentos no caso de proteção em caso de capotamento, introdução de cortinas de fogo, equipamento de iluminação, comunicações rádio (possibilidade mãos livres).

Utilizadas corretamente as máquinas de rasto são ferramentas de combate a incêndio com grande eficácia, com a capacidade que dispõem de limpeza e construção de linhas.

As máquinas de rasto apresentam-se com diferentes estruturas, tipologias, tipos de lâminas e sistemas de controlo (cabo ou hidráulico), nos últimos 30 anos praticamente todos os equipamentos apresentam sistemas de controlo hidráulicos, sendo que apenas os anteriores poderão apresentar sistemas de controlo por cabos.

A classificação utilizada internacionalmente e adaptada em Portugal baseia-se essencialmente na sua relação **Peso/Potência**.

2.1.1 Função e Aplicação

- Equipamentos pesados, originalmente usados em construção e operações florestais.
- Adaptados para operações de combate a incêndios rurais, especialmente eficazes na abertura de linhas de contenção e limpeza de vegetação.

2.1.2 Características Técnicas

- Capacidade de construção de linhas corta-fogo com alta eficácia.
- Variações de estrutura, tipologia e tipos de lâminas.
- Sistemas de controlo:
 - Hidráulico (predominante nos últimos 30 anos).

- Por cabos (presentes apenas em modelos mais antigos).

2.1.3 Equipamentos de Segurança e Comunicação

- Proteção contra capotamento (ROPS – Roll Over Protection Structure).
- Cortinas de fogo, para isolamento térmico do operador.
- Equipamento de iluminação, para operações noturnas.
- Comunicações por rádio, com opção de mãos livres.

2.1.4 Elementos de uma máquina de rasto

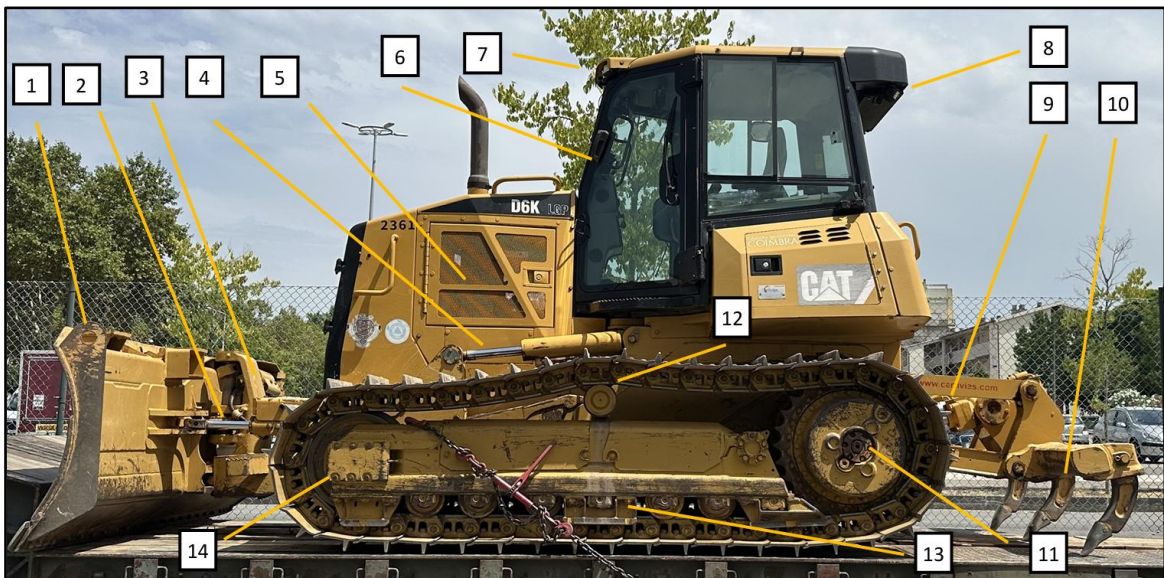


Figura 8 – Elementos de uma máquina de rasto – Fonte: Elaboração própria, 2025

1. Lâmina;
2. Cilindro de ângulo da lâmina;
3. Cilindro inclinação da lâmina;
4. Cilindro de elevação da lâmina;
5. Motor;
6. Cabina;
7. Iluminação exterior frente;
8. Iluminação exterior traseira;
9. Cilindros do Ripper;

10. Ripper;
11. Roda Motriz;
12. Guia superior;
13. Guias inferiores;
14. Roda guia.

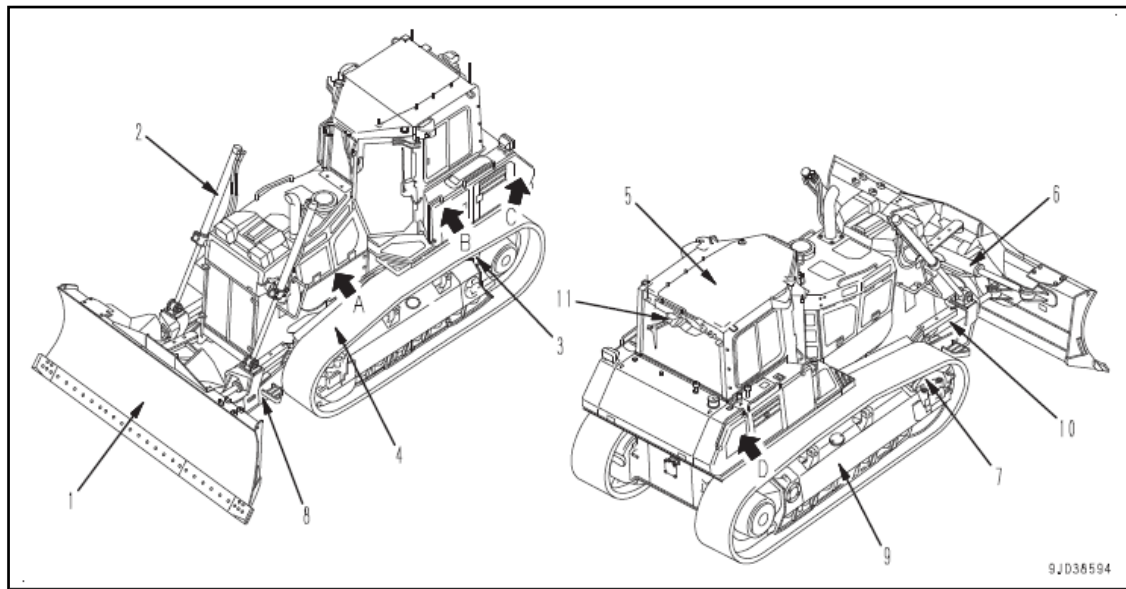


Figura 9 – Características de uma máquina de rastos – Fonte: Manual de operações Komatsu D65EX-18E0, 2025.

1. Lâmina;
2. Cilindro de elevação da lâmina;
3. Roda motora;
4. Lagartas;
5. Cabina com ROPS;
6. Cilindro de inclinação da lâmina;
7. Roda de guia;
8. Estrutura;
9. Estrutura das lagartas;
10. Cilindro de ângulo da lâmina;
11. Câmara retrovisora.

2.1.5 Elementos internos da Máquina de Rasto



Figura 10 – Elementos internos – Fonte: Manual caterpillar D6N, 2025.

1. Compartimento do Operador;
2. Controlo da direção;
3. Motor da direção diferencial;
4. Transmissão PowerShift;
5. Comando final;
6. Conjunto dos freios;
7. Motor;
8. Radiador;
9. Conversor de torque.

Apresenta se seguidamente uma tabela comparativa entre os diferentes tipos de máquinas de rasto, a sua estrutura, tipos de lâminas, sistemas de controlo e aplicação típica ou mais adequada nos trabalhos de supressão de incêndios rurais.

Tipo	Estrutura	Tipo de Lâmina	Sistema de Controlo	Aplicação Típica
Máquina Rasto leve	Pequena, ágil	Reta ou ligeiramente curva	Hidráulico	Limpeza de vegetação leve, linhas corta-fogo iniciais
Máquina Rasto média	Estrutura reforçada	Universal (curva ajustável)	Hidráulico	Construção de linhas principais, movimentação de solo
Máquina Rasto pesada	Robusta, para terrenos difíceis	Semi-U ou U (curva profunda)	Hidráulico	Abertura de aceiros em terrenos difíceis, obstáculos pesados
Máquina Rasto antiga (retrofit)	Varia conforme o modelo	Variada	Cabo (manual)	Aplicações limitadas, uso ocasional com operadores experientes

Tabela 1 – Tabela Comparativa – Tipos de Máquinas de Rasto – Fonte: Autoria própria, 2025.

2.1.6 Máquinas com Roda Motriz Elevada (High Drive)

Determinadas máquinas de rasto possuem a roda motriz mais elevada, aumentando o tempo de vida útil do trem de rodagem, em virtude de se encontrarem mais afastadas dos impactos induzidos pela deslocação no terreno. Por outro lado, provoca uma deslocação do centro de gravidade para uma zona mais alta, apresentando neste caso mais riscos no caso de trabalho em inclinações laterais, uma inovação bastante comum em bulldozers de médio e grande porte, como os da série Caterpillar D6, D8, entre outros.

Vantagens

- Maior durabilidade do trem de rodagem: A roda motriz fica mais protegida de choques, lama, pedras e outros detritos.
- Facilidade de manutenção: O sistema modular facilita a substituição de componentes.
- Melhor absorção de impactos e vibrações, reduzindo o desgaste.
- Menor esforço nas curvas, com distribuição mais eficiente da força de tração.

Desvantagens

- Centro de gravidade mais alto - Aumenta o risco de instabilidade, especialmente em trabalhos com inclinação lateral.
- Maior complexidade estrutural - Resulta em maior peso e custo.
- Possível aumento do custo de aquisição e manutenção, devido à engenharia mais sofisticada.

A posição elevada da roda motriz permite que ela não carregue diretamente o peso da máquina, ela apenas transmite potência para as lagartas, enquanto os roletes suportam o peso. Isso reduz a pressão direta sobre os componentes da tração e melhora a longevidade do sistema.

2.2 Dispositivos de segurança - Proteção da Cabine – Certificações ROPS e FOPS

As certificações de cabine referidas, são elementos fundamentais de segurança em máquinas pesadas, incluindo máquinas de rasto. Foram desenvolvidas para proteger o operador contra capotamentos e quedas de objetos, respetivamente.

Quando um fabricante projeta a cabine de uma máquina, o principal objetivo é a segurança do operador e em seguida seu conforto.

Para garantir a segurança de cada máquina ou equipamento para construção, ou seja, qual for o segmento, tem que ter uma cabine apropriada de acordo com o tipo de trabalho e de máquina, assim como seu peso e as condições do local onde será empregada.

ROPS é a abreviação do termo inglês Roll Over Protective Structure que significa Estrutura de Proteção Contra o Capotamento.

FOPS é a abreviação do termo inglês Falling Object Protective Structure, com o significado de Estrutura de proteção para a queda de objetos.



Figura 11 – Exemplo de ROPS – Fonte: Autoria própria, 2025.



Figura 12 – Exemplo de ROPS – Fonte: Autoria própria, 2025.

Embora as normas não especifiquem exatamente quais itens devem ser reforçados no equipamento, como membros estruturais, subestrutura, parafusos, pinos, suspensão ou outros, ela determina o que cada um dos níveis deve suportar.

2.2.1 Estrutura ROPS

- A ROPS protege o operador em caso de capotamento lateral ou longitudinal.
- Seu desempenho tem maior eficácia se o operador estiver com o cinto de segurança colocado.
- Em caso de capotamento com o operador corretamente fixo, os traumas são mínimos ou inexistentes.
- A norma não especifica quais componentes devem ser reforçados, mas estabelece o nível de resistência estrutural que a cabine deve suportar.

2.2.2 Estrutura FOPS

- A FOPS protege contra impactos de materiais que caem sobre a cabine, como rochas, ramos ou outros.
- Pode haver níveis diferentes de proteção, dependendo da intensidade do impacto prevista para o ambiente de trabalho.



Figura 13 - Certificação Dispositivos Segurança – Fonte: Autoria própria, 2025.

2.3 Iluminação

A iluminação em máquinas de rasto é um componente essencial para garantir a segurança operacional, especialmente em trabalhos noturnos, ambientes com baixa visibilidade (ex: nevoeiro, fumo dos incêndios) ou em condições de emergência.

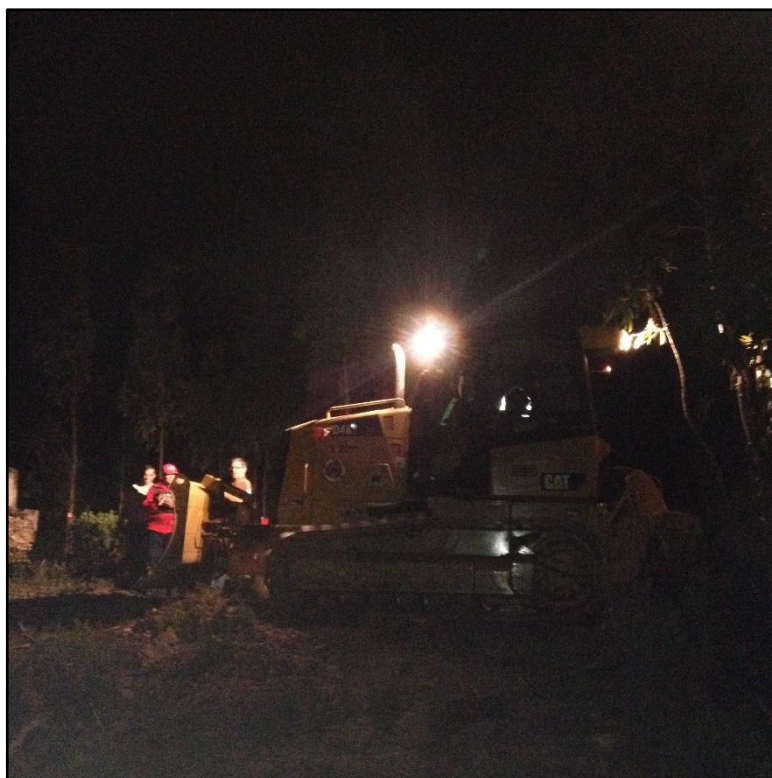


Figura 14 – Iluminação Noturna – Fonte: Autoria própria, 2025.

Objetivos Principais

- Aumentar a visibilidade do terreno e obstáculos.
- Melhorar a visibilidade da máquina por terceiros (veículos, operadores de drones, equipas de combate ao incêndio).
- Reduzir riscos de acidentes e colisões, especialmente em condições adversas.

Tipos de Iluminação Comuns

Tipo de Luz	Função	Localização Típica
Faróis frontais	Iluminar o caminho à frente da máquina	Capô; Topo da cabine
Luzes traseiras	Auxiliar em manobras em marcha à retaguarda	Parte traseira da cabine ou chassis
Luzes laterais	Iluminar os flancos da máquina	Laterais da cabine

Luzes de trabalho LED	Proporcionar iluminação intensa e direcionada	Em braços, lâminas, e pontos elevados
Luzes estroboscópicas	Indicar presença da máquina em movimento	Topo da cabine (alerta visual para terceiros)

Tabela 2- Tipos de Iluminação mais comum – Fonte: Autoria própria, 2025.

Características

- A tecnologia LED (Light Emitting Diode) apresenta uma maior durabilidade, um menor consumo energético e melhor visibilidade em ambientes com partículas suspensas (como poeira ou fumo).
- Resistência a impactos e à água (grau de proteção IP65 ou superior).
- Integração com o sistema elétrico da máquina, com opção de controlo direto do painel.
- Em contextos de incêndios, devem ser priorizadas luzes resistentes ao calor e produtos resultantes da combustão.
- A iluminação deve ser ajustada para não ofuscar operadores de outras máquinas.
- Deve-se verificar regularmente o funcionamento das luzes como parte da rotina de inspeção pré-operacional.

2.4 Comunicações

Devido às **características exigentes do trabalho**, como ambientes com **ruído intenso**, **baixa visibilidade** (fumo, poeira, escuridão) e risco elevado de **acidentes ou falhas de coordenação**.

Considerando a especificidade do trabalho a desenvolver, as condições ambientais envolvidas, o barulho produzido pela máquina de rasto, torna-se essencial uma estreita e correta comunicação entre o chefe de equipa e o operador do equipamento.

Existem disponíveis no mercado equipamentos de radio comunicações que podem ser utilizados, sendo importante a utilização de canais de

comunicação dedicados a esta operação. Como recurso pode-se utilizar sinalética gestual.

2.4.1 Soluções de Comunicação Utilizadas

2.4.1.1 Rádio Comunicação

- Utilização de **rádios portáteis (SIRESP/VHF/UHF)** com **canal dedicado** exclusivamente à operação.
- Idealmente, devem possuir:
 - **Sistema de mãos livres** (headset com abafamento do ruído exterior),
 - **Proteção contra poeira, humidade e impacto** (grau de proteção IP alto),
 - **Autonomia suficiente** para trabalhos prolongados.



Figura 15 – Exemplo de Headset – Fonte: Google, 2025.

2.4.1.2 Comunicação via Sinalética Gestual

- Útil como **recurso secundário ou de emergência**, quando a comunicação por rádio não é possível.
- Garante entendimento visual claro entre o chefe de equipa e o operador, mesmo à distância.

- Recomenda-se a **padronização da sinalética**.

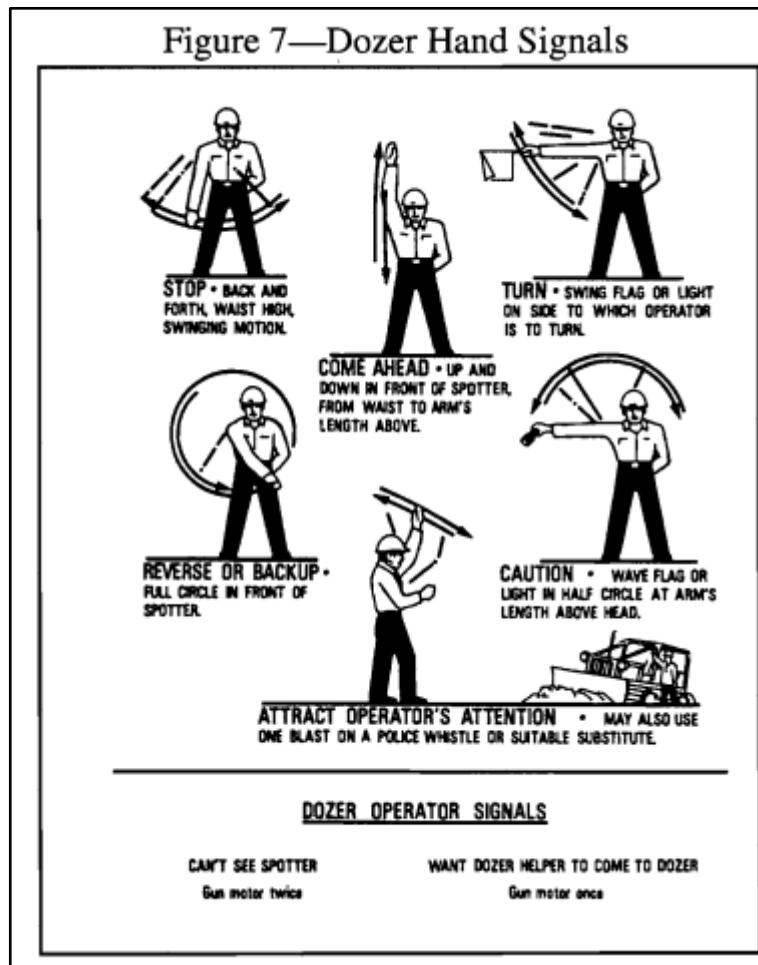


Figura 16 – Exemplo Sinalética Utilizada nos EUA – Fonte: Fireline handbook, 2025.

2.4.2 Boas Práticas Operacionais

- **Definir os canais de comunicação antes da operação.**
- **Testar os rádios** e equipamentos de áudio antes de iniciar os trabalhos.
- **Manter mensagens curtas, claras e objetivas.**
- Realizar **formação periódica** sobre uso do sistema de comunicação e interpretação dos gestos.

2.5 Rock Alarm – Sistema de Alerta de Perigos Imediatos

É um **dispositivo sonoro de alerta** instalado nas máquinas de rasto e **acionado manualmente pelo operador**, com o objetivo de **avisar rapidamente as equipas no terreno** sobre a ocorrência de:

- **Quedas de pedras ou deslizamentos;**
- **Queda de árvores ou ramos de grandes dimensões;**
- **Deslocação inesperada de solo ou material;**
- Outros riscos **imediatos e críticos** que possam comprometer a segurança da operação.

Funcionamento

- Acionado através de um botão ou alavanca localizado **dentro da cabine da máquina.**
- Emite um **sinal sonoro alto e distinto**, audível a longa distância, mesmo em ambientes ruidosos.
- Pode estar ligado a um **sistema de luz intermitente (visível)** como reforço visual, dependendo do modelo.

Pretende-se **alertar rapidamente** a equipa sobre um novo risco no terreno, de forma a que se possa proceder à interrupção e reavaliação das operações que estejam em curso, de forma a garantir a segurança de todos os operacionais.

Boas Práticas de Utilização

- Garantir que todos os membros da equipa **reconhecem o som** e sabem como reagir.
- **Testar regularmente** o dispositivo durante inspeções de rotina.
- Integrar o uso nos **procedimentos padrão de segurança** e **briefings de missão.**

2.6 Selo CE – Conformidade Europeia em Máquinas de Rasto

A marcação CE (Conformité Européenne) é uma marcação através da qual o fabricante garante que o produto cumpre todos os requisitos aplicáveis à respetiva colocação no mercado, previstos na legislação comunitária que se aplica ao esse produto, estabelecendo assim as regras associadas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas. Tornando-se então uma imposição legal para o trabalho de máquinas de rasto.

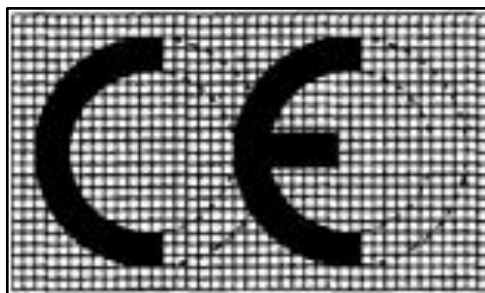


Figura 17 – Exemplo Marcação CE – Fonte: Google, 2025.

A marcação CE é uma declaração do fabricante de que neste caso, máquinas de rasto, cumpre todos os requisitos legais aplicáveis definidos pela legislação europeia de harmonização.

Garante a conformidade com diretivas europeias, como a **Diretiva Máquinas (2006/42/CE)**.

Define os requisitos essenciais de:

- Segurança;
- Saúde;
- Proteção ambiental;
- Condições de entrada em serviço.

É uma exigência legal para a colocação de qualquer máquina de rasto no mercado europeu ou sua entrada em funcionamento em território da União Europeia.

É da responsabilidade do fabricante, realizar uma avaliação da conformidade da máquina, dessa forma elabora e mantém disponível a declaração CE de conformidade, assim como o manual de instruções conforme normas técnicas harmonizadas.

Obrigatoriedade de afixar a marcação CE de forma visível, legível e indelével na própria máquina.

A utilização desta simbologia vai garantir que a máquina está legalmente autorizada a operar em ambiente europeu, facilitando a identificação e rastreabilidade do equipamento, servindo como referência técnica e jurídica em auditorias, inspeções ou investigações de acidente.

2.7 Movimentos da Lâmina nas Máquinas de Rasto

As máquinas de rasto, especialmente quando adaptadas para a extinção de incêndios rurais, utilizam diversos tipos de movimentos de lâmina para maximizar sua eficiência no trabalho de remoção do solo.

2.7.1 Movimento Bulldozer

A lâmina pode ser reta ou curva, mas deve sempre seguir de forma perpendicular ao eixo longitudinal da máquina.

Apresenta como movimentos principais, elevar e descer, onde a lâmina pode ser elevada ou descida ao longo de sua trajetória vertical, permitindo maior flexibilidade no ajuste da altura, para diferentes tipos de terreno.

Ideal para terrenos uniformes, nivelar solos e construção de linhas de aceiro.



Figura 18 – Movimento Bulldozer – Fonte: Google, 2025.

2.7.2 Movimento Angledozer

A lâmina realiza um movimento angular em relação ao eixo longitudinal da máquina, permitindo que a lâmina seja posicionada em diferentes ângulos.

Apresentando como movimentos principais, elevar e descer, onde a lâmina pode subir e descer, mantendo as funções descritas no movimento bulldozer.

Muito utilizado para alterar a direção do solo de maneira precisa, especialmente em áreas irregulares ou inclinadas.

O movimento angledozer é essencial para ajustar a lâmina a diferentes tipos de solo e para desviar o material escavado para áreas específicas (como aceiros), movimentos importantes para a extinção de incêndios.

