

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**  
**CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DO ESTADO DE GOIÁS**  
**PÓS-GRADUAÇÃO (LATO SENSU) EM GERENCIAMENTO DE SEGURANÇA**  
**PÚBLICA**

ADELY HENRIQUE DE SOUZA

COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL: UTILIZAÇÃO DE MOCHILAS E BOMBAS  
COSTAIS CONTENDO SOLUÇÃO AQUOSA DE BICARBONATO DE SÓDIO E  
CARBONATO DE CÁLCIO COMO AGENTE EXTINTOR COMBINADO

GOIÂNIA (GO)

2014

ADELY HENRIQUE DE SOUZA

COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL: UTILIZAÇÃO DE MOCHILAS E BOMBAS  
COSTAIS CONTENDO SOLUÇÃO AQUOSA DE BICARBONATO DE SÓDIO E  
CARBONATO DE CÁLCIO COMO AGENTE EXTINTOR COMBINADO

Artigo Científico apresentado em cumprimento às exigências para a obtenção do título de Especialista em Gerenciamento de Segurança Pública no Curso de Pós-Graduação Lato Sensu de Gerenciamento em Segurança Pública sob a orientação do Professor Especialista Ami de Souza Conceição.

GOIÂNIA (GO)

2014

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS**

ADELY HENRIQUE DE SOUZA

COMBATE A INCÊNDIO FLORESTAL: UTILIZAÇÃO DE MOCHILAS E BOMBAS  
COSTAIS CONTENDO SOLUÇÃO AQUOSA DE BICARBONATO DE SÓDIO E  
CARBONATO DE CÁLCIO COMO AGENTE EXTINTOR COMBINADO

Artigo Científico apresentado em  
cumprimento às exigências para a  
obtenção do título de Especialista em  
Gerenciamento de Segurança  
Pública no Curso de Pós-Graduação  
Lato Sensu em Gerenciamento de  
Segurança Pública sob a orientação  
do Professor Especialista Ami de  
Souza Conceição.

Avaliado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

Nota Final: (        ) \_\_\_\_\_

---

Professor-Orientador Ami de Souza Conceição.

GOIÂNIA (GO)

2014

## **RESUMO:**

O artigo sugere a utilização de um agente extintor para a técnica de combate a incêndio florestal com mochilas e bombas costais utilizando uma combinação de duas outras formas de extinção de incêndio já consagradas: o resfriamento e o abafamento. Pretende-se com essa sugestão aprimorar o poder operacional do combatente florestal do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás. Para isso, foi realizada uma pesquisa de revisão de literatura que demonstra a aplicabilidade desse recurso tecnológico tanto pelas propriedades físico-químicas das substâncias, quanto pela vantagem ambiental. Trata-se da adição de solutos não voláteis à água, o carbonato de cálcio e o bicarbonato de sódio, provocando um efeito coligativo, potencializando o poder de resfriamento da água. Esses aditivos químicos, num ambiente de altas temperaturas, absorvem a energia do meio para entrar em decomposição, liberando o gás carbônico que também tem função extintora agindo por abafamento. Na sequência da desintegração dos sais, restam no ambiente o carbonato de sódio e o óxido de cálcio que, ao contrário de serem poluentes ou prejudiciais ao meio ambiente, são nutrientes nobres para o solo, além de atuarem na correção da acidez típica dos solos do cerrado. Conclui-se o trabalho recomendando a familiarização da técnica pelos instrutores do curso especializado desse combate, difundindo a prática desse recurso, bem como a recomendação de novas pesquisas acerca desse viés tecnológico para outras formas de combate a incêndio não restritos à modalidade florestal.

**PALAVRAS CHAVES:** Agente extintor combinado, carbonatos, propriedade coligativa.

## **ABSTRACT**

The article suggests the use of a fire extinguisher to the technique of forest fire fighting agent with backpack pumps using a combination of two other forms of extinguishing already established: cooling and smothering. The aim of this suggestion enhance the operating power of the forest fighter Military Fire Brigade of the State of Goiás. For this, a literature survey was demonstrates the applicability of this technological resource both by physicochemical properties of the substances, as the environmental advantage. Suggests add to water non-volatile solutes, calcium carbonate and sodium bicarbonate, causing a colligative effect, maximizing the cooling power of water. These chemical additives, in a high temperature environment, absorb the energy of the environment to get in decomposition, releasing carbon dioxide, also has smothering function. Following the disintegration of the salts remain in the environment sodium carbonate and calcium oxide, rather than being pollutants or harmful to the environment, are noble for soil nutrients, and act in correcting soil acidity typical of Cerrado. We conclude the work by recommending the use of the technique by skilled instructors course of this fight, spreading the practice of this feature, as well as recommendations for further research on this technological bias for other forms of fire fighting not restricted to forest mode.

