



VI-182 - ANÁLISE DE RISCO DE UM ACIDENTE COM TRANSPORTE DE ETANOL

Milene Inês Vogt⁽¹⁾

Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC.

Carlos Roberto dos Santos⁽²⁾

Graduando em Engenharia Ambiental na Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC/RS). Técnico Agrícola formado no Centro Federal de Educação Tecnológica de Bento Gonçalves (CEFET-BG/RS).

Ruth Marlene Campomanes Santana⁽³⁾

Doutora em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP, 1999). Foi professora da Engenharia Ambiental da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC, 2007) e atualmente Professora do Departamento de Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS).

Endereço⁽¹⁾: Rodovia RST 471 Km 44, S/N – Bairro: Interior – Cidade: Sinimbu – Estado: RS - CEP: 96890-000 – País: Brasil - Tel: +55 (51) 2109-0688 e-mail: mileneines@hotmail.com

Endereço⁽²⁾: Rua: Antônio Batista da Silva Filho nº: 80 – Bairro: Maieron – Cidade: Sobradinho – Estado: RS - CEP: 96900-000 – País: Brasil - Tel: +55 (51) 3742-1653 e-mail: carlosunisc@yahoo.com.br

Endereço⁽³⁾: Avenida Bento Gonçalves, 9500 – Bairro Agronomia – Cidade: Porto Alegre – Estado: RS - CEP: 91501-970 País: Brasil - Tel: +55 (51) 3308-9419 e-mail: ruthcampomanes@yahoo.com.br

RESUMO

Acidentes relacionados com transporte de produtos químicos, e os combustíveis produzem grande conseqüências desde perdas de vidas humanas, materiais e ambientais. Em vista a estes problemas, o objetivo do presente trabalho é de analisar os riscos e conseqüências associados à ocorrência de um acidente com um caminhão transportando combustível etanol no estado da Amazônia. Para tanto este estudo foi realizado com o auxílio do software ALOHA® 541 onde foram criados diferentes cenários, como um dia de sol e um dia chuvoso, para as áreas de floresta e cidade no estado da Amazônia. Com as alterações de fatores ambientais como temperatura, umidade, direção do vento, tipo de solo, podemos diagnosticar a grandeza do risco que um acidente poderia trazer. Como a utilização do etanol esta cada vez mais presente em nosso dia-a-dia, este trabalho mostra que a necessidade de estudos mais aprofundados sobre o problema em questão se faz necessário.

PALAVRAS-CHAVE: risco, acidente, etanol, combustível, software, Amazônia.

INTRODUÇÃO

A utilização de fontes de energia renovável é hoje meta ambiental de diversos países. A resolução energética americana de 2005 prevê o uso de 28 milhões de m³ de etanol ou biodiesel até 2012. No Brasil a gasolina comercial possui uma mistura de etanol entre 20 a 25% volume/volume, dependendo da disponibilidade de etanol no mercado, estando hoje vigente a portaria no. 51, de 22 de fevereiro de 2006, que fixa o percentual obrigatório de adição de álcool etílico anidro combustível a gasolina em 20%.

O grande impulso na utilização do etanol como combustível no Brasil foi dado em 1975, com a criação do Pró-álcool. Na época o principal objetivo foi conter gastos com a importação de petróleo, onerada com o aumento do preço do barril devido à crise ocasionada pela OPEP (Organização dos Países Importadores de Petróleo). Desta forma, graças a impasses econômicos no século passado, hoje o Brasil dispõe de uma tecnologia para produção e uso do etanol em motores automotivos, contribuindo de forma pioneira para qualidade ambiental do ar atmosférico. Contudo, além da preocupação mundial com a qualidade do ar, a preservação das águas subterrâneas tornou-se também uma questão estratégica para a política ambiental de todas as nações do mundo, dado seu importante papel como fonte de abastecimento e as diferentes fontes poluidoras que degradam sua qualidade.¹

O etanol, também chamado álcool etílico e, na linguagem popular, simplesmente álcool, é uma substância obtida da fermentação de açúcares, encontrado em bebidas como cerveja, vinho e aguardente, bem como na indústria de perfumaria. No Brasil, tal substância é também muito utilizada como combustível de motores de



explosão, constituindo assim um mercado em ascensão para um combustível obtido de maneira renovável e o estabelecimento de uma indústria de química de base, sustentada na utilização de biomassa de origem agrícola e renovável.

