

TAXA DE EVAPORAÇÃO DA GASOLINA GRID EM TANQUES DE POSTOS DE COMBUSTÍVEIS: UMA AVALIAÇÃO EM FUNÇÃO DA TEMPERATURA.

Thiago da Silva André¹; Francisco de Assis Oliveira Fontes²; Ângelo Roncalli Oliveira Guerra³; Cleiton Rubens Formiga Barbosa⁴.

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica - thiagoandreengmec@hotmail.com

² Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Mecânica - franciscofontes@uol.com.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Mecânica - aroncalli@uol.com.br

⁴ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Engenharia Mecânica - cleiton@ufrnet.br

RESUMO

Este estudo apresenta o resultado de análises experimentais que mediram a taxa de evaporação da gasolina GRID (aditivada), realizados para seis valores de temperaturas diferentes, seguido de uma análise de custos das perdas por evaporação aplicada à tanques subterrâneos de postos de combustíveis. A gasolina GRID é formada por uma variada quantidade de elementos químicos, dentre esses os compostos de nitrogênio (N), enxofre (S) e os compostos voláteis, e por isso, vapores desse combustível quando liberado para atmosfera podem causar danos ao meio ambiente. Quando do uso em postos de combustíveis, esse vapor é liberado quando do abastecimento do veículo ou pelas linhas de respiro do Sistema de Abastecimento Subterrâneo de Combustíveis - SASC. Quando o posto não possui proteções contra essas emissões fugitivas, elas atingem flora, rios, lençóis freáticos etc. Além da contaminação dos recursos naturais, a perda por evaporação atinge as finanças do posto de combustível, tanto pelas multas geradas pelas contaminações, quanto pela perda de ativo, a própria gasolina GRID.

Palavras-chaves: Taxa de evaporação, gasolina GRID, emissões fugitivas, custos.

1. INTRODUÇÃO

O meio ambiente e o desenvolvimento, antes separados, antagônicos, agora têm se juntado com o intuito de preservar o futuro das próximas gerações. Uma nação deve preocupar-se com seu crescimento, sem esquecer-se de preservar à natureza e seus recursos [CHOFREH et al., 2014].

Dentre tantos caminhos para estudos, escolhemos os postos revendedores de

combustíveis uma vez que apresentam potencial poluidor se não adequados às exigências ambientais legais [DIAS et al., 2012].

Em um posto revendedor de combustível as contaminações ao meio ambiente são provenientes devido a vazamentos, emissões de vapores provenientes dos combustíveis, derrames, má estocagem entre outros [FERREIRA; SILVA;

LIMA, 2015]. Destaca-se neste artigo o estudo das emissões de vapores provenientes do Sistema de Abastecimento Subterrâneo de Combustíveis - SASC - em particular, os tanques subterrâneos.

Controlando essas emissões fugitivas o posto atua de forma sustentável, preservando tanto à natureza [OLIVEIRA, et al., 2008] quanto à saúde financeira do empreendimento.

Este estudo apresenta o valor das emissões por evaporação, gerados pela gasolina GRID Petrobrás, em seis gradientes de temperatura, seguido de uma análise de custos das consequências financeiras para o posto revendedor do não controle dessas emissões.

2. GASOLINA GRID PETROBRÁS

A gasolina GRID Petrobrás é o objeto de estudo, neste trabalho, para estudo da taxa de evaporação e, por conseguinte análise de custos.

A gasolina pertence ao grupo dos LNAPL (Light Non Aqueous Phase Liquids) e PMOS (Partially Miscible Organics Solubility), líquido imiscível menos denso que a água, ou orgânico parcialmente imiscível em água [MINDRISZ, et al., 2006].

Derivada do petróleo, a gasolina é formada por inúmeros compostos químicos (olefinas, hidrocarbonetos aromáticos etc.) dentre os quais se destacam os contaminantes mais solúveis em água, os compostos BTEX, presentes em 18% no peso da gasolina.

A seguir a Tab. 1 apresenta as principais propriedades da gasolina GRID.

