

## **Análise de risco de incêndio em equipamento fora de estrada**

André Felipe Costa Mendes\*

### **Resumo**

Desde os primórdios o homem vem tentando entender e dominar o fogo, mas controlá-lo não vem sendo uma missão nada fácil. Em qualquer lugar o incêndio deve ser evitado, mas esse cuidado se redobra em áreas industriais, pois além de poder afetar a integridade dos colaboradores podem gerar danos estruturais, seja em galpões ou equipamentos. Indústrias que trabalham com escavação e deslocamento de materiais necessitam de robustos equipamentos fora de estrada, estes possuem grandes dimensões. Estes equipamentos trabalham por produção, como por exemplo, pode-se mencionar os caminhões fora de estrada da Caterpillar que transportam minério de ferro, estes possuem uma capacidade de transportar até 420 toneladas por viagem e isto refletido em valores gira em torno de R\$177 mil reais, ou seja, parar este equipamento por motivos de incêndios geram prejuízos enormes para as grandes empresas. Dessa forma, se faz necessário adotar uma análise de incêndio para entender os principais pontos que podem promover os incêndios e sua propagação e utilizar sistemas de proteção contra incêndio estabelecer medidas efetivas de proteção contra incêndio para equipamentos fora de estrada é fundamental, pois reduzem danos, tempo de inatividade e redução de preço com seguros.

Palavras-chave: Fogo; Análise de Incêndio; Proteção Contra Incêndio; Redução de Danos

### **Introdução**

O fogo surgiu a milhares de anos atrás, mas pode-se dizer que apenas recentemente nos últimos 50 anos que se iniciaram os estudos para melhor entendê-lo. O ser humano sempre tentou controlar o fogo, algumas vezes isso ocorreu, mas em outras proporcionaram enormes catástrofes. Com isso, a ideia de entender todas as características e funcionamento do fogo se tornou fundamental para poder controlá-lo e impedir sua propagação. Desde então, foram criados

\* Aluno de pós-Graduação em Engenharia de Segurança da Universidade Estácio de Sá. Email andrefelipe.mendes@hotmail.com.

métodos e equipamentos para que houvesse uma inibição de possível sinistro envolvendo incêndios.

Possuir controle sobre o fogo possibilita a uma proteção maior e trazendo isto para o âmbito industrial, controlar o fogo desde sua origem fornece segurança aos seus funcionários e preservação de patrimônios. Assim, grandes empresas estão investindo cada vez mais em proteções contra incêndios, sejam com sistemas mais conhecidos como extintores, hidrantes, sprinkler a sistemas mais robustos que promovem uma detecção de incêndio precoce, como é caso de sistema de detecção, como por exemplo, com detector de fumaça ou calor, detectores lineares de temperatura ou com sensores de temperaturas. Uma vez detectado a presença de calor ou fumaça, ocorrem a liberação automática de algum agente extintor (água pressurizada, pó químico seco, espuma mecânica, entre outros).

Indústrias que utilizam de grandes equipamentos fora de estrada, vem buscando soluções alternativas para controle de incêndio em suas máquinas, pois é impossível ter um dos sistemas comuns, hidrantes por exemplo, instalados em sua estrutura e sabe-se que um simples extintor não teria a capacidade de suprimir a alta taxa de calor gerada por um princípio de incêndio ao longo de sua estrutura e componentes. Por trabalhar em área enormes, até a brigada de incêndio chegar, o fogo já se alastrou pelo equipamento.

Este artigo terá como objetivos entender sobre a história do fogo e a sua composição para então identificar os principais pontos que provocam incêndios em equipamentos fora de estrada. Após esta análise, determinar-se-á a medida mais eficiente existente para controle com intuito de promover a extinção do fogo logo no seu início, diminuindo assim a possibilidade de um reignição do fogo.

No Brasil, a área de combate a incêndio ainda é muito limitada, encontra-se poucas informações literárias e divulgação sobre o tema. Ao longo dos anos vem ocorrendo incêndios incansavelmente e nem se percebe a possibilidade de haver alguma melhoria. No ano de 2019 tivemos um incêndio na sede do time de futebol do Flamengo, no qual vitimou algumas vidas e isso poderia ter sido evitado se existisse no mínimo um sistema de detecção nesse alojamento. Mas ao contrário disso, até o momento não houve nenhuma melhoria, o que se percebeu apenas foi uma intensificação nas fiscalizações dos alojamentos dos clubes de futebol no Rio

de Janeiro. Até que ponto realmente estamos engajados em melhorar a área de combate a incêndio no nosso país? O que observamos nos nossos estados são normas e instruções técnicas (IT) desatualizadas e cada região possuem normativas diferentes o que gera uma enorme confusão na área. A área de combate a incêndio para equipamentos fora de estrada é mais escassa ainda e os seus projetos elaborados são baseados em normas internacionais.