**KEYWORDS:** Combined extinguishing agent, carbonates, colligative property.

## INTRODUÇÃO

Conforme estatísticas do Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás-CBMGO, no ano de 2013 quase metade de todas as ocorrências de incêndio atendidas pela Corporação é da modalidade florestal, e dentre as ocorrências dessa modalidade a maioria é de pequena expressão cujo combate se encerra com pouco tempo de atividade.

Entretanto, existem incêndios florestais que alcançam magnitude e poder devastador que extrapolam a capacidade operacional disposta a pronto emprego no cotidiano da instituição, sendo necessários vários dias de combate com significativa utilização de recursos oriundos de diversos pontos do estado.

Um grande incêndio florestal pode ser causado por vários fatores, sendo um deles a limitação do poder operacional utilizado para a extinção do incêndio em sua fase inicial. Nesse momento, ter acesso ao conhecimento que permite o aprimoramento e o reforço desse combate inicial se fazem oportunos. Dessa forma, a utilização dos recursos oferecidos pela tecnologia à disposição podem aumentar pontualmente a eficiência operacional dos combatentes sem, contudo, onerar o erário ou ainda, oferecer algum risco à incolumidade do indivíduo ou do meio ambiente.

Essa fase inicial de combate a incêndio florestal a que se refere este trabalho é o que está classificado na Norma Operacional 03 do CBMGO, como sendo o segundo cenário, em que classifica a atividade de combate e orienta os procedimentos para a utilização da bomba costal. É nesse cenário que se propõem a utilização de alguns recursos estudados pela ciência físico-química.

A proposta é a adição de uma pequena quantidade de dois tipos de sal à água utilizada nas mochilas e bombas costais empregadas nos combates a incêndio florestal, o carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e o bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ).

Esses sais são, por si sós, agentes extintores como o já consagrado bicarbonato de sódio, componente do extintor de pó químico. A adição dessas substâncias potencializa as propriedades extintoras da água, em função das

propriedades coligativas, além disso, contribuem para a nutrição, bem como para a correção da acidez do solo do Cerrado.

De acordo com a ciência físico-química, as substâncias possuem propriedades que lhes dão características peculiares como, dentre outras, ponto de fusão e ebulição específicos, que são valores fixos de temperatura em que a substância absorve energia suficiente para mudar de estado físico da matéria. Em se tratando da água, ao nível do mar, a temperatura de ebulição (passagem do estado líquido para o estado gasoso) é de 100 °C.

Em outras palavras, isso significa que ao fornecer, de forma contínua, energia térmica à água, que esteja à temperatura ambiente por exemplo, sua temperatura irá aumentar em função da energia que recebe. Todavia, quando atingir 100 °C, a temperatura irá se estabilizar, mesmo com o contínuo fornecimento de energia, a temperatura permanece fixa até que toda água líquida seja convertida em vapor.

O fator diferencial, agora, é que as características peculiares mencionadas acima são válidas apenas quando a substância é pura, ou seja, a água entra em fervura a 100 °C somente quando pura. Entretanto, quando se adiciona um soluto não volátil a água, ela se torna uma solução com características diferentes das da água pura. As partículas promovem interatividade de “ligação” com a água gerando o que se chama de propriedades coligativas. A propriedade coligativa de interesse para este artigo é a ebulioscopia.

A ebulioscopia é o aumento da temperatura normal de ebulição de uma substância quando a ela é adicionado um soluto não volátil. Por isso, quando se adiciona sal à água, essa solução aquosa não mais entra em ebulição a 100 °C, mas numa temperatura superior a essa.

Para que uma substância tenha sua temperatura aumentada é necessário fornecer energia à ela. A energia de que se trata aqui é a proveniente das temperaturas do incêndio, que é transferida para a água durante o combate por resfriamento. Quanto mais alta for a temperatura que a solução extintora precisar

atingir para entrar no processo de ebulição maior será a energia absorvida do meio e, portanto, maior será o poder de resfriamento no local do combate.

Depois que toda a água utilizada no combate mudar de estado físico da matéria, o carbonato de cálcio e o bicarbonato de sódio restarão no local do combate. E, se mesmo assim, as chamas persistirem, ou seja, se a água por si só não tiver logrado êxito em combater o incêndio, tanto o carbonato de cálcio quanto o bicarbonato de sódio podem se desintegrar, produzindo o óxido de cálcio (CaO) e carbonato de sódio (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>) respectivamente. Nessa desintegração, ambos liberam dióxido de carbono ou gás carbônico (CO<sub>2</sub>).