Tabela 1. Propriedades físico-químicas da gasolina GRID. Fonte: FISPQ

Gasolina GRID	
Aspecto (Estado Físico, Forma E Cor)	Líquido límpido de coloração característica.
Odor e limite de odor	Característico.
pH	Não aplicável
Ponto de fusão/ponto de congelamento	Não disponível.
Ponto de ebulição inicial e faixa de temperatura de ebulição	Não disponível.
Ponto de fulgor	< -43 °C
Taxa de evaporação	Não disponível.
Inflamabilidade (sólido e gás)	Não aplicável.
Pressão de vapor	79 kPa a 37,8 °C
Densidade de vapor	Não disponível.
Densidade relativa	0,73 - 077
Solubilidade	Insolúvel em água
Temperatura de autoignição	Não disponível.
Temperatura de decomposição	Não disponível.
Viscosidade	Não disponível.
Outras informações	Faixa de destilação: 27 – 220°C a 760 mmHg

Algumas peculiaridades diferencia a gasolina comum da aditivada, dentre elas destacam-se: a GRID apresenta aditivos detergentes, aditivos redutor de atrito e dispersantes, substâncias essas que contribuem para um melhor desempenho do motor e seus sistemas. Junte-se a isso o fator redutor de depósito de carbono no motor, reduzindo a emissão de gases poluentes, quando comparada a gasolina comum.

3. METODOLOGIA

3.1 Análise Experimental

O experimento foi montado com o intuito de calcular a taxa de evaporação, avaliando a porcentagem mássica evaporada durante o ensaio. Para tanto foram utilizados os seguintes equipamentos: banho termostático, balança de precisão (resolução de 0,0001 g), proveta de 25 ml, termômetro de mercúrio, suporte para fixação da proveta e garras.

A gasolina comum (25 ml) era despejada dentro da proveta. Após isso o peso do conjunto proveta mais base da proveta mais gasolina eram pesados na balança de precisão. De posse desses valores, a proveta com o combustível era colocada no banho até que a temperatura fosse atingida. Chegada à temperatura do ensaio, o conjunto era novamente pesado, anotava-se o valor e a partir daí iniciava a contagem do tempo, uma

vez que a taxa de evaporação foi calculada tendo como referência a temperatura em que se desejava. O período de aquecimento até a chegada da temperatura do experimento e sua respectiva perda volumétrica (mássica) não foram o objeto de estudo deste trabalho. Portanto, quando o combustível atingia a temperatura em que se pretendia realizar a análise, os dados (peso) eram anotados, tendo-os como referência inicial.

Os ensaios duravam quatro horas para cada nível térmico e, de meia em meia hora, a proveta com o combustível era retirada para pesagem. A razão para tanto foi construir um gráfico que detalhasse bem o processo de evaporação. Oito pontos, resultados das pesagens, construíram os gráficos que serão apresentados na seção seguinte.

Para controle da temperatura foi colocado em outra proveta com a mesma quantidade de combustível e semelhante à outra um termômetro de mercúrio para verificação da temperatura da gasolina comum. Esse termômetro ficava em contato direto com o combustível, apresentado a temperatura do mesmo; além disto, o banho termostático apresentava em seu painel digital a temperatura do banho, que nesse caso, foi realizado em água comum.

Dessa forma, com duas provetas no banho termostático em água, uma para

controle do nível térmico desejado e outra que era pesada no intervalo de tempo apresentado, é que foi conduzido o experimento.

3.2 Equações

O valor do peso do conjunto proveta mais gasolina comum, quando estabilizado na temperatura de estudo, foi a referência. Partindo daí, o valor da primeira pesagem era diminuído do valor de referência, obtendo assim α_1 ; α_2 era resultado da subtração do valor pesado na meia hora seguinte menos o valor de α_1 e assim as taxas de evaporação parciais (α_i) foram alcançadas.

Para o cálculo da taxa de evaporação média ($\alpha_{m\acute{e}dia}$), em gramas por hora, foi utilizado a Eq. (1):

$$\alpha_{m\acute{e}dia} = \frac{\sum_1^8 \alpha_i}{4}$$

[1]

Na equação (1), α_i é dado em gramas. Como foram oito pesagens do decorrer das quatro horas, o quatro aparece no denominador da equação acima, para que a taxa de evaporação seja expressa por unidade de hora.

A porcentagem de volume vaporado (β) foi obtida com a Eq. (2).