O etanol é o mais comum dos álcoois. Os álcoois são compostos que têm grupos hidroxila ligados a átomos de carbono sp^3 . Podem ser vistos como derivados orgânicos da água em que um dos hidrogênios foi substituído por um grupo orgânico.

As técnicas de produção do álcool, na Antiguidade apenas restritas à fermentação natural ou espontânea de alguns produtos vegetais, como açúcares, começaram a se expandir a partir da descoberta da destilação – procedimento que se deve aos árabes. Mais tarde, já no século XIX, fenômenos como a industrialização expande ainda mais este mercado, que alcança um protagonismo definitivo, ao mesmo ritmo em que se vai desenvolvendo a sociedade de consumo no século XX. O seu uso é vasto: em bebidas alcoólicas, na indústria farmacêutica, como solvente químico, como combustível ou ainda com antídoto.² O Brasil é o segundo maior produtor de etanol do mundo, o maior exportador mundial, considerado o líder internacional em matéria de biocombustíveis e a primeira economia em ter atingido um uso sustentável dos biocombustíveis. Juntamente, o Brasil e os Estados Unidos lideram a produção do etanol, e foram responsáveis em 2006 por 70% da produção mundial e quase 90% do etanol combustível.

Em 2006 a produção brasileira foi de 16,3 bilhões de litros, equivalente ao 33,3% da produção mundial de etanol e 42% do etanol usado como combustível no mundo. A projeção da produção total para 2008 é de 26,4 bilhões de litros. A indústria brasileira de etanol tem 30 anos de história e o país usa como insumo agrícola à cana de açúcar, além disso, por regulamentação do Governo Federal, toda a gasolina comercializada no país é misturada com 25% de etanol, e desde Agosto de 2008 circulam no país seis milhões de veículos, automóveis e veículos comerciais leves, que podem rodar com 100% de etanol ou qualquer outra combinação de etanol e gasolina, e são chamados popularmente de carros "flex".³

A exposição crônica deste produto causa de morbidade e mortalidade da humanidade. Afeta muitos sistemas de órgãos, causando tanto efeitos agudos como crônicos. Sendo um depressor do SNC (ação direta), o etanol diminui a sua atividade: facilita a ação do maior neurotransmissor depressor no cérebro (GABA) e inibe a ação do maior neurotransmissor excitatório do cérebro (glutamato). Atuando especificamente sobre estes receptores, o etanol abrandando o funcionamento do sistema nervoso. O etanol pode, em parte, contribuir para a supressão da atividade reprodutora dos machos, por atrofia testicular, disfunção dos órgãos reprodutores acessórios, supressão da espermatogênese e infertilidade. Curiosamente, estudos recentes demonstraram que uma baixa concentração de etanol parece ter efeito terapêutico no tratamento de carcinoma hepatocelular humano por indução a apoptose das células HepG2.²

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é analisar os riscos e conseqüências causadas por um acidente de um caminhão transportando etanol na Amazônia do Brasil.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização do trabalho foi utilizada como ferramenta para a simulação o software ALOHA® 541, onde permite criar diferentes situações com possível conseqüência de acidentes. Previamente é necessário conhecer as características físico-químicas do material de estudo: etanol:

Características do Etanol

- Líquido incolor, volátil, com odor e sabor característicos.
- Pode ser dissolvido com água em todas as proporções.
- Sua pureza é dado em graus Gay Lussac. O álcool vendido comercialmente para fins domésticos tem 96°GL.
- Capacidade de dissolver substâncias orgânicas.
- Queima gerando uma chama com desprendimento de calor e nenhuma fuligem.
- Composto orgânico saturado.
- Fórmula Molecular: CH_3OH
- Peso Molecular: 46
- Massa Específica: 789,1 kg/m³