Nesse momento, essa desintegração, tem especial interesse para este artigo, pois, para que ela aconteça, os sais precisam absorver a energia necessária para romper algumas ligações químicas entre as partes que os constituem, bem como para reestabelecer as ligações do novo rearranjo entre os átomos. Dessa forma, tem-se mais um fator de resfriamento do sistema, pois a energia envolvida nesse faz e refaz de ligações químicas é oriunda da temperatura do incêndio em questão.

Na degradação do carbonato de cálcio, liberando o dióxido de carbono (notório agente extintor por abafamento), resta desse sal inicial o óxido de cálcio e, nesse ponto, o artigo apresenta outro ponto positivo, a vantagem ecológica.

Ao contrário dos retardantes químicos tradicionais, o óxido de cálcio é um componente de alto valor nutricional para o solo, além de ser um óxido básico, o que acaba por contribuir, juntamente com o carbonato de sódio, na correção da acidez do solo do Cerrado.

Pelo conjunto das propriedades físico-químicas das substâncias propostas como agente extintor, espera-se, que os riscos de reignição sejam diminuídos e, levando-se em consideração a preocupação ambiental, espera-se que os solos do bioma Cerrado, onde houver o combate com essa nova técnica, se beneficiem com o ganho nutricional e com menor acidez.

Por isso, esse artigo sugere que a cada 200g de água seja misturada a massa de 2g de bicarbonato de sódio e 3g de carbonato de cálcio, para uma solução diluída, evitando excesso de precipitação. Desse modo, para uma bomba costal com capacidade para 20 litros haveria uma massa total de 500g dos sais.

Com esse procedimento, espera-se que o militar, que combate incêndio florestal em sua fase inicial, utilizando mochila ou bomba costal, tenha maior sucesso na atividade que desempenha, evitando o cansaço e a fadiga peculiar dessas ocorrências, por ser capaz de percorrer uma linha maior de combate e/ou enfrentar chamas mais robustas que aquelas que combateria (ou que nem combateria) se estivesse usando apenas água pura.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

A Lei do Estado de Goiás número 12.596 de 14 de março de 1995 especifica que o bioma Cerrado é reconhecido como Patrimônio Natural do Estado. Declara ainda, que qualquer forma de exploração, direta ou indireta, deve observar o respeito à qualidade de vida, ao equilíbrio ecológico e à preservação do patrimônio genético desse conjunto de ecossistemas. Além disso, em seu Art.7º, a Lei afirma que é competência do poder executivo criar mecanismos de incentivo ao desenvolvimento de pesquisas, bem como criar mecanismos de desenvolvimento tecnológicos, objetivando a preservação de ecossistemas e o desenvolvimento econômico.

O Corpo de Bombeiros Militar trabalha, conforme expõe CBMGO (2014), no combate aos Incêndios Urbanos e aos Incêndios Florestais. Todos anos a Corporação se empenha, com foco na prevenção de incêndios em vegetação devido ao período de estiagem e baixa umidade relativa do ar.

A Norma Operacional (NO) número 03 do CBMGO (2010), da prevenção e combate a incêndio florestal, aborda de forma imperativa a intencionalidade de se padronizar os procedimentos operacionais e o aprimoramento técnico-profissional nas atividades de prevenção e combate a incêndio florestais na Corporação, salientando a necessidade de se estabelecer uma doutrina relacionada à prevenção e combate a

incêndio em todas as formas de vegetação existentes no território goiano, com ênfase no bioma Cerrado e suas características gerais.

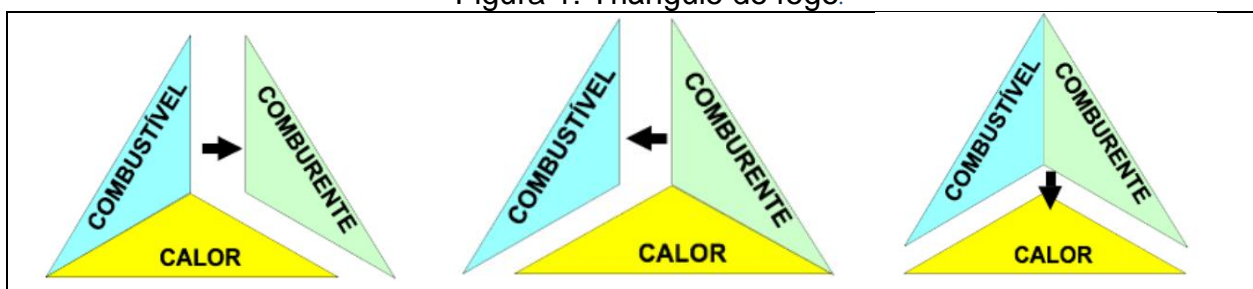
Essa norma ainda elucida que o solo do cerrado goiano se destaca pela deficiência em nutrientes e pelos altos teores de ferro e alumínio, abrigando plantas de aparência seca, na maioria arbustos esparsos sob uma manta de gramíneas, armazenando em seu subsolo reservas significativas de água doce. Além disso, esclarece que incêndios florestais são aqueles ocorridos em qualquer tipo de vegetação.