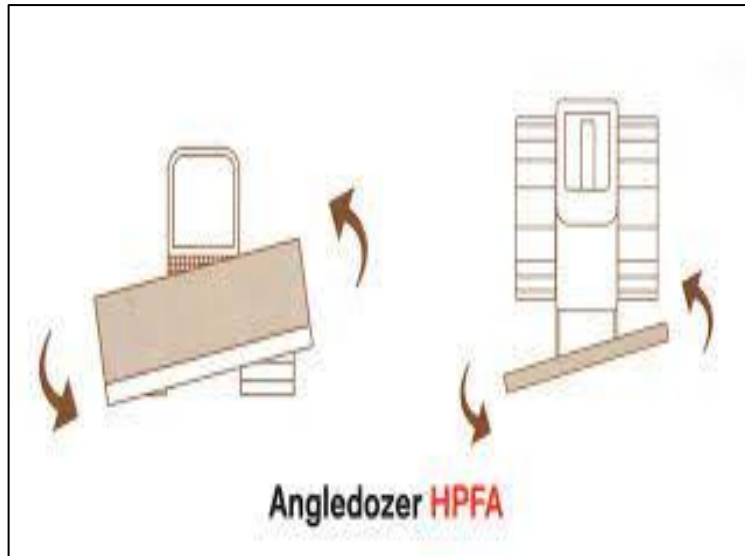


Figura 19 – Movimento Angledozer – Fonte: Google, 2025.

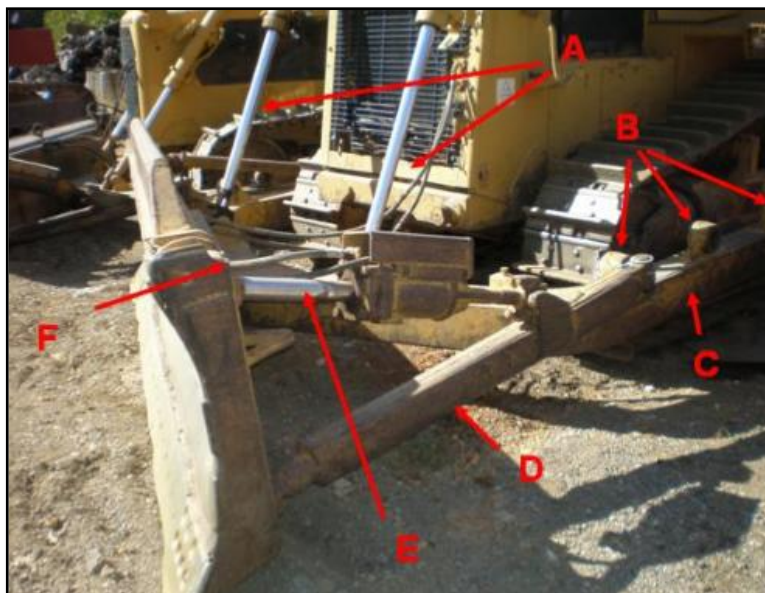


Figura 20 – Detalhe da Lâmina com Movimento Angledozer – Fonte: Google, 2025.

A. Cilindros de elevação. **B.** Suportes do braço da lâmina. **C.** Estrutura, **D** Braço da lâmina. **E.** Cilindro de Ângulo. **F.** Rótula.

2.7.3 Movimento Tiltadozer

A lâmina pode subir ou baixar de forma assimétrica, com a capacidade de inclinar cada extremo da lâmina até 30 cm em relação ao outro.

Tem como movimento principal a Inclinação lateral, permitindo que a lâmina trabalhe com maior flexibilidade em terrenos mais difíceis.

Essencial para trabalhar em **terrenos duros, arrancar pedras ou cepos de árvores** (típico em operações florestais).

Este movimento apresenta uma maior precisão ao manobrar em terrenos irregulares e ao lidar com obstáculos.



Figura 21 – Movimento Tiltadozer – Fonte: Google, 2025.

2.7.4 Movimento Tipdozer

A lâmina pode ser inclinada para frente ou para trás, permitindo alterar o **ângulo de ataque** no terreno.

A principal característica deste movimento trata-se da **inclinação da lâmina**, permite o ajuste do ângulo da lâmina, podendo ser posicionada para maior penetrabilidade no solo ou para aumentar o desempenho de movimentação de material.

Ideal para remover material mais pesado e compactado ou ajustar a profundidade de corte em terrenos mais difíceis.

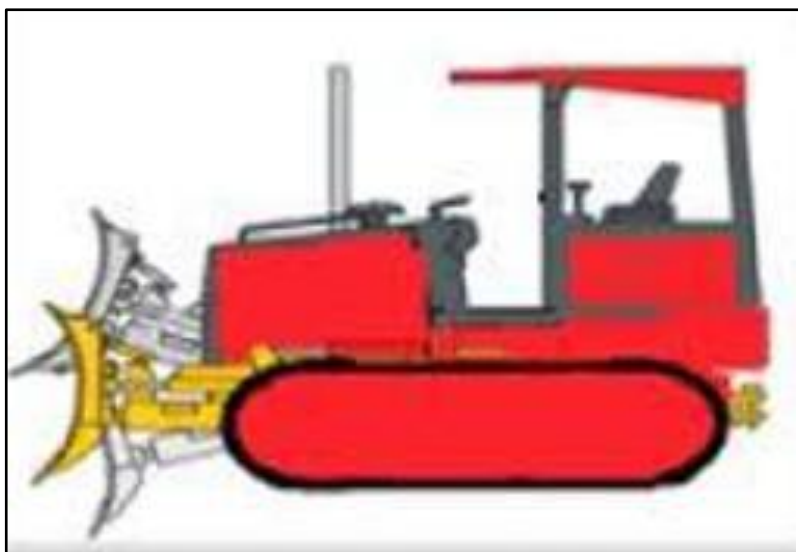


Figura 22 - Movimento da Lâmina Tipdozer – Fonte: Google, 2025.

2.8 Relevância para Extinção de Incêndios Rurais

Na extinção de incêndios rurais, a máquina de rasto deve ser equipada com pelo menos três dos movimentos descritos acima para ser eficiente na abertura de faixas e remoção do combustível existente.

Para que as máquinas de rasto desempenham um papel eficaz em trabalhos florestais e operações de supressão a incêndios, elas devem ser projetadas e operadas com movimentos da lâmina adequados, proporcionando versatilidade e precisão no terreno.

O movimento **angledozer** é considerado fundamental, pois proporciona a agilidade e flexibilidade necessárias para manobrar a lâmina de forma eficaz em terrenos irregulares e mudar a direção do solo conforme necessário.

2.9 Tipos de Lâminas em Máquinas de Rasto e Seus Usos na Supressão de Incêndios

As máquinas de rasto utilizam diferentes tipos de lâminas para realizar operações específicas durante a supressão de incêndios rurais, como abertura de aceiros, remoção de material combustível ou limpeza de áreas. A escolha da lâmina ideal depende do tipo de trabalho a ser realizado.

2.9.1 Lâmina Direita

Usualmente utilizada de forma angular para enviar o solo para um dos lados da máquina, aumentando assim a versatilidade na movimentação do solo. Todavia as melhores utilizações das lâminas direitas são, abertura, fecho das linhas e construção e manutenção de caminhos.

A lâmina reta, ou lâmina direita, é uma lâmina simples, geralmente fixa, que permite mover o solo em linha reta.

Ideal para terrenos mais planos e para trabalhos de nivelar, onde a simplicidade e a linha reta são vantajosas.



Figura 23 - Lâmina Direita – Fonte: Henkemfg, 2025.

2.9.2 Lâmina em "U"

A lâmina em "U" tem um formato curvado, o que permite um desempenho melhor para movimentação de grande quantidade de terra, ou seja, grandes volumes de solo, tendo maior eficácia a escavar e nivelar grandes áreas.

Ideal para construção de linhas de contenção em terrenos mais duros ou para trabalhos de preparação de terrenos maiores, como a remoção de solo de áreas grandes onde o fogo pode ser contido mais eficazmente.

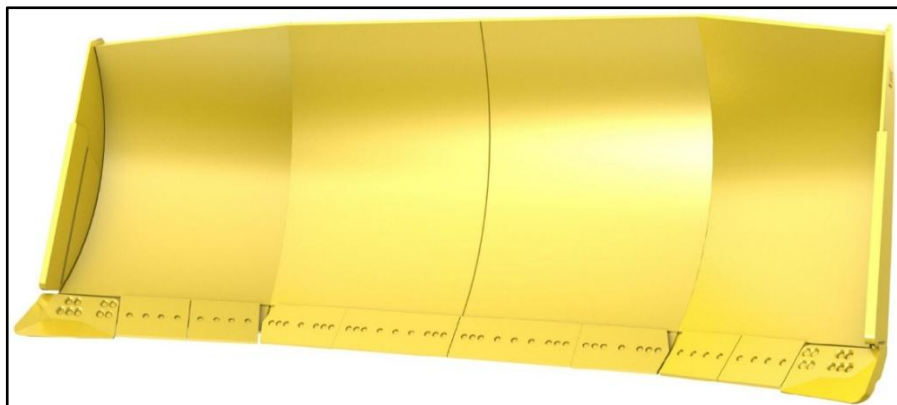


Figura 24 - Lâmina em “U” – Fonte: Google, 2025.

2.9.3 Lâmina “Brush”

Utilização em limpeza de material lenhoso (como galhos, árvores e arbustos), trabalho de restauração e reabilitação de áreas queimadas, remover combustível em terrenos densos e criar aceiros mais largos, removendo vegetação seca ou combustível disponível para o incêndio.

A lâmina “**Brush**” é projetada especificamente para lidar com material lenhoso e vegetação densa. O seu design permite a remoção de árvores e arbustos.

Ideal para trabalhos em florestas densas ou terrenos cobertos por vegetação onde é necessário limpar a vegetação combustível para evitar a propagação do incêndio.

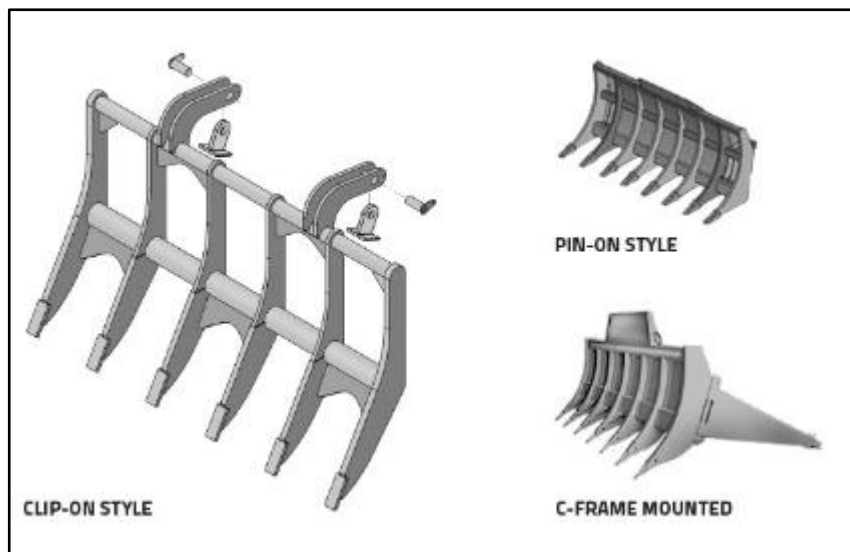


Figura 25 - Lâmina "Brush" – Fonte: Weldco beales, 2025.

2.9.4 Resumo das Aplicações das Lâminas

Tipo de Lâmina	Principais Aplicações
Lâmina Direita	Abertura e finalização de linhas de contenção, construção e manutenção de caminhos.
Lâmina em "U"	Movimentação de grandes volumes de terra, escavação e nivelamento em terrenos maiores.
Lâmina "Brush"	Limpeza de material lenhoso, restauração e reabilitação de áreas florestais, remoção de vegetação densa.

Tabela 3 – Resumo das aplicações das Lâminas – Fonte: Autoria própria, 2025.

Capítulo 3 Classificação das Máquinas de Rasto no Combate a Incêndios Rurais.

Esta classificação tem como base critérios técnicos como o **tamanho físico da máquina**, a sua **potência motora** e o tipo de **intervenções** que pode realizar no contexto de combate a incêndios florestais.

As máquinas de rasto utilizadas em operações de combate a incêndios florestais apresentam uma grande diversidade em termos de tamanho, potência e capacidade operacional.

Para facilitar a sua identificação e adequação às diferentes necessidades do terreno e da missão, estas máquinas são agrupadas em três grandes categorias. Este agrupamento decorre da pesquisa e consulta de um conjunto diferente de bibliografia, sendo adotada internacionalmente a que é apresentada em seguida.

As máquinas de rasto ligeiras ou pequenas (Tipo 3)

Apresentam uma maior eficácia em criar linhas de contenção em combustíveis ligeiros e terreno moderado.

A sua performance melhora em solos húmidos e com poucas pedras, de igual modo são mais manobráveis em locais mais apertados e não provocam muitos danos ao meio ambiente.

Especificações:

- **Potência:** 100 a 105 cv
- **Peso:** 5 a 16 toneladas
- **Largura da Lâmina:** 2,5 m a 3,2 m

Exemplos de Modelos: D5H, D5G, entre outros.



Figura 26 – Máquina Caterpillar D5G – Fonte: Google, 2025.

Máquinas de Rasto de tamanho médio (Tipo 2)

Geralmente são as que apresentam um tamanho mais indicado para a construção de linhas de contenção, lidando bem com combustível de tamanho médio, considerando a sua manobrabilidade e desempenho em declives moderados.

Estão dotadas de lagartas mais largas, apresentam então uma performance melhor em solos húmidos, têm como grande vantagem o seu peso e potência adequado, como desvantagem apresentam o transporte lento.

São os mais utilizados na extinção de incêndios florestais devido à proporcionalidade peso/potência

Especificações:

- **Potência:** 150 a 220 cv
- **Peso:** 13 a 25 toneladas
- **Largura da Lâmina:** 2,5 m a 3,7 m

Exemplos de Modelos: D6K, D6D, D6N, D6H, D6R, D6T, Komatsu D65A, D65EX, entre outros.



Figura 27 - Máquina Caterpillar D6K – Fonte: Google, 2025.

Máquinas de rasto pesadas (Tipo 1)

Apresentam dificuldade em manobrar em locais mais apertados, especialmente em terrenos acentuados. São consideradas como melhores equipamentos para trabalhar com combustíveis pesados em terrenos nivelados ou pouca inclinação. Eficácia na construção de linhas com combustíveis pesados e terrenos de vertente média, a sua utilização torna-se complicada em terrenos com povoamentos adultos cerrados. Apresentando como grande dificuldade o seu transporte e deslocação.

Especificações:

- **Potência:** Superior a 200 cv
- **Peso:** 20 a 37 toneladas
- **Largura da Lâmina:** 2,8 m a 4 m

Exemplos de Modelos: D7G, D7H, Komatsu D85EX, entre outros.



Figura 28 - Máquina Caterpillar D7G – Fonte: Google, 2025.

3.1 Considerações

- **Máquinas Tipo 3** são ideais para **terrenos mais suaves e compactos**, onde a manobrabilidade e o impacto ambiental são importantes.

- **Máquinas Tipo 2** são as mais **versáteis** para trabalhar em uma variedade de **terrenos florestais**, com boa capacidade para **combustíveis de tamanho médio**.
- **Máquinas Tipo 1** são as **mais robustas**, sendo mais adequadas para **trabalhos pesados**, mas apresentam desafios em **terrenos apertados** e de **difícil acesso**.

Essas informações auxiliam na escolha do equipamento ideal para operações de **extinção de incêndios rurais**, conforme o **tipo de terreno**, a **tipologia de combustíveis** e a **intensidade do incêndio**.

3.2 Condições que Limitam o Uso das máquinas de rasto

As limitações no uso das máquinas de rasto durante o combate a incêndios rurais são um aspecto crucial para garantir não só a eficácia, mas também a segurança operacional e a preservação ambiental.

Existem um conjunto de fatores e condições que limitam essa utilização, vantagens e desvantagens dos diferentes tipos de equipamentos em condições variadas e as orientações gerais sobre declives e terrenos.

3.2.1 Inclinação das Encostas

Em terrenos com grandes declives ou aclividades superiores a 45%, o risco de capotamento das máquinas de rasto aumenta consideravelmente. Isso é especialmente problemático em áreas com terreno instável.

Para **máquinas de rasto pesadas (Tipo 1)**, o risco de afundamento nas esteiras em solos moles é maior, o que pode comprometer a mobilidade. Para esses casos, deve-se garantir que o equipamento esteja em terrenos mais nivelados ou ligeiramente inclinados.

3.2.2 Combustíveis Pesados

A presença de **combustíveis pesados** (como grandes árvores e vegetação mais densa) exige maior **potência e resistência** da máquina de rasto, algo que pode ser desafiador, especialmente para os **equipamentos leves (Tipo 3)**, que podem não ser suficientemente robustos para lidar com esse tipo de vegetação.

Equipamentos pesados podem ser mais eficazes, mas têm limitações em relação à mobilidade em terrenos acidentados e solo húmido.

3.2.3 Afloramentos Rochosos

Os afloramentos rochosos são obstáculos naturais que podem danificar a lâmina dos equipamentos ou causar desgaste excessivo na máquina. Além disso, rochas no terreno podem tornar o trabalho mais difícil, assim como o comprometimento da aderência.

Quando afloramentos rochosos são predominantes, equipamentos com lâminas fortes e robustas são preferíveis, porém a manobrabilidade da máquina em terrenos pedregosos pode ser comprometida.

3.2.4 Solos Frágeis, Moles e Erosão

O uso de desta tipologia de equipamentos em solos frágeis pode provocar a erosão do solo, especialmente se a operação ocorrer em áreas com pouca vegetação e solos facilmente suscetíveis a deslizamentos.

Para evitar danos ao solo e à vegetação, o uso de bulldozers deve ser controlado e escolhido no tipo de solo e nas condições ambientais locais existentes.

Solos moles ou pântanos apresentam um risco considerável de afundamento para as máquinas, especialmente as consideradas pesadas, devido ao peso elevado, que pode causar a perda de tração e mobilidade.

Em tais condições, a utilização de esteiras largas (para melhor distribuição do peso) pode ser fundamental para garantir a tração e o movimento.

3.3 Máquinas de Rasto e Suas Capacidades em Diferentes Terrenos

Máquinas de rasto Leves (Tipo 3)

São mais eficazes em terrenos nivelados a moderados com combustíveis leves, de igual modo, têm um excelente desempenho em solos húmidos, com poucas pedras e em áreas confinadas.

Apresentando como maior vantagem, uma manobrabilidade superior em espaços apertados, um menor impacto ambiental, devido ao seu peso reduzido e dimensões compactas e a utilidade em operações de limpeza em áreas com vegetação de menor dimensão.

Não são ideais para terrenos íngremes ou com combustíveis pesados.

Máquinas de rasto Médios (Tipo 2)

São ideais para terrenos moderadamente inclinados, com combustíveis médios, com um bom equilíbrio em relação a potência e peso, funcionando bem em solos húmidos e em terrenos de dificuldade moderada.

Apresentando como vantagens, a sua versatilidade para trabalhar em áreas montanhosas e de difícil acesso e uma boa manobrabilidade em encostas moderadas.

Não são tão eficazes quanto os equipamentos pesados (Tipo 1) em terrenos com grandes declives ou combustíveis pesados.

Máquinas de rasto Pesados (Tipo 1)

São mais adequados para terrenos nivelados ou moderadamente inclinados com combustíveis pesados, apresentando uma potência e capacidade de

tração superior, porém apresentam dificuldade de movimentação em terrenos acidentados ou solo húmido sem esteiras largas.

Como vantagem, é ideal para pioneirismo, criando linhas de fogo em áreas de combustíveis pesados, tem uma alta capacidade de tração e força para empurrar grandes volumes de solo e devido ao tamanho e peso, são difíceis de manobrar em ambientes fechados e terrenos com muitas pedras ou declives acentuados.

3.4 Orientações Gerais para Uso em Declives e Terrenos Íngremes

- **Declives de até 45%:**

Ideal para máquinas de rasto médias e leves, que têm boa estabilidade e manobrabilidade em terrenos moderadamente inclinados.

- **Declives de 45% a 55%:**

Neste caso, o risco de capotamento é significativo para todos os tipos de maquinaria, especialmente para máquinas pesadas, que devem ser evitados em tais condições sem a devida segurança ou preparação do terreno.

- **Declives superiores a 55%:**

Em terrenos íngremes, é aconselhável não utilizar equipamentos sem a devida **avaliação da segurança**, já que o risco de deslizamento ou capotamento aumenta drasticamente. Nessas condições, pode ser necessário usar equipamentos auxiliares ou até mesmo optar por outros métodos de supressão do fogo.

As velocidades de deslocação diferem em virtude do tipo de equipamento, sem trabalho podem superar os 10km/h e em trabalho que não apresente grande dificuldade os 5 km/h, sendo de evidenciar que devido a constrangimentos mecânicos, este tipo de equipamentos não deve ser exposto à velocidade máxima durante muito tempo.

Característica	Detalhes
Tipo de Máquina	Máquina de rasto, projetada para terrenos difíceis e irregulares.
Cabine	Fechada, com ar condicionado , para proteção contra altas temperaturas, fumos e partículas.
Movimento da Lâmina	Angledozer (movimento angular da lâmina) e Tiltdozer (movimento de subida/descida dos extremos da lâmina).
Equipamento Adicional	Ripper para movimentação e quebra de solo.
Potência	180 cv , ideal para trabalhar em declives acentuados e povoamentos densos .
Peso	22 toneladas , proporcionando equilíbrio entre potência e manobrabilidade .
Largura da Lâmina	Entre 3.60 e 3.80 metros , adequado para criação de aceiros eficientes.
Tamanho e Potência	Máquinas pequenas são manobráveis, mas com menor rendimento ; maiores são mais potentes, mas com dificuldade de mobilidade .
Velocidade de Deslocação	10 km/h (sem trabalho) e 5 km/h (em trabalho). Não deve ser exposta a altas velocidades por longos períodos.
Manutenção	Manutenção preventiva essencial para garantir a segurança do operador e o desempenho da máquina durante o combate ao incêndio.

Tabela 4 - Resumo das Características Ideais da Máquina de Rasto – Fonte: Autoria própria, 2025.

Capítulo 4 Técnicas de Supressão de Incêndios com Máquinas de Rasto

A atuação das máquinas de rasto no combate a incêndios rurais depende fortemente de algumas das características do fogo (como o comprimento da chama e a velocidade de propagação) e das condições do terreno (tipo de combustível, declive e pedregosidade).

De acordo com estas variáveis, as máquinas de rasto podem empregar três tipos principais de técnicas de combate:

- Ataque direto
- Ataque indireto
- Ataque paralelo

O desenvolvimento tático da extinção de um incêndio rural é baseado em dois pontos de ação.

Parar o avanço da cabeça do incêndio e o desvio dos flancos.

O mais importante e o mais difícil é o primeiro, quando o fogo tem uma determinada intensidade a única forma de cortar a cabeça é iniciar o trabalho pela cauda.

Nos casos onde os incêndios têm uma maior intensidade, seja pelo combustível, vento, etc., a existência de barreiras naturais ou artificiais como estradas, aceiros, caminhos florestais, servem apenas de apoio para o trabalho de supressão de incêndios. Os meios de extinção só podem atacar os flancos, ataque direto ou indireto com equipas de operacionais, descargas de água aéreas ou veículos e a combinação de diferentes ferramentas.

As **duas funções fundamentais** da máquina de rasto são:

1. **Eliminação do combustível**, através da remoção do material vegetal inflamável;
2. **Eliminação do comburente**, ao projetar solo sobre o fogo, sufocando as chamas e retirando o oxigénio necessário à combustão.

4.1 Ataque Direto – Eliminação do Comburente

Quando o comportamento do incêndio o permite, a máquina de rasto pode realizar um ataque direto, operando na linha ativa de fogo.

Esta técnica tem a vantagem de criar uma faixa negra (zona queimada e segura) junto ao incêndio, permitindo a atuação simultânea de equipas apeadas.

A forma de intervenção varia consoante o sentido de propagação do fogo em relação ao declive:

4.1.1 Propagação Ascendente

- O fogo sobe a encosta.
- A máquina de rasto atua de baixo para cima, enterrando a frente de fogo ao depositar material mineral sobre as chamas.
- O objetivo da operação é eliminar o comburente, abafando o fogo diretamente.
- Vai trabalhar sobre o fogo, depositando o solo recolhido à frente da lâmina.

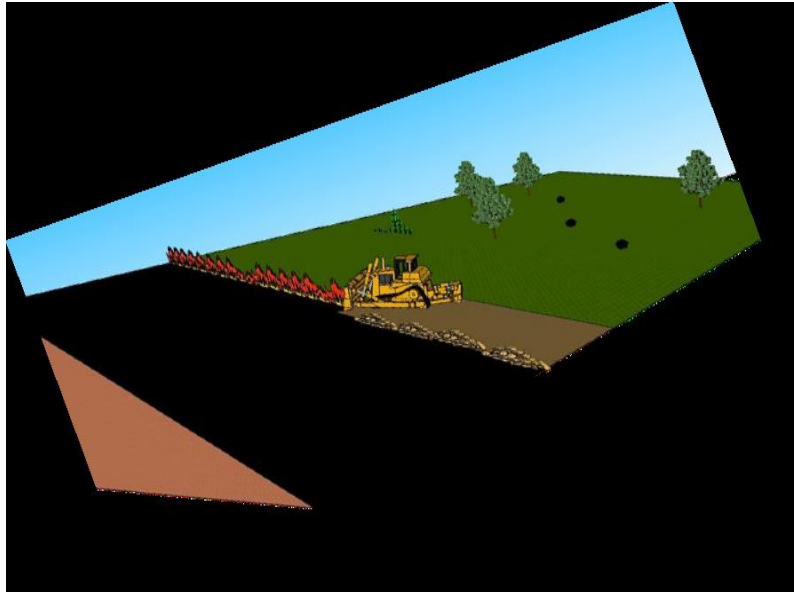


Figura 29 - Propagação Ascendente – Fonte: Juan Caamano, 2025.