- Temperatura de fusão (a 101,35 kPa): -117,22° C
- Temperatura de ebulição (a 101,35 kPa): 77,78° C
- Calor latente: 921096,00 J/kg
- Valores Caloríficos: 26990,90 J/kg (mais baixo) a 29,28 J/kg (mais alto)
- Razão ar-combustível: 9,0 : 1
- Octanagem (Método motor ASTM): 99

Foram, criados quatro cenários como mostrado na tabela 1. O primeiro e segundo cenário foram propostos em uma cidade da Amazônia com clima de: tempo bom e outro com tempo chuvoso respectivamente. O terceiro e quarto cenário foram similares aos dois primeiros enquanto ao clima, porém em um ambiente diferente, isto é, na floresta da Amazônia. Para os quatro cenários, no quesito do transporte, foram adotados os valores comuns dos parâmetros tais como: comprimento de 6m, diâmetro de 1,6m, e volume de 12 m³ para um cilindro horizontal. As demais condições do ambiente estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1: Cenários propostos e analisados no software ALOHA.

Cenário 1 – Cidade Tempo Bom	Cenário 2 – Cidade Tempo Chuvoso	Cenário 3 – Floresta Tempo Bom	Cenário 4 – Floresta Tempo Chuvoso
Zona urbana	Zona urbana	Floresta	Floresta
Velocidade do vento: 4m/s	Velocidade do vento: 9m/s	Velocidade do vento: 6m/s	Velocidade do vento: 22m/s
Temperatura do ar: 28°C	Temperatura do ar: 20°C	Temperatura do ar: 32°C	Temperatura do ar: 22°C
Umidade relativa do ar: 50%	Umidade relativa do ar: 75%	Umidade relativa do ar: 25%	Umidade relativa do ar: 80%
Estabilidade do ar: C	Estabilidade do ar: C	Estabilidade do ar: B	Estabilidade do ar: D

Foi cogitado como hipótese para a ocorrência dos acidentes a falta de estrutura do caminhão transportador, motorista sem curso de cargas perigosas e possíveis falhas na estrutura do tanque (cilindro horizontal).

Por outro lado, para uma melhor visualização dos resultados obtidos pelo software ALOHA em cada cenário proposto foram criados gráficos a partir desses dados, e com isso foi possível fazer uma sobreposição desse gráfico com a imagem do local escolhido, para assim, conseguir realizar uma melhor interpretação das consequências dos acidentes.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Resultados da análise pelo software ALOHA® 541, são mostradas nas Figuras 1 e 2, onde a intensidade dessa radiação emitida pela explosão do etanol é de 10, 5 e 2 KW/m² para áreas demarcadas pelas linhas em vermelho, alaranjado e amarelo respectivamente.

Cidade na Amazônia

Na Figura 1 observa-se magnitude do raio de ação da explosão de um caminhão transportando etanol na cidade da Amazônia em um dia ensolarado causaria grandes consequências. A área demarcada em vermelho indica uma extensão de aproximadamente 197 m a partir do centro da explosão, onde a radiação térmica emitida é de potencial letal para uma exposição de 60 segundos. Para a região alaranjada, uma extensão de 85 m a partir da linha vermelha, onde a radiação térmica causaria queimaduras de 2º grau para uma exposição de 60 segundos. Já para a área amarela, de extensão de 161 m a partir da linha alaranjada, os danos causados pela radiação térmica seria bem mais baixa, uma vez que, apenas se sentiria o calor ou até mesmo algum tipo de dor proveniente dessa exposição à radiação pelo período de 60 segundos.



Fonte: Imagem do Google Eart em escala 250m

Figura 1: Magnitude do raio de ação das conseqüências do acidente na cidade em ambiente de tempo bom (Cenário 1).

Na Figura 2 observa-se magnitude do raio de ação da explosão de um caminhão transportando etanol cidade em um dia chuvoso. Similar ao caso anterior a magnitude das conseqüências estão demarcadas em: vermelho de extensão de aproximadamente 199 m, potencialmente letal, para a área alaranjada, de extensão de 85 m causaria queimaduras de 2º grau e para a área amarela, de extensão de 161 m os danos causados pela radiação térmica seria baixa, como o caso anterior.