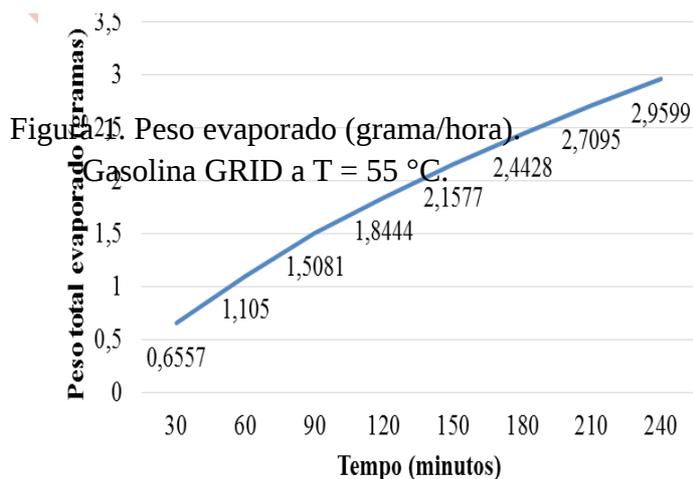
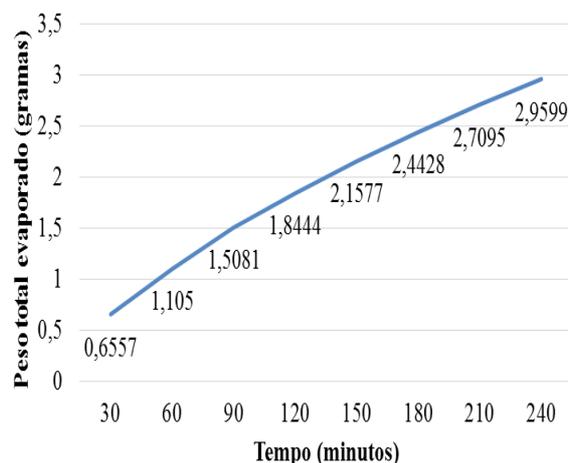
$$\beta = \left(\frac{\alpha_{m\acute{e}dia}}{\omega_a - \omega_\theta} \right) \times 100$$

[2]

Onde ω_a é o peso do conjunto proveta mais combustível após o aquecimento necessário para se atingir a temperatura do ensaio e ω_e é o peso da proveta mais seu suporte (sem combustível).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

São apresentados a seguir os resultados das análises experimentais para a gasolina GRID Petrobras. Os gráficos mostram o peso total evaporado no decorrer do tempo, a taxa de evaporação média (grama/hora) e o percentual (médio) por hora de volume evaporado em função da temperatura.



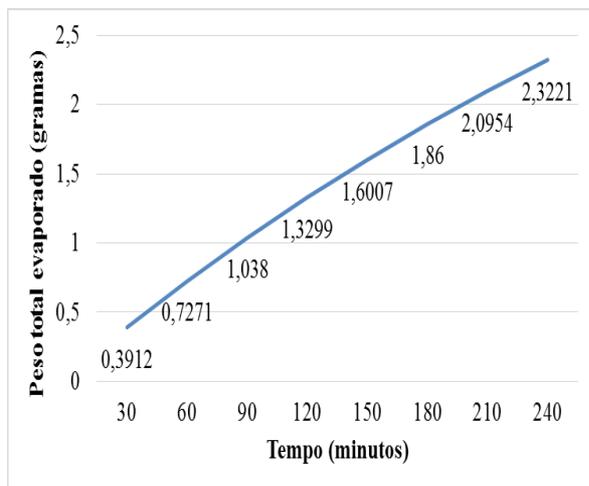


Figura 2. Peso evaporado (grama/hora).
Gasolina GRID a T = 50 °C.