A NO 03 (2010) classifica as etapas de combate a incêndio em 10 (dez) fases, variando desde a detecção (tempo decorrido entre o início do fogo e o tempo que ele é visto por alguém) até o rescaldo (ação final preventiva no intuito de não permitir a reignição ou o surgimento de novos focos de incêndio na área sinistrada). Na fase VI dessa classificação está o combate inicial, definido como fase de resposta com o objetivo de deter a frente principal do incêndio ou aquela que apresente o maior risco.

É no combate inicial que se encontram as maiores vantagens em se aderir à sugestão proposta nesse artigo, pois ela potencializa a ação extintora que combate dois dos três elementos que sustentam o triângulo do fogo, agindo por abafamento e no arrefecimento do sistema.

A NO 03 (2010), explana que os métodos de extinção, utilizados para combater incêndios florestais, baseiam-se nos elementos do triângulo do fogo, ou seja, eliminação do combustível, do oxigênio e do calor.

Figura 1: Triângulo do fogo.



Fonte: <http://www.cbm.sc.gov.br>

A eliminação do calor, num combate a incêndio, é realizada pelo resfriamento usando água. Essa substância tem alta capacidade de absorver energia na forma de calor.

Segundo Ramalho, Nicolau, Toledo (2008), temperatura é a medida do grau de agitação de suas moléculas e quando um corpo recebe energia suas moléculas passam a se agitar mais intensamente – a temperatura aumenta. Dessa forma, a temperatura do ambiente diminui porque a energia do calor do incêndio é transferida para a água que tem sua temperatura aumentada.

Quando se trata da água para combater incêndio pelo método de resfriamento, os autores Resnick, Halliday, Krane (2009) afirmam que a água tem essa propriedade devido ao alto valor de sua capacidade térmica específica cujo valor é de 4190 J/kg.K.

Esse grupo de autores defende ser conveniente definir a capacidade  $C$  de um corpo como a razão entre a quantidade de energia transferida para um corpo na forma de calor  $Q$  em um processo qualquer e a sua variação de temperatura correspondente  $\Delta T$ ; isto é,

$$C = \frac{Q}{\Delta T}.$$

Além disso, elucida que a capacidade térmica por unidade de massa de um corpo, chamada de capacidade térmica específica ou usualmente apenas calor específico  $c$ , é uma característica do material do qual o corpo é composto:

$$c = \frac{C}{m} = \frac{Q}{m\Delta T}.$$

Dessa forma, a capacidade térmica específica da água é 4190 J/kg.K, e isso significa que é necessário o fornecimento de uma quantidade de energia de 4190 joules para que um quilograma de água aumente uma única unidade de temperatura na escala kelvin ou um grau na escala Célsius, de forma que:

$$Q = mc(T_f - T_i) \text{ ou } Q = mc\Delta T,$$

em que  $Q$  é a quantidade de energia;  $m$ , é a massa da amostra;  $c$ , é o calor específico (sensível);  $T_f$ , temperatura final;  $T_i$ , temperatura inicial da substância e  $\Delta T$ , a variação de temperatura.