Fonte: Imagem do Google Eart em escala 250m

Figura 2: Magnitude do raio de ação das conseqüências do acidente na cidade em ambiente de tempo bom (Cenário 2).



Floresta na Amazônia

Na Figura 3 podemos observar a dimensão do alcance da destruição proveniente da explosão de um caminhão transportando etanol. O raio vermelho indica uma extensão de 188 m a partir do ponto central, a alaranjada tem uma extensão de 81 m a partir da linha vermelha e a área amarela 153 m a partir do raio alaranjado.

As consequências desse acidente, por se tratar de um ambiente de floresta, causariam danos à fauna e flora do local, mas provavelmente haveria baixo potencial letal em relação às vidas humanas devido a pouca densidade população nessa região. O principal problema desse acidente seria a quantidade de material particulado que seria emitido, assim podendo causar alergias, bronquites e outros problemas ao sistema respiratório. A intensidade da radiação térmica que estará sendo emitida é a mesma da que foi descrita para as figuras 1 e 2.

No quarto cenário, o acidente também acontece no meio da floresta da Amazônia, num dia chuvoso, onde houve um forte vazamento do etanol. Na figura 4 é observada a área de ação do vazamento e explosão do etanol, em formato de uma pluma, diferente dos outros cenários. A área vermelha e a área alaranjada possuem as mesmas dimensões, uma extensão de 535 m.

As consequências desse derramamento são descritas pelo TEELs (Limites de Exposição Temporária de Emergência) no seu nível 3, que indica que existem ameaças a saúde humana pela sua exposição. Já a área amarela, na extensão de 30 m a partir da linha vermelha, possui uma consequência descrita pelo TEELs no seu nível 1, onde somente se sentiria um odor desagradável mediante a exposição. A concentração desse gás no nível 1 é de 3000 ppm, enquanto que nos níveis 2 e 3 é de 3300 ppm.



Fonte: Imagem do Google Eart em escala 250m

Figura 3: Magnitude do raio de ação das consequências do acidente na floresta em ambiente de tempo bom (Cenário 3).



Fonte: Imagem do Google Eart em escala 250m.

Figura 4: Magnitude do raio de ação das conseqüências do acidente na floresta em ambiente de tempo chuvoso (Cenário 4).

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A partir deste estudo realizado podemos avaliar a magnitude de um possível acidente de transporte de etanol que poderá ter conseqüências bastante desastrosas. Ainda são escassos os registros de acidentes com etanol no Brasil como referência, para que se tenha a real noção das suas características e comportamento em casos de acidentes. O software ALOHA se mostrou eficiente na caracterização dos dados, apesar de apresentar algumas limitações.

Nos casos 1 e 2, dos cenários da cidade com tempo bom e com tempo chuvoso, não observamos grandes mudanças das conseqüências do acidente, além da extensão alcançada pela explosão. Já nos casos 3 e 4, do cenário da floresta com tempo bom e com tempo chuvoso, ocorreram sim alterações. No caso 3 a ocorrência de uma explosão, e no caso 4 um vazamento. Cada um com suas extensões e conseqüências.

Como já foi colocado anteriormente, o etanol, estará cada vez mais presente em nosso dia-a-dia. Podemos assim, afirmar que é importante a realização de mais estudos referentes a estas conseqüências que o etanol poderia nos trazer em caso de acidentes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Nunes, Cristina C.; Corseuil Henri X.; Importância do etanol na atenuação natural de águas subterrâneas impactadas por gasolina, Revista da ABES, 2007
2. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Etanol>, acesso em 18/10/08.
3. <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biocombustivel>, acesso em 18/10/08.
4. <http://www.demec.ufmg.br/disciplinas/ema003/liquidos/alcool/caracter.htm>, acesso em 18/10/08.
5. Google Eart, para obtenção de imagens Dados Cidade Manaus: www.manaus.am.gov.br
6. Spiro, Thomas G., Stigliani, William M.; Química Ambiental, 2ª ed., São Paulo, 2009.
7. Revista Alcoolbras, São Paulo, Valetre Editora Técnica Comercial Ltda.