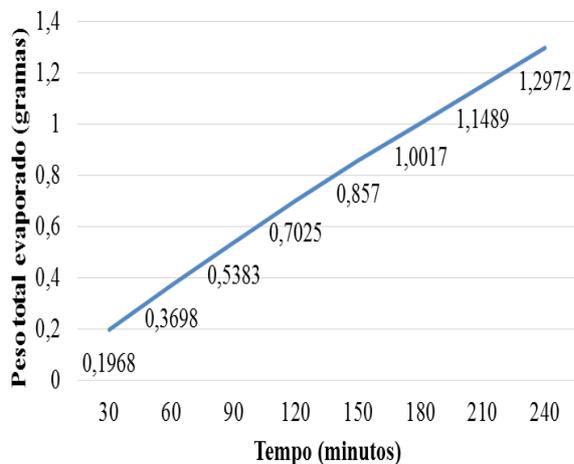


Figura 4. Peso evaporado (grama/hora).
Gasolina GRID a T = 40 °C.

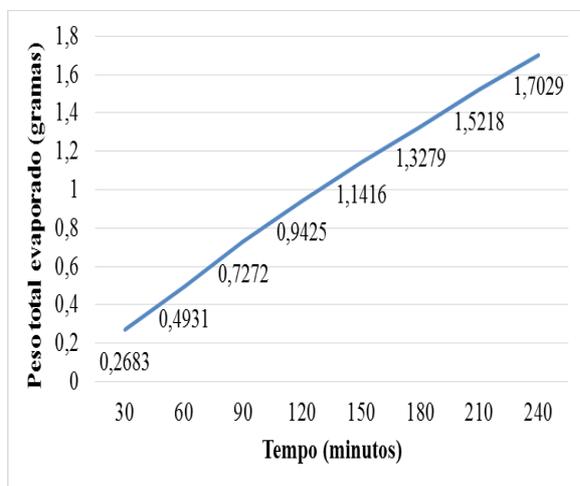


Figura 3. Peso evaporado (grama/hora).
Gasolina GRID a T = 45 °C.

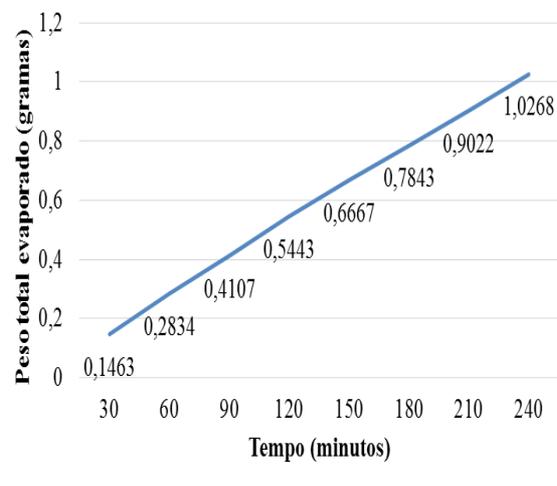


Figura 5. Peso evaporado (grama/hora).
Gasolina GRID a T = 35 °C.

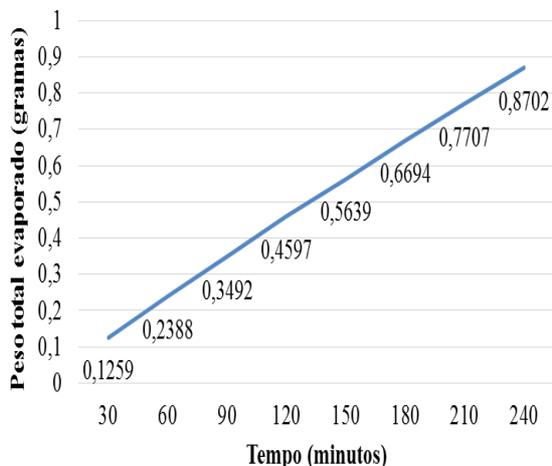


Figura 6. Peso evaporado (grama/hora).
Gasolina GRID a T = 30 °C.

Com os resultados expostos observa-se que, para a gasolina GRID, quanto maior a temperatura, maior será peso total evaporado.