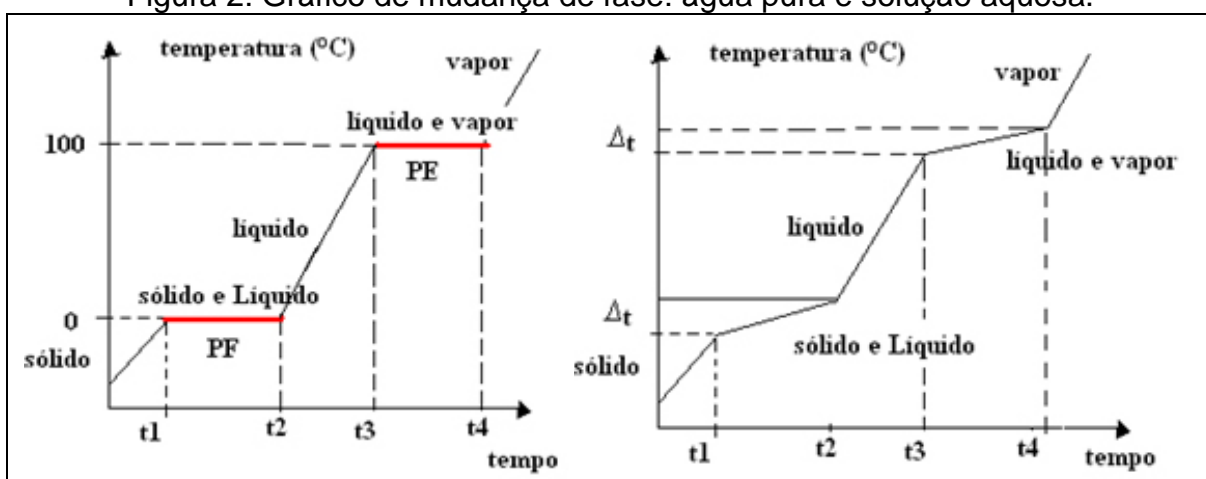
Os autores ainda esclarecem que a quantidade de calor por unidade de massa que precisa ser transferida para produzir uma mudança de fase é chamada de calor de transformação ou calor latente (*símbolo*  $L$ ).

$$Q = Lm,$$

em que  $Q$ , é a quantidade de energia;  $m$  é a massa da amostra que muda de fase e  $L$ , o calor específico (latente). Afirmam ainda, que o valor do calor latente de vaporização para a água é de 2.256 kJ/kg, e isso significa que, para que um quilograma de água passe da fase líquida para a fase gasosa é necessário o fornecimento de uma quantidade de energia de 2.256.000 Joules. Esse expressivo valor de energia é o que faz a água ser um excelente extintor de incêndio quando age por resfriamento.

A físico-química deixa à disposição um mecanismo que faz com que essa quantidade de energia, que já é alta para a água, seja ainda maior por aumentar a temperatura de ebulição.

Figura 2: Gráfico de mudança de fase: água pura e solução aquosa.



Fonte: [www.alunosonline.com.br](http://www.alunosonline.com.br)

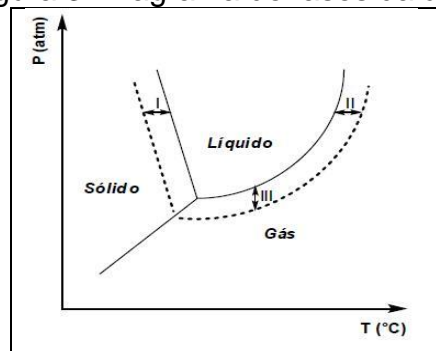
Atkins (2008) admite que a elevação do ponto de ebulição (elevação ebulioscópica) é provocada pela presença de um soluto no solvente. Em soluções diluídas, esta propriedade depende exclusivamente do número de partículas do soluto presentes e não da natureza das partículas. Por isso, essa propriedade é denominada coligativa (significando que “depende do conjunto” e não do indivíduo).

Fonseca (2010) explica que a energia necessária para que as moléculas do solvente passem da fase líquida para a fase de vapor é maior numa solução, já que as partículas de soluto diminuem a probabilidade de escape (evaporação) das partículas do solvente. Isso ocorre porque as partículas de soluto “bloqueiam, atrapalham” o escape das moléculas de água do sistema.

Para Mortimer & Machado (2010) esse fenômeno é observado sempre que se adiciona um soluto não volátil a um solvente. A explicação para esse fenômeno é que a adição de um soluto não volátil à solução diminui a pressão de vapor do solvente puro. Quando o solvente líquido puro passa para o estado gasoso, há um aumento de entropia, pois a entropia do vapor é maior do que a entropia do líquido.

Santos et al (2014) defende que essa diferença de entropia entre o líquido e o vapor é diminuída quando se adiciona um soluto não volátil, pois a solução formada tem uma entropia maior do que o solvente líquido puro. Essa diminuição na diferença da entropia entre o sistema líquido e o vapor está, portanto, correlacionada a diminuição da pressão de vapor do líquido, responsável pelo aumento da temperatura de ebulição.

Figura 3: Diagrama de fases da água



Fonte: [www.quimicasemsegredo.com](http://www.quimicasemsegredo.com)

Um dos solutos elencados para constituir a solução aquosa para ser usada como agente extintor é o bicarbonato de sódio.

