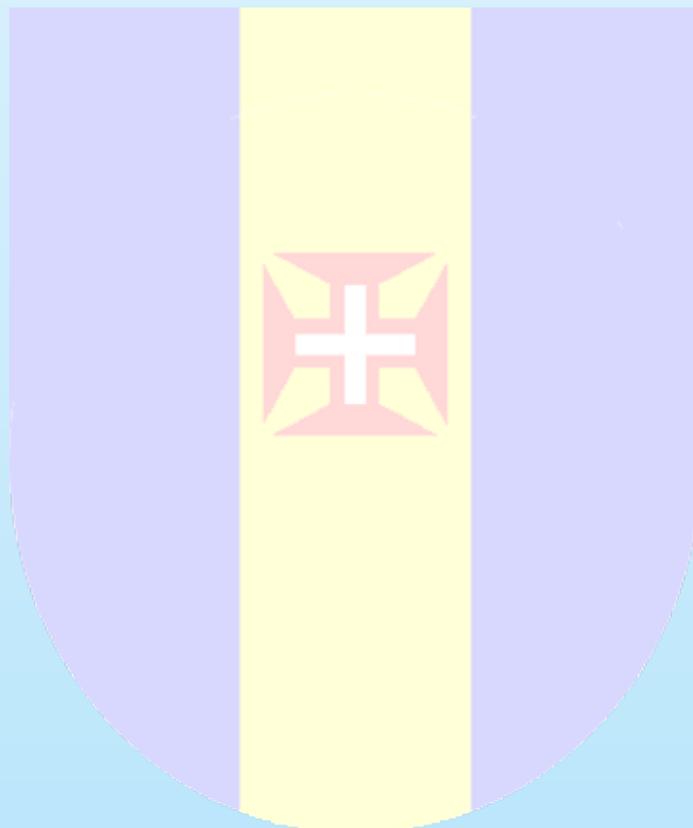




O SERVIÇO REGIONAL DE PROTECÇÃO CIVIL, IP- RAM e as INFRAESTRUTURAS CRÍTICAS da REGIÃO AUTÓNOMA DA MADEIRA



Artigo do SRPC, IP-RAM com a colaboração de Eng.º Emanuel N. Ferreira (SRPC, IP – RAM), Prof. Dr. João Paulo Correia Rodrigues (FCTUC) e Dr. António Leça Coelho (LNEC) e foi abordado recentemente no 3º Encontro Nacional de Riscos, Segurança e Fiabilidade realizado em Lisboa no IST entre 3 e 5 de Novembro de 2009.

Áreas Protegidas:

Parque Natural da Região Autónoma da Madeira do qual se destaca a Floresta Laurissilva, a Reserva Natural das Ilhas Desertas, a Reserva Natural das Ilhas Selvagens, a Reserva Natural Parcial do Garajau, a Reserva Natural da Rocha do Navio e a Rede de Áreas Marinhas Protegidas do Porto Santo.

Vulnerabilidades:

Declives muito acentuados, ribeiras com regime torrencial elevado, elevado número de

túneis com extensão superior a 500m.

Avaliação de Risco:

Movimentos de massa, Cheias e Inundações (Aluviões), Riscos de Incêndio em Zonas Confinadas /Túneis e em Infra-estruturas Críticas.

3. O SERVIÇO REGIONAL DE PROTECÇÃO CIVIL, IP-RAM

O Serviço Regional de Protecção Civil, Instituto Público da Região Autónoma da Madeira (SRPC, IP-RAM) está na dependência