A fim de entender as características do fogo e identificar o sistema de combate mais eficiente na atualidade, foi realizado uma pesquisa bibliográfica exploratória.

## História do Fogo

O fogo tem origem a partir de uma reação química conhecida como combustão. Para que essa reação ocorra, se faz necessário a presença de dois elementos que reagindo entre si provocará este fenômeno. Os principais elementos para origem do fogo são os combustíveis, comburentes, calor e pôr fim a reação em cadeia, dando origem assim ao conhecido tetraedro do fogo (Estácio, 2019).



Figura 1 - Tetraedro do Fogo  
Fonte: Monteiro (2015)

Os combustíveis podem ser encontrados nas formas sólida, líquida ou gasosa. Entretanto para que ocorra a combustão é necessário que os sólidos e líquidos se transformem em gases, pois o que queima são os gases e não o material líquido ou sólido (Monteiro, 2015).

O comburente é o elemento essencial para a combustão, pois através dele que o fogo é ativado. Segundo Monteiro (2015), “O comburente mais comum é o oxigênio, contido no ar atmosférico numa porcentagem de 21%; portanto é o elemento que está contido em quase todos os ambientes”. Sem comburente não haverá fogo, assim os sistemas de combate a incêndio visam eliminar o oxigênio do ambiente para inibir a propagação do incêndio.

O calor é o elemento que dá início ao fogo, fazendo com que o fogo se propague pelo combustível. Através do calor, os combustíveis (sólidos e líquidos) se transformam em gases, que ao reagirem com o comburente oxigênio criam uma mistura inflamável (Monteiro, 2015).

Por fim, a reação em cadeia, após o início da combustão, aumentará a geração de calor, promovendo assim um contínuo desprendimento de gases dos elementos combustíveis, que manterá os elementos para propagação do fogo (Estácio, 2019).

Os incêndios são classificados em A, B, C e D, conforme mostra tabela 1.

<b>CLASSE</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
A	Incêndios envolvendo materiais que queimam em superfície e profundidade e deixam resíduos.
B	Incêndios envolvendo materiais que queimam em superfície e não deixam resíduos.
C	Incêndios envolvendo toda linha de materiais energizados.
D	Incêndios envolvendo materiais pirofóricos (metais que queimam).

Tabela 1 - Classificação de incêndios  
Fonte: Estácio (2019)

Controlar o fogo vem se tornando cada vez mais essencial e baseando-se nas descobertas dos elementos do fogo (combustível, comburente e calor), percebeu-se

que ao se eliminar um desses três elementos inibiria a origem ou propagação do fogo. Para Estácio (2019), existem três processos para eliminação do fogo, o primeiro é através do resfriamento (retirado do calor), o segundo é por meio do abafamento (retirada do comburente) e o terceiro através do isolamento ou remoção do material (retirada do combustível).

Os principais agentes extintores são através de sistema hidráulico e extintores. O sistema hidráulico utiliza água usada sob pressão que age diretamente sobre o material incendiado. Como exemplos temos, hidrantes e o sistema de “sprinkler” (chuveiros automáticos), conforme mostra a figura 2 (Lugon et al, 2018).



Já os extintores têm como finalidade fornecer a extinção do incêndio de forma imediata. Os modelos mais usuais são os extintores de água pressurizada, de água de pressão injetada, de espuma química, espuma mecânica pressurizada, de espuma de pressão injetada, de gás carbônico, de pó químico seco pressurizado, de pó químico seco pressão injetada e o Halon (Estácio, 2019).

Dos sistemas de combate existente, destacam-se:

- Pó químico seco ABC: este é a base de monofosfato de amônia e combate as classes de fogo A, B e C (Caireiras, 2014);
- Pó químico seco ABC 90%: este é a base de bicarbonato de sódio com um teor maior ou igual a 90% e combate as classes de fogo B e C (Caireiras, 2014);
- Agente Líquido ou Espuma Mecânica: este possui características de dupla ação, sendo que age como agente resfriamento devido a água e com

características de abafamento pois a espuma forma um cobertor sobre a área protegida (Bucka, 2019).

Com esses tipos de combates percebe-se que unir as características do pó químico com a do agente líquido é ideal para proteger equipamento que possuem muitas áreas com potencial de incêndio e equipamentos com temperaturas elevadas.

### **Análise de risco de incêndio em equipamento fora de estrada**

Os equipamentos fora de estrada são bem robustos comparados aos demais, possuem enormes dimensões com isso seus componentes são bem maiores, aumentando assim o risco e o potencial de incêndio. Os caminhões fora de estrada têm como principais atividades transportar toneladas de materiais dentro do seu setor industrial.