Figura 4: Bicarbonato de sódio

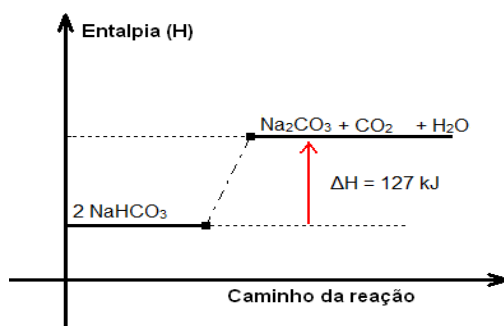
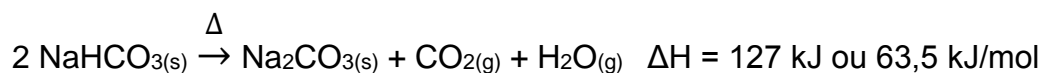


Fonte: [www.portuguese.alibaba.com](http://www.portuguese.alibaba.com)

De acordo com Ortolani (2003) esse sal, quando dissolvido em água, se dissocia, conforme expressão abaixo, liberando os íons sódio ( $\text{Na}^+$ ) e o íon bicarbonato ( $\text{HCO}_3^-$ ), dessa forma, cada unidade de íon-fórmula ( $\text{NaHCO}_3$ ) que se dissocia, conta-se em dobro para o efeito coligativo, já que para essa propriedade o que importa é o número de partículas, e não a sua natureza. O que não ocorre com o carbonato de cálcio que, segundo Wadt (1999), é um sal pouco solúvel, contribuindo para o efeito coligativo com o seu íon-fórmula ( $\text{CaCO}_3$ ) praticamente como partícula única.

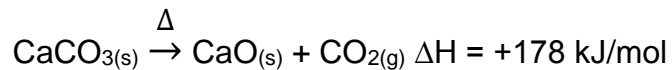
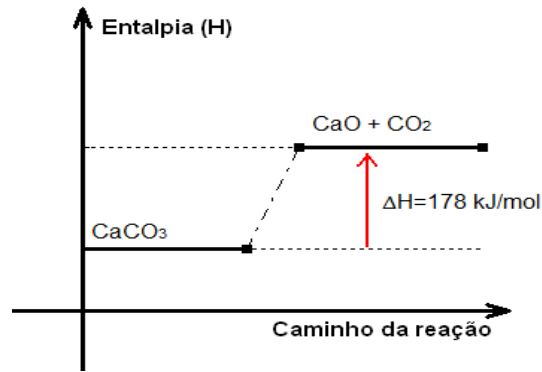


Maia (2003) estudou acerca da decomposição do bicarbonato de sódio e ensina que temperaturas acima de  $50\text{ }^\circ\text{C}$  já são suficientes para promover a decomposição do sal de acordo com a seguinte equação:



Isso significa que, a cada mol de bicarbonato de sódio que se decompõe 63.500 joules de energia são absorvidos do sistema, promovendo o resfriamento do local.

Ainda instrui Maia (2003) que, para a decomposição térmica do carbonato de cálcio é necessário um quantitativo ainda maior de energia, conforme indicado:



Dessa expressão depreende-se que, para a decomposição térmica de um mol de carbonato de cálcio são necessários 178.000 joules de energia absorvida do meio. Entretanto, os valores de temperatura para a qual esse sal inicia sua decomposição são superiores a 450 °C, com rendimento ótimo a 800 °C.

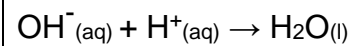
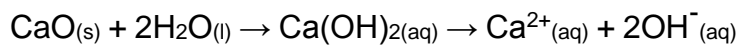
O óxido de cálcio (CaO) foi apresentado neste artigo como sendo uma vantagem ecológica para o bioma Cerrado, pois é capaz de nutrir o solo, bem como atuar na correção de sua acidez.

Figura 5: Óxido de cálcio - CaO



Fonte: [www.quiminet.com](http://www.quiminet.com)

Aborda Alcarde (1992) que o óxido de cálcio no solo reage com a água produzindo o hidróxido de cálcio ( $\text{Ca(OH)}_2$ ), que por sua vez pode dissociar liberando o cátion cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ) e o ânion hidróxido ( $\text{OH}^-$ ). O hidróxido dessa última etapa reage com o íon hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) que é causador da acidez do solo. Dessa forma, nutre-se o solo com o cálcio iônico e se consome os íons hidrogênio causadores da acidez, conforme as expressões:



De acordo com Primavesi (1988), o cálcio tem basicamente quatro funções no solo: 1- corrigir o pH (potencial hidrogeniônico), ou seja, ocupar lugares “vazios” do complexo de troca entrando no lugar dos íons hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) ou oxidrila ( $\text{OH}^-$ ); 2- Neutralizar o alumínio e o manganês tóxico; 3- Flocular o solo, contribuindo à melhor agregação; e 4- Ser um nutriente vegetal. A autora afirma que o cálcio é deficiente em quase todos os solos e que é um componente indispensável para a nutrição vegetal e o equilíbrio mineral.