4.1.2 Propagação Descendente

- O fogo desce a encosta.
- A máquina de rasto atua na zona não queimada, eliminando o combustível antes que o fogo chegue.
- Quando o declive impede a ação direta sobre o fogo, a máquina de rasto avança paralelamente à linha de chamas, a uma curta distância.
- Torna-se importante que a atuação seja coordenada com equipas apeadas, que eliminam ou queimam o combustível restante para evitar reativações.

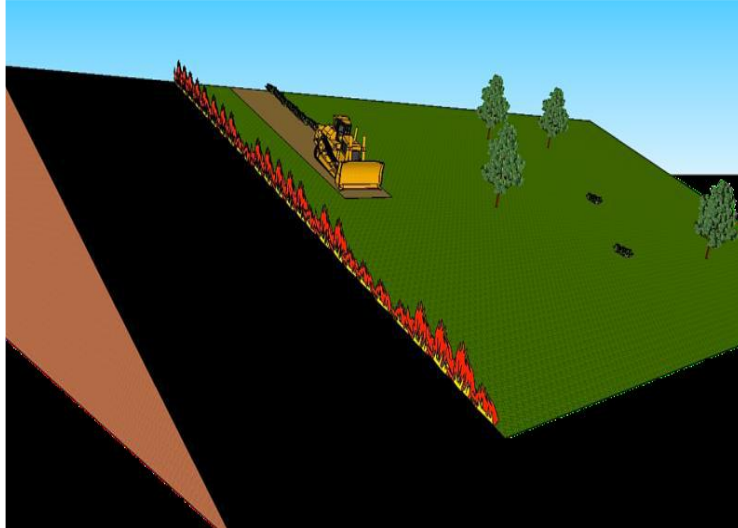


Figura 30 - Propagação Descendente – Fonte: Juan Caamano, 2025.

4.1.3 Da Cabeça para a Cauda

- Inicia-se a partir de uma **zona de ancoragem junto à cabeça** do incêndio.
- Avança-se ao longo de um flanco em direção à retaguarda.
- Requer **acesso prévio à cabeça do incêndio**, geralmente aproveitando oportunidades táticas momentâneas.

4.1.4 Da Cauda para a Cabeça

- Começa na **retaguarda**, avançando ao longo do flanco até à cabeça do fogo.
- É a **estratégia mais comum**, especialmente quando estão disponíveis várias máquinas de rasto.

Permite consolidar progressivamente o perímetro com maior segurança.



Figura 31 - Operação com Máquina de Rasto – Fonte: Google, 2025.

4.2 Ataque Indireto

- Utilizado quando o comportamento do fogo é demasiado intenso para permitir aproximação direta.
- A máquina de rasto constrói **linhas de contenção a uma distância segura** da frente de fogo, eliminando o combustível ao longo do traçado.
- Esta técnica pode ser complementada com fogo de supressão (fogo tático ou contrafogo), conduzido por equipas especializadas.

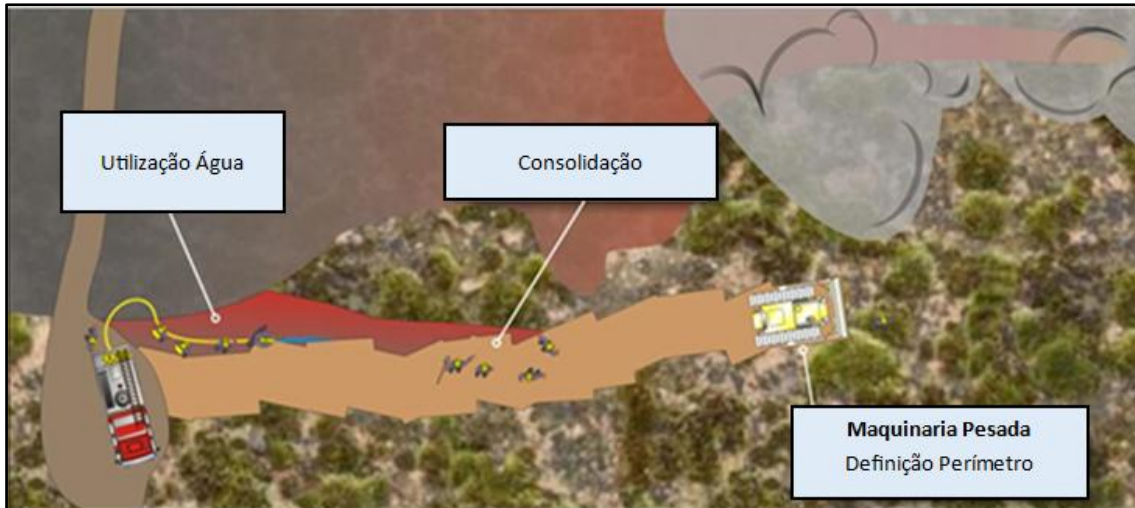


Figura 32 - Ataque Indireto – Fonte: Juan Caamano, 2025.

4.3 Ataque Paralelo

- A máquina de rasto atua **ao lado da frente de fogo**, removendo o combustível na sua trajetória imediata.
- Esta técnica é usada quando a intensidade do fogo é moderada e o terreno permite a progressão ao longo da linha de chamas.
- Tal como no ataque direto descendente, requer **coordenação com as equipas apeadas** para garantir o controlo total da linha.



Figura 33 - Ataque Paralelo – Fonte: Internet, 2025.

4.4 Técnicas e Estratégias de Emprego de Múltiplas Máquinas de Rasto no Combate a Incêndios Florestais

Quando há disponibilidade de várias máquinas de rasto num mesmo flanco, no contexto de **ataque direto**, estas podem operar segundo três modalidades principais:

4.4.1 Avanço Contínuo

As máquinas de rasto trabalham **em série**, uma após a outra, onde uma **primeira** elimina o combustível aéreo e abre a linha e a **segunda** reforça e alarga a faixa até ao solo mineral.

Esta técnica é a **mais segura e eficaz**. Em árvores de grande porte, é recomendado seccionar as raízes previamente para facilitar o derrube.



Figura 34 - Avanço Contínuo – Fonte: Juan Caamano, 2025.

4.4.2 Avanço Alternado

As máquinas de rasto trabalham **na mesma direção**, mas **espaçadas**, deixando entre si zonas por ancorar, sendo indicada para trabalho em **flancos** que já estejam **estabilizados**, mas pode envolver riscos acrescidos devido à descontinuidade das linhas.

Frequentemente usado em combinação com meios aéreos, que estabilizam as zonas intermédias.

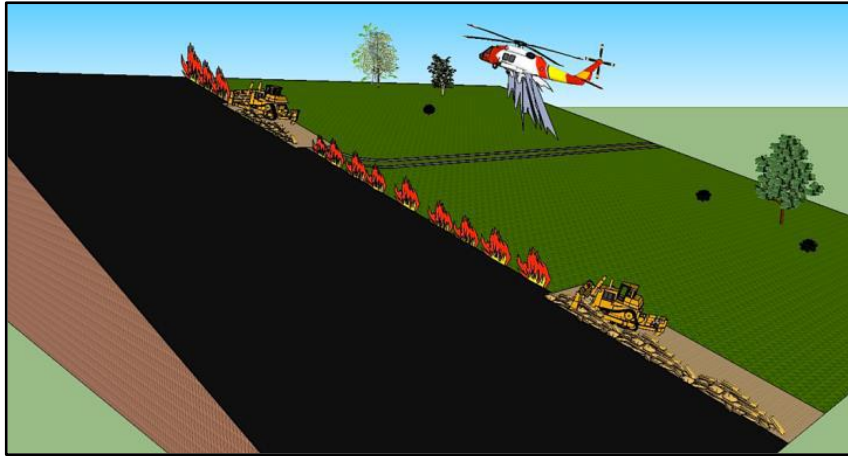


Figura 35 - Avanço Alternado – Fonte: Juan Caamano, 2025.

4.4.3 Avanço Oposto

Após estabelecer uma **zona segura ou de ancoragem**, as máquinas de rasto avançam **em sentidos opostos**.

Ideal para encurtar o tempo de execução e fechar linhas de contenção com rapidez.

Em trabalhos com várias máquinas de rasto, deve-se dar preferência ao **trabalho em parelha** para maior rendimento, ter o cuidado de colocar o equipamento de maior dimensão e potência na frente, evitar o posicionamento inferior de equipamentos em zonas de declive, prevenindo acidentes com materiais rolantes.



Figura 36 - Avanço Oposto – Fonte: Juan Caamano, 2025.

4.4.4 Ataque Paralelo com Máquinas de Rasto

O **ataque paralelo** é adotado quando o **ataque direto não é viável**, em virtude de o fogo apresentar grande intensidade, vento forte, focos secundários, terreno de difícil acesso (rochas, zonas pantanosas, inclinação excessiva).

Este trabalho consiste na abertura de linhas de contenção, paralelas à frente de fogo. Removendo o combustível até ao solo mineral.

Frequentemente apoiado na **Rede Primária da Rede de Defesa da Floresta contra Incêndios (RDFCI)**.

Este trabalho é muitas vezes combinado com **fogo supressão** (fogo tático ou contrafogo), criando linhas com maior segurança e eficácia.

Tal como no ataque direto, pode ser feito em **avanço contínuo, alternado** ou **oposto**, conforme as necessidades do teatro de operações.

Estratégia ideal para manobras combinadas com brigadas, fogo técnico e consolidação dos perímetros.

O ideal será a utilização de duas máquinas de rasto, que realizem trabalho em conjunto, de forma a que se possam ajudar mutuamente em dificuldades.

Numa linha **estreita**: a primeira limpa o material mais grosso/pesado, a segunda termina a realização da faixa.

Numa linha **larga**: ambas fazem limpeza significativa, a segunda finaliza a faixa.

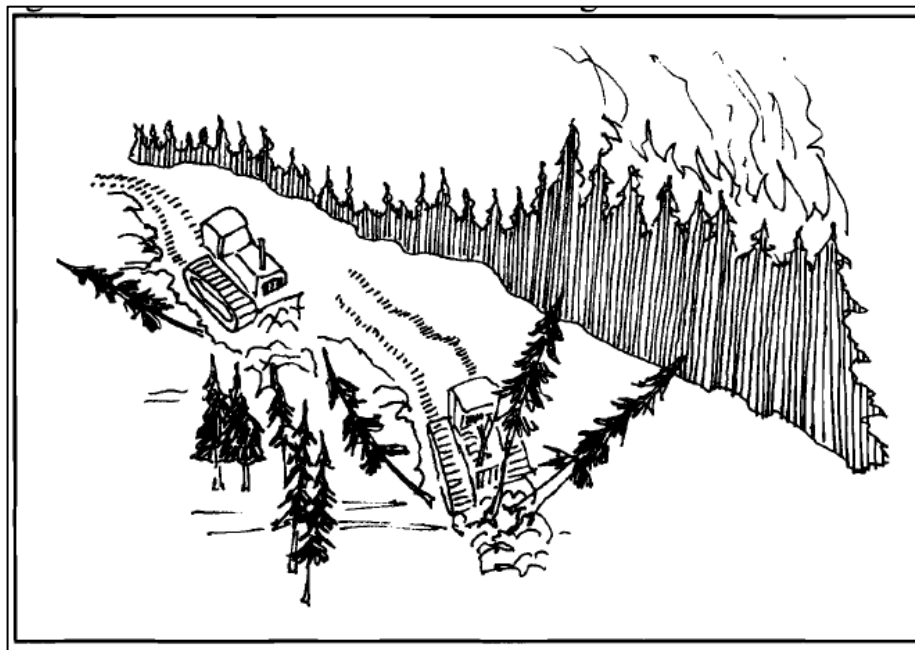


Figura 37 -Ataque Paralelo com Máquinas de Rasto – Fonte: Internet, 2025.

4.4.5 Largura da Linha

A largura depende do combustível e objetivo da linha, devendo ser mais larga em determinados espaços, por exemplo para segurança das equipas.

Regra prática:

- **1,5** vezes a altura do combustível em vegetação densa.
- No **mínimo metade** da altura do combustível.

A linha deve ser larga o suficiente para conter o fogo, sendo muitas vezes impraticável torná-la larga o suficiente para resistir a uma projeção de partículas inflamadas, nesse caso é importante o aumento da faixa de segurança existente.

4.5 Outras Funções Estratégicas das Máquinas de Rasto

4.5.1 Controlo de Perímetros e Rescaldos

As máquinas de rasto podem realizar com grande eficácia trabalhos de rescaldo e controlo dos perímetros, no caso de incêndios dominados ou extintos.

De igual modo quando os perímetros apresentam uma grande dimensão ou a tipologia de combustíveis apresentam um grande acréscimo de trabalho para as equipas apeadas. Conseguindo-se assim gerir recursos que podem ser enviados para outras funções, como por exemplo incêndios nascentes.

Deve haver uma atenção especial para o combustível queimado que fica enterrado e que poderá trazer reativações ou posteriormente reacendimentos.



Figura 38 - Trabalhos de Consolidação do Rescaldo – Fonte: Google, 2025.

4.5.2 Criar acessos a outros meios

Nos trabalhos de supressão a incêndios a maquinaria pesada pode ter outras utilizações, uma das quais será possibilitar o acesso a outros meios de extinção (veículos pesados ou ligeiros) a zonas não acessíveis, desta forma podemos colocar operacionais e agente extintor (água) em zonas de maior complexidade ao nível da acessibilidade, de forma a realizar os trabalhos de supressão.

É importante que quando se constroem os acessos necessários, se criem zonas que permitam a viragem e inversão de marcha dos veículos, quer no final, quer no meio.

A construção de estes acessos deve ser viabilizada previamente pelo chefe da equipa, determinando a sua viabilidade e tempo necessário para realizar. Facilita bastante a tarefa, se recorrer a caminhos já existentes e zonas com clareiras.

As máquinas de rasto são equipamentos cruciais no trabalho de supressão a incêndios rurais, devido à sua versatilidade, potência e capacidade de trabalhar em terrenos difíceis.

Equipadas com diversos acessórios, como lâminas angulares, ripper, guincho ou mesmo depósitos com água, essas máquinas são capazes de desempenhar várias funções essenciais para a contenção de incêndios e a criação de linhas seguras.

Além disso, a manutenção adequada e o treino especializado dos operadores são fundamentais para garantir que esses equipamentos operem com máxima eficácia e segurança durante as operações de combate ao incêndio.

Como acontece com qualquer equipamento especializado, a máquina é tão eficiente quanto o operador. Cada operador possui vários graus de aprendizagem na operação de equipamentos.



Figura 39 - Área Criada para Acesso de Veículos – Fonte: Google, 2025.

4.6 Limites de Segurança em Operação de Máquinas de Rasto

Para garantir a **segurança operacional** e evitar situações de risco, como perda de controlo ou capotamento, os operadores das máquinas de rasto devem **respeitar os limites máximos de inclinação** ao operar em encostas, tanto em aclives, declives e inclinações laterais.

Considerando um conjunto de literatura consultada, define-se percentagens de inclinação que servem como modelo indicador para as limitações desta tipologia de equipamentos.

Sendo considerado nestes casos como limite máximo no aclave 55%, declive 75% e inclinação lateral de 45%.

De evidenciar que no caso das boas práticas florestais apresentam um limite operacional de declive do solo entre 40-50%, dependendo de outros fatores que se possam apresentar no local.

Os perigos existentes no terreno, que possam ser considerados mais críticos, são encostas com transposição lateral acima de 40%, rochas, solos instáveis, áreas húmidas e com pedregosidade.

Tipo de trabalho	Máximo de Inclinação (%)
Subida em aclive frontal	até 55%
Descida em declive frontal	até 75%
Travessia lateral (inclinação lateral)	até 45%

Tabela 5 - Limites de Inclinação Recomendados – Fonte: Autoria própria, 2025.

Valores acima desses limites representam **alto risco de instabilidade**, perda de aderência ou acidentes graves.

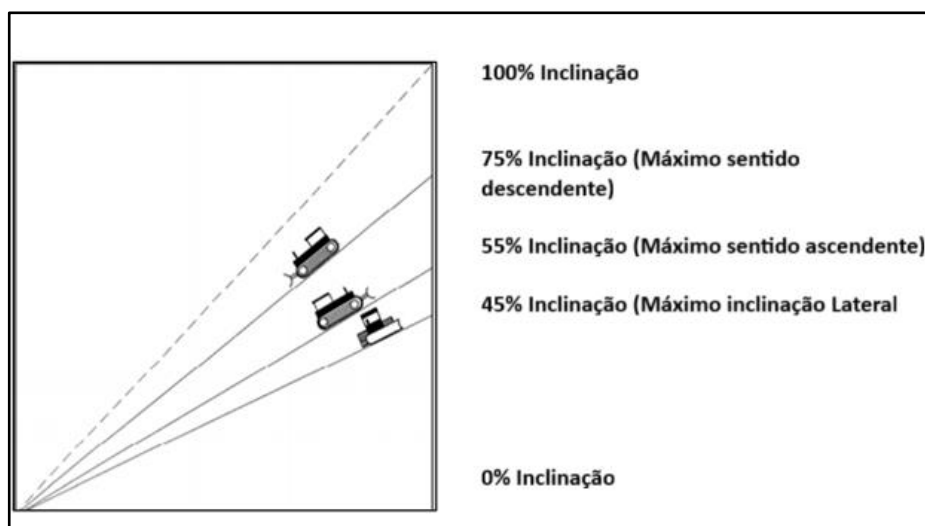


Figura 40 - Representação Gráfica dos Limites de Inclinação – Fonte: Dozer Boss Student workbook Appendix D, 2025.

A determinação da porcentagem de inclinação pode ser obtida pela distância vertical dividida pela distância horizontal, multiplicadas por 100. **(%=(Altura/Distância) x100).**

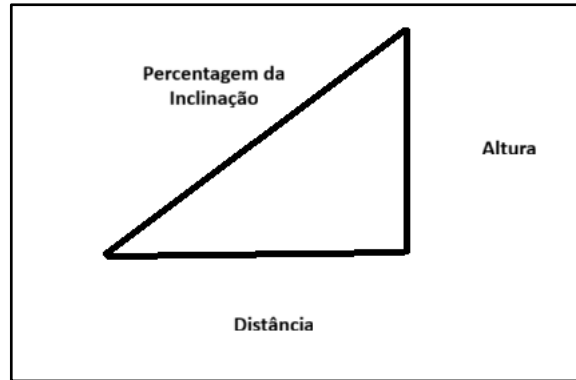


Figura 41 - Cálculo da Porcentagem (%) Inclinação – Fonte: Autoria própria, 2025.

Podem ser utilizados para medir a inclinação percentual, equipamentos denominados de inclinômetros ou níveis de Abney topográficos, auxiliando assim de forma expedita a obtenção de informação essencial para aferir algumas das limitações operacionais existentes.



Figura 42 - Nível de Abney – Fonte: Autoria própria, 2025.

4.7 Taxas de Construção de Linha com Máquinas de Rasto

Os modelos de Rothermel são um sistema para classificar diferentes tipos de combustível florestal com base nas suas características, como altura, continuidade e carga de combustível, para prever o comportamento do fogo. Cada modelo descreve um cenário específico de combustível, como um matorral denso e jovem (modelo 5) ou um arvoredo com restos pesados (modelo 12), e a sua carga estimada em toneladas por hectare, o que permite estimar a velocidade e intensidade de um incêndio (Rothermel, 1972).

Os modelos agrupam os **tipos de combustível** em categorias como pastagens, matos, folhada em matas e restos de corte.

Cada modelo detalha a altura do combustível, o tipo de material, a presença de combustível vivo ou morto, a sua carga por hectare, ou seja, de acordo com as suas **caraterísticas**.

Ao identificar o modelo correspondente a um determinado local, é possível prever a velocidade de propagação e a intensidade de um incêndio rural que se inicie nessa área, ou seja a **previsão do comportamento do fogo**.

A gestão de incêndios e a prevenção da sua propagação tornam-se mais eficazes com o uso dos modelos Rothermel, a aplicação destes modelos pode identificar os tipos de combustíveis que precisam de gestão para reduzir o risco de grandes incêndios rurais.

Modelos de combustible	Descripción vegetación	Rto. km/h curva de nivel	Rto. km/h Máx. pte.
4	Matorral o plantación muy denso de 2 m de altura, con continuidad vertical y horizontal. Propagación del fuego por las copas. Cantidad de combustible: 25-35 t/ha.	0,5-1	1,5
5 y 6	Matorral denso de hasta 1,2 m de altura. Fuegos de intensidad moderada. Cantidad de combustible: 5-15 t/ha.	1,5	2
7	Matorral de 0,6 a 21 m de altura, bajo sotobosque de coníferas con propagación del fuego bajo el arbolado. Cantidad de combustible: 10-15 t/ha.	0,5	1
8 y 9	Bosque denso sin matorral. Fuegos de baja intensidad y llamas cortas. Cantidad de combustible: 10-12 t/ha.	0,5	0,7
10	Bosques con restos leñosos muy gruesos. Fuego de mayor intensidad y altura de llama. Cantidad de combustible: 30-35 t/ha.	0,3	0,5
11	Bosque con restos de hasta 7,5 cm de diámetro, formando una capa de hasta 30 cm. Posible aparición de pavesas. Cantidad de combustible: 25-30 t/ha.	0,4	0,6
12	Predominio de restos muertos y más pesados cubriendo todo el suelo hasta 60 cm de espesor. Aparición de pavesas. Cantidad de combustible: 50-80 t/ha.	0,7	0,9
13	Grandes cantidades de restos gruesos y pesados cubriendo todo el suelo. Cantidad de combustible: 100-150 t/ha.	0,6	0,8

Figura 43 - Modelos Combustíveis Rothermel – Fonte: Rothermel, 2025.

Tipo de Máquina	Tipo de Linha	Produtividade Estimada
Máquina de Rasto - Tipo 2 (lâmina +/-3 m)	Linha simples, combustível leve	400 a 800 metros/hora
Máquina de Rasto - Tipo 2	Linha em terreno levemente inclinado	250 a 500 metros/hora
Trator com arado simples	Linha em combustível leve/médio	600 a 1000 metros/hora
Operação com dois ou mais Máquina de Rasto	Linha reforçada (dupla)	150 a 300 metros/hora

Figura 44 - Estimativas Gerais do Rendimento – Fonte: Autoria própria, 2025.

Com base em dados recolhidos a partir de testes de campo controlados foi elaborada uma tabela que apresenta as **taxas de construção de linha de segurança (linha de passagem única)** expressas em **correntes por hora** (1 corrente ≈ 20,1 metros).

Estas taxas variam em função de diversos fatores operacionais e ambientais:

Fire behavior fuel model	Slope class 1 (0%-25%)		Slope class 2 (26%-40%)		Slope class 3 (41%-55%)	
	Up	Down	Up	Down	Up	Down
Chains per Hour						
Small dozers (Type 3)						
1, 2, 3	63	88	36	88	14	16
4	22	29	12	30	3	22
5	63	88	36	88	14	61
6	39	59	22	62	8	42
7	39	52	22	56	8	35
8	63	88	36	88	14	16
9, 11, 12	22	30	12	30	3	11
Medium dozers (Type 2)						
1, 2, 3	88	118	58	112	35	73
4	32	47	18	53	5	31
5	88	118	58	112	35	73
6	51	75	26	78	9	48
7	51	75	27	78	9	48
8	88	118	58	112	35	73
9, 11, 12	32	47	18	53	5	31
10, 13	17	23	10	25	3	11
Large dozers (Type 1)						
1, 2, 3	91	124	62	118	35	83
4	43	60	27	62	12	40
5	91	124	62	118	35	83
6, 7	63	91	41	90	22	57
8	91	124	62	118	35	83
9, 11, 12	43	60	27	62	12	40
10, 13	27	38	15	34	4	16

Figura 45 - Taxas de produção de Fireline (passe único) para tratores fabricados desde 1975 – Fonte: Dozer Boss Manual Appendix D, 2025.

Podemos então concluir que o aumento da carga de combustível é igual à redução da produtividade, ou seja quanto **maior a densidade e volume de**

combustível (ex: mato denso, árvores, detritos), **menor será a taxa de avanço da máquina de rasto** na construção de linhas.

A **inclinação do terreno** afeta significativamente o desempenho, evidenciando-se que subidas íngremes (movimento em aclave) reduzem mais a produtividade do que descidas.

Encostas acentuadas exigem máquinas de rasto **mais potentes e estáveis**, o que limita o tipo de máquina que pode ser usada com segurança.

O tipo e tamanho da máquina devem ser escolhidos com base no terreno e na carga de combustível:

- ▶ Máquinas **Tipo 3 (leves)** são mais eficientes em terrenos planos e com combustível leve.
- ▶ Máquinas **Tipo 2 (médias)** oferecem um **equilíbrio ideal** entre capacidade e manobrabilidade.
- ▶ Máquinas **Tipo 1 (pesadas)** têm maior capacidade de corte, mas são **menos ágeis** e limitadas em declives ou solos instáveis.

A linha realizada deve ser suportada por barreiras naturais, como rios, reservatórios, afloramentos rochosos, de igual modo a linha deve ser suportada por estradas, pistas ou aceiros que sirvam de acesso aos meios de extinção e fuga em caso de necessidade.

Pelo mesmo motivo, um cuidado especial será tomado no traçado da linha para que seu perfil possa servir de rota de fuga.

A operação é cara e exige bons operadores, boa supervisão e manutenção adequados. No entanto, em áreas excessivamente rochosas e em algumas florestas densas, especialmente com muitas árvores grandes, seu progresso será drasticamente lento.

4.8 Equipa de Apoio

Após passagem da maquinaria deve existir uma equipa que tenha como principal função, a redução dos combustíveis restantes, preparação da linha caso exista a necessidade de implementação de fogo de supressão e que minimizará o risco do calor irradiado e projeção de partículas incandescentes.

O corte de objetos em queda em ambos os lados da linha; o corte de combustível pendurado; a dispersão, evitando a acumulação de combustível perto da linha. Certificam-se de que a linha é contínua e livre de combustíveis de superfície.

Normalmente, existe a necessidade de três a seis operacionais numa equipa de limpeza. A prioridade na utilização de ferramentas manuais, acompanhando as máquinas de rasto, garantindo que a linha se encontre em segurança.

Os operacionais devem ficar longe da área mais próxima onde a maquinaria se encontra a trabalhar, uma vez que eles estão constantemente a realizar diferentes manobras.

A constituição destas equipas pode ser com recurso a operacionais já existentes e que se encontrem em trabalho no local.

4.9 Equipas Específicas para trabalho com Máquinas de Rasto

Considerando a especificidade das operações realizadas pela maquinaria pesada, exige o devido acompanhamento por operacionais devidamente formados, assim como equipamentos técnicos, que passamos a referir.

- Um veículo com capacidade de circulação em todo-o-terreno com tanque de agente extintor de cerca de 400 litros com equipamento de bombeamento, para em caso de necessidade, utilização na supressão do incêndio.

Neste veículo segue o chefe de equipa e 4 a 5 operacionais, que auxiliam todo o trabalho a realizar pela máquina. Este veículo todo-o-terreno deve transportar equipamento de comunicação e sinalização luminosa.

Na maioria das circulações externas existentes, esse veículo é o que circula em frente do porta-máquinas, alertando o tráfego da circulação de um transporte especial.

- Máquina de rasto, com equipamentos de radiocomunicação e telefone móvel. O equipamento de comunicação deve ser adaptado para amortecer choques e vibrações fortes.

- Porta máquinas com extensão aproximada de 16 metros, também equipada com equipamentos de radiocomunicação e telefone móvel. Para melhorar a circulação, é conveniente utilizar porta máquinas de menor dimensão. Este equipamento deve estar equipado com um dispositivo de sinalização luminosa.

- Veículo com capacidade de circulação em todo-o-terreno com tanque de diesel de cerca de 300 litros com equipamento de bombagem, filtragem, etc., para reabastecimento do trator, sendo detentor de equipamento de comunicação e uma sinalização luminosa.

No trabalho de supressão de incêndios rurais é também importante assegurar um apoio ao trabalho da maquinaria pesada com recurso a veículos de combate a incêndio, de forma a que esse trabalho seja realizado com maior eficácia e em segurança.

A situação de alerta permanente 24 horas por dia é imprescindível, para que a maquinaria esteja permanentemente disponível no porta-máquinas. Com isso otimiza-se o processo de carregamento.

Sua localização deve ser em um local mais adequado para se deslocar para os teatros de operação onde possa vir a ser necessário.

Considerando a necessidade de otimizar o tempo de deslocação é importante que o local de estacionamento não se deve encontrar num raio de ação superior a 150 km, de forma a não ser superior a 3 horas.

Uma premissa muito importante na utilização de máquinas é a experiência do motorista do porta-máquinas, do operador e do chefe de equipa.

O condutor do porta-máquina deve conhecer o percurso rodoviário e o melhor acesso ao incêndio, com o objetivo de descarregá-lo o mais próximo possível do incêndio.

O operador deverá saber o tipo de topografia, a vegetação existente, a existência de rochas, áreas por onde o equipamento não passa, pois certamente já terá feito alguma extinção em áreas próximas, ou terá feito outro trabalho para preparar o terreno.

Em qualquer caso, a presença de guias conhecedores da área, é fundamental para orientar esses meios nos melhores caminhos para as máquinas, bem como na marcação de áreas rochosas, caminhos, aceiros.

Nos centros de coordenação deve ser elaborada uma lista de equipamentos, que deve incluir a instituição, a localização dos equipamentos, e os telefones de contacto dos responsáveis. Essa listagem deve ser atualizada continuamente.

Um dos maiores inconvenientes das máquinas é a deslocação em direção ao teatro de operações. À medida que se chega mais perto, os caminhos estreitam-se, é necessário passar por aglomerados populacionais onde existem passagens muito justas (curvas, praças, varandas, etc.).

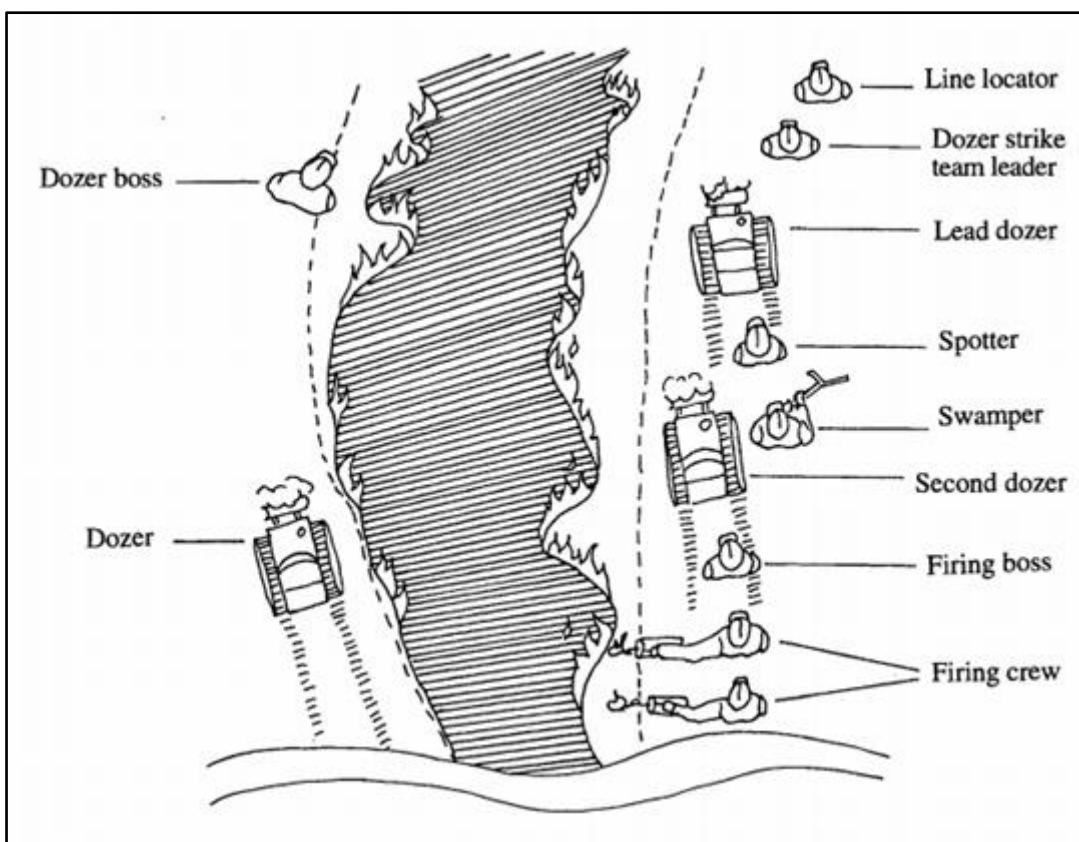


Figura 46 - Exemplo da Organização das Equipas nos EUA – Fonte: Internet, 2025.

O **chefe de equipa** no terreno deve acompanhar a máquina de rasto, para alertar o operador sobre possíveis rochas cobertas por vegetação, buracos, poços, áreas húmidas, assim como ajudar nas mudanças de direção de trabalho da máquina. Deve ser prática comum que, além de familiarizarem-se com o terreno, os operacionais das equipas permaneçam com a maquinaria para colaborar em tarefas complementares, como por exemplo

alertar sobre possíveis reativações atrás da máquina ou apagar pequenas áreas onde o trator não tenha conseguido entrar.

Esses trabalhadores que acompanham a máquina devem ter cuidado especial em manter uma distância segura, acordada com o motorista, na abordagem da máquina, pois, caso contrário, é fácil ocorrer um acidente nas manobras que necessariamente devem ser realizadas.

Evitar ficar em uma posição abaixo da máquina, onde possa ser alcançado por pedras ou outros materiais removidos, ou acima, pois um deslizamento coloca o operacional junto à máquina. As equipas de apoio, com o pessoal auxiliar, podem realizar a extinção.

Capítulo 5 Planificação e Gestão de Operações de Supressão com Maquinaria Pesada

O Comandante das Operações de Socorro (COS) deve saber as diferentes funcionalidades das máquinas de rasto, abertura de linhas de controlo, aceiros, faixas de contenção.

Identificar as limitações que condicionam a operação, como, a inclinação do terreno, pedregosidade, áreas ambientalmente sensíveis ou de difícil acesso podem restringir seu uso.

Velocidade e eficiência do equipamento permite a construção de linhas de controlo de forma mais rapidamente do que as equipas que trabalham com ferramentas manuais, especialmente em terrenos difíceis e áreas de difícil acesso.

Ao utilizar máquinas pesadas, é possível e importante minimizar a presença de pessoas nas zonas de risco, reduzindo a exposição aos incêndios e outros riscos associados.

A maquinaria permite limpar até ao solo mineral, criando uma faixa sem combustível que impede a propagação das chamas, intervenção essencial para o controlo do incêndio.

Desobstrução de caminhos, as máquinas podem abrir passagens e remover obstáculos naturais, como árvores e rochas, facilitando o acesso das equipas de combate ao fogo.

5.1 Análise do Terreno

Avaliar o terreno e a sua inclinação é crucial. Terrenos inclinados, irregulares ou rochosos exigem diferentes tipos de equipamentos e estratégias. O operador precisa conhecer as limitações da máquina para evitar danos ao equipamento ou problemas de tração.

Identificação dos obstáculos como grandes rochas, afloramentos rochosos, troncos ou áreas pantanosas, importante certificar de que as máquinas têm a capacidade de lidar com esses desafios ou planejar alternativas ao percurso.

5.2 Escolha do Tipo de Máquina

Selecionar equipamentos de acordo com o tipo de vegetação existente (herbáceas, matos, povoamentos) e as condições do solo.

Máquinas menores podem ser mais adequadas para áreas com muitos obstáculos ou terrenos mais acidentados, enquanto máquinas maiores podem ser usados em áreas planas e abertas com vegetação densa.

Prever o empenhamento de equipamentos/acessórios adicionais, como lâminas maiores, proteções especiais (como gaiolas de proteção), ou kits de proteção.

5.3 Análise da Carga de Combustível e Vegetação

Realizar avaliação da carga de combustível (vegetação) ajudará a determinar quanto esforço será necessário para limpar uma linha. Em áreas com vegetação densa, o equipamento precisará de mais tempo para avançar e pode haver necessidade de várias passagens.

A vegetação pode afetar a escolha do equipamento e o tempo necessário para concluir a linha. Em áreas com árvores grandes, a máquina pode precisar de maior potência para derrubar e mover os troncos ou equipas para realizar o abate das mesmas.

5.4 Segurança e Planeamento da Manobra

Identificar potenciais riscos para os operadores, como a proximidade do fogo, condições de terreno instáveis e o perigo de objetos que rolem ou caiam (como pedras ou outros detritos). Planejar rotas de fuga para os operadores, caso a situação se torne perigosa.

Certificar que os operadores e as equipas de apoio mantenham uma distância segura da máquina, principalmente durante manobras e enquanto a lâmina está em movimento.

Os operadores de máquina devem ser apoiados por equipas de apoio, especialmente se o terreno for complexo. Essas equipas podem ajudar na comunicação e alerta sobre obstáculos ou perigos.



Figura 47 - Zona de Segurança na Utilização – Fonte: Autoria própria, 2025.

Determinar o melhor ponto de ancoragem para iniciar a linha, geralmente em uma área estratégica onde o avanço da máquina possa ser maximizado.

Planejar a construção da linha de contenção, considerando como o equipamento irá avançar no terreno (de um flanco para a cabeça do incêndio, por exemplo). A construção pode ser feita com a lâmina empurrando a vegetação para criar uma barreira.

Nos locais que apresentem terrenos inclinados ou com vegetação pesada, o trabalho de construção de linha pode precisar ser combinado com manobras de ataque direto ou indireto para controlar o incêndio.

5.5 Coordenação com outros Recursos

A comunicação com as equipas de apoio, chefes de equipa e unidades aéreas é essencial para coordenar as operações. Certificar de que todos os

envolvidos saibam exatamente onde e como a linha de contenção será construída.

Se existir apoio com recurso a meios aéreos, a coordenação deve garantir que o trabalho de construção da linha seja complementado por ações aéreas de combate ao incêndio (lançamento de água ou retardantes).

Durante toda a operação é importante manter um acompanhamento contínuo que permita uma monitorização e ajuste durante toda a operação. Sendo que após o início do trabalho, o operador deve monitorizar continuamente o progresso, ajustando a velocidade e a direção conforme necessário. O chefe de equipa deve estar disponível para resolver quaisquer problemas inesperados.

O terreno ou o comportamento do incêndio podem mudar rapidamente, então os intervenientes devem estar preparados para fazer ajustes na operação, como mudar a rota ou intensificar a ação em certos pontos.

Após a conclusão do trabalho, o operador deve seguir procedimentos adequados para desmobilizar a máquina de forma segura. Isso inclui a verificação do equipamento e garantir que a área seja limpa.

Realização de inspeções para garantir que a máquina esteja em condições operacionais para a próxima tarefa, verificando se há danos causados pela operação ou pelo ambiente.

5.6 Operação e Coordenação no Combate a Incêndios

A operação com máquinas de rasto exige coordenação de esforços entre o operador da máquina e as equipas que realizam o combate ao incêndio.

O operador deve estar ciente dos objetivos estabelecidos e comunicar-se com o chefe de equipa sobre onde e como executar as tarefas.

A maquinaria pesada é frequentemente “**empurrada**” para a frente das equipas de combate ao incêndio para preparar o terreno para as ações de supressão. Esse processo exige **coordenação e clareza** entre todos os operacionais para garantir a segurança e eficiência das operações.

Priorizar o trabalho em função da rapidez para conter o incêndio mais rapidamente.

Na presença de combustíveis pesados, opção de ir trabalhando no sentido de construir uma linha indireta, dando espaço em virtude do comportamento do fogo. Se necessário recorrer ao uso de fogo de supressão.

Trabalhar com profundidade e largura suficiente para garantir que o fogo não ultrapasse.

A distribuição e uso de recursos torna-se importante, sendo que cada equipamento deve ser atribuído a setores diferentes, desde que existam, veículos de apoio e equipas disponíveis para acompanhar.

Existem **desafios logísticos e operacionais** relacionados ao transporte, deslocação e operação de máquinas de rasto em incêndios rurais, especialmente em terrenos montanhosos ou em regiões de difícil acesso.

Os **chefes de equipa** são uma posição operacional chave dentro do Sistema de Gestão de Operações (SGO), responsáveis por supervisionar diretamente os trabalhos realizados ao nível da manobra. Neste caso podemos também implementar um elemento que supervise diretamente o uso de máquinas de rasto e equipamentos pesados em incidentes como incêndios rurais, eventos climáticos extremos ou emergências ambientais. Supervisiona um ou mais equipamentos, operadores, transportes e equipas de apoio. Garantindo que os equipamentos certos (tipo de máquina, lâmina) sejam utilizados corretamente, no local certo e com o operador certo. De igual modo, coordena tarefas como construção de linhas de controlo, remoção de combustível, reabertura de caminhos e apoio ao ataque direto ou indireto ao fogo.

Atua sob supervisão de um comandante setor ou comandante das operações de socorro. Participando em briefings operacionais, relatando progresso e necessidades. Atuando de acordo com o estabelecido pelo plano estratégico de ação.

Monitoriza a produtividade real vs. a esperada (com base, por exemplo, em tabelas de rendimento). Garantindo que a segurança da operação mecânica

seja mantida. Adaptando-se ao uso de máquinas conforme condições do terreno, tipo de combustível e comportamento do fogo.

O papel do chefe de equipa torna-se crucial, permitindo assim uma eficiência operacional, um único equipamento pode substituir dezenas de operacionais, mas sem supervisão, pode criar riscos sérios ou ser mal aproveitado.

O chefe de equipa evita o uso imprudente de maquinaria e protege as equipas próximas, garantindo aplicação das normas relacionadas com a temática da segurança. Avalia o rendimento das máquinas, decide quando reposicionar, quando recuar e onde intervir.

O chefe de equipa de máquinas de rasto é um especialista técnico e líder tático, com a missão de garantir que os equipamentos pesados sejam usados de forma eficiente, segura e estratégica no contexto do SGO. Seu papel é crucial para o sucesso e segurança das operações com máquinas pesadas em incêndios e outros desastres.

A experiência do operador de equipamento pesado é um **fator decisivo** para a eficácia de uma operação. Máquinas de rasto são ferramentas poderosas, mas somente operadores experientes sabem como usá-los adequadamente em terrenos difíceis, evitando riscos e maximizando a eficiência. Um operador qualificado consegue avaliar o **comportamento do fogo** e adaptar a sua abordagem, especialmente em áreas com vegetação densa ou solo instável.

5.6.1 Desafios Operacionais

Condições de terreno sem elevações dificulta a vigilância visual direta, apresentando-se um conjunto de riscos, tais como, o operador está frequentemente na posição mais vulnerável, isolado e com baixa visibilidade do comportamento do fogo, na ótica da mitigação pode-se recorrer por exemplo a aeronaves. Torna-se então importante a coordenação tática e comunicação constante com outras equipas no terreno.

O **ruído da máquina** torna difícil a audição dos equipamentos de comunicações existentes, principalmente em equipamentos sem cabine

fechada e isolada acusticamente. A tecnologia neste caso pode ser um importante aliado, com recurso a auscultadores com redução de ruído e microfones com cancelamento de som. De igual modo é importante uma comunicação prévia clara, com implementação de códigos visuais, já falado anteriormente.

A existência de uma única rota de fuga possível, que normalmente é a **faixa de interrupção de combustível recentemente aberta**, tornando-a crítica, pode ficar comprometida pelo avanço do fogo ou obstrução, não existindo outra alternativa segura.

Um planeamento minucioso, análise constante do comportamento do fogo e uso apenas por operadores experientes, mitiga a frequência deste tipo de situações.

5.6.2 Perceção de Invencibilidade das Máquinas de Rasto

Considerando ainda o desconhecimento do funcionamento desta tipologia de equipamentos, da parte de quem gere os trabalhos realizados no âmbito da supressão dos incêndios.

Existem relatos de operadores onde, muitas vezes os comandantes subestimam os riscos associados às máquinas de rasto. O envio de máquinas para construção de faixas, sem apoio, tornando-se perigoso e ineficaz.

Os fundamentos táticos aplicáveis a todos os recursos (ancoragem, flanco, sustentação) também se aplica à maquinaria.

Desafio	Risco	Mitigação
Falta de vigias visuais	Fogo surpreende o operador	Uso de aeronaves, drones ou comunicação em tempo real com COS
Ruído da MR	Perda de mensagens críticas	Headsets, sinais manuais, briefings táticos

Rota única de fuga	Risco de armadilha	Planeamento, reconhecimento prévio, linha de fuga limpa
Atolamento	Perda do equipamento e risco de vida	Avaliação do solo e operadores experientes
Falta de zonas de segurança	Risco extremo ao operador	Delimitação de zonas limpas e afastadas do fogo
Má interpretação tática pelos gestores	Uso inadequado dos MR	Educação tática do comando sobre capacidades e limitações

Tabela 6 – Resumos dos Desafios Operacionais – Fonte: Autoria própria, 2025.

5.7 Planeamento e Definição de Objetivos

Antes do início dos trabalhos, o operador da máquina de rasto deve ser informado claramente sobre os objetivos de controle de fogo.

A comunicação com o operador é essencial, mas deve ser minimizada para evitar interrupções desnecessárias durante a execução da tarefa.

O operador tem um instinto aguçado para o trabalho, o que lhe permite avaliar o terreno e ajustar a abordagem conforme necessário.

O uso de maquinaria pesada para combater incêndios segue a mesma estratégia dos recursos terrestres, partir de um ponto de ancoragem e avançar em direção à cabeça do incêndio.

O operador deve estar totalmente ciente da segurança ao trabalhar perto da linha do fogo, especialmente porque a lâmina do equipamento, mesmo com proteção, é vulnerável ao fogo.

Coordenação com a equipa terrestre e se necessário, o apoio aéreo é crucial para garantir que máquina de rasto se move na direção certa e que não exista interrupções ou falhas de comunicação.

O operador não deve ser interrompido por chamadas constantes ou distrações, pois isso pode prejudicar a concentração necessária para evitar acidentes e fazer ajustes rápidos.

O transporte de uma máquina de rasto, especialmente uma de grande porte, exige um planeamento detalhado para garantir que a máquina chegue ao local de operação com segurança e eficiência. Existem várias considerações que precisam ser levadas em conta para garantir que a deslocação ocorra sem problemas.

A viagem pela estrada ocorre a uma velocidade lenta (60-80 km/h), o que exige um planeamento cuidadoso do caminho para minimizar atrasos e garantir a segurança do transporte.

É essencial planear a rota de forma a evitar áreas densamente povoadas, zonas de tráfego intenso e outros pontos críticos (como túneis, pontes estreitas ou áreas de difícil manobra). Isso ajuda a evitar possíveis riscos para a população, danos à infraestrutura ou dificuldade para o transporte.

Durante o percurso, é importante estar atento a obstáculos na estrada, como buracos ou outros que possam afetar a estabilidade do porta máquinas e a segurança do transporte. Além disso, deve-se avaliar a altura, largura e peso da carga para garantir que todas as restrições de tráfego sejam atendidas.

Recurso a cartografia digital disponibilizada pelos Serviços Municipais de Proteção Civil/ANEPC, com a possibilidade de consulta, por exemplo do estado atual dos caminhos e de igual modo informações sobre largura, curvas, declives e tráfego.

No caso de uma viagem curta, de aproximadamente 30 minutos, o transporte será relativamente direto, sem grandes interrupções. No entanto, para percursos mais longos, o planeamento de tempo é crucial para garantir que o equipamento chegue ao local do fogo de maneira mais eficiente e oportuna.

A chegada eficiente da máquina de rasto ao local de combate ao fogo é fundamental, especialmente quando o tempo é um fator crítico para o sucesso do ataque ao incêndio.

Utilizar sistemas de comunicação para garantir que qualquer mudança nas condições da estrada ou interrupção no percurso possa ser reportada e solucionada rapidamente.

5.7.1 Gestão de Grandes Incêndios Rurais (GIR) e Zonas de Apoio

Durante as operações de combate a incêndios, especialmente em áreas de difícil acesso, é importante ter zonas de descarga, manutenção e reabastecimento próximas às estradas principais e em áreas seguras, para garantir que os veículos de transporte e veículos de manutenção possam ter acesso rapidamente a área para reabastecer, realizar manutenção e trocar de operadores, garantindo a continuidade das operações.

Estas zonas devem cumprir um conjunto de critérios, tais como, raio de viragem deve ser de no mínimo 30 metros, a largura mínima da pista deve ser de 6 metros de plataforma e o local previsto deve ter capacidade de resistência ao peso total dos veículos (porta máquinas e máquina de rasto). O sucesso no uso de MR em incêndios depende tanto da logística e planeamento de deslocação quanto da operação segura e coordenada no terreno.

Um uso eficaz requer planeamento tático prévio, bons mapas, comunicação com autoridades, equipa treinada e principalmente operadores experientes. O combate com MR não é “simplesmente empurrar com lâmina”: é uma ação integrada, perigosa e altamente técnica.

5.8 Incêndios florestais em Portugal, presente e futuro

A implantação bem-sucedida de táticas mecanizadas para combustíveis e gestão do fogo deve resultar de um treino realista em estratégias seguras, oportunas e económicas.

Equipamentos de registo e máquinas híbridas estão disponíveis hoje para aumentar a segurança do pessoal na linha de fogo, enquanto reduz os custos de ataque inicial, supressão indireta e reabilitação pós-incêndio. Tão importante quanto, essas máquinas são usadas para proteger recursos naturais e propriedades. Alguns projetos de equipamentos modernos oferecem pegadas menores e mais flexíveis para locais e solos sensíveis.

As máquinas podem substituir alguns métodos tradicionais de supressão de incêndio. A integração de todas as ferramentas de incêndio é crítica para reduzir custos e diminuir os danos por incêndio.

Os fabricantes e distribuidores de equipamentos também estão disponíveis para fornecer informações e responder a perguntas.

Na verdade, a sinergia de combinações de equipamentos produz a abordagem mais econômica. A preparação para novos problemas, decorrentes de incêndios ruais maiores e mais frequentes em todo o continente, requer uma abordagem sistematizada das operações de campo habitualmente realizadas.

Capítulo 6 Consciência Situacional e Medidas de Segurança (LACES)

Em 1991, Gleason desenvolveu o protocolo de segurança LACES, (inicialmente designado LCES) que apresenta a seguinte interpretação: Vigias (Lookout), Pontos de Ancoragem (Anchor Points/Awareness), Comunicações (Communications), Caminhos de Fuga (Escape routes) e Zonas de Segurança (Safety Zones) (Gleason, 1991).

Este protocolo surge da análise das fatalidades e falhas mais comuns presentes na supressão de incêndios e tem como objetivo garantir a segurança de todos os intervenientes no combate a incêndios. Neste caso o trabalho que implique a maquinaria pesada também deve ser considerado e preparado para a implementação do referido protocolo.

A aplicação deve ser informada para todos os operacionais presentes nos teatros de operações, estando desse modo todos no mesmo patamar de informação, permitindo relevar os aspetos referentes à segurança presentes em determinado local.

As medidas de segurança LACES devem ser rigorosamente seguidas. Essas medidas são cruciais para garantir que a equipe de trabalho permaneça segura durante toda a operação.

Vigias: devem-se posicionar observadores para monitorizar a situação do incêndio e fornecer alertas rápidos sobre mudanças do comportamento do fogo, como aumento da intensidade do fogo devido ao vento, mudanças de direção, entre outras.

Pontos de Ancoragem: definição de pontos seguros e acessíveis onde a linha de contenção será iniciada e será estabelecida. Esses pontos devem ser selecionados com base no terreno e na segurança da equipa.

Comunicações): a comunicação constante entre a equipa é fundamental. Isso inclui rádios, sinais visuais e outros meios de comunicação para garantir que todos os membros da equipa estejam cientes das condições do incêndio e do progresso da operação.

Rotas de Fuga: planejar rotas de fuga de emergência que sejam de fácil acesso e segurança. Estas rotas devem ser bem conhecidas por todos os membros da equipa e claramente marcadas.

Zonas de Segurança: definição de áreas seguras onde a equipa possa se abrigar em caso de emergência. Essas zonas devem ser localizadas em pontos onde o fogo não possa alcançá-las rapidamente.

6.1 Princípios de Construção de Linha de Segurança no Combate a Incêndios Rurais

Gestão do Combustível: Combustíveis que não tenham sido afetados pelo fogo (direta ou indiretamente) devem ser lançados fora da linha e espalhados amplamente. Evitar acumulação que possa provocar reativações ou gerar calor excessivo.

Onde o solo e os detritos devem inevitavelmente ser empurrados para o interior, espalhe e espalhe este material bem para trás na borra.

Gestão de Detritos: Quando for inevitável empurrar solo e detritos para dentro da área, espalhar o material na cauda (parte traseira da linha), não deixar em monte e aglomerado.

Uso de Motosserras: Em áreas com muito combustível, pode ser necessário realizar um corte antecipado com motosserras.

As equipas que trabalham com motosserra devem se estabelecer distanciadas da máquina e sempre sob supervisão, considerando que se a máquina de rasto puder fazer o trabalho, o deve fazer sozinho. Importante também a utilização de equipamentos de proteção individual para a

utilização de motosserra, assim como formação específica para operação com estes equipamentos.

Derrubar Obstáculos: A maquinaria pode derrubar rapidamente obstáculos, mas, se for perigoso, recorrer a equipas para realizar o abate de exemplares arbóreos de forma manual.

Terrenos Íngremes e Inclinações Laterais: Aquando da construção de linha onde os terrenos apresentam inclinações substanciais, deve-se ter em consideração a capacidade do equipamento, a segurança do terreno e a experiência/competência do operador.

6.2 Desafios e Riscos para o Operador

Embora as máquinas de rasto sejam ferramentas valiosas, o operador enfrenta riscos consideráveis no combate a incêndios rurais. Esses riscos incluem:

Capotamento: mesmo com o **ROPS**, os operadores ainda enfrentam o risco de capotamento em terrenos inclinados ou instáveis.

Exposição ao Fogo: a máquina é vulnerável ao fogo e calor intenso, exigindo que o operador tenha cuidado especial ao trabalhar perto das chamas.

Desorientação e Sobrecarga de Trabalho: O operador geralmente é responsável por grandes áreas de terreno e precisa tomar decisões rápidas sob condições de alta pressão. É importante reforçar aspetos fundamentais da utilização segura e eficaz de máquinas de rasto em operações de combate a incêndios rurais, com ênfase em:

6.3 Regras Fundamentais de Segurança na Utilização de Tratores

Não deitar nem sentar debaixo de um trator, risco de esmagamento em caso de movimento inesperado ou falha mecânica.

Nunca ficar diretamente à frente ou atrás do trator, zonas cegas para o operador.

Aproximações devem ser feitas pela frente e em diagonal, com sinalização clara, para garantir que o operador o veja.

Não descer do equipamento com o mesmo em movimento.

O trator deve ser operado apenas por motorista habilitado e treinado.

Não transportar pessoas no trator, não é veículo de passageiros e qualquer desequilíbrio pode ser fatal.

Não operar em pontos frontais com propagação rápida do fogo, o risco de cerco e perda da máquina é elevado.

Evitar que pessoal fique acima ou abaixo do trator: acima - risco de escorregamento, queda sobre a máquina. Abaixo - risco de ser atingido por pedras ou material removido pela lâmina.

6.3.1 Protocolo de emergência – Máquina cercada pelo fogo

-Criar uma clareira até o solo mineral com a própria máquina.

-Posicionar o trator no centro da área limpa.

-Se viável executar uma queima controlada em torno da zona limpa para ampliar a proteção e eliminar combustível ao redor.



Figura 48 - Práticas Protocolo de Segurança – Fonte: Autoria própria, 2025.

Este conjunto de **regras de segurança** resume práticas críticas para prevenir acidentes e proteger vidas durante o uso de máquinas de rasto em operações de combate a incêndios rurais.

	Prática	Finalidade
1	Manter equipas longe do equipamento em operação	Evitar acidentes por atropelamento ou colisão
2	Não trabalhar com equipamento em declive	Reduzir risco de capotamento ou perda de controlo
3	Nunca montar/desmontar com máquina em movimento	Prevenir quedas e esmagamentos
4	Sem passageiros no equipamento	Segurança e estabilidade
5	Chamar atenção do operador antes de se aproximar	Evitar acidentes por falta de visibilidade
6	Ninguém deve descansar perto do equipamento	Zona de risco elevado
7	Baixar lâmina e ripper ao solo quando parado	Evitar movimentações acidentais
8	Usar sinais manuais claros	Comunicação visual efetiva
9	Limitar turnos a 12h por operador	Prevenir fadiga e erros
10	Uso obrigatório de EPI	Proteção individual mínima
11	Formação sobre uso de abrigo contra o fogo	Preparação para emergência
12	Operador decide se a tarefa pode ser realizada	Autoridade técnica de segurança
13	Informar entrada/saída da área	Controlo tático e rastreabilidade

Tabela 7 - Boas Práticas de Segurança

6.3.2 Lista de Práticas de Segurança em Operações com Equipamentos Pesados

- 1. As equipas mantêm **distância segura** dos equipamentos em funcionamento.
- 2. Nenhuma atividade deve ser realizada **imediatamente abaixo do declive**.
- 3. Ninguém **sobe ou desce** dos equipamentos enquanto estão em movimento.
- 4. **Não há transporte de passageiros** nos equipamentos.

- 5. Todos os operacionais **devem ser observados pelo operador antes de se aproximarem** do equipamento.
- 6. **Não deve existir operacionais descansando ou dormindo próximo** a equipamentos pesados.
- 7. **Lâmina e Ripper é colocada no solo** quando o equipamento está parado.
- 8. Utilização de **sinais manuais claros** entre operador e operacionais.
- 9. Os **turnos dos operadores não devem ultrapassar as 12 horas** por dia.
- 10. O operador deve estar ciente de que tem **autoridade sobre a execução do trabalho** atribuído.
- 11. O chefe da equipa **comunica a entrada e saída** da área de trabalho ao comandante de setor ou comandante das operações de socorro.
- 12. Todos os operadores devem possuir e utilizar o **equipamento de proteção individual (EPIs)** adequado.
- 13. Os operadores receberam **formação sobre o uso correto do abrigo florestal (FireShelter)**.

6.4 Ambiente e Considerações locais para Operações de Máquinas de Rasto

As operações de equipamentos pesados em combate a incêndios rurais são altamente dependentes do ambiente e das condições locais. Quando essas máquinas são implantadas em áreas críticas, é necessário levar em conta uma série de considerações para garantir a segurança, proteger os recursos valiosos e evitar danos em propriedades privadas ou bens públicos.

A propriedade privada deve ser respeitada. Ao trabalhar nessas áreas, é essencial garantir que os limites legais sejam observados. Antes de usar a máquina em terrenos privados, deve-se obter permissão explícita do proprietário para evitar disputas legais. Os caminhos de transporte da maquinaria e suas movimentações no terreno devem ser acordadas com o

proprietário para evitar danos a propriedades e infraestruturas privadas. Verificar a capacidade de carga das pontes privadas para evitar danos a estruturas que podem não ser projetadas para suportar equipamentos pesados.

É vital garantir que os equipamentos utilizados não danifiquem os artefactos históricos ou estruturas arqueológicas. O uso de máquinas pode ser restrito em áreas de valor cultural significativo.

O terreno pode ser instável e a operação de máquinas de rasto pode causar danos irreparáveis a ecossistemas frágeis, como áreas húmidas. A drenagem inadequada pode prejudicar a fauna e flora local. Existem áreas que são cruciais para a conservação da biodiversidade.

Verificar sempre a capacidade estrutural das pontes para garantir que suportam o peso do equipamento, evitando danos à infraestrutura. Ao trabalhar em terrenos cercados, o operador deve garantir que portões e cercas sejam respeitados ou removidos adequadamente para evitar danos à propriedade.

O uso de máquinas de rasto em áreas com poços ou instalações de serviços públicos deve ser evitado ou feito com cautela para não comprometer a infraestrutura existente.

Evitar operar equipamentos pesados em áreas pavimentadas a menos que seja necessário, pois podem causar danos ao asfalto e ao tráfego.

6.5 Manutenção

A **manutenção regular** e adequada dos equipamentos pesados é crucial para garantir seu desempenho eficiente e prolongar sua vida útil. A responsabilidade pela manutenção básica recai sobre o operador, que deve realizar verificações diárias e observações durante a operação.

Abordam-se algumas **questões essenciais no âmbito da manutenção** para garantir que o equipamento funciona de forma eficaz durante as operações de supressão a incêndios:

Os procedimentos de manutenção de máquinas de rastos incluem verificações antes do arranque (como níveis de óleo e líquido refrigerante),

limpeza após o uso para remover de detritos dos rastos e componentes, lubrificação dos pontos de articulação, verificação e ajuste da tensão das lagartas, e substituição e limpeza de filtros de ar e óleo após um certo período de uso ou conforme a necessidade.

6.5.1 Verificação antes do arranque

Verificar o nível do líquido refrigerante e o nível de óleo do motor, bem como o nível de gasóleo e o óleo dos hidráulicos.

Verificar funcionamento de luzes, iluminação e sinalização luminosa.

6.5.2 Manutenção diária ou após uso

Limpar a máquina cuidadosamente após cada utilização, removendo a sujidade, lama e detritos dos rastos, do compartimento do motor e da cabine, pois o acúmulo pode causar danos.

Lubrificação dos pontos de articulação, as juntas e os eixos após a limpeza para garantir a sua mobilidade e evitar o desgaste.

6.5.3 Manutenção Periódica

Verificar, limpar e substituir o elemento do filtro de ar conforme necessário, ou quando recomendado pelo fabricante.

Substituir o óleo e os filtros do motor após um determinado número de horas de serviço, como as primeiras 250 horas de funcionamento, por exemplo.

Limpar o interior do sistema de arrefecimento e verifique o nível do líquido de refrigeração.

Verificar e apertar os parafusos das sapatas das lagartas. Ajustar a tensão das lagartas para garantir o funcionamento correto.

Eliminar a água acumulada no sistema de combustível.

A **velocidade elevada** é geralmente **inimiga das máquinas de rasto**. Quando a máquina encontra uma pedra ou camada compacta de material

rígido, uma força constante e controlada é muito mais eficaz do que um impacto rápido de alta velocidade.

A manutenção adequada do equipamento é fundamental para garantir seu funcionamento contínuo e eficiente, especialmente em operações críticas de combate a incêndios.

Inspeções regulares, trocas oportunas de peças desgastadas e manutenção preventiva são essenciais para evitar falhas mecânicas durante as operações e prolongar a vida útil do equipamento.

Capítulo 7 Metodologia

O procedimento metodológico assentou na aplicação de um inquérito por questionário aos agentes de proteção civil e entidades privadas que atuam na área de atuação da Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, com o intuito de avaliar o seu conhecimento relativamente as dificuldades e problemas operacionais na implementação de máquinas de rasto na estratégica da supressão aos incêndios rurais em Portugal. Pretendeu-se, com este inquérito, caracterizar o nível de conhecimento dos inquiridos em relação ao tema acima descrito, com base num conjunto de questões-diagnóstico e na identificação de possíveis lacunas.

O questionário foi dividido em duas partes, com um conjunto de questões específicas.

A primeira parte recolheu dados de carácter sociodemográfico, como a faixa etária, o género, as habilitações literárias e a instituição a que pertencem.

Recolha de dados com base num conjunto de questões sobre o **tema em análise**

A segunda parte foi composta por dezasseis questões específicas, de cariz técnico, com base em bibliografia especializada e com o intuito de aferir o conhecimento dos inquiridos sobre a temática a avaliar.

As questões técnicas foram iniciadas com uma pergunta sobre o conhecimento dos agentes relativamente à temática, onde podiam referir se consideram a utilização de máquinas de rasto, uma mais valia no combate a incêndios rurais.

A terceira e quarta questão pretendia aferir se os inquiridos são conhecedores dos procedimentos a adotar em caso de mobilização de máquinas de rasto e se consideram fácil a mobilização de máquinas de rasto. Estes procedimentos estão determinados na Diretiva Operacional Nacional N.º2 –Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (DECIR) de 2025, aprovada pela Comissão Nacional de Proteção Civil, sob proposta da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil. Onde apresenta no seu anexo 21 o fluxograma de acionamento de máquinas de rasto.

A próxima questão pretende aferir se a mobilização deste tipo de equipamentos é realizada de forma antecipada. Considerando o número de equipamentos disponíveis na área territorial em estudo e a velocidade de deslocação, torna-se importante aferir se o alerta e mobilização são realizados de forma precoce. O número e distribuição de meios está disposto na Diretiva Operacional Nacional N.º2 –Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais (DECIR) de 2025, anexo 22.

A quinta e sexta questão pretendia aferir se os inquiridos são conhecedores dos requisitos a avaliar aquando da necessidade de mobilizar uma Máquina de Rasto e se já realizaram o planeamento para o empenhamento e utilização de máquinas de rasto na supressão de incêndios rurais.

A próximas duas questões pretendem aferir se existe uma estratégia definida na utilização de máquinas de rasto e que dificuldades operacionais são identificadas aquando do planeamento para a utilização de máquinas de rasto, procurando assim aferir se da parte dos gestores nos teatros de operações existe um trabalho de planeamento na implementação dos equipamentos pesados.

A nona questão procura dar ênfase se existe conhecimento sobre o trabalho conjunto entre equipas multidisciplinares e respetivas dificuldades. Considerando que no trabalho de supressão de incêndios a multidisciplinariedade e interoperabilidade é essencial, torna-se pertinente se no trabalho com maquinaria pesada tal ocorre.

A próximas duas questões pretendem aferir características para trabalho em segurança no período noturno e a utilização de equipamentos de proteção individual e comunicações, pelos operadores destes equipamentos. Considerando a especificidade do trabalho de supressão de incêndios rurais, assim como os riscos envolvidos, torna-se importante verificar se na utilização de máquinas de rasto, existe a exigência de medidas de mitigação de riscos, tais como utilização de equipamentos de proteção individual, iluminação, entre outras.

Na próxima questão pretende-se abordar se tem existido formação específica para a utilização de máquinas de rasto nos incêndios rurais, para todos os operacionais.

A seguinte questão aborda a existência e utilização de seguros específicos para operações em incêndios rurais, por parte das entidades que são detentoras desta tipologia de equipamentos. Uma vez mais as funções realizadas, os riscos presentes, é importante a dotação de seguros que de facto correspondam à necessidade existente para os operacionais e equipamentos.

As três últimas questões pretendem aferir as características específicas destes equipamentos e preferência. O conhecimento sobre os custos envolvidos na operação de máquinas de rastos e finalmente após o conjunto de questões colocadas, se existe outro tipo de informação que os inquiridos possam sugerir e sua importância para a temática em estudo.

Por último colocou-se o consentimento para a realização do tratamento de dados no âmbito do estudo de Gestão de Equipamentos pesados em Incêndios Rurais na CIM da Região de Coimbra.

Os dados obtidos foram devidamente analisados e tratados através da utilização de ferramentas especializadas de análise de dados, que permitiram uma exploração sistemática e rigorosa da informação recolhida. Estes métodos contribuíram de forma substancial para a interpretação dos resultados e para a construção de conclusões fundamentadas que serão apresentadas na secção seguinte.

Capítulo 8 Apresentação e discussão de resultados

8.1 Caracterização da amostra

A Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra é a maior Comunidade Intermunicipal do país, composta por 19 municípios, com uma área de 4336 km² e cerca de 440 mil habitantes. É caracterizada pela sua dimensão e pela diversidade de municípios que integram os distritos de Coimbra, Aveiro e Viseu.

No âmbito da atuação e colaboração nos incêndios rurais, na CIM da Região de Coimbra estão identificados 19 serviços Municipais de Proteção Civil, 27 Corpos de Bombeiros, dependências da Unidade de Emergência Proteção e Socorro da Guarda Nacional Republicana, o Instituto da Conservação da Natureza e Florestas, a AFOCELCA, Equipas de Sapadores Florestais, elementos da Comunidade Intermunicipal, elementos da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil e um conjunto de entidades privadas com o dever de colaboração na ótica da proteção civil.

De acordo com os cálculos realizados pensa-se de acordo com as entidades identificadas anteriormente, pode-se indicar que a população total ronda as 53 entidades pertencentes a agentes de proteção civil e entidades com dever de colaboração. Assim, a amostra obtida, de 28 resposta dão indicação que 52.83% responderam ao inquérito, referindo assim que o mesmo apresenta

indícios positivos de precisão e a fiabilidade dos resultados obtidos neste estudo.

8.2 Caracterização sociodemográfica

8.2.1 Género

A recolha e análise de dados revelou que houve uma maior incidência de respostas do género masculino, com 96% das respostas obtidas, correspondendo a 27 agentes de proteção civil, comparativamente a 1 do género feminino, correspondendo a 4% do total da amostra (Figura 49).

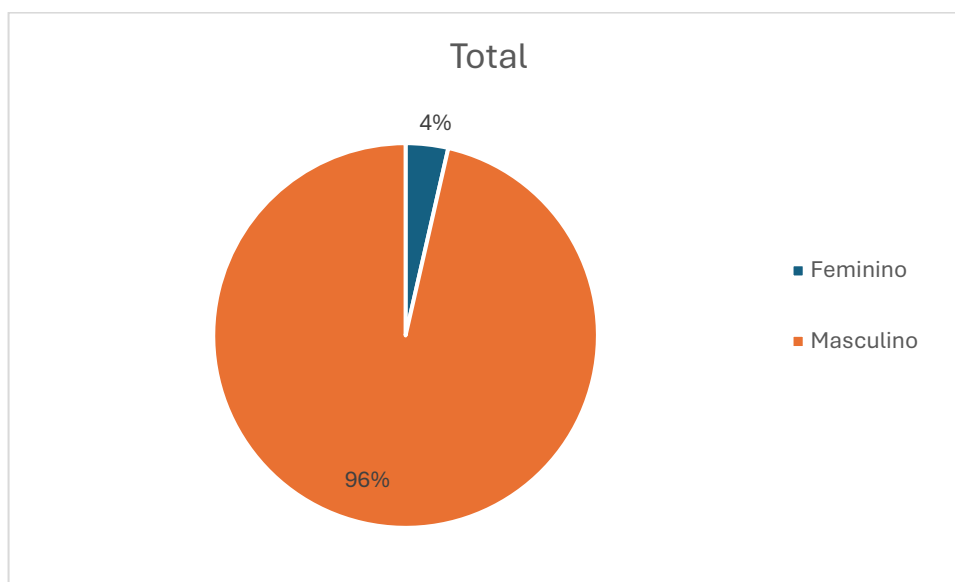


Figura 49 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por género

8.2.2 Faixa etária

No que respeita à distribuição dos inquiridos segundo a variável "faixa etária", verificou-se que a maioria dos participantes se encontra na faixa dos 46 aos 58 anos, representando 43% do total de respostas. Seguem-se os participantes na faixa dos 34 aos 46 anos, com uma representatividade de 29%, os dos 22 aos 34 anos com 25%, e por fim acima dos 58 anos com 3%. (Figura 50).

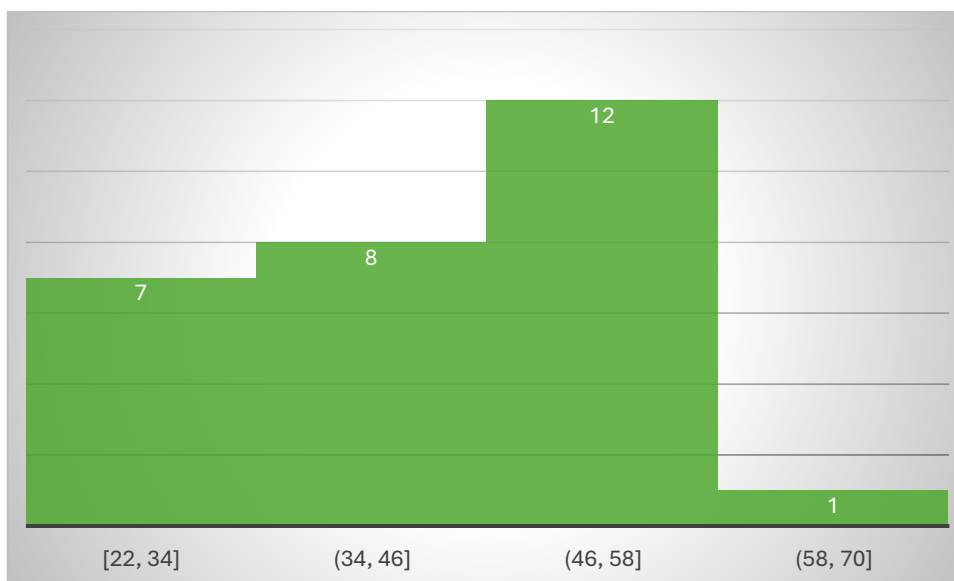


Figura 50 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por idade

8.2.3 Escolaridade

No que se refere à distribuição dos inquiridos por ano de escolaridade, verificou-se que a maioria dos participantes apresenta o 12.º ano de escolaridade, representando 53% da amostra com 15 respostas. A Licenciatura correspondeu a 36% das respostas com 10, enquanto o Mestrado apresentou uma menor representatividade, com apenas 11% dos inquiridos com 3 respostas (Figura 51).

Esta distribuição revela uma imagem do percurso que vai sendo realizado no âmbito da qualificação dos agentes de proteção civil.

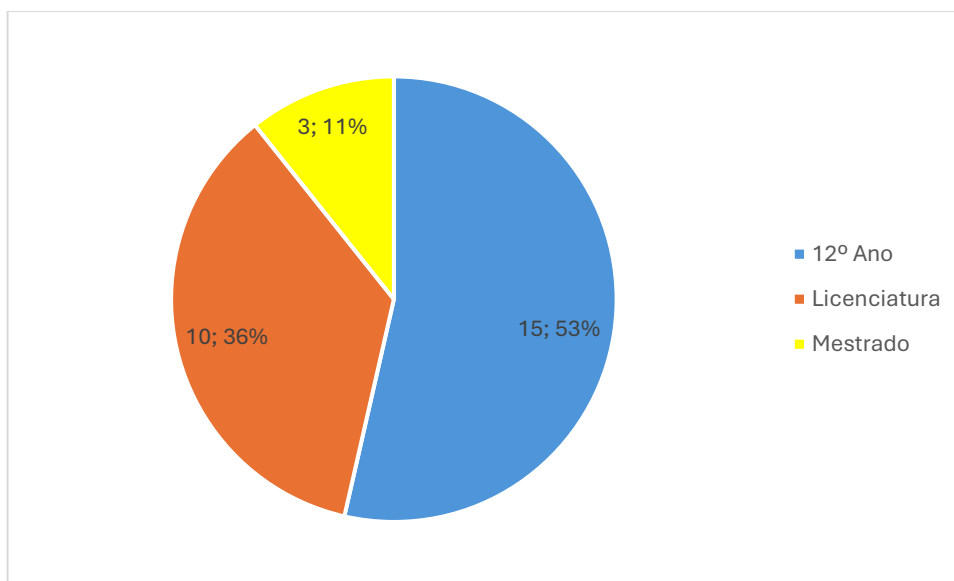


Figura 51 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por ano de escolaridade

8.2.4 Instituição de Origem

Relativamente à distribuição dos inquiridos de acordo com a variável “Qual a instituição em que se enquadra”, observa-se uma maior representação dos inquiridos originários da estrutura dos corpos de bombeiros, com 53%, com 15 respostas.

As restantes entidades apresentaram uma representatividade inferior. Relativamente aos municípios e estrutura da Autoridade Nacional de Emergência e Proteção Civil 3 inquiridos respetivamente (11%) de cada entidade, o Instituto da Conservação da Natureza e Florestas e Guarda Nacional Republicana com 2 cada (7%) de cada entidade, A Comunidade Intermunicipal da Região de Coimbra, a Afocelca e das Equipas de Sapadores Florestais obtemos 1 resposta de cada (4%) de cada entidade (Figura 52).

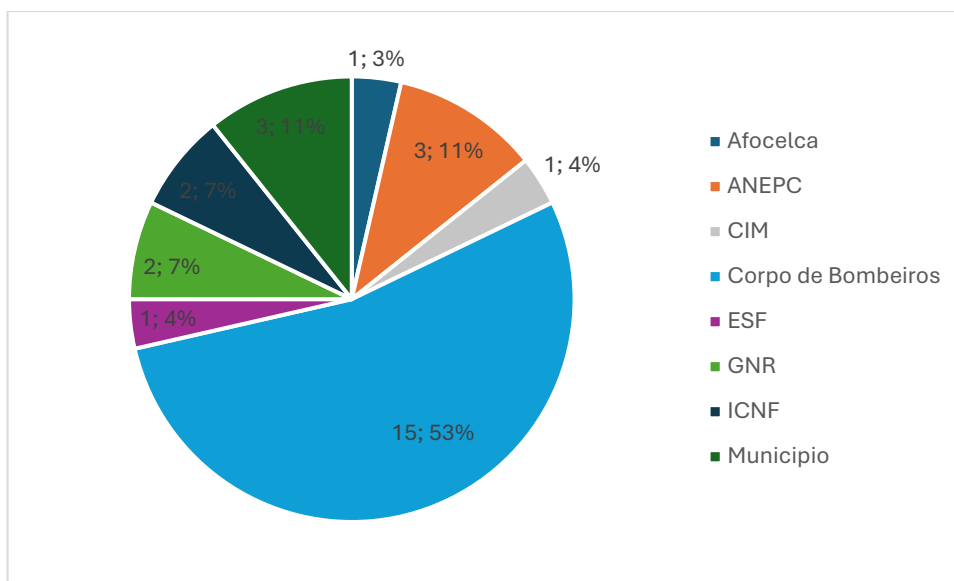


Figura 52 - Gráfico representativo da distribuição das respostas por entidade

Esta diversidade na distribuição das entidades permite uma análise mais abrangente das perceções dos seus interlocutores, uma vez que cada entidade terá uma forma de funcionamento distinto e dessa forma também apresentar diferentes contextos de aprendizagem.

Perante este contexto, os dados obtidos contribuem para uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas existentes sobre a respetiva temática em estudo.

8.3 Caracterização do conhecimento sobre o tema

O questionário incluía um conjunto de questões que tinham como objetivo aferir o conhecimento dos inquiridos na temática do trabalho com máquinas de rasto no âmbito da supressão de incêndios rurais. Estas questões foram formuladas para que se pudesse realizar uma análise sobre alguns dos pontos considerados importantes para o referido assunto.

8.3.1 Considera a utilização de máquinas de rasto, uma mais-valia no combate a incêndios rurais

Com esta análise pretendeu-se aferir até que ponto os inquiridos consideravam que ao se utilizar esta tipologia de equipamentos, poderia ser considerada como uma vantagem nas tarefas a realizar no âmbito da supressão de incêndios rurais.

Os resultados apresentados corroboram o que seria expectável, até porque a utilização de máquinas de rasto tem vindo a ser cada vez mais usual. Verifica-se assim que todos os inquiridos responderam que consideram existir claras vantagens na utilização de máquinas de rasto (Figura 53).

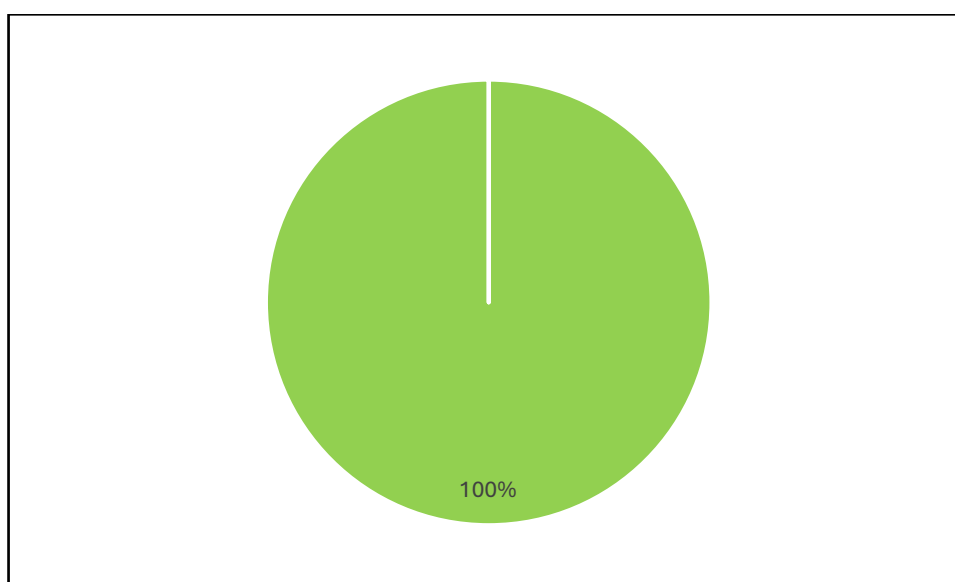


Figura 53 - Gráfico representativo da importância atribuída à utilização deste equipamento

8.3.2 É conhecedor dos procedimentos a adotar em caso de mobilização de máquinas de rasto

Relativamente ao conhecimento da parte dos operacionais sobre quais os procedimentos a adotar em caso de mobilização de máquinas de rasto, verifica-se que grande número dos inquiridos, são conhecedores dos

procedimentos necessários, verificando-se que cerca de 93% responderam ser conhecedores e apenas 7% não referem conhecimento do mesmo.

Estes resultados sugerem que já um, nível de conhecimento elevado sobre o fluxograma que está descrito no anexo 21 da Diretiva Operacional Número 2 – Dispositivo Especial Combate a Incêndios Rurais, que determina o fluxograma para acionamento de máquinas de rasto (Anexo 2).

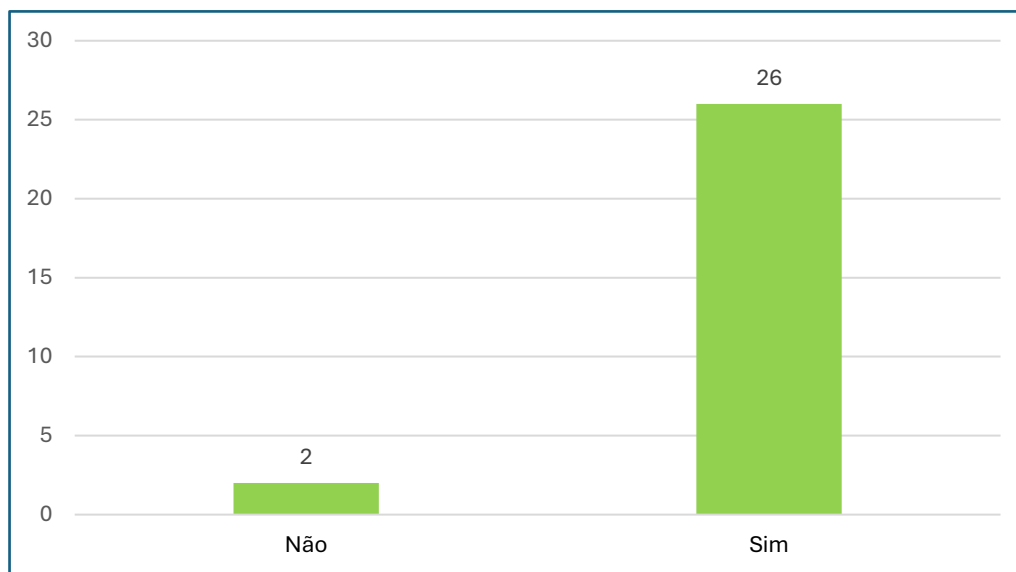


Figura 54 - Gráfico representativo do conhecimento sobre os procedimentos a adotar em caso de mobilização de máquinas de rasto

8.3.3 Considera fácil a mobilização de máquinas de rasto

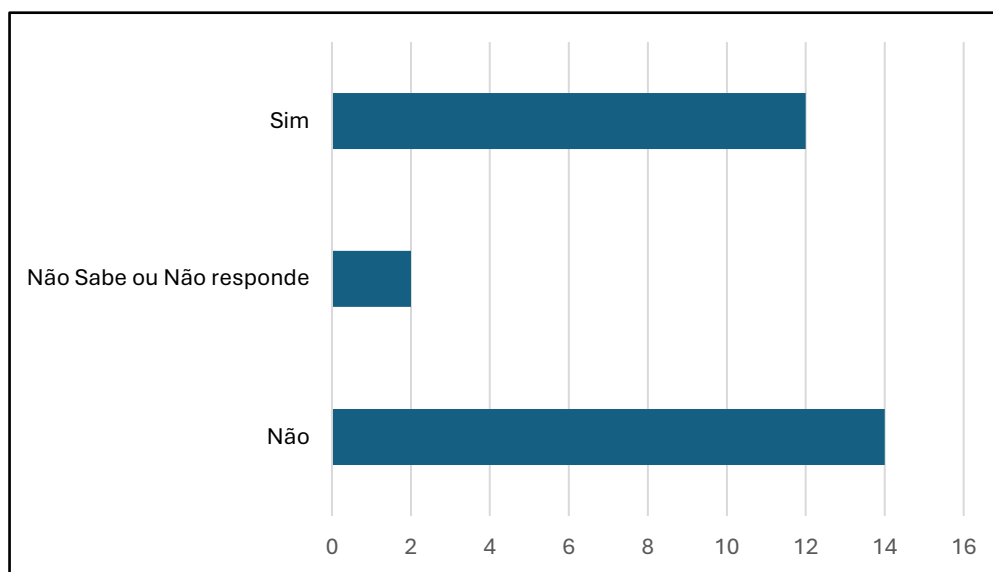


Figura 55 - Gráfico representativo da facilidade de mobilização de máquinas de rasto

De acordo com a análise da reação dos inquiridos à questão sobre facilidade na mobilização de máquinas de rasto, pode-se aferir que existe uma divisão sobre o diferente entendimento relativamente à mobilização de máquinas de rasto, onde 50% dos inquiridos respondem que não existe facilidade na mobilização de equipamentos pesados, 42,8% indicam que já existe facilidade na mobilização, também de referir que uma pequena percentagem não sabe se é fácil mobilizar equipamentos pesados 7,1%.

8.3.4 Considera que a mobilização para os incêndios rurais, deste tipo de equipamentos é realizada de forma antecipada

Nesta questão verifica-se que é do entendimento de uma grande maioria dos inquiridos, de que a mobilização de equipamentos pesados para realizar trabalhos de supressão de incêndios não é realizada de forma antecipada 78,6%, sendo que apenas 17,9% indicam que é realizada antecipadamente. Existindo neste caso apenas um inquirido que respondeu não saber 3,57%.

Deste modo pela percepção dos operacionais ou gestores dos trabalhos de supressão de incêndios rurais, pode-se verificar que a mobilização antecipada de equipamentos pesados não é realizada de forma a antecipar as diferentes necessidades, sendo um aspeto que pode ser alvo de melhoria.

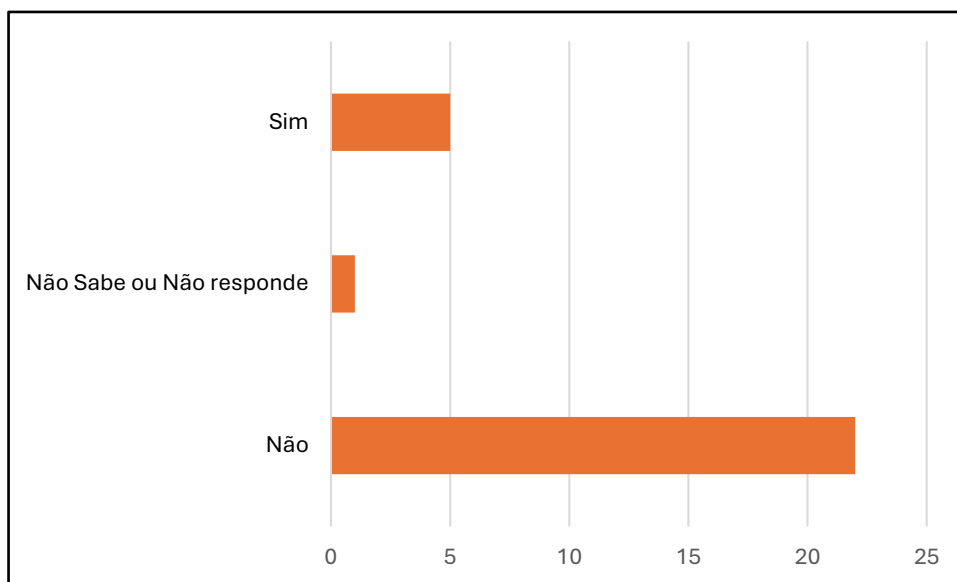


Figura 56 - Gráfico representativo da mobilização antecipada de máquinas de rasto

8.3.5 Conhece os requisitos a avaliar aquando da necessidade de mobilizar uma Máquina de Rasto

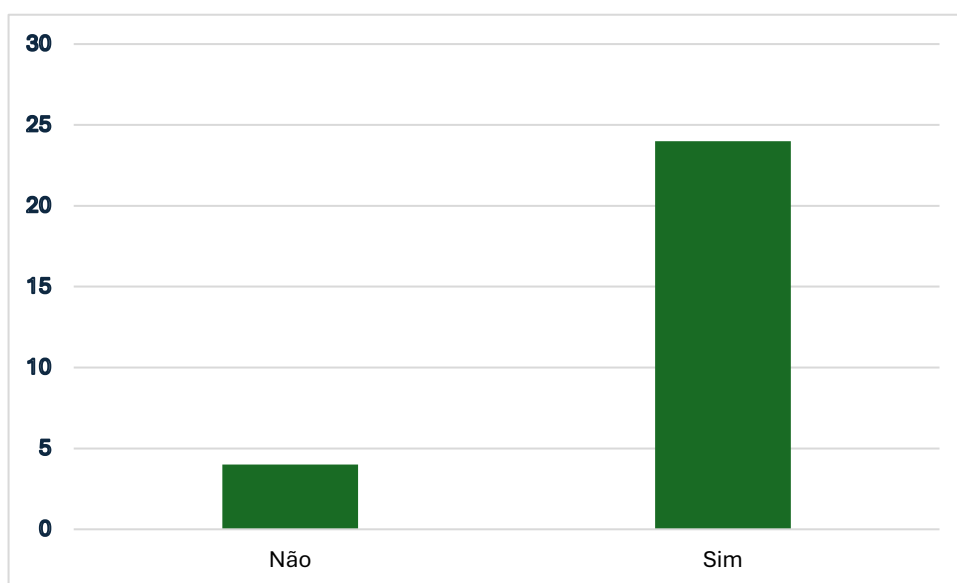


Figura 57 - Gráfico representativo dos requisitos a avaliar aquando da mobilização de máquinas de rasto

Relativamente à análise do conhecimento em relação aos requisitos que devem ser avaliados aquando da necessidade de mobilizar uma máquina de rasto, verifica-se que já é apresentado um elevado grau de conhecimento sobre esta questão. 85,7% dos inquiridos responderam de forma afirmativa e apenas 14,3% responderam de forma negativa.

Este nível de resposta indica que já começa a existir um nível elevado de conhecimentos sobre o trabalho que esta tipologia de equipamentos realiza, podendo assim gerir de forma mais eficaz as mesmas.

8.3.6 Enquanto Comandante das Operações de Socorro, já planeou a utilização de máquinas de rasto em incêndios rurais

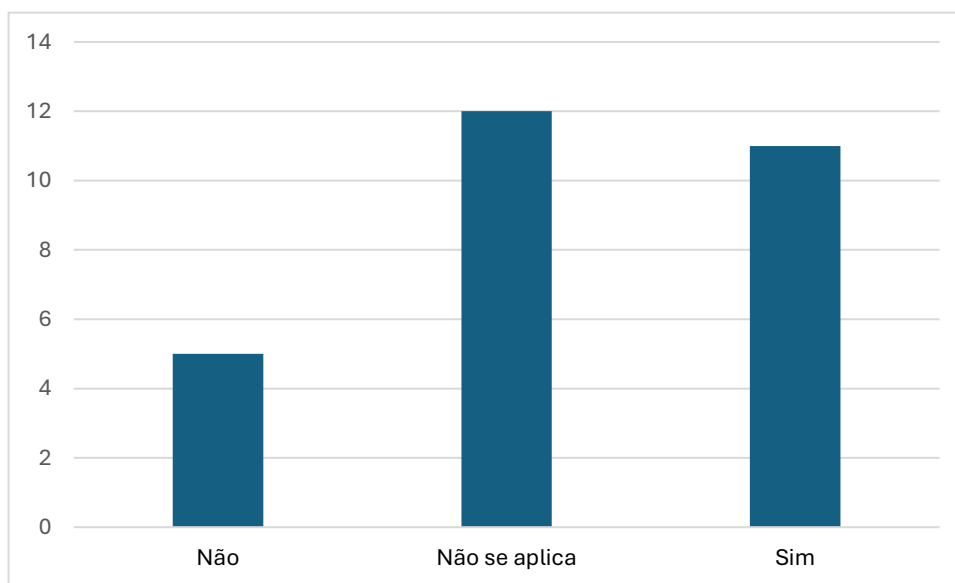


Figura 58 - Gráfico representativo do planeamento sobre a utilização de máquinas de rasto

A análise ao gráfico anterior pode dar algumas interpretações, desde logo a mais óbvia onde 42,85% dos inquiridos referem que esta questão não se aplica no seu caso, 39,3% indicam que já planearam a utilização destes equipamentos e 17,85% responderam que não realizaram esse planeamento.

Na análise da resposta que não se aplica esta questão, pode-se verificar que será por os inquiridos nunca terem exercido a função de comandante das

operações de socorro, o que se explicará possivelmente ou pela instituição onde se integrem ou pela categoria hierárquica.

Adicionalmente, ao realizar esta comparação, pode-se indicar que o planeamento para a utilização de máquinas de rasto no âmbito dos trabalhos de supressão de incêndios rurais já começa a ser alvo de um sério planeamento.

8.3.7 Estando presente num teatro de operações de incêndios rurais, considera que, normalmente, existe uma estratégia definida na utilização de máquinas de rasto

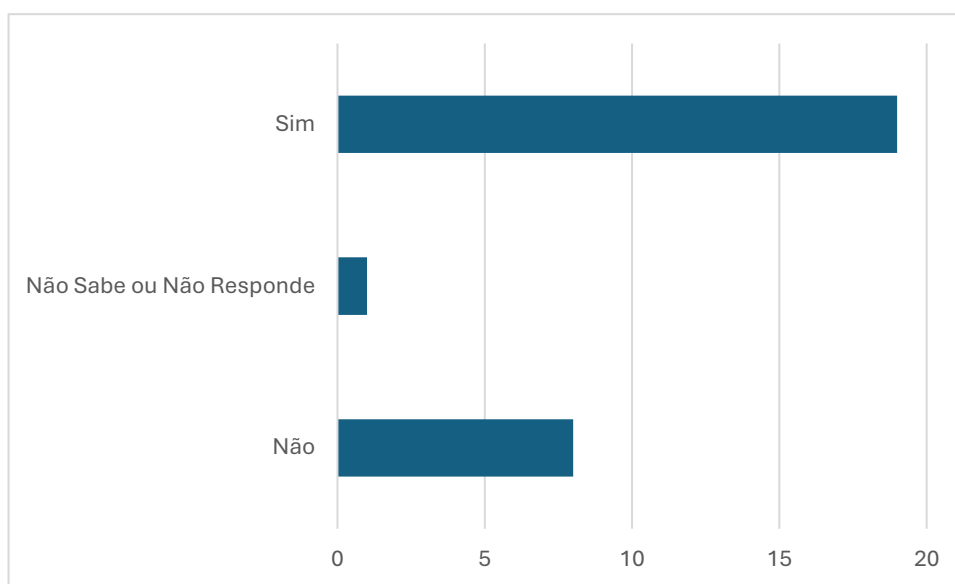


Figura 59 - Gráfico representativo da elaboração de estratégia para a utilização de máquinas de rasto

A análise dos dados referentes a esta questão, expresso na Figura 59, permite observar concretamente que existe uma perceção clara de que normalmente há uma estratégia definida para a utilização deste tipo de equipamentos, com uma resposta positiva de 67,85% dos inquiridos e uma resposta negativa de 28,57%, sendo que uma pequena percentagem respondeu que não sabem 3,57%.

8.3.8 Num teatro de operações de incêndios rurais, que dificuldades operacionais identifica aquando do planeamento para a utilização de máquinas de rasto

Declive/Obstáculos/falta de conhecimento
Demora na mobilização de máquinas por parte do SMPC ou terreno que não permite progressão da MR
Acessos ao local da plataforma
Tempo de chegada do equipamento. Competências do operador da máquina para trabalhar nestes cenários
A deslocação por vezes demorada
Conhecimento do terreno.
O percurso a fazer com a máquina ainda na zorra. E se a missão ainda vai a tempo de ser realizada. Tem de haver operacionais com formação e com equipamentos adequados a acompanhar a máquina em trabalho.
Muitas vezes o relevo dificulta o empenho desse meio.
Tempo de chegada
As questões burocráticas no acionamento, mas sobretudo a demora após a mobilização e na sua chegada ao TO. Têm que ser mobilizadas com muita antecedência.
A sua demora
A falta de diálogo
Largura das estradas insuficiente e falta de abertura das mesmas de modo preventivo no inverno.
Na sub-região de Coimbra, não sentimos grandes dificuldades
Disponibilidade
Acessos
O tipo de terreno
Avaliação das condições de acesso/segurança na operação com a máquina
A localização e orografia do terreno
Planeamento demasiado tardio.
Tipo de terreno; tipo de transporte.
Pontos de ancoragem de término da manobra. Orografia complexa que dificulta a rentabilidade dos trabalhos. Falta de reconhecimento efetivo ao local onde se pretendem os trabalhos com a máquina de rastos.
Tempos de resposta e entrada em propriedade privada
Sem resposta
Falta de reconhecimento
Nunca estive nessas funções
Falta de eficácia em muitos TO's, devido à orografia local.
Falta de planeamento dos trabalhos da(s) máquina(s).

Tabela 7 – Apresenta as respostas referente às dificuldades no planeamento da utilização de máquinas de rasto

Relativamente à questão em análise, que se foca relativamente às dificuldades no planeamento da utilização de máquinas de rasto. Recebeu-se um leque muito abrangente de respostas, destacando que algumas delas referem questões essencialmente relacionadas, como o planeamento, a formação, o terreno, a mobilização dos equipamentos e burocracia.

Estas questões foram abordadas durante a realização do estudo e posteriormente explanadas nesta dissertação nos capítulos anteriores, de forma a dar resposta um conjunto grande de necessidades que foram possível aferir.

8.3.9 O empenhamento de máquinas de rasto implica o trabalho conjunto entre equipas multidisciplinares, que dificuldades identifica nesse trabalho.

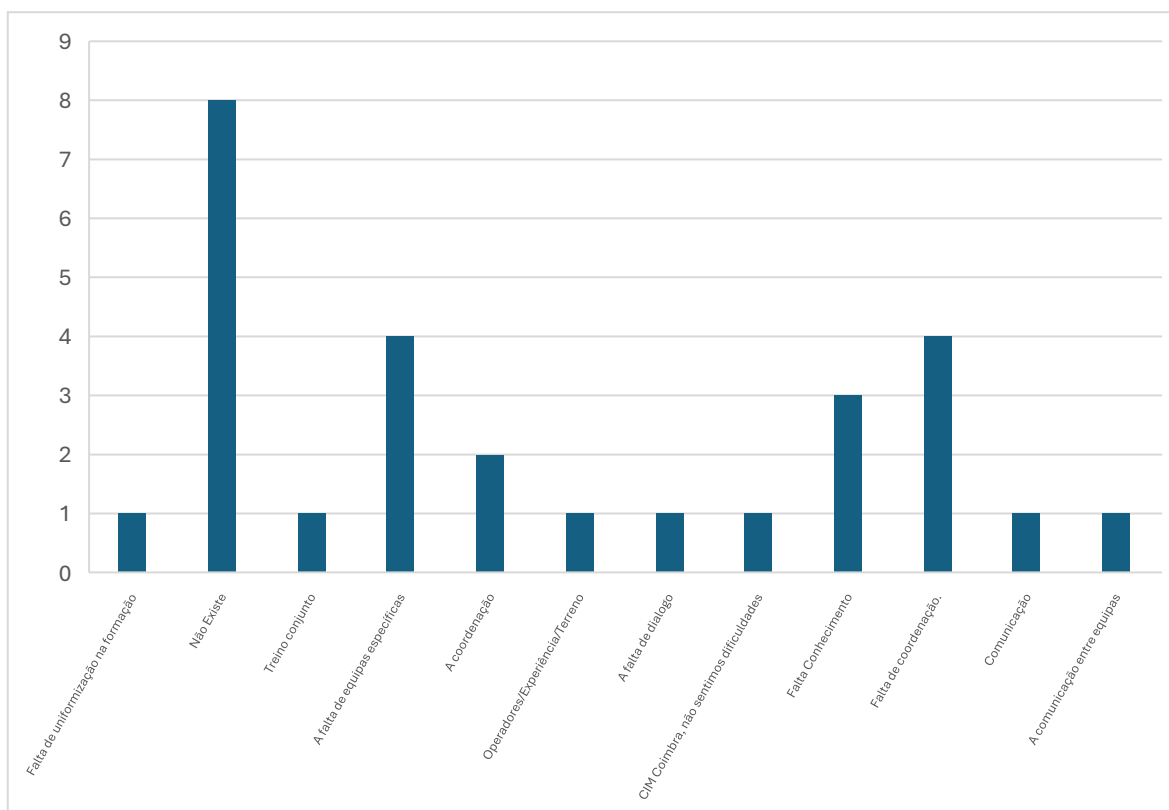


Figura 60 - Gráfico representativo das dificuldades no trabalho conjunto entre equipas

Considerando a questão colocada acima, onde se tenta aferir sobre as dificuldades inerentes no trabalho conjunto de equipas interdisciplinares no âmbito da supressão de incêndios, verifica-se um leque grande de respostas, onde destacamos quatro que se repetem em maior número. Com 32,14% dos auscultados referem que não existem dificuldades, 14,29% indicam que existe falta de equipas específicas para a realização deste tipo de trabalho, 14,29% referem falta de coordenação nas operações e 10,71% apresentam como resposta a falta de conhecimento.

As restantes respostas fazem referência a um leque muito maior de questões que são identificadas, mas em menor número, tais como, treino, comunicação, diálogo, falta de comunicação entre outras.

8.3.10 Num teatro de operações, verifica que as máquinas de rasto utilizadas apresentam características para trabalho em segurança no período noturno

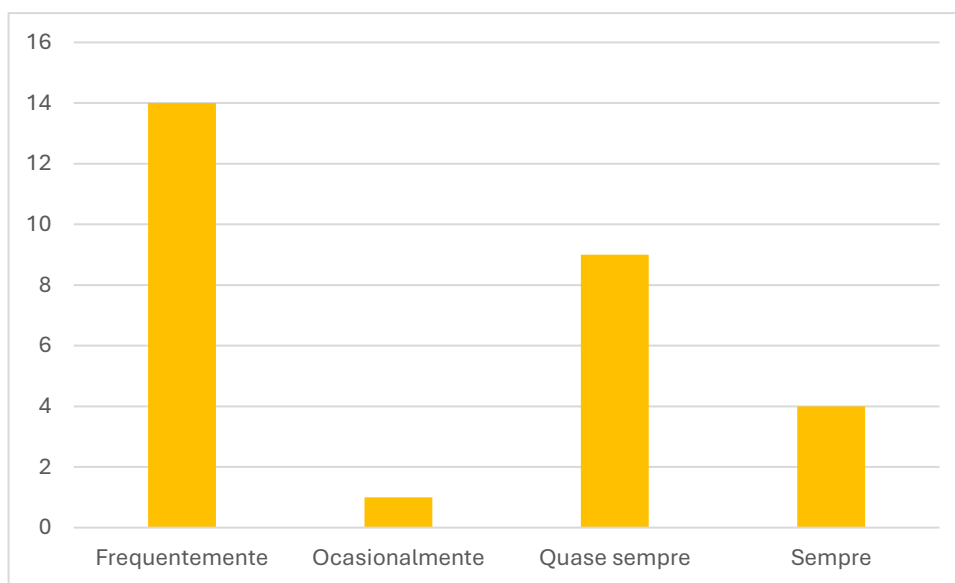


Figura 61 - Gráfico representativo das características das máquinas de rasto para trabalho noturno

Nesta questão procurou-se perceber se os equipamentos utilizados estão adaptados para o trabalho noturno. Metade dos auscultados, ou seja 50% responderam que frequentemente as máquinas de rasto estão adaptadas para trabalho noturno, sendo que 32,14% quase sempre, 14,29% estão

sempre e finalmente apenas 3,57% responderam que ocasionalmente os equipamentos apresentavam essas características.

De evidenciar neste caso será, que de acordo com os inquiridos, que as máquinas de rasto estão dotadas de equipamentos que permitem a realização de trabalho noturno em segurança.

8.3.11 Num teatro de operações, tem verificado a utilização de equipamentos de proteção individual e comunicações, pelos operadores destes equipamentos

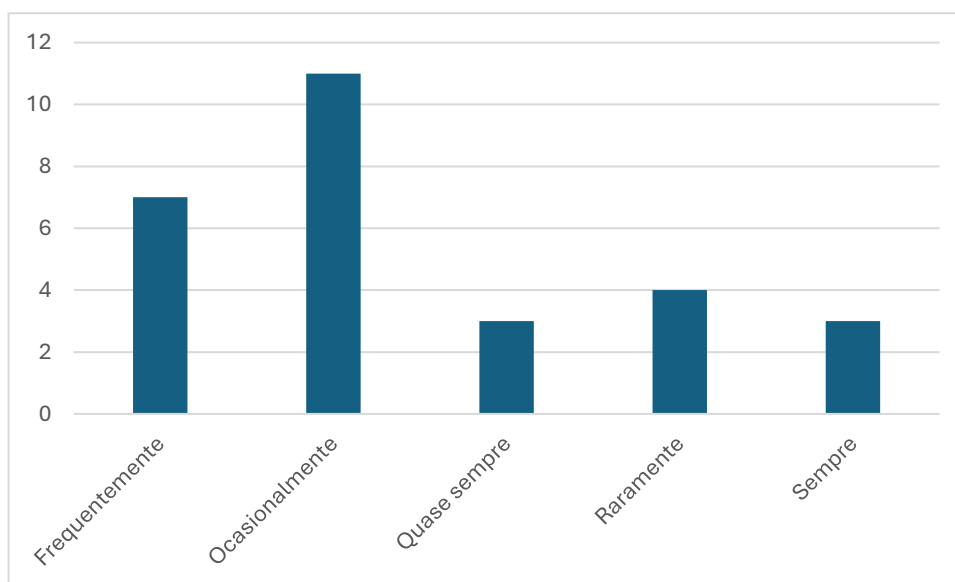


Figura 62 - Gráfico representativo da utilização de EPI pelos operadores

Estes resultados parecem indicar uma preocupação que cada vez mais tem sido alvo de atenção por parte dos operacionais e gestores envolvidos nas atividades de supressão de incêndios, a utilização de equipamentos de proteção individual.

É referido que 39,28% dos inquiridos verificam a utilização ocasional de equipamentos de proteção individual por parte dos operadores dos equipamentos pesados, 25% indicam que frequentemente verificam essa

utilização, 14,28% responderam que raramente, 10,7% indicam que quase sempre e por fim 10,7% responderam que sempre verificaram a utilização de EPI.

8.3.12 Enquanto elemento presente no teatro de operações, teve formação no âmbito da temática da utilização de máquinas de rasto nos incêndios rurais.

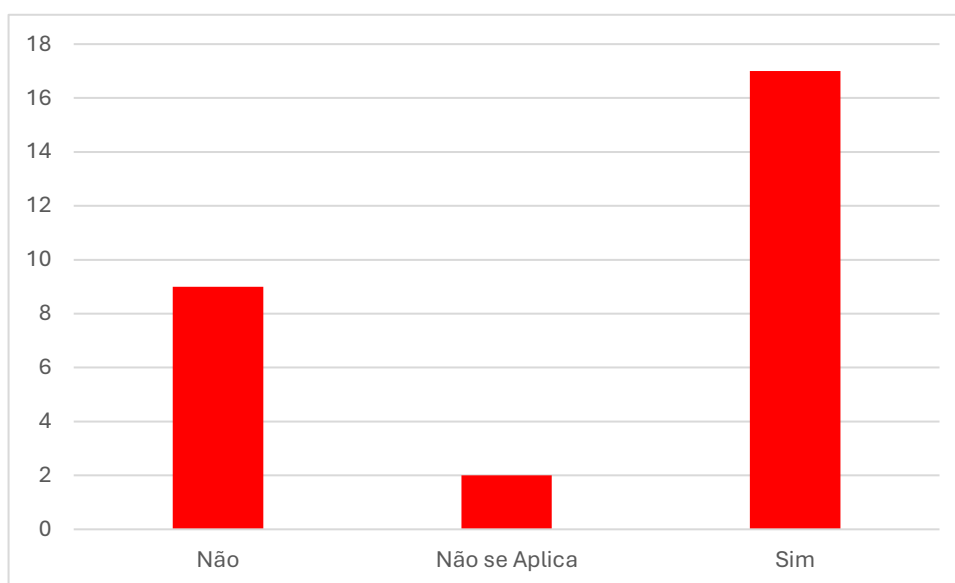


Figura 63 - Gráfico representativo da formação para a utilização de máquinas de rasto

Em relação à questão colocada sobre a frequência de formação para a utilização de máquinas de rasto na supressão de incêndios, 60,7% dos auscultados indicaram que sim, 32,14% responderam que não e apenas 7,14% indicaram que tal questão não se aplica.

De evidenciar o número elevado de respostas afirmativas, indiciando que este tema tem vindo a ser uma prioridade no âmbito da preparação dos intervenientes no combate aos incêndios rurais, ou seja, um investimento na formação, preparando assim os operacionais para auxiliarem a intervenção com esta tipologia de equipamentos. De igual modo também de referir que na amostra ainda estão presente um número significativo de operacionais ou

gestores que não receberam qualquer tipo de formação nesta temática, algo que será importante debelar.

8.3.13 Enquanto entidade gestora deste equipamento, existe a preocupação de utilização de seguro específico para operações em incêndios rurais.

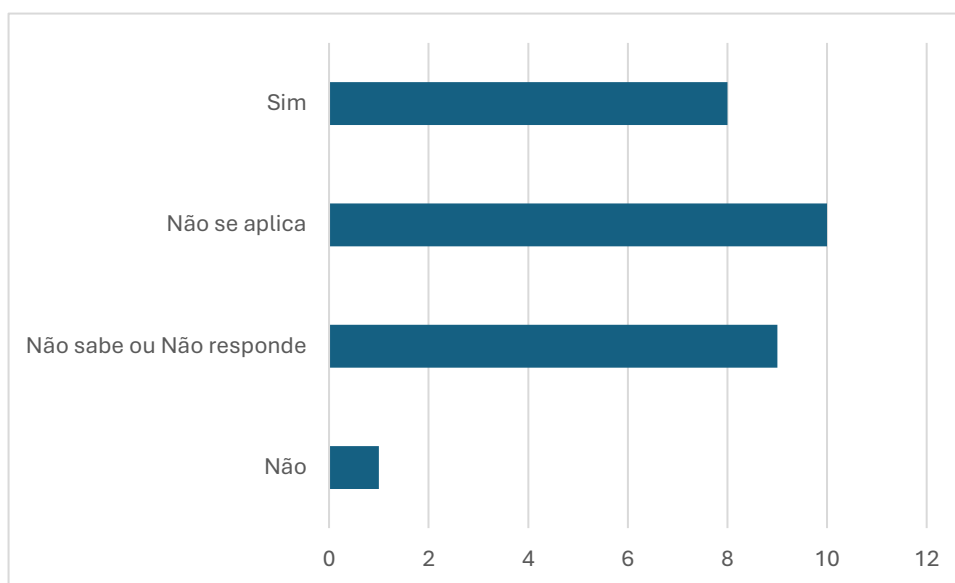


Figura 64 – Gráfico representativo da utilização de seguros específicos para operações em incêndios rurais

Considerando cada vez mais as particularidades no âmbito da higiene e segurança no trabalho, assim como as especificidades de cada função, assim como aos riscos envolvidos, especialmente no trabalho da supressão de incêndios rurais, torna-se importante salvaguardar os efeitos, assim como a proteção da saúde dos trabalhadores. Desse modo a existência de seguros específicos por parte das entidades detentoras desta tipologia de equipamentos, seguros esses que cubram os riscos envolvidos.

Relativamente a essa questão são apresentadas um conjunto de respostas divididas em quatro grupos, sendo que, 35,7% indica que não aplica esta questão, 32,1% respondeu que não sabe ou não responde, 28,57% respondeu que existe a preocupação para ser detentor de seguro específico e finalmente apenas 3,57% respondeu que não existia essa preocupação.

De evidenciar que mais de metade dos inquiridos responderam não se aplicar ou não responder ou não saber, o que tendo em conta o tipo de trabalho realizado, a especificidade da função e os riscos existentes é preocupante.

8.3.14 Relativamente à tipologia de máquinas de rastos utilizadas em incêndios florestais, e às características específicas destes equipamentos indique a sua preferência?

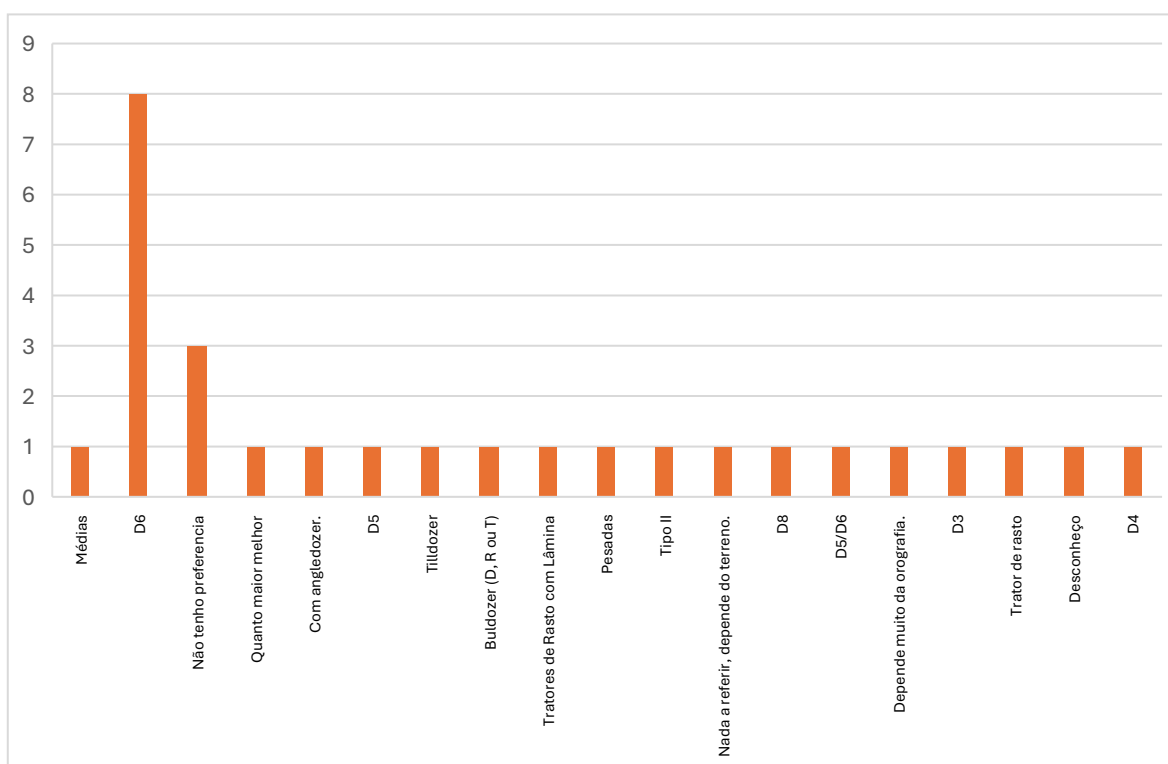


Figura 65 - Gráfico representativo da preferência de equipamentos

Relativamente à questão colocada, onde se pretendia aferir quais os modelos de máquinas de rasto os inquiridos teriam maior preferência, verifica-se que a Caterpillar D6 é o modelo mais mencionado com 28.6%, onde 10,7% dos auscultados não apresentam qualquer preferência. Os restantes responderam um conjunto de modelos, muitos deles do fabricante Caterpillar variando entre o modelo D3, D4, D5 e D8.

Esta referência estará relacionada com os modelos que têm existido em maior número no mercado.

8.3.15 Considera que os custos envolvidos na operação de máquinas de rastos

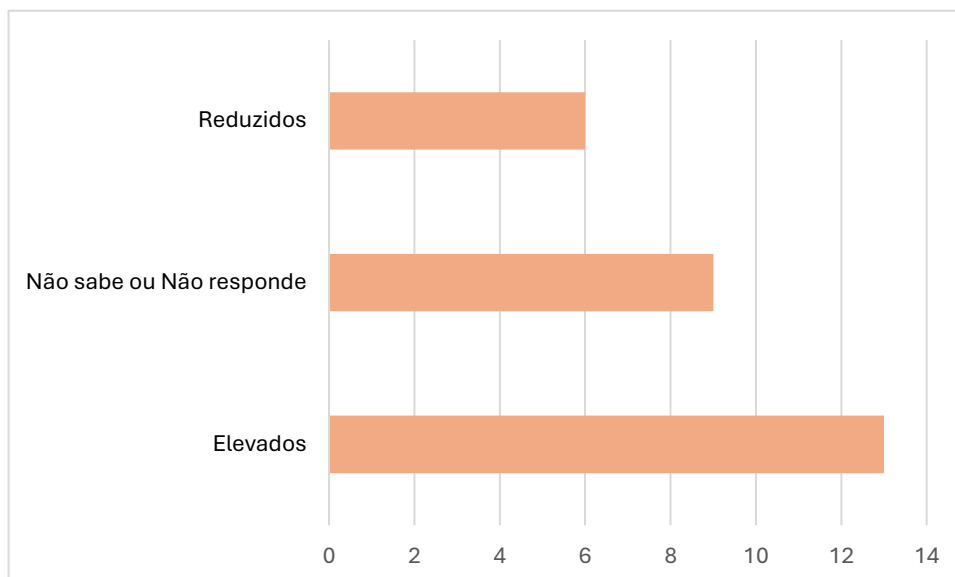


Figura 66 - Gráfico representativo do conhecimento sobre os custos envolvidos nas operações de máquinas de rasto

Nesta questão procura-se perceber junto dos inquiridos qual a perceção e conhecimento relativamente aos custos envolvidos nas operações com máquinas de rasto. 46,4% indicam que consideram existir custos elevados, 32,1% responderam que não sabem os custos envolvidos e os restantes 21,4% consideram que o custo com esta tipologia de equipamentos é reduzido.

Desta forma pode-se indicar que a onerosidade da utilização de máquinas de rasto pode ser considerada um entrave para a sua utilização sem ser em situação de trabalho na supressão de incêndios rurais.

8.3.16 Considerando as questões colocadas anteriormente, que outra informação acha importante partilhar.

É necessário desenvolver e implementar um modelo de empenhamento de MR, avaliando mesmo os benefícios de substituir veículos por MR - alterar o modelo de combate, para um mais maquinizado, recanalizando fundos para a contratação destes equipamentos.
Não responde
Não responde
Não responde
Formação
Não responde
Não responde
Importância da utilização das máquinas de rasto.
Não responde
Disseminar equipamentos e Prevenção época baixa, Mais formação.
Nenhuma
Não responde
Não responde
Não responde
Decisão de operação
Não responde
Não responde
Não responde
Formação
Formação
Não responde
Não responde
Não responde
Não responde
Deveria existir uma maior prevenção dos incêndios com o uso de máquinas.
Não responde
Não responde
Não responde

Tabela 8 - Informações importantes partilhadas pelos inquiridos

Considerando a questão colocada onde se tentou perceber se existe alguma informação que não tenha sido abordada no questionário, mas que os operacionais e gestores de emergência considerassem útil a sua partilha.

Neste caso 67,8% dos inquiridos não responderam, 10,7% responderam a importância da realização de formação e os restantes dispersaram as suas respostas quer pela prevenção, quer pela alteração do modelo do combate (maior mecanização).

Podemos então correlacionar que, a grande percentagem das respostas, não partilhou mais informações, ou seja, as questões colocadas anteriormente abordaram temas importantes e vitais a ter em conta no trabalho de supressão de incêndios rurais com o recurso a máquinas de rasto.

Capítulo 9 Considerações Finais

A análise realizada no âmbito deste trabalho permitiu identificar diversas questões importantes relacionadas com a articulação, gestão e operacionalização de máquinas de rasto no contexto do trabalho de supressão de incêndios rurais.

Face aos temas identificados, apresenta-se um conjunto de recomendações orientadas para a mitigação da problemática identificada e assim conseguindo em segurança otimizar e rentabilizar esta tipologia de equipamentos.

Propõem-se um conjunto de medidas que abrangem o desenvolvimento de ações de formação específicas, a realização de cartografia de apoio operacional, construção de fluxogramas de mobilização e acionamento expeditos, equipamentos preparados para esta função e exigência ao nível da higiene, segurança e saúde no trabalho.

9.1 Ações de formação específica

Nos últimos anos, tornou-se evidente que a utilização de maquinaria pesada reforça a capacidade de intervenção na prevenção estrutural e no apoio ao combate a incêndios rurais.

Neste sentido torna-se importante capacitar todos os agentes envolvidos no trabalho de supressão de incêndios rurais, desde os operacionais até aos gestores de emergência, procurando uma intervenção eficaz, eficiente e segura em matéria de prevenção e combate a incêndios rurais.

Podemos definir a formação a **três níveis**:

-Manobra destinada aos elementos Operacionais, operadores de máquinas de rasto, agentes de proteção civil (Bombeiros, Sapadores Florestais, Guarda Nacional Republicana e Serviços Municipais de Proteção Civil) envolvidos na supressão de incêndios rurais – De entre outros apresenta-se os seguintes assuntos no âmbito da formação específica para trabalho com esta tipologia de equipamentos, com uma carga horária de 50 horas.

Comportamento básico do fogo; Operações de supressão com máquinas de rasto; Manutenção e verificação de equipamentos; Operações de combate a incêndios rurais; Segurança no trabalho de supressão a incêndios rurais.

Nestas ações de formação a componente prática deve ter uma carga horária superior à teórica, de forma a realizar exercícios com os equipamentos, simulando um conjunto de cenários distintos e que ocorram tanto durante o dia como durante a noite permitindo assim uma correta adaptação aos trabalhos a desenvolver com esta tipologia de equipamentos no âmbito da supressão de incêndios rurais.

-Tático destinada aos Chefes de equipa – Chefes de equipa dos operadores de máquinas de rasto e agentes de proteção civil (Graduados dos Bombeiros, Sapadores Florestais, Guarda Nacional Republicana e Serviços Municipais de Proteção Civil, entre outros) que exerçam as referidas funções e que estejam envolvidos na supressão de incêndios rurais – Apresentam-se os seguintes assuntos no âmbito da formação específica para este trabalho, com uma carga horária de 50 horas.

Comportamento do fogo; Liderança e gestão de equipas; Procedimentos de atuação com máquinas de rasto nos teatros de operações; Manutenção e verificação de equipamentos; Análise da zona de intervenção; Segurança no trabalho de supressão a incêndios rurais.

Nestas ações de formação a componente prática deve ter uma carga horária superior à teórica, de forma a realizar exercícios com os equipamentos, simulando um conjunto de cenários distintos e que ocorram tanto durante o dia como durante a noite permitindo assim uma correta adaptação aos trabalhos a desenvolver com esta tipologia de equipamentos no âmbito da supressão de incêndios rurais.

Esta formação permitirá dotar os formandos de capacidade analítica na vertente da segurança e acompanhamento destes equipamentos.

-Estratégico destinada aos Gestores de emergência/Elementos de Comando/Coordenação (Bombeiros, Guarda Nacional Republicana, Serviços Municipais de Proteção Civil entre outros) – Apresentam-se os seguintes assuntos no âmbito da formação específica para este trabalho.

Planeamento e gestão de equipamentos pesados no trabalho específico de supressão de incêndios rurais; Planeamento e antecipação em incêndios rurais; Segurança e comportamento do incêndio rural; Análise de Incêndios Rurais e Apoio à Decisão; Meteorologia aplicada aos incêndios rurais.

Nestas ações de formação a componente prática deve ter uma carga horária superior à teórica, de forma a realizar exercícios com os equipamentos, simulando um conjunto de cenários distintos e que ocorram tanto durante o dia como durante a noite permitindo assim uma correta adaptação aos trabalhos a desenvolver com esta tipologia de equipamentos no âmbito da supressão de incêndios rurais, com uma carga horária de 50 horas.

A formação deveria ser hierarquizada e cumulativa, ou seja, como exemplo, para ocupar o lugar de chefe de equipa deve obrigatoriamente frequentar com aproveitamento a formação inicial para operacional e a de chefe de equipa e assim sucessivamente.

A implementação de unidades de formação devidamente credenciadas para cada patamar, obtendo assim o reconhecimento no catálogo nacional de

qualificações, permitindo uma credenciação dos agentes de acordo com a função desempenhada.

O objetivo final deverá passar imperativamente pelo incremento da qualidade e da eficácia dos intervenientes na utilização destes recursos, dado que se contribuirá para um incremento na eficácia e segurança das operações, assim como na redução da probabilidade da ocorrência de acidentes.

9.2 Equipas especializadas

Equipas especializadas são cruciais para o combate a incêndios rurais, devido à maior eficiência, segurança e eficácia em situações complexas, que equipas padrão não conseguem lidar.

Considerando a especificidade das operações realizadas pela maquinaria pesada, exige o devido acompanhamento por operacionais devidamente formados, assim como equipamentos técnicos.

Veículos com capacidade de circulação em todo-o-terreno com tanque de agente extintor para utilização na supressão do incêndio, proteção dos operacionais, do equipamento e supressão do incêndio.

Composição de 4 a 5 operacionais entre eles o chefe de equipa, que auxiliam todo o trabalho a realizar pela máquina.

Em circulação nas redes viárias principais ou secundária o veículo de acompanhamento circula em frente do porta-máquinas, alertando o tráfego da circulação de um transporte especial, logo deve ser dotado de sinalização luminosa específica.

Estas equipas devem de igual modo ser dotadas de equipamentos de radiocomunicação e telefone móvel, assim como do equipamento de proteção individual com proteção para os riscos específicos de trabalho na supressão de incêndios rurais.

Tal como falado no ponto anterior os elementos pertencentes a estas equipas devem ser detentores de formação específica para trabalho nesta tipologia de equipamentos.

9.3 Cartografia de apoio operacional e Fluxogramas de Acionamento e mobilização expeditos

O principal objetivo da cartografia de apoio operacional será caracterizar de forma expedita, as principais variáveis que podem afetar o comportamento dos equipamentos pesados no trabalho realizado no combate aos incêndios rurais. Permitindo a construção de uma base de dados, onde se pode associar informação geográfica e descritiva.

A criação de uma ferramenta que permita a consulta rápida, agrupando vários níveis de informação, permitindo a utilização essencialmente pelas entidades e elementos que trabalhem o planeamento e operacionalização de meios no âmbito da supressão de incêndios. Não necessitando de grandes conhecimentos sobre sistemas de informação geográfica, tornando-se uma ferramenta de apoio na decisão, que poderá ser implementada na prevenção e na supressão de incêndios rurais.

A referida cartografia abordará um conjunto de questões importantes e que têm influência direta na gestão, planeamento, deslocação e segurança nas operações, tais como, declives, pendentes, tipologia de solos, afloramentos rochosos.

Os diferentes modelos de combustível presentes no local da intervenção, informação que tem influência direta sobre a rentabilidade dos equipamentos pesados.

Considerando as dimensões existentes do grupo de trabalho (veículo de apoio, porta máquinas e máquina de rasto), quer em comprimento, mas essencialmente em largura, torna-se importante a mobilidade viária, tais como as limitações existentes ao nível das pendentes, priorizando-se vias

com inclinação inferior a 15%, a necessidade de raios de viragem com alguma dimensão, por exemplo locais com largura superior a 30 metros e estradas com largura superior a 6 metros.

Apresentam-se de seguida alguns exemplos:

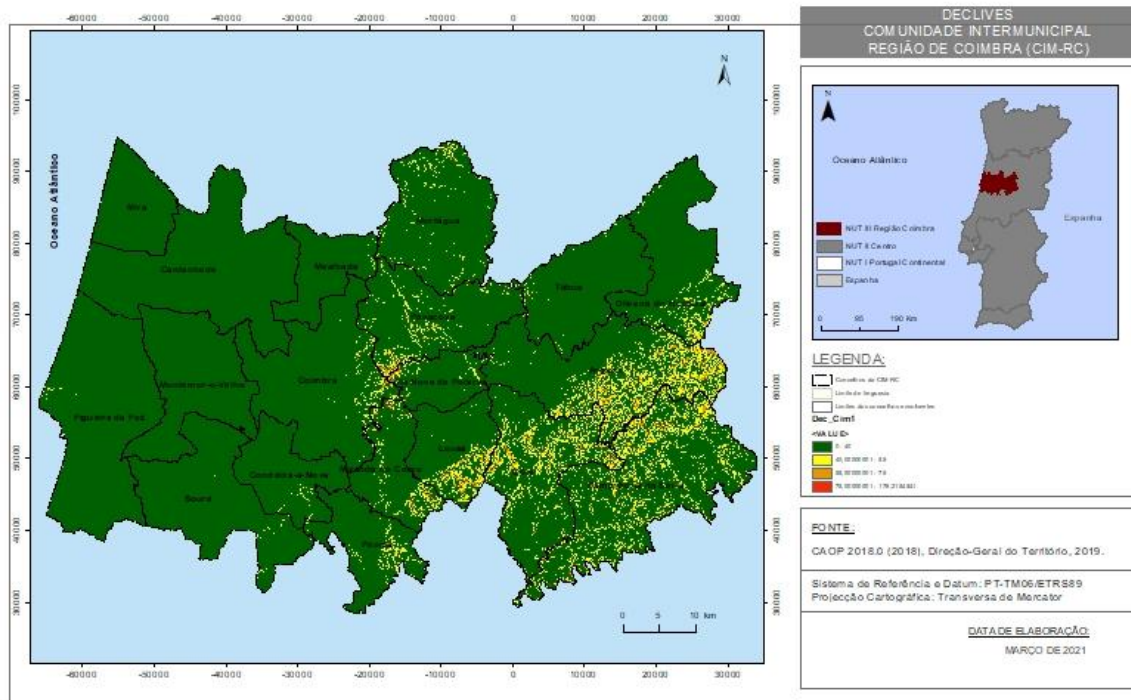


Figura 67 - Carta apoio à decisão – Declives – Fonte: Autoria própria, 2025.

– do Dispositivo Especial de Combate a Incêndios Rurais, pode-se referir que o mesmo carece de alguma simplificação.

Temos uma perceção de que a utilização de equipamentos pesados tem um custo de alguma importância, de igual modo na balança terá que ser colocado o trabalho com o objetivo da proteção de pessoas e bens, sendo que a proteção da vida humana se sobrepõe a quaisquer custos.

É do meu entendimento que o acionamento de máquinas de rasto deve ocorrer da forma mais precoce possível e recorrendo ao equipamento que se encontre mais próximo da ocorrência. Sendo que a dominialidade do equipamento é importantíssima, devendo se dar primazia a equipamento detidos por entidades públicas.

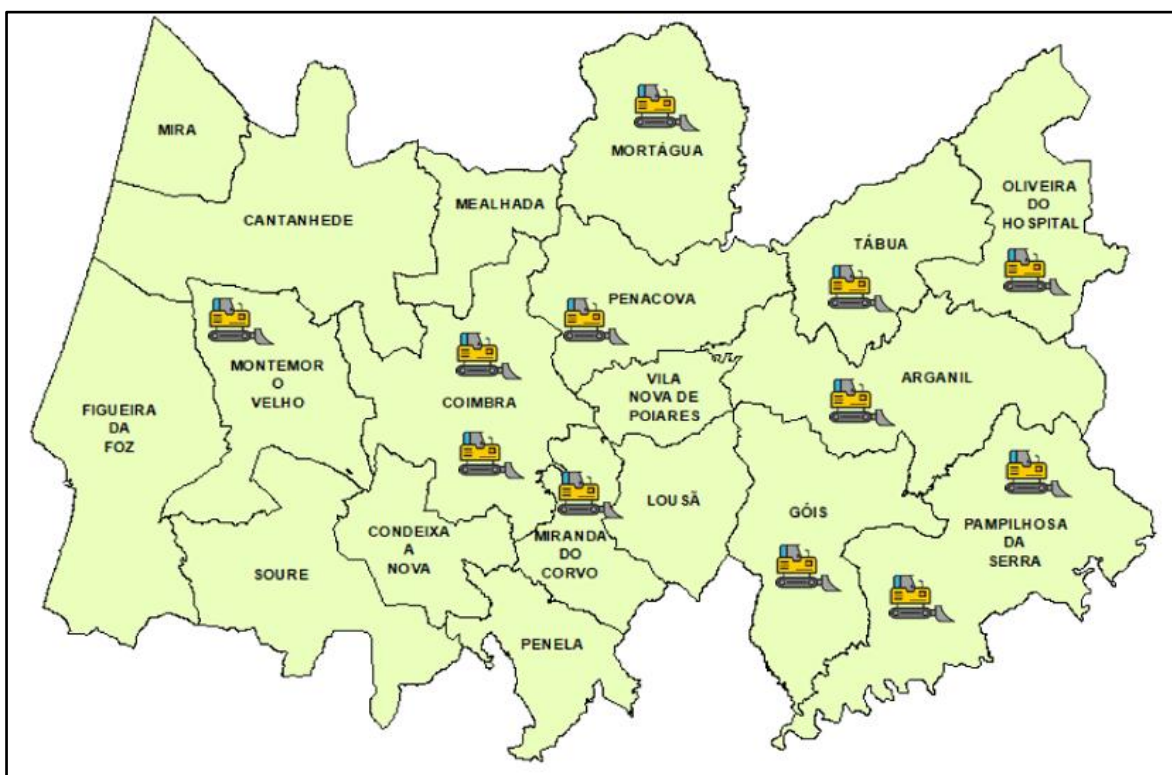


Figura 70 - Localização Máquinas Rasto CIM RC, – Fonte: ANEPC, 2025.

9.4 Higiene, segurança e saúde no trabalho

A melhoria da segurança e saúde dos trabalhadores deverá ser uma das grandes prioridades de um empregador. Este tem a obrigação de assegurar a segurança e higiene dos trabalhadores em todos os locais de trabalho e relativamente a todos os aspetos relacionados com o mesmo.

Na temática do trabalho na supressão de incêndios rurais, torna-se ainda mais imperioso a abordagem à questão da higiene, segurança e saúde no trabalho, isto tendo em conta os riscos envolvidos nestas operações.

Dessa forma é importante a dotação aos operacionais e operadores dos equipamentos de proteção individual para trabalho na supressão de incêndios rurais, estes equipamentos têm constituição e construção regulamentada, devendo os mesmos cumprir tal legislação.

A ficha técnica nº 10 - Equipamento de combate a Incêndios em Espaços Naturais, aprovada pelo despacho n.º 3974/2013, de 13 de fevereiro, define os equipamentos de combate a incêndios em espaços naturais, sendo considerados equipamentos individuais e coletivos destinados ao suporte das atividades de supressão de incêndios de combustíveis, com ignição e propagação em espaços naturais, onde se incluem os florestais.

Outra questão identificada será a utilização de seguros específicos para o trabalho na supressão de incêndios, providenciando assim uma proteção eficaz aos trabalhadores no caso da ocorrência de acidentes ou incidentes.

Capítulo 10 Conclusões

Esta dissertação teve como objetivo, aprofundar conhecimentos sobre a utilização de equipamentos pesados e assim verificar o nível de conhecimento dos diferentes agentes de proteção civil que contribuem para o sucesso das operações em incêndios rurais sobre a temática, produção de documentação que possa servir de apoio para que os operacionais entendam os fatores determinantes para a utilização e rentabilização de máquinas de rasto.

O estudo focou-se em todas as especificidades referentes aos equipamentos utilizados, especialmente a utilização de máquinas de rasto, em virtude de

serem os equipamentos que dispõem de melhores mecanismos para fazer face a esta problemática.

A investigação com recurso a questionários, permitiu identificar um conjunto de questões importantes e assim procurar e apresentar soluções de forma dotar os intervenientes das ferramentas mais ajustadas para o cumprimento das suas funções e acima de tudo o acréscimo no trabalho envolvendo todas as condições de segurança.

Considerando os resultados obtidos ao longo deste estudo, torna-se evidente a necessidade de uma resposta estruturada que permita colmatar as lacunas identificadas nas áreas da formação, da especialização, da cartografia de apoio à decisão operacional e no tema da higiene, segurança e saúde no trabalho.

Neste trabalho apontam-se medidas para facilitar o planeamento do combate dos incêndios rurais com o objetivo de aumentar a eficácia e também a segurança dos combatentes. Destaca-se e exemplifica-se a importância da boa análise do comportamento do fogo e dos fatores condicionantes na definição de estratégias e táticas de combate. Os dados recolhidos apontam para a existência de problemas associados ao planeamento na gestão dos incêndios rurais que poderão estar relacionados com a falta de formação/preparação, avaliação/responsabilização das pessoas nomeadas para essa função.

O sucesso das operações de combate ao incêndio com máquinas de rasto depende de um planeamento cuidadoso e da escolha do equipamento adequado para as condições do terreno e da vegetação. É essencial realizar uma avaliação prévia das condições do terreno, escolher o equipamento mais adequado, coordenar com a equipa e garantir a segurança durante as operações. Além disso, a capacidade de ajustar o plano conforme a situação evolui pode ser crucial para o sucesso da missão e para garantir a segurança de todos os envolvidos.

O **Comandante das Operações de Socorro** tem a responsabilidade de coordenar as operações de combate a incêndios rurais de maneira eficaz e segura. Ele deve garantir que os equipamentos pesados, sejam utilizados de forma estratégica para construir faixas de interrupção de combustíveis/linhas de controlo que interrompam o avanço do incêndio.

O planeamento das tarefas mecanizadas, a supervisão do comportamento do fogo, são fundamentais para o sucesso das operações, enquanto a segurança das equipas deve ser uma prioridade constante.

11 Bibliografia

ANEPC. (02 de 05 de 2025). *Proteção Civil*. Obtido de ANEPC:
<https://prociv.gov.pt/pt/documentacao/diretiva-operacional-nacional-n%C2%BA-2-decir-2025/>

Catálogo Nacional de Qualificações. (02 de 10 de 2025).
Anqep.gov.pt.
<https://catalogo.anqep.gov.pt/qualificacoesDetalhe/698>

Catalunya, B. (2010). *GUIA OPERATIVA. EXTINCIÓ D'INCENDIS FORESTALS*. Generalitat Catalunya.

Caterpillar. (08 de 02 de 2025). *CAT*. Obtido de CAT.com:
https://www.cat.com/pt_BR/products/new/equipment/dozers.html

Colorado Firecamp, Wildland Fire Suppression Tactics Reference Guide. (2 de 05 de 2025). [Www.coloradofirecamp.com](http://www.coloradofirecamp.com).
<https://www.coloradofirecamp.com/suppression-tactics/fireline-construction.html>

Delgado, F., Ribau, M., Terren, D., Lopez, E., & Fababu, D. (2008). *Análisis del incendio forestal: Planificación de la extinción*. Aifema.

Dozer Blades – Henke. (2025). Henkemfg.com.
<https://henkemfg.com/dozer-blades/>

- E, R. (2010). *Manual De Extinción De Grandes y Peligrosos Incendios Forestales Técnicas Eficaces y Seguras*. Mundi Prensa.
- Egidio, J. B. (2015). *Maquinaria Pesada En La Extinción de Incendios Forestales*. Edições AIFEMA.
- Enrique Martínez Ruiz. (2010). Manual de extinción de grandes y peligrosos incendios forestales. Mundi-Prensa Libros.
- ENRIQUE MARTINEZ RUIZ. (2001). MANUAL DEL CONTRAFUEGO. EL MANEJO DEL FUEGO EN LA. Mundi-Prensa Libros.
- Fernandes, P. (19 de 10 de 2024). Researchgate. Em P. Fernandes. Obtido de Researchgate.net:
https://www.researchgate.net/publication/258505602_Entender_porque_arde_tanto_a_floresta_em_Portugal
- Fernandes, P., Botelho, H., & Loureiro, C. (2002). *Manual de Formação para a Técnica do Fogo Controlado*. UTAD.
- Fire (U.S. National Park Service). (16 de 08 de 2025). Nps.gov.
<https://www.nps.gov/fire/wildland-fire/learning-center/fireside-chats/history-timeline.cfm>
- Gabbert, B. (13 de 02 de 2025). *Wildfiretoday.com*. Obtido de nwcg-changes-standards-for-crews-and-dozers/:
<https://wildfiretoday.com/2019/12/16/nwcg-changes-standards-for-crews-and-dozers/>
- Gleason, P. (1991, June). *Lookouts, Communication, Escape Routes and Safety Zones, "LCES"* [Review of *Lookouts, Communication, Escape Routes and Safety Zones, "LCES"*]. Wildland Fire Leadership Development.
https://www.fireleadership.gov/toolbox/documents/lces_gleason.html
- Gregory J. McCarthy, K. T. (2003). *Prediction of firefighting resources for suppression operations in Victoria's parks and forests*. Fire Management Department of Sustainability and Environment .

- Group, N. W. (01 de 01 de 2025). *gacc.nifc.gov/*. Obtido de <https://gacc.nifc.gov/>:
https://gacc.nifc.gov/swcc/dc/nmadc/dispatch_logistics/dispatch/documents/2014%20Wildland%20Fire%20Incident%20Management%20Field%20Guide.pdf
- Group, N. W. (2014). *Wildland Fire Incident Management Guide*. National Wildfire Coordination Group.
- Juan Bautista García Egido, D. M. (12 de 2 de 2025). *Wildland Fire Suppression Operations with Heavy Equipment in Spain*. Obtido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/322255667_Wildland_Fire_Suppression_Operations_with_Heavy_Equipment_in_Spain
- Lei de Bases da Protecção Civil , Pub. L. No. Lei nº 27/2006, Diário da República, 1.^a série (2006). <https://diariodarepublica.pt/dr/legislacao-consolidada/lei/2006-66285526>
- Manual de extinción de grandes y peligrosos incêndios forestales. (20 de 06 de 2025). Google Books. <https://books.google.pt/books?id=j7FbMOZnMjcC&pg=PA71&lpg=PA71&dq=maquinas+de+cadenas+incendios&source=bl&ots=K8TUpFNFr4&sig=-obaUkeSQnwpwO8jCxFYcDKXVIw&hl=pt-PT&sa=X&ved=0ahUKEwjV1pWeglvaAhXBcRQKHRHeApcQ6AEIaTAL#v=onepage&q=maquinas%20de%20cadenas%20incendios&f=false>
- NIFC. (09 de 02 de 2025). *National Interagency Fire Center*. Obtido de Interagency Standards for Fire and Fire Aviation Operations Group: https://www.nifc.gov/sites/default/files/redbook-files/RedBook_Final.pdf

NWCG Standards for Wildland Fire Resource Typing, PMS 200 | NWCG. (02 de 09 de 2025). Nwcg.gov. <https://www.nwcg.gov/publications/pms200>

Pyne, S. (2023). *Piroceno*. Zigurate.

Resources, M. D. (2002). *Introduction to Wildland Fire Suppression for Michigan Fire Departments* . Natural Resources and Environmental Protection.

Rothermel, R. (1972). A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels [Review of *A mathematical model for predicting fire spread in wildland fuels*]. In U. Forest Service (Ed.), *Rocky Mountain Research Station*. U.S. Department of Agriculture.

Ruiz, E. M. (2010). *Manual de Extincion de Grandes Y Peligrosos Incendios Forestales Técnicas Eficazes e Seguras*. Mundi-Prensa.

service, U. F. (09 de 02 de 2025). *USDA*. Obtido de US Forest Service: https://www.fs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/fseprd566744.pdf

Specs, E. (13 de 02 de 2025). *Fiat-Hitachi Bulldozers* . Obtido de Fiat-Hitachi Bulldozers Specifications & Datasheets: <https://www.lectura-specs.com/en/specs/construction-machinery/bulldozers-fiat-hitachi>

Strategy and Tactics. (n.d.). https://www.ifsta.org/sites/default/files/GC_Ch_4.pdf

Valerie Jaffe, S. O. (12 de 02 de 2009). *Mechanized Operations for Fire and Fuels Operations*. US Forest Service. Obtido de Mechanized Equipment for Fire and Fuel Operations : <https://www.google.pt/search?q=mechanized+equipment+for+fire+and+fuel+operations&oq=mechanized+equipment+for+fire+and+fuel+operations&aqs=chrome..69i57j0.18904j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>

Wildfire Today - News and opinion about wildland fire. (2019, November 4). Wildfire Today. <https://wildfiretoday.com/>

Wildland Fire Incident Management Field Guide. (02 de 05 de 2025). https://gacc.nifc.gov/swcc/dc/nmadc/dispatch_logistics/dispatch/documents/2014%20Wildland%20Fire%20Incident%20Management%20Field%20Guide.pdf

12 Anexos

Anexo 1 – Questionário

Utilização de Equipamentos Pesados em Incêndios Rurais na CIM da Região Coimbra

Sou aluno de Mestrado em Gestão da Emergência e Socorro, do Instituto Superior de Ciências da Informação e da Administração de Aveiro, encontro-me a realizar um estudo no âmbito da Planeamento e Gestão de Equipamentos Pesados em Incêndios Rurais, com o objetivo de identificar as dificuldades e os problemas operacionais da utilização deste tipo de equipamentos, bem como, de avaliar as perceções entre os vários agentes de proteção e socorro. Assim, venho solicitar a sua colaboração respondendo a este questionário, e obter o seu consentimento no tratamento dos dados introduzidos. O questionário encontra-se dividido em dois grupos de questões. O grupo I corresponde aos dados sociodemográficos e o grupo II consiste na recolha de dados com base num conjunto de questões sobre o tema em análise.

** Indica uma pergunta obrigatória*

1. Idade *

2. Género *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Masculino
 Feminino

3. Habilitações *

Marcar tudo o que for aplicável.

- 9º Ano
 12º Ano
 Licenciatura
 Mestrado
 Doutoramento
 Outra: _____

Inquérito Temático

4. Qual a instituição em que enquadra? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Afocelca
- ANEPC
- ESF
- GNR
- ICNF
- Forças Armadas
- Municipio
- Empresa Privada
- Corpo de Bombeiros
- Outra: _____

1- Considera a utilização de máquinas de rasto, uma mais valia no combate a incêndios rurais? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
- Não
- Não Sabe ou Não Responde

2- É conhecedor dos procedimentos a adotar em caso de mobilização de máquinas de rasto? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
- Não
- Não Sabe ou Não Responde

3- Considera fácil a mobilização de máquinas de rasto *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
- Não
- Não Sabe ou Não responde

4- Considera que a mobilização para os incêndios rurais, deste tipo de equipamentos é realizada de forma antecipada? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
- Não
- Não Sabe ou Não responde

5-Conhece os requisitos a avaliar aquando da necessidade de mobilizar uma Máquina de Rasto? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
- Não
- Não Sabe ou Não Responde

6- Enquanto Comandante das Operações de Socorro, já planeou a utilização de máquinas de rasto em incêndios rurais? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
- Não
- Não se aplica
- Não Sabe ou Não Responde

7- Estando presente num teatro de operações de incêndios rurais, considera *
que, normalmente, existe uma estratégia definida na utilização de máquinas
de rasto?

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
- Não
- Não Sabe ou Não Responde

8- Num teatro de operações de incêndios rurais, que dificuldades *
operacionais identifica aquando do planeamento para a utilização de
máquinas de rasto?

9- O empenhamento de máquinas de rasto implica o trabalho conjunto entre *
equipas multidisciplinares, que dificuldades identifica nesse trabalho?

10- Num teatro de operações, verifica que as máquinas de rasto utilizadas *
apresentam características para trabalho em segurança no período noturno?

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nun Frequente

11- Num teatro de operações, tem verificado a utilização de equipamentos de proteção individual e comunicações, pelos operadores destes equipamentos? *

Marcar apenas uma oval.

1 2 3 4 5

Nun Frequente

12- Enquanto elemento presente no teatro de operações, teve formação no âmbito da temática da utilização de máquinas de rasto nos incêndios rurais? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
 Não
 Não se Aplica

13- Enquanto entidade gestora deste equipamento, existe a preocupação de utilização de seguro específico para operações em incêndios rurais? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Sim
 Não
 Não sabe ou Não responde
 Não se aplica

14- Relativamente à tipologia de máquinas de rastos utilizadas em incêndios florestais, e às características específicas destes equipamentos indique a sua preferência? *

15- Considera que os custos envolvidos na operação de máquinas de rastos, são? *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Elevados
- Reduzidos
- Não sabe ou Não responde

16- Considerando as questões colocadas anteriormente, que outra informação acha importante partilhar?

Consente o tratamento de dados no âmbito do estudo de Gestão de Equipamentos pesados em Incêndios Rurais na CIM da Região de Coimbra *

Marcar tudo o que for aplicável.

- Concordo

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pela Google.

Google Formulários

Anexo 2 – Fluxograma de acionamento de Máquina de rastos – DON 2 – DECIR - ANEPC