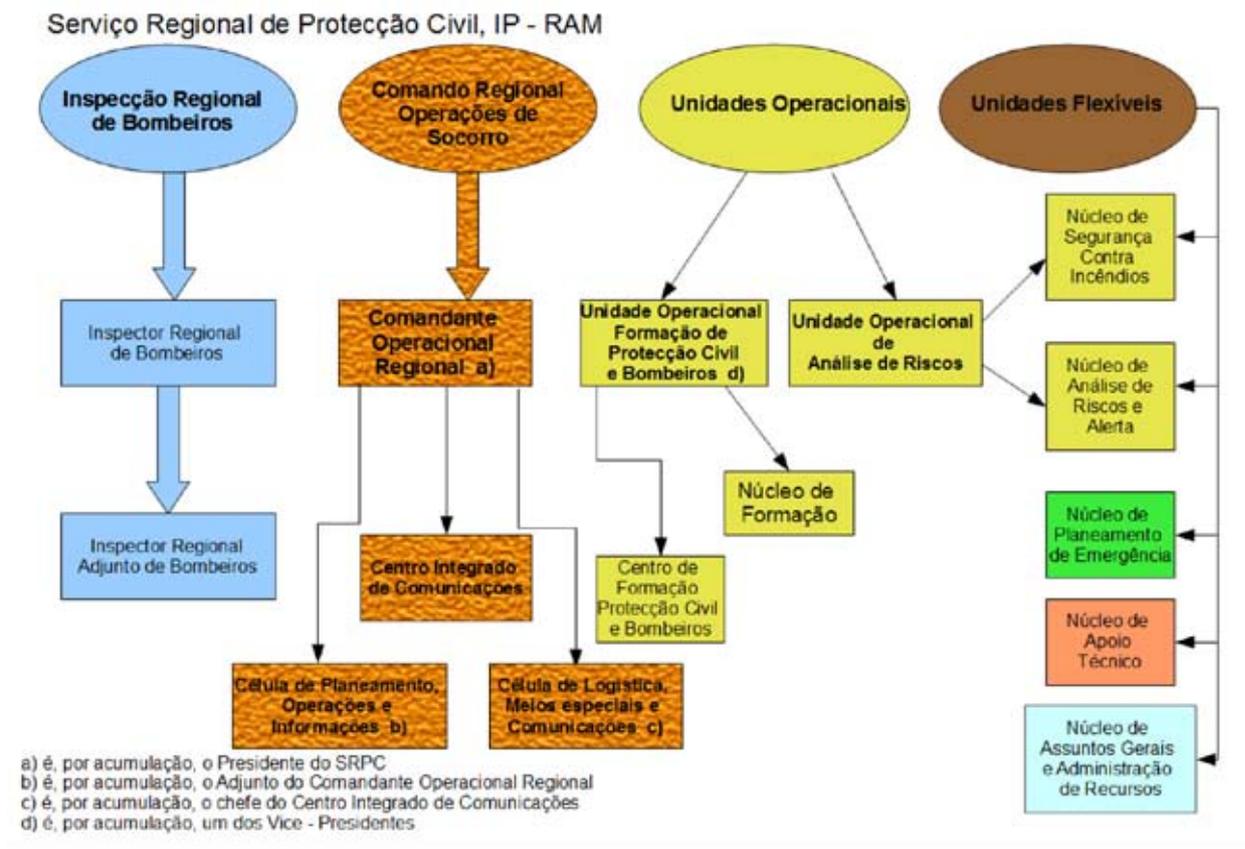


Figura 2

da Secretaria Regional dos Assuntos Sociais e tem como missão planear e coordenar as actividades de protecção civil na Região Autónoma da Madeira, designadamente, na protecção e socorro das populações e assegurar um adequado sistema de emergência pré-hospitalar.

Face a um conjunto de novas competências atribuídas a partir do corrente ano (Decretos Legislativos Regionais nº 16 e 17, de 30 de Junho) o SRPC, IP-RAM apresenta uma organização interna que, para além do Presidente e Vice-Presidente, tem uma Inspeção Regional de Bombeiros, responsável pelo funcionamento operacional dos corpos de bombeiros, um Comando Regional de Operações de Socorro que acompanha as actividades dos agentes de protecção civil e os articula face aos incidentes/acidentes, um Serviço de Emergência Médica Regional com responsabilidades ao nível da emergência pré-hospitalar, projectando equipas médicas de intervenção e garantindo a formação, nesta área, aos agentes de protecção civil. A formação e sensibilização da população está sob a responsabilidade da Unidade de Formação de Protecção Civil e Bombeiros, que irá no curto prazo, dispor de instalações adequadas à prossecução das necessidades formativas dos corpos de bombeiros, dos restantes agentes e da população em geral. O planeamento de emergência, as tecnologias de comunicação e informação, os sistemas de informação geográfica são áreas que estão contempladas na organização do SRPC, IP-RAM, para além de uma área de gestão de recursos.

Os riscos, naturais e tecnológicos, suas interações com o bem estar da população, incluindo a segurança contra riscos de incêndios em edifícios, estão agregadas na Unidade Operacional da Análise de Riscos, que integra a Segurança Contra Riscos de Incêndios em Edifícios (quaisquer que seja a sua tipologia), cada vez com mais importância para a segurança das pessoas e dos seus bens e na articulação com os municípios e a Análise de Riscos e Alerta essencial para uma melhor compreensão dos riscos que a RAM encerra no seu todo, para além da competente informação

inerente aos planos de desenvolvimento e ordenamento do território.

Como complemento à importância que a Análise de Riscos tem para o desenvolvimento sustentável e bem estar das populações, incluindo naturalmente as da RAM, foi realizado um trabalho, essencialmente técnico, na caracterização do risco, demonstrativo da preocupação existente com uma das infra-estruturas regionais que se pode considerar de crítica - Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos da Meia Serra.

4. A ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE RSU DA MEIA SERRA NA ILHA DA MADEIRA

A construção da Estação de Tratamento de Resíduos Sólidos Urbanos (ETRSU) da Meia Serra foi iniciada no final da década de 80, com conclusão em 1991, tendo sido dimensionada para tratar, no seu horizonte de projecto (2008), 165 t/d. Constituiu o primeiro sistema integrado de tratamento e destino final de RSU do País, sendo composto por uma instalação de compostagem, complementada por dois incineradores, um com capacidade para processar 1 t/h para refugos da compostagem e, outro, com capacidade para processar 0,5 t/h de resíduos hospitalares e de matadouro, e um aterro de apoio. No entanto, aquela estação não possuía capacidade para tratar todos os RSU produzidos na Região, devido à crescente produção dos mesmos, e ao início da recepção dos RSU de toda a Região, situação não prevista inicialmente.

Assim e, com a necessidade de adequar os tratamentos existentes na ETRS às directrizes europeias e nacionais, bem como, adoptar uma solução integrada para a valorização/tratamento/confinamento dos resíduos devidamente articulada com a valorização multimaterial, através de recolha selectiva e de reciclagem dos materiais, em 1998, foi adoptado um conjunto de soluções técnicas viáveis e mais adequadas para a ETRSU da Meia Serra, nomeadamente, aterro controlado, compostagem e incineração.

Os processos de tratamento de RSU instalados permitem, por um lado, a valorização, por compostagem, de parte da matéria fermentável dos resíduos, e por outro lado, a valorização energética dos restantes resíduos sólidos urbanos, através da sua incineração com produção de energia. Como instalações de apoio, foram construídos um novo aterro que recebe os resíduos provenientes das instalações de incineração, escórias e cinzas que são previamente inertizadas numa central de inertização própria, e uma ETAR que trata as águas residuais produzidas nas diferentes instalações e os lixiviados do novo aterro.

Após as obras de ampliação e remodelação da ETRSU da Meia Serra, esta passou a englobar as seguintes infra-estruturas:

- Instalação de Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos (IIRSU);
- Instalação de Incineração de Resíduos Hospitalares e de Matadouros (IIRHM);
- Instalação de Compostagem de Resíduos Sólidos Urbanos (ICRSU);
- Aterros Sanitários;
- Estação de Tratamento de Águas Residuais e Lixivantes (ETAR);
- Plataforma de Armazenagem, Trituração e Acondicionamento de Pneus Usados;
- Plataforma de Armazenagem, Trituração e Acondicionamento de Madeiras de Embalagens;
- Edifício de Compactação de Sucata.

Foi implementado também um sistema de monitorização das condições ambientais, nomeadamente da qualidade do ar e da água, com vários postos de controlo espalhados nas imediações da instalação. Na Figura podemos



Figura 3 - ETRSU da Meia Serra na Ilha da Madeira

visualizar a actual instalação.

4.1. Caracterização do risco de incêndio da ETRSU da Meia Serra

Em qualquer espaço ou local da ETRSU da Meia Serra, é possível, com maior ou menor gravidade, a deflagração de um incêndio quer por negligência quer devido ao processo normal de funcionamento da instalação. Contudo devido às suas características, determinados locais/sistemas apresentam risco agravado de incêndio onde a probabilidade de ocorrência destes fenómenos é mais elevada devido às substâncias e/ou equipamentos utilizados.

4.1.1. Fossa de resíduos

A carga de incêndio existente na fossa, Figura resulta dos próprios resíduos para incineração que são compostos por materiais de embalagens, materiais de consumo, restos de cozinha e outros materiais que são típicos no uso doméstico. Além destes materiais surgem resíduos comparáveis mas provenientes do comércio, da administração pública e da indústria.

De grosso modo os materiais que se encontram nos resíduos são: papel/cartão, restos de cozinha, vidro, pedras, cerâmica, metais, madeira, plástico, borracha, testéis, couro, embalagens típicas de uso doméstico



Figura 4 – Fossa de resíduos com resíduos de óleos, gorduras, produtos de limpeza e matérias solventes.

O modo de armazenamento dos resíduos na fossa tem uma influência predominante na possibilidade de incêndio. Em fossas profundas, os resíduos podem ser depositados originando uma superfície horizontal dificultando a propagação do incêndio. Na maioria dos casos o empilhamento torna-se inevitável, originando flancos verticais ou “paredes” que facilitam a propagação/desenvolvimento de um incêndio comparativamente às superfícies horizontais. As poeiras representam um perigo adicional pelo que as correntes de ar ou trabalhos com ar comprimido originam o levantamento de partículas inflamáveis que quando misturadas com o ar em determinadas concentrações e composição e com a ignição de uma faísca de impacto (acoplamento de mangueira de ar comprimido, bater de portas, batentes da ponte rolante) ou faíscas de origem eléctrica podem provocar um incêndio na fossa de resíduos.

O incêndio também pode acontecer por

auto-ignição do material existente na fossa, sem qualquer influência exterior. Para surgir uma auto-ignição terá que existir matéria inflamável e uma fonte de energia para o efeito. As matérias inflamáveis surgem nos resíduos fornecidos em estado sólido, líquido ou gasoso. Podem ser papel, aparas de madeira, folhas de plástico (especialmente em tiras compridas), isqueiros, solventes, gases, lubrificantes, combustíveis e outros. Neste contexto torna-se importante a formação de gás, ou seja, a libertação de gás proveniente destes resíduos, provocada por: evaporação de solventes, gases propulsores e combustíveis provenientes de recipientes fornecidos (cargas residuais) e produtos de reacções químicas dos componentes dos resíduos fornecidos. A fonte de energia para originar a auto-ignição poderá ter origem nas faíscas provenientes de impactos ou fricção de matérias duras existentes nos resíduos, no aquecimento dos resíduos por fermentação ou aquecimento dos resíduos por reacções químicas na fossa com água ou ácidos diluídos.

4.1.2. Tapetes transportadores

O incêndio representa um perigo real nestes sistemas de transporte. A realidade é que um incêndio pode viajar 60 a 120 m/min num tapete. Este fogo pode espalhar-se a outras áreas da instalação aumentando drasticamente o potencial de perdas.



Figura 5 a – Transporte das escórias para o edifício de separação dos ferrosos



Figura 5 b – Transporte das escórias para o edifício de separação dos ferrosos

Existem muitas fontes de incêndio como a produção de calor devido a fricção nas polias de cabeça, cauda e de tensão, combustão espontânea e corpos estranhos. Existem muitos combustíveis presentes simultaneamente com as próprias fontes de incêndio, o produto transportado, a estrutura, poeiras, óleo, gorduras, detritos, corpos estranhos e o próprio tapete.

A maioria dos materiais utilizados na fabricação das correias é de borracha, termoplásticos, tecidos sintéticos, etc. de fácil combustão. Alguns dos compostos de borracha usados para a manufatura das correias tornam muito complexo o processo de extinção das chamas. Embora alguns compostos modernos apresentem aditivos químicos com o objectivo de retardar ou auto-extinguir as chamas, que apesar de eficientes, é importante saber que não tornam o material incombustível porque a acção contínua do fogo sobre a borracha ou tecido elimina a acção desses aditivos.

4.1.3. Interação entre subsistemas de controlo

Como era de esperar, as instalações industriais possuem sistemas de controlo automáticos para melhorar a disponibilidade e eficiência dos equipamentos e aumentar a segurança operacional. Noutras situações, alguns sistemas de controlo automáticos são necessários porque simplesmente não há

tempo suficiente para as acções de operação. A complexidade do sistema de instrumentação cada vez mais baseado no computador, aumenta a probabilidade de erro humano, provavelmente porque podem aumentar o número das interações não intencionais ou intencionais, mas pouco familiares. Estas interações inesperadas quando combinadas com outros factores, podem causar incêndio ou explosão, Duarte (2004). Se o incêndio ou explosão encontra um layout impróprio ou um sistema de protecção subdimensionado, pode levar a que o incêndio alcance um nível descontrolado. A interacção entre dois subsistemas independentes, isto é, não relacionados, pode acontecer se estiverem suficientemente próximos de uma interacção que não foi planeada ou desejada. As interações devido à proximidade podem multiplicar-se à medida que outros subsistemas são alcançados. Neste contexto, mesmo os pequenos incêndios podem levar a perdas inaceitáveis.

4.1.4. Caldeiras

Historicamente, as caldeiras foram uma fonte de ferimentos graves e de destruição da propriedade devido ao mau entendimento dos princípios da engenharia. Os reservatórios metálicos finos e frágeis podem entrar em ruptura, enquanto as costuras pobres quer soldadas ou rebitadas podem abrir, levando a uma erupção violenta do vapor pressurizado.

Os tubos da caldeira danificados ou desalojados também podem sob a forma de spray expelir vapor quente. Uma caldeira que tem uma perda de água de alimentação e que é permitida a sua continuação de funcionamento, pode ser muito perigosa. Se a água de alimentação é enviada para a caldeira vazia, a pequena cascata de água recebida ferve instantaneamente em contacto com o metal super-aquecido, dando origem a uma explosão violenta que não pode ser controlada mesmo pelas válvulas de segurança de vapor. A drenagem da caldeira também pode acontecer se ocorrer uma fuga nas linhas de

fornecimento de vapor maior do que aquela que a água de abastecimento possa repor. Por vezes os depósitos não queimados que fluem na corrente de gases que se depositam nos elementos do pré-aquecedor de ar fazem-no pegar fogo, durante a operação normal da caldeira, dando origem a explosões dentro do pré-aquecedor de ar. Por vezes podem ser detectadas leves explosões pela variação da temperatura de entrada e saída do ar de combustão.

4.1.5. Componentes electrónicos, cabos eléctricos e subestação

As estatísticas de incêndios reportadas por keski-Rahkonen et al (1999) em instalações nucleares na Europa e nos Estados Unidos indicam que a falha eléctrica dos componentes mais envolvidos nestes incêndios são as seguintes: comutadores e disjuntores 26%, transformadores 26%, contactos terminais 18 % e fios/cabos 10%. O componente mais comum a sofrer a primeira ignição é: transformadores a óleo 28 %, isolamento de cabos 21 % e comutadores e disjuntores 10 %. A falha dos comutadores e disjuntores permitem arcos curtos que inflamam os isolamentos combustíveis e componentes electrónicos muitas vezes instalados em placas de circuitos impressas, Zalosh (2003).

4.1.5.1. Componentes electrónicos

Uma placa de circuitos ou os componentes electrónicos, quando sujeitos a um excesso de corrente ou tensão eléctrica ou qualquer outra falha, podem iniciar um pequeno incêndio. O fogo pode por sua vez inflamar outros fios e cabos combustíveis ou placas de plástico (normalmente de epoxi) dos circuitos. Por outro lado, alguns equipamentos electrónicos e cabos ópticos são vulneráveis a falhas causadas pela exposição ao fumo ou aos gases ácidos produzidos durante o incêndio. As partículas de fumo suspensas no ar são atraídas pelas superfícies

carregadas electricamente e tendem a construir uma ponte entre as ligações, resultando em falhas de sinal. Além do mais, o incêndio nos cabos implica uma perda de redundância, uma vez que normalmente a calha de cabos suporta uma grande quantidade de cabos de energia e sinal. Os circuitos de redundância de segurança não podem ser sacrificados, não podem ser sujeitos a perda simultânea devido ao incêndio. O isolamento completo dos circuitos uns dos outros, e a prevenção da exposição aos perigos de incêndio mais comuns durante a concepção, são essenciais e vitais para este tipo de instalações. Um pequeno e insignificante incêndio num sistema de controlo automatizado poderá facilmente mandar abaixo uma instalação.

4.1.5.2. Cabos eléctricos

Os registos de grandes perdas na indústria indicam que os grupos de cabos são responsáveis por muitos incêndios, devido essencialmente a falha eléctrica e a falha do isolamento. A degradação do isolamento causa arcos e a corrente excessiva resultante promove a ignição do isolamento/cobertura do cabo ou outro material combustível que possa inadvertidamente se ter acumulado nas calhas de cabos. Os incêndios em cabos são de difícil detecção, devido à sua localização mais ou menos encoberta e extinção porque a energia na maior parte das vezes não é logo cortada.

4.1.5.3. Subestação – Transformadores

Apesar do estabelecimento de medidas de segurança como os sistemas de extinção como indicado na Figura , exigência de distâncias de separação e barreiras corta-fogo, são no entanto reportados incêndios significativos em postos de transformação. Os transformadores são um dos componentes mais críticos num sistema de produção de energia, pois têm a maior carga de incêndio.



Figura 6 – Sistema de extinção em funcionamento do transformador 30 kV/6kV

O cenário de incêndio mais comum em transformadores com óleo dielétrico começa com a degradação e quebra do isolamento da bobine de alta voltagem levando ao desenvolvimento de uma falha de elevada impedância e baixa corrente. A falha das sucessivas camadas da bobine cresce rapidamente e a impedância da bobine diminui. De acordo com um grupo segurador, as falhas devido à deterioração do isolamento, ocorrem em transformadores com uma média de idade de 17,8 anos para uma esperança de vida média de 40 anos, McShane (2003). Se a condição de falha não for correctamente detectada e a protecção do transformador não o isolar rapidamente da rede eléctrica a falha de corrente aumenta e causa um arco.

O arco decompõe o fluido dielétrico e gera um crescente gás borbulhante. O volume e a pressão das bolhas fazem aumentar a pressão do líquido ao ponto de deformar o tanque e este começa a falhar devido ao aumento de tensão, ejectando violentamente o óleo e os gases de decomposição. A ejeção quente do condutor da bobine ou restos do isolamento podem provocar a ignição do óleo do transformador e dos seus vapores originado um incêndio tipo spray devido ao fluxo de líquido.

Um cenário semelhante será uma sobrecarga de corrente, que não accionando a protecção de falha eléctrica, faz com que a temperatura do óleo suba podendo ser produzido hidrogénio, monóxido de carbono e dióxido de carbono com a deterioração do óleo.

Um outro cenário poderá envolver uma rotura interna do invólucro do transformador (por exemplo, devido a corrosão) deixando sair óleo para o chão. Se este óleo ou o seu vapor alcançar uma fonte de ignição exterior poderá ocorrer um incêndio tipo poça. Mesmo que não haja uma fonte de ignição por perto, a perda do líquido dielétrico pode desenvolver uma falha interna no transformador causando um arco, Zalosh (2003).

4.1.6. Tanques de gasóleo

A questão principal da protecção contra incêndio em tanques de armazenamento de líquidos inflamáveis é a integridade do reservatório, nomeadamente prevenir ou retardar a sua falha e mitigar as consequências de tal falha. Os dois tanques de armazenamento de gasóleo da ETRSU da Meia Serra são do tipo cilíndricos atmosféricos de tecto cónico fixo, com capacidade de 75 m³ cada, como mostra a 7.

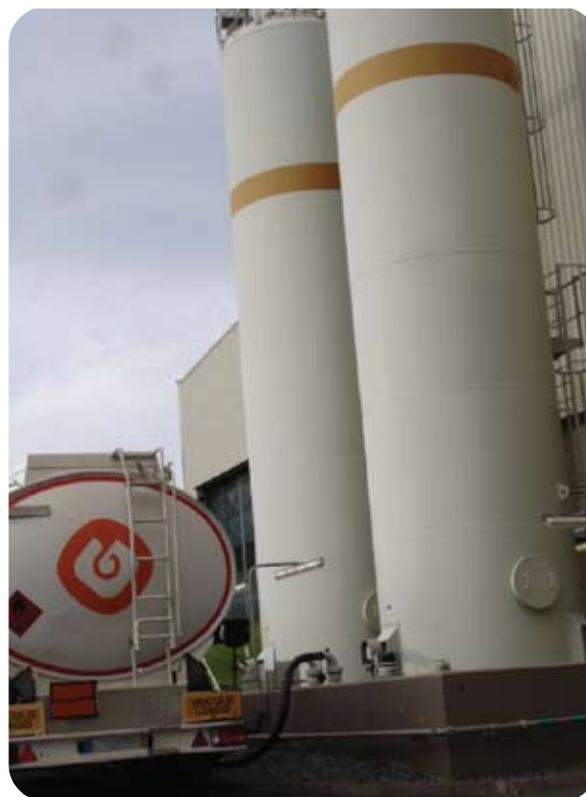


Figura 7 – Tanques de gasóleo como combustível auxiliar

Uma vez que não suportam grandes aumentos ou diminuições de pressão possuem respiradouro de conservação para permitir a saída de vapores durante o enchimento e entrada de ar durante o esvaziamento, equipados com arrestador de chama para prevenir o flashback no volume de vapor interior do tanque. Deverá ser tido em conta que durante a exposição a um incêndio o aumento da pressão no tanque cresce muito mais rapidamente sendo necessária a ventilação de emergência. Este aumento da pressão deve-se à ebulição do líquido e ao aquecimento do vapor acima da superfície líquida. Este tipo de reservatório tipicamente armazena líquidos de baixa volatilidade e elevado flash point. A pressão de vapor destes líquidos é normalmente baixa à temperatura ambiente para manter a concentração de vapor abaixo do limite inferior de inflamabilidade, mas em situação de incêndio podem gerar vapor suficiente e criar misturas inflamáveis no volume de vapor do tanque. Se durante um incêndio a chama entrar no tanque pode dar origem a uma explosão, pelo que estes tanques devem possuir uma costura fraca no topo para libertar a cobertura deixando o corpo intacto. De notar que este tipo de incidentes envolve normalmente mais do que um tanque.

4.1.7. Armazenamento/trituração de pneus

Os pneus em fim de vida na RAM são enviados para a ETRSU da Meia Serra e posteriormente triturados numa máquina própria sendo depois o triturado enviado para o Continente para reciclagem.

Os pneus não são propensos a auto-ignição pelo que é necessário serem aquecidos pelo menos até 400 °C durante alguns minutos antes da ignição. Portanto, normalmente o incêndio em pneus é resultado de fogo posto ou da manipulação inadequada de chamas nuas. No entanto é possível os pneus queimarem espontaneamente, especialmente quando cortado em tiras ou triturado. Isto é especialmente verdade quando o material é

armazenado a profundidades superiores a 3 m, no entanto testes laboratoriais demonstram que ocorrem combustões espontâneas em pilhas tão pequenas como de 1 m de altura.



Figura 8 – Plataforma de armazenamento e trituração de pneus usados

O equipamento de retalhamento dos pneus pode ser ele mesmo fonte de ignição se for imprópriamente mantido. O equipamento é caro devido ao uso e desgaste do corte dos fios de aço dos pneus, pelo que requer manutenção e lubrificação para evitar rupturas e acumulação de gorduras. Esta gordura pode causar um incêndio que se pode espalhar ao material retalhado. As faíscas e os atritos na retalhadora devido ao corte das cordas são outra potencial fonte de incêndio.

4.1.8. Aterros

Nos EUA por exemplo, são reportados anualmente cerca de 8400 incêndios em aterros, e crê-se que este valor representa menos de metade dos incêndios ocorridos neste tipo de instalações, uma vez que muitos incêndios ocorrem no domínio privado e são extintos pelo próprio operador. A morte de pessoas (civis ou bombeiros) é rara neste tipo de incêndios. Perto de 40 % dos incêndios são de causa incendiária ou suspeita, cerca de 20 % é atribuída a materiais pequenos latentes abandonados ou descarregados, o que inclui cigarros, fósforos, ou cinzas que são descarregadas sem serem devidamente extintas.

Os aquecimentos espontâneos representam cerca de 5 % dos incêndios nos aterros. Outro factor que influencia a ignição é o reacendimento de fogos anteriores e controlo inadequado de fogos abertos no aterro. Alguns dos reacendimentos dos incêndios podem ser o resultado de estágios iniciais de incêndios profundos latentes, que com o aumento do fluxo de ar através dos ventos, são suficientemente oxigenados e são trazidos para a superfície. O mecanismo da combustão espontânea em resíduos ainda não se encontra bem entendido. A madeira começa a queimar com chama aberta quando as temperaturas sobem acima dos 315 °C. A pirólise e o processo de oxidação química da madeira podem começar a temperaturas de 95 °C. A reacção torna-se exotérmica (produção de calor) e chega a um estado de auto-sustentabilidade a temperatura baixas como os 149 °C. As temperaturas próximas do ponto de ignição 149 °C são raramente alcançadas em aterros operados adequadamente onde a decomposição ocorre sob condições anaeróbicas, Sperling (2000). O calor libertado durante a oxidação rápida de substâncias pirofóricas no aterro crê-se ser o mecanismo que desencadeia o mecanismo que aumenta a temperatura interna acima dos 149 °C, limite mínimo para desencadear o processo de combustão espontânea de madeiras. As substâncias pirofóricas incluem trapos embebidos em óleos vegetais, carvão de baixa qualidade, ervas, palha e certos componentes de metais como o sulfito de ferro.

4.1.9. Conclusões e trabalho futuro

Feita a caracterização do risco de incêndio da instalação, verifica-se que estamos perante uma instalação industrial complexa e que requer que os riscos aqui levantados e outros a identificar sejam abordados de uma forma técnica e sistemática. Partindo do princípio que o risco zero não existe, após a sua caracterização, o passo seguinte será a quantificação de forma que os gestores/decisores possam definir os patamares de risco aceitável e possam ficar munidos de

ferramentas de custo/benefício em relação às medidas de segurança que possam a vir ser adoptadas ou reforçadas de modo a mitigar os riscos.

4.1.10. Referências Bibliográficas

- Duarte, D. (2004), "A performance overview about fire risk management in the Brazilian hydroelectric generating plants and transmission network", *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* 17, pag 65-75.
- McShane, P. (2003), "Reduce Risk Exposure for Substation Transformers", Cooper Industries, Inc, boletim n.º 03021.
- Sperling, T. (2000), "Extinguishing the Delta Shake and Shingle Landfill Fire", Sperling Hansen Associates.
- Themelis, N. J. (2003), "An overview of the global waste-to-energy industry", Columbia University - Earth Engineering Center.
- Zalosh, R.G. (2003), "Industrial Fire Protection Engineering", Wiley.