Acerca da utilização da bomba costal e da mochila costal para o combate a incêndio florestal, Fiedler (2006) mostra que esse equipamento, quando se trata de combate direto, é considerado o mais desconfortável pelos combatentes florestais. O autor explica que as principais reclamações são condição anatômica e peso.

Figura 6: Combate direto – uso de mochila costal



Fonte: [www.noticias.uol.com.br](http://www.noticias.uol.com.br)

Apresentadas as bases que sustentam a sugestão em pauta e, ombreadas pelas autoridades intelectuais referenciados neste trabalho, alcança-se a segurança para afirmar, que o serviço operacional no que se refere ao combate a incêndio florestal, terá o seu índice de eficiência aumentados, contribuindo não só para o aprimoramento do combate em si, mas com o conforto do combatente.

## **CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

A produção científica, nesses tempos de facilidade de acesso à informação, cresce de forma surpreendente. Diante do reconhecimento da importância de estar atento aos recursos que a tecnologia tem o poder de deixar à disposição para a sociedade, aqueles que se dispõem de iniciativas para o emprego desses recursos só têm a ganhar.

Nos últimos anos o CBMGO, tem demonstrado diversos avanços em suas atividades administrativas e operacionais, se apresentando como uma Corporação que planeja estrategicamente suas ações e que, por isso, tem alcançado altos índices de desenvolvimento, inclusive sendo referência para corpos de bombeiros militares de outros estados.

Entretanto, por mais que se possa imaginar que uma atividade esteja em seu ápice de eficiência, existem mecanismos que podem ser aprimorados, mesmo que esse aprimoramento seja, numa primeira visão, considerado pouco efetivo, ao longo do tempo ou no somatório de vários pequenos avanços podem determinar o grau de sucesso da Corporação.

Culturalmente o Corpo de Bombeiros Militar do Estado de Goiás tem desenvolvido o viés estratégico para planejar, normatizar e divulgar suas atividades operacionais, em face da importância de adotar um padrão de excelência e a ser seguido por todos da Instituição, minimizando a possibilidade de variação dos procedimentos e, por conseguinte os erros.

Desta forma, os militares que compõem a frente operacional nos combates a incêndios florestais das diversas OBM do CBMGO, terão acesso a um procedimento simples e barato e que poderão colocar em prática nos próximos incêndios florestais que venham a coordenar ou participar como executor, de forma segura, promovendo as vantagens operacionais, proporcionando aos militares um certo nível de conforto em uma atividade que, pela própria natureza, é extremamente extenuante.

Algumas inovações, no entanto, podem apresentar algum ponto mais frágil, e, por mais elementar que seja, deve ser, no mínimo, cogitado. Por isso, recomenda-se o uso consciente dos equipamentos de proteção individual, objetivando o cuidado no manuseio das substâncias, mesmo sabendo que os riscos são diminutos, o contato direto com a pele, e com os olhos devem ser evitados, bem como a inalação e a ingestão, mas caso aconteça com pequenas quantidades os riscos são ínfimos.

Por oferecer a facilitação no emprego de uma atividade operacional, trazendo aspectos de ciências que abordam o assunto com um certo nível de profundidade incomum para a maioria das pessoas, espera-se que esses aprimoramentos sejam recepcionados com zelo por todos aqueles que venham utilizar essa técnica, sem o desdém por se tratar de procedimento simples, mas desprovidos também de qualquer cerimônia que possa causar expectativas acerca de uma substância extremamente revolucionária que mudará a história dos incêndios florestais, quando na verdade os efeitos poderão até passarem despercebidos.

Aqueles que detêm um maior conhecimento acerca do assunto ou aqueles cujo o assunto mais lhes suscitarem a curiosidade devem se esforçar para participar das instruções, dos simulados e dos combates reais, questionando e discutindo o procedimento, repassando seus ensinamentos e experiência àqueles com menos fascínio e informações para que se possa atingir um padrão de excelência tanto buscado pelos órgãos de segurança pública do Estado de Goiás, em prol do cidadão.

Hoje, é notório que o nível intelectual dos Bombeiros Militares do Estado de Goiás já é bastante amplo, e no que se refere o assunto em voga, a Corporação é provida de militares especializados nos conhecimentos de química, sobretudo acerca de produtos perigosos. Contudo, apesar da vasta produção de conhecimento

científico da atualidade, são escassos os trabalhos que abordam de forma conjunta as propriedades físicas e químicas estudadas nesse artigo com estudos de extinção de incêndio.