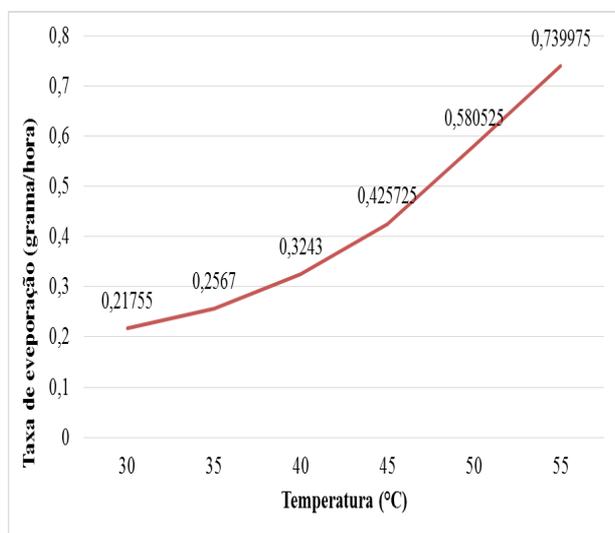


Figura 7. Taxa de evaporação média
(grama/hora). Gasolina GRID.

Assim como no caso do peso, a observação do gráfico acima aponta que a

taxa de evaporação média (grama/hora) aumenta com o aumento da temperatura. Essas médias são resultados de ensaios com duração de quatro horas pra cada faixa de temperatura.

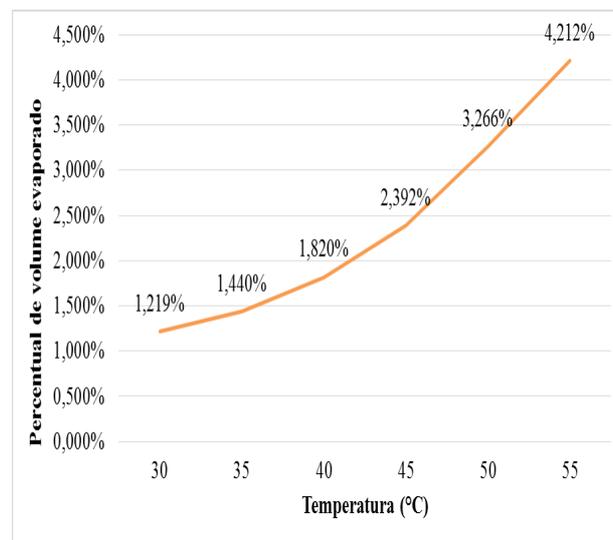


Figura 8. Percentual (médio) por hora de
volume evaporado em função da temperatura.
Gasolina GRID.

Tomando como referência o volume inicial, conclui-se da figura 8 que o percentual de volume evaporado é diretamente proporcional ao aumento da temperatura, ou seja, quanto maior a temperatura maior o volume evaporado.

Existe uma norma nacional que estabelece as perdas por evaporação toleráveis em postos revendedores de combustível é a ABNT NBR 13787 (1997) - Controle de estoque de sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC) -. A referida norma limita que, as perdas diárias

por evaporação, não podem ultrapassar 0,6 % do volume.

Merece destaque o seguinte fato: as perdas por evaporação da gasolina GRID, para todas as temperaturas estudadas - em um posto que não promova a minimização ou a redução de emissões fugitivas com o uso de dispositivos para esse fim - estão acima do estabelecido pela norma nacional, 0,6%.

4.2 Análise de custos – Gasolina GRID

Considerando como volume de controle o tanque de combustível, com capacidade de 5.000 litros, é possível realizar uma análise de custos, tendo como parâmetro de avaliação o volume evaporado (médio) por hora.

Considerando a temperatura de 30 °C, analisando a figura 8 constata-se uma perda de, aproximadamente, 61 litros de gasolina GRID por hora, isso considerando apenas as emissões por evaporação.

Em valores monetários, tomando a referência o valor médio estimado pela Global Pretol Prices, o litro da gasolina comum no Brasil custa R\$ 3,66 (junho de 2016). Logo a perda, por hora, é de R\$ 223,26, chegando a R\$ 6.697,80 em um mês (considerando trinta dias e uma hora de perda de gasolina GRID). Esses valores serão maiores quanto maior for o tempo de evaporação.

Além do prejuízo financeiro, esses vapores não contidos contaminam o meio ambiente, poluindo fauna e flora, ocasionada sérios danos à natureza e a população em geral (OLIVEIRA, et al.,2008).

Segundo ABNT NBR 13787 (1997) o posto quando perde tais valores mensais está enquadrado na condição de não estanque, ou seja, com vazamentos, podendo ter sua licença