A capacidade de transporte de carga de um caminhão fora de estrada varia até mais ou menos 420 toneladas, possuindo assim uma alta produção por hora, tomando por base que atualmente o valor da tonelada do minério de ferro gira em torno de 70 US\$ o que nos resulta em 177 mil reais aproximadamente a cada viagem (Bulletin, 2019).

Com isso a movimentação de minério de ferro é alta diariamente e parar este equipamento por princípio de incêndio é prejuízo na certa, pois interrompe a produção e o equipamento que é avaliado em milhões vira sucata, além é claro de poder causar fatalidades. Dessa forma, é de fundamental importância que os equipamentos possuam sistemas de detecção e combate a incêndio, pois detectar um incêndio em seu ponto inicial é fundamental para uma melhor extinção do fogo e assim diminuir os prejuízos. E para que isto ocorra é necessário conhecer bem os seus componentes e os principais riscos existentes.



Figura 3 - Caminhão fora de estrada  
Fonte: Caterpillar (2019)

Como exemplo, a figura 3 mostra um caminhão fora de estrada que possui uma capacidade nominal de carga de 400 toneladas, este possui diversos componentes que podem promover incêndios, ao proteger este equipamento contra o fogo deve-se sempre escolher as áreas críticas, com o intuito de possibilitar uma extinção do fogo logo em seu início. Citar-se-ão a seguir alguns desses componentes.

Para promover a potência ideal para este equipamento ter um motor grande e eficiente é fundamental para seu funcionamento. Este componente é a “veia” principal para funcionamento do equipamento, com sua enorme dimensão conforme mostra figura 4, possui uma potência elevada (2536 kW) para garantir todo potencial para caminhão (Caterpillar, 2019).

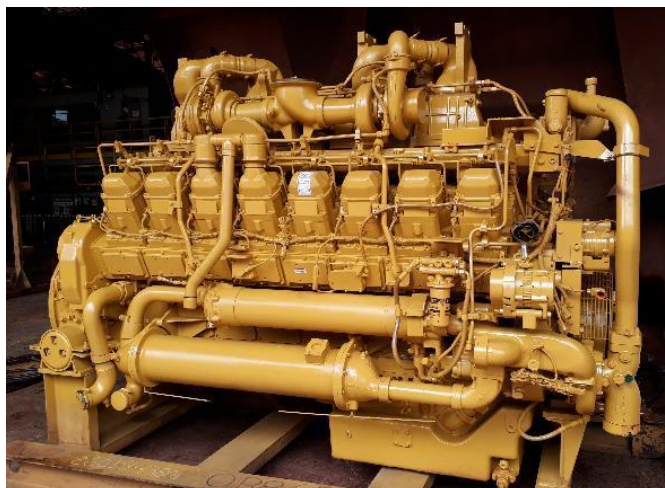


Figura 4 - Motor Diesel do Caminhão Fora de Estrada  
Fonte: Autor (2018)

Já as turbinas como todos sabemos, tem a função de converter energia mecânica em energia térmica. Sua temperatura de trabalho é sempre elevada, possibilitando assim uma possível fonte de origem ou propagação do fogo. Proteger esta área de maneira eficiente é fundamental para garantir a integridade do ativo.

A transmissão garante a força em todo o trajeto para o caminhão, seja em rampas íngremes a solos com condições irregulares. E para garantir a força e precisão, o equipamento é disposto de um conjunto de mangueiras hidráulicas. Estas mangueiras estão dispostas em grande parte no caminhão e qualquer possível ignição em contato com o conjunto hidráulica poderá causar uma propagação imediata do fogo.

Outros componentes podem ser citados, como por exemplo, parte elétrica, motor de partida, sistema de freio, pneus (podem propagar o fogo), alternador, silenciador, radiador. Todos demais componentes que também possam promover alguma ignição e propagação de fogo devem ser controlados com sistema de detecção e protegidos com sistema de combate para garantir a duração do equipamento, segurança e continuidade no trabalho. Outro ponto fundamental para propiciar incêndios em equipamentos fora de estrada é má manutenção preventiva e corretiva. Durante as manutenções a atenção ao “apertar” uma peça, mangueira e demais componentes é fundamental, pois um pequeno deslize pode ser o ponto de ignição para incêndios.



Como mencionado até este ponto, os equipamentos fora de estrada possuem diversos pontos propícios para iniciar e se propagar o incêndio e ter o controle sobre o fogo é fundamental e primordial.

### **Brasil e a área de combate a incêndio**

A área de combate a incêndio no Brasil em pleno século XXI ainda é bem escassa e desatualizada, hoje uma das organizações que possui tudo o que há mais avançado em proteção contra incêndio é a NFPA (Associação Nacional de Proteção Contra Incêndios) e seus estudos têm se difundido ao redor do mundo. A figura 5 mostra como a maioria dos países tem se baseado e se padronizado nesta organização, porém o nosso Brasil ainda está fora do grupo que possui uma diretório da NFPA no seu país (Ferreira, 2019).



Figura 5 - Mapa das Diretorias da NFPA  
Fonte: Ferreira (2019)

Segundo Ferreira (2019), convivemos com normas ou códigos incompletos e confusos, fazendo com que elaborar projetos de segurança contra incêndios são completamente desafiadores. Esta falta de unificação no Brasil, faz com que cada

estado possua seu código de proteção contra incêndio, tornando a vida de quem elabora projetos bem complicado e confusa.

Com base nas informações obtidas através de pesquisas observou-se que no Brasil se tem vivido com ausência de informações básicas para área de incêndio e para se analisar os riscos de incêndios em equipamento precisa-se entrar em uma área bem mais complexa que envolve a engenharia de incêndio e infelizmente hoje no Brasil ainda sabemos muito pouco sobre assuntos.

Internacionalmente, é possível achar várias certificações, normas de dimensionamento, manuais dos fabricantes dos sistemas e várias análises de riscos, análises estas com padrão intranacional e isso facilita na hora da elaboração do projeto. Entretanto, precisa-se possuir treinamentos e certificações para projetar de forma segura e eficiente. Outro ponto interessante é que fora do Brasil é adotado para a elaboração do projeto o conceito de elaboração de projetos baseado em performance, e isso exige estudo com um grau de complexibilidade maior, adquirido apenas através do curso alto grau na ciência do fogo ou engenharia de incêndio.

A proteção contra incêndio deve estar baseada em critérios de qualidade e performance, pois não está relacionada somente para proteger fisicamente a empresa, mas tem como ideal proteger vidas que ali trabalham. Com isso, surgiram as certificações internacionais para validarem que os equipamentos que incorporam o sistema de incêndio possuam qualidade, confiabilidade e trabalhem sempre em alta performance. Internacionalmente, existem duas certificações que merecem reconhecimento, que são a UL – Underwriters Laboratories e FM – Factory Mutual.

A UL é sediada nos Estados Unidos e possui 110 anos desde a sua fundação, ela é uma organização independente e especializada no desenvolvimento e aplicação das normas. Os produtos que estão na lista da UL tem sua fabricação baseada nas mais rigorosas normas técnicas de qualidade (Lima, 2017).

Considerada como uma das organizações mundiais com mais reconhecimento, a FM aborda a área de gerenciamento de riscos e de resseguros industriais e comerciais. Para obter o selo da FM é necessário que os equipamentos sejam submetidos a exaustivos testes, no qual é possível determinar o seu desempenho e com isso mensurar sua eficácia (Lima, 2017).

**Sistema de detecção e combate para equipamentos fora de estrada**

Elaborar um projeto na área de combate a incêndio para equipamentos fora de estrada devido à ausência de informações não é uma tarefa das mais fáceis mesmo sabendo que o projeto é a base de tudo. Escolher o melhor sistema irá variar de acordo com a máquina que se deseja proteger e as características solicitadas pelo cliente. Os sistemas de proteção contra incêndio para esses equipamentos já vêm de fábrica com algumas especificações, por exemplo, cita-se a relação da capacidade do cilindro com a quantidade de bicos difusores de agente de supressão (Systems, 2009).

Hoje no Brasil não existem certificações para proteção contra incêndio em equipamentos fora de estrada no Brasil e devido a essa escassez de informações precisa-se adotar as normas internacionais, por exemplo as normas da NFPA. Apesar de ser as normas mais evoluídas, não se encontra nela todos os detalhes de como fazer o plano de proteção ou elaborar o projeto. A tabela 2 mostra algumas normas internacionais relacionadas a proteção contra incêndio e normas relacionadas com equipamentos fora de estrada.

<b>NORMA</b>	<b>DESCRIÇÃO</b>
NFPA17	Norma para Sistemas de Extinção Química Seca
NFPA 72	Código Nacional de Alarme de Incêndio e Sinalização
NFPA 121	Norma sobre Proteção Contra Incêndio para Equipamentos de Mineração Automotriz e de Superfície Móvel

Tabela 2 - Normas Internacionais  
Fonte: Autor (2019)

Hoje existem algumas empresas de destaque no que diz a proteção contra incêndio em equipamentos fora de estrada. Hoje temos alguns fabricantes que merecem destaque, que é o caso da Kidde, Amerex e Ansul, estes fabricantes fornecem as grandes empresas uma maneira alternativa para protegerem seus equipamentos e colaboradores de forma eficazes e confiáveis.

Os sistemas de proteção para veículo fora de estrada são conjuntos pré-projetados que usam componentes e difusores fixos de pó ABC para aplicações em veículos ou máquinas fora de estrada que trabalham em condições de altas temperaturas. Para cada veículo os Sistemas KVS são constituídos pelos seguintes componentes principais: Cilindros atuadores, difusores laterais e cônicos e cilindro de pó químico seco (Kidde, LHS Linear Heat Sensor, 2019).

Nos próximos parágrafos irar-se-á mostrar alguns componentes dos sistemas de combate citados anteriormente. As figuras 6, 7 e 8, mostram alguns dos modelos dos sistemas da Kidde, Amerex e Ansul.

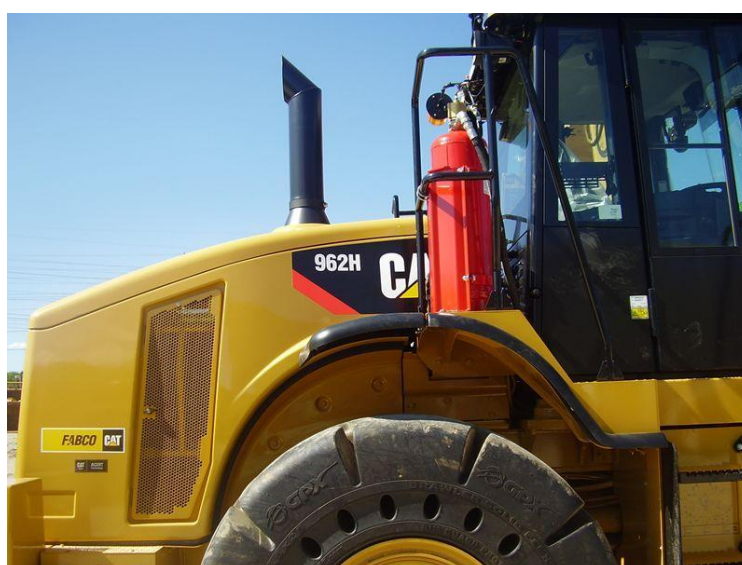


Figura 6 - Equipamento com Sistema Kidde instalado  
Fonte: <https://bit.ly/2DCB1NQ>



Figura 7 - Equipamento com Sistema Amerex Instalado

Fonte: <https://bit.ly/2LceD4k>

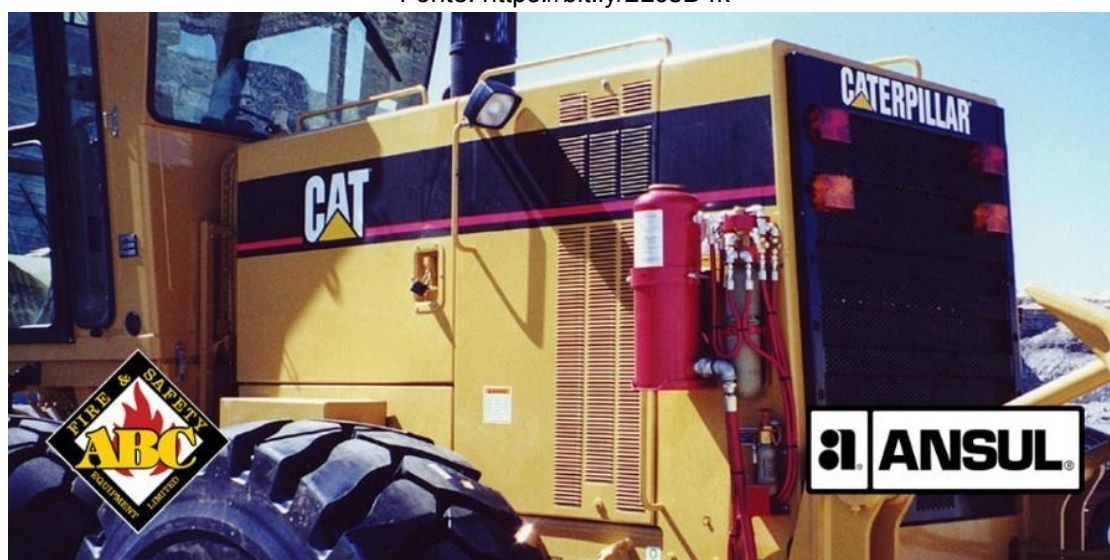


Figura 8 - Equipamento com Sistema Ansul instalado

Fonte: <https://bit.ly/2UPRKDg>

Os sistemas fixos são projetados para proteger as principais áreas potenciais para iniciar e propagar o fogo, com isso se faz extremamente necessária realizar uma análise de risco no equipamento. Identificar os riscos a serem encontrados é primordial para o desenvolvimento do projeto, principalmente por poder existir uma interação entre combustíveis (óleos, graxas, fluidos hidráulicos) e fontes de ignição (compressores, turbinas, freios de fricção, circuitos elétricos).

Dentre os benefícios mencionado pela Kidde (2019), citar-se-ão a proteção da integridade dos equipamentos, proteção ao operador, diminuição dos danos ao equipamento e a ao período inoperante, custos de seguro são reduzidos, possuem três modos de atuação para o sistema de combate: automático, manual remoto e manual local.

O sistema Kidde é completamente automático, aonde o sistema de atuação automático possui detectores pontuais localizados estrategicamente ou cabo linear de calor (LHS), conforme mostra a figura 9, tendo a finalidade de detectar a variação da temperatura e envia uma resposta ao para o Painel. Para caminhões fora de estrada a Kidde utiliza mais o cabo LHS como sistema de detecção, este é capaz de detectar o calor de incêndio ao longo do seu comprimento.

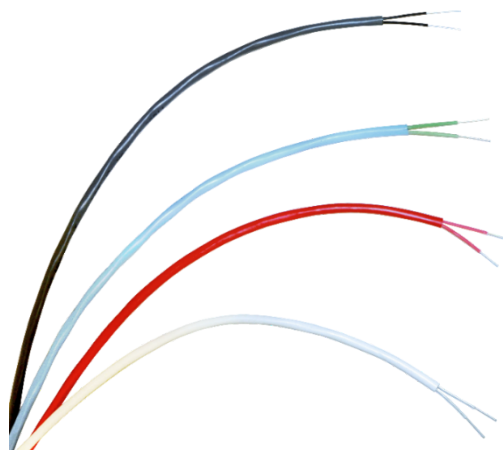


Figura 9 - Modelos de Cabo LHS  
Fonte: Kidde (2019)

A maior parte do cabo fica geralmente fixado no chassi da transmissão que é área em vermelho na figura 10, além é claro de estar fixados também próximo das demais áreas de perigos.

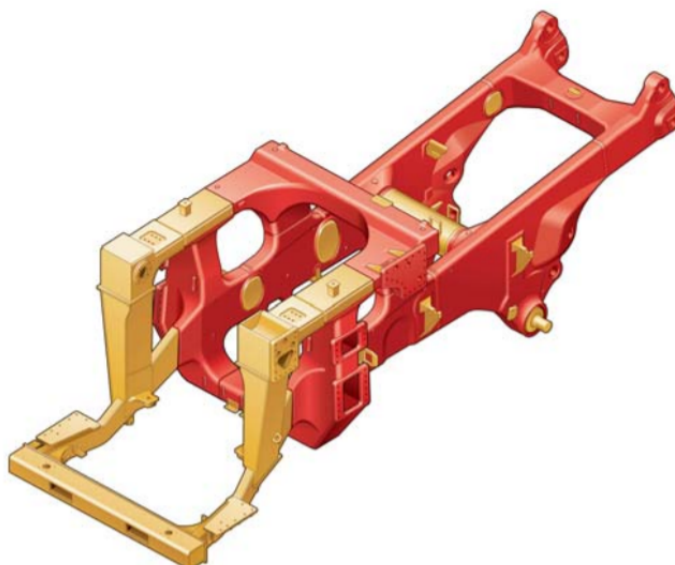


Figura 10 - Chassi do Equipamento  
Fonte: CAT (2019)

Após a detecção através do cabo LHS, o painel é responsável por enviar um sinal ao atuador eletromecânico que liberará o nitrogênio pressurizado da ampola através de mangueiras até aos atuadores de cada cilindro de agente supressor. Por sua vez, o sistema de combate será liberado através de bicos difusores localizados nas áreas de riscos (Kidde, 2019).

Os principais pontos de riscos citados na análise de riscos de incêndios em equipamentos fora de estrada foram: motor, turbina, transmissão, mangueiras hidráulicas, tanque de combustível, parte elétrica, motor de partida, sistema de freio, pneus, alternador, silenciador, radiador, turbocompressor, injetores de combustíveis, entre outros.

As principais fontes de ignição presentes no equipamento são o calor do motor, transmissão, sistema de escape, bombas, turbocompressores e motores elétricos (Systems, 2009).

De acordo com a NFPA 17, qualquer perigo que permita a propagação do fogo de uma área para outra deve constituir um único risco de incêndio. Quando dois ou mais perigos possam ser simultaneamente envolvidos em incêndio devido à sua proximidade, os perigos devem ser protegidos como uma única zona de supressão (Systems, 2009).

Os sistemas fixos podem ser usados em conjunto com um ou mais sistemas de supressão para garantir uma inteira proteção contra incêndio. Podendo este ter

apenas o sistema de pó químico para abafamento do fogo ou sendo combinado com o sistema de líquido para resfriamento das superfícies quentes para impossibilitar uma possível reignição (Systems, 2009).

Como já mencionado, cada cilindro do sistema fixo de combate a incêndio possui uma capacidade de extinção do fogo e atrelado a isto, detém uma relação de quantidade de bicos difusores por cilindro. Estes bicos difusores são responsáveis pela extinção do fogo, sendo estes posicionados nos pontos escolhidos na análise de risco conforme mostra a tabela 3.

<b>ITEM</b>	<b>LOCAIS A PROTEGER</b>	<b>ITEM</b>	<b>LOCAIS A PROTEGER</b>
01	Motor	08	Bomba Hidráulica
02	Filtro de óleo	09	Pneus
03	Turbina	10	Sistema de Frenagem
04	Mangueiras Hidráulicas	11	Parte Elétrica
05	Motor de Partida	12	Alternador
06	Tanque de Combustível	13	Silenciador
07	Transmissão	14	Radiador

Tabela 3 – Fontes possíveis de riscos de incêndio  
Fonte: Autor (2019)

A ideia de ter um sistema eficiente está ligada diretamente ao tempo de resposta quando se inicia o fogo, ou seja, é primordial possui um sistema de detecção precoce. Com isso, os fabricantes dispõem de sistema de detecção por sensores pontuais, e sistema de detecção linear (através de um cabo) que são localizados nos pontos críticos conforme mostrou a tabela 3. Ao detectar um princípio de incêndio, os sensores mandam um sinal o painel de controle e o sistema de combate é acionado de forma automática, tornando-o eficiente. Sendo que estes sistemas fixos de combate a incêndio também podem ser acionados de forma manual (Systems, 2009).

Outro fator que contribuir para propagação do fogo como já mencionado são fontes de combustíveis presentes no equipamento, com isso é fundamental que ao



se iniciar o fogo os equipamentos seja desligado, cortado assim o fluxo de combustível a ser injetado e impossibilitando que qualquer fonte de propagação do fogo seja anulado, aumentando por sua vez a eficiência e rapidez do poder de extinção do fogo.

### **Análise dos resultados**

O fogo precisa da combinação do combustível, calor e comburente para o seu surgimento, e com base nisso percebeu-se que a ausência de um desses três componentes o fogo não pode existir. Entender estes princípios é fundamental para fornecer uma medida de proteção efetiva para o local que se deseja proteger. Os nossos sistemas mais conhecidos, como o hidrante e sprinkler são efetivos em locais com estruturas fixas, mas já para equipamentos fora estrada não são viáveis devido as características dos equipamentos.

Na pesquisa realizada constatou-se que devido à enorme dimensão dos componentes estruturais e mecânicos hidráulicos nos equipamentos fora de estrada faz gerar um aumento de potencial de um princípio e propagação de incêndio, fazendo com que qualquer incêndio possa gerar danos rápidos de grandes proporções irreparáveis, acarretando em enormes prejuízos que vão de paralisação das atividades operacionais até perda total do equipamento.

Devido à enorme lacuna existente em nossas normas deve-se recorrer as normas internacionais e só assim foi possível encontrar e determinar os sistemas de proteção contra incêndio em equipamentos fora de estrada mais eficazes. O Brasil já deveria dispor de todo conhecimento na área de incêndio pois a cada ano temos mais acidentes com fatalidades, com enormes prejuízos provocados pelo incêndio, mas infelizmente as nossas autoridades preferem sempre haja somente uma punição esquecendo que sempre a melhor alternativa é uma que exista um reeducação de normas e informações atualizadas para a área de incêndio.

Os equipamentos através dos seus componentes mecânicos detêm uma alta taxa calorífica e qualquer falha ou erro em manutenções possibilitam um incêndio

em grande propagação. O sistema de proteção foi desenvolvido justamente para evitar incêndios catastróficos com danos irreparáveis. A ideia central do sistema de fornecer uma detecção precoce traz uma segurança maior, pois detectar um incêndio em seu início faz com que todas as formas existentes de combate se tornem mais efetivas.

Dentre os sistemas de combates internacionais existentes, destacam-se os sistemas Kidde, Amerex e Ansul, sendo que cada um possui sua peculiaridade, fazendo com que se tenha uma flexibilidade maior para atender aos requisitos solicitados para proteger determinado equipamento.

O sistema Amerex e Ansul possuem detectores pontuais que protegem pontos específicos, já o sistema Kidde detém a forma de detecção com cabo linear de calor (LHS) o que fornece uma detecção ao longo do seu comprimento, ou seja, por onde o cabo LHS for instalado irá fornecer a detecção precoce ao equipamento, tornando assim esse sistema um dos mais eficazes.

Após a detecção precoce através de detectores pontuais ou do cabo LHS, um sinal é enviado diretamente para a central do sistema e logo depois o agente de combate a incêndio é liberado, podendo este ser somente o pó químico seco ou sendo de forma combinada juntamente com o agente líquido para arrefecimentos das áreas quentes. Esse rápido tempo de resposta é excelente para haja uma supressão do fogo de forma imediata, trazendo assim uma maior segurança para operador do equipamento e tranquilidade para os donos da empresa em relação a possíveis prejuízos que poderiam ter.

## **Conclusões**

O presente trabalho determinou com base em pesquisas realizadas as características fundamentais para origem do fogo e funcionamento do seu tetraedro. Verificou-se que os incêndios são classificados de acordo com os materiais que estão envolvidos no incêndio, podendo estes serem das classes A, B, C e D.

De forma geral, a área de incêndio está bem atrasada em relação aos países internacionais, convivemos com o uso de normas desatualizadas e isso diminui a confiabilidade e eficiência dos projetos elaborados. Infelizmente essa comodidade errada está fazendo com que os incêndios se tornem cada vez mais frequentes no Brasil. Deve-se haver uma cobrança maior para as nossas autoridades, solicitando uma melhor qualidade para desenvolver-se um projeto que tem o objetivo principal de salvar vidas e patrimônios.

Com base nisso, só foi possível encontrar nas normas internacionais fundamentos para fornecer proteção contra incêndio em equipamento fora de estrada. Como se viu, em grandes equipamentos o risco de incêndio é elevado e estes possuem várias áreas de riscos que devem ser protegidas e dispor de um sistema de proteção é altamente indicado. Os sistemas mais eficientes são os Kidde, Amerex e Ansul e estes sistemas além de fornecem uma detecção do incêndio precoce, possibilitam que logo após a detecção haja a liberação do agente de combate de pó químico seco e/ou com o agente líquido por meio de bicos difusores localizados também na direção das áreas de riscos.

Sendo assim, o uso de sistemas de proteção contra incêndio em equipamento fora de estrada é o meio mais segura para combater o fogo. Através desses sistemas pode-se salvar vidas, reduzir ou eliminar possíveis danos e prejuízos para as empresas.

## Referências

Bucka. **ESPUMA DE COMBATE A INCÊNDIO E SUAS APLICAÇÕES**. Disponível em: <<https://bit.ly/2VzFuLp>> Acesso em: 22 de Janeiro de 2019.

Bulletin, M. **Mineração - Índice de Minério de Ferro**. Disponível em: <<https://bit.ly/2pdH7wu>>. Acesso em: 24 de Abril de 2019

Caireiras, I. M. **Manual Técnico para Manutenção de Extintores de Incêndio Portáteis com cargas de 4kg, 6kg, 8kg, 12kg, de Pó Químico Seco BC , ABC e água 10 Litros com Pressurização Direta**, Março de 2014. Disponível em: <<https://bit.ly/2PBCSqT>> Acesso em: 19 de Abril de 2019

CAT. **797F - Mining Truck**. Disponível em: < <https://bit.ly/2ULi1mc>>. Acesso em: 25 de Abril de 2019

Caterpillar. **CAT**. Disponível em: <<https://bit.ly/2ZG3yM1>>. Acesso em: 12 de Abril de 2019.

Estácio. (2018). **Proteção Contra Incêndios e Explosões**.

Ferreira, M. **Como Aprovar um Projeto de Combate a Incêndios**. Disponível em: <<https://www.marcioferreira.eng.br/ebook>>. Acesso em: 23 de Abril de 2019.

Instalações, W. **WH Instalações**. Disponível em: <<http://combateincendios.com.br/>> Acesso em: 25 de Abril de 2019

Kidde. **Sensor de Calor Linear LHS**. Disponível em: < <https://bit.ly/2Lc3fW3> > Acesso em: 25 de Abril de 2019

Kidde. **LHS Linear Heat Sensor**. Disponível em: < <https://bit.ly/2Vuur6p>> Acesso em: 15 de Abril de 2019

Lima, R. **Os três fundamentos essenciais dos sistemas de proteção contra incêndios**, 29 de Agosto de 2017. Disponível em: < <https://bit.ly/2WdtV9N> > Acesso em: 20 de Abril de 2019

Lugon, A. P. **SCIÉR: Segurança contra incêndio em edificações – Recomendações**, 08 de Novembro de 2018. Disponível em: < <https://bit.ly/2DFF3oL>> Acesso em: 15 de Abril de 2019.

Monteiro, W. **Prevenção Online**, 10 de maio de 2015. Disponível em: <<https://bit.ly/2DEpgqq>> Acesso em: 18 de Abril de 2019.

Systems, K. F. (2009) **Kidde Sentinel SA1 - Vehicle Fire Protection System**. Ashland, 2009.

## **Agradecimentos**

Agradeço primeiro a Deus que me deu a vida e a oportunidade de alcançar mais um degrau, me dando forças e sustento. Agradeço aos meus pais André e Kátia, que sempre me deram força e coragem para encarar qualquer desafio. Agradeço a minha esposa Jenneffer, por todo cuidado e incentivo. Agradeço aos meus irmãos e todos os que me ajudaram de forma direta e indireta nessa trajetória.

Agradeço também ao meu orientador deste artigo, o Márcio Ferreira, que vem sendo um dos responsáveis pelo crescimento intelectual da área de incêndio atualmente no Brasil.