Por fim, levando em consideração que a pesquisa que antecede este artigo foi realizada com base única na literatura à disposição, reconhece-se que muitos dos assuntos aqui mencionados seriam afirmados com mais propriedade se fossem experimentados. Diante desse fato, aguçar a curiosidade e promover investigações que resultem em um número maior de pesquisas sobre o tema é de extremo prestígio, a ponto de ganhar expressão na literatura científica, tomando lugar cativo nos manuais de combate a incêndios florestais, bem como possibilitar o desenvolvimento de tecnologias que possam ser empregadas nas demais modalidades de incêndios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GOIÁS. *Lei nº 12.596, de 14 de março de 1995*. Institui a Política Florestal do Estado de Goiás e dá outras providências. Diário Oficial do Estado de Goiás em 14.03.1995, <[http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis\\_ordinarias/1995/lei\\_12596.htm](http://www.gabinetecivil.goias.gov.br/leis_ordinarias/1995/lei_12596.htm)> acessado em 25.06.2014.

CBMGO. *Estatísticas*. Disponível em <<http://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2014/05/03incendio.pdf>>. Acessado em: 03 mai. 2014 e 28 jun. 2014.

CBMGO, Norma operacional n. 03: *da prevenção e combate a incêndio florestal*. <<http://www.bombeiros.go.gov.br/wp-content/uploads/2012/06/NO-03-Prevencao-e-Combate-a-Incendio-Florestal.pdf>> acessado em 28 jun. 2014.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fundamentos da Física*, 8ª edição. 2009.

ATKINS, Peter; PAULA, Julio de; *físico-química*. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

FONSECA, Martha Reis Marques da. *Química: meio ambiente, cidadania, tecnologia*. 1. ed. São Paulo: FTD, v. 2, p. 140-162, 2010.

MORTIMER, Eduardo Fluery; MACHADO, Andréa Horta. *Química*. 1. ed. São Paulo: Scipione, V. 2, p. 224-239, 2010.

SANTOS, João Thiers Mendonça et al. *Propriedades coligativas: aproximações e distanciamentos em relação ao conhecimento de referência presentes em livros didáticos de química*. Revista de Educação, Ciências e Matemática, v. 3, n. 1, 2014.

JÚNIOR, Francisco Ramalho; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, P. A. Toledo. *Os Fundamentos da Física*, v. 2, São Paulo: Editora Moderna, 2008.

ORTOLANI, Enrico Lippi. *Diagnóstico e tratamento de alterações ácido-básicas em ruminantes*: Simpósio de patologia clínica veterinária da região sul do Brasil, 2003b, Porto Alegre, UFRGS, p. 17-29, 2003.

MAIA, Alessandra de Souza; OSORIO, Viktoria Klara Lakatos. *Decomposição térmica do bicarbonato de sódio—do processo solvay ao diagrama tipo ellingham*. Quim. Nova, v. 26, n. 4, p. 595-601, 2003

WADT, Paulo Guilherme Salvada; WADT, L. H. O. *Movimentação de cátions em amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo incubadas com duas fontes de cálcio*. Scientia Agrícola, v. 56, n. 4, p. 1157-1164, 1999.

ALCARDE, J. C. *Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas*. São Paulo: ANDA, 1992.

PRIMAVESI, Ana. *Manejo ecológico do solo*. São Paulo: NBL Editora, 1988.

FIEDLER, Nilton César; RODRIGUES, Thiago Oliveira; MEDEIROS, MB de. *Avaliação das condições de trabalho, treinamento, saúde e segurança de brigadistas de combate a incêndios florestais em unidades de conservação do Distrito Federal – estudo de caso*. Revista *Árvore*, v. 30, n. 1, p. 55-63, 2006.

CBMSC. *Imagem*. Disponível em <<http://www.cb.sc.gov.br>>. Acessado em: 28 jun. 2014.

QSS. *Imagem*. Disponível em <<http://quimicasemsegredos.com/Propriedades-Coligativas.php>>. Acessado em 28 jun.2014.

GTSH. *Imagem*. Disponível em <<http://portuguese.alibaba.com/product-gs/sodium-bicarbonate-51515224.html>>. Acessado em 28 jun.2014.

INSS. *Imagem*. Disponível em <<http://www.quiminet.com/articulos/las-principales-caracteristicas-del-oxido-de-calcio-2678388.htm>>. Acessado em 28 jun.2014.

ONLINE, alunos. *Imagem*. Disponível em <<http://www.alunosonline.com.br/quimica/graficos-mudanca-estado-fisico.html>> Acessado em 28 jun.2014.

ONLINE, Notícias. *Imagem* Disponível em <<http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2010,09/23/areas-de-dificil-acesso-impedem-combate-a-queimadas-em-goias.htm>> Acessado em 28 jun.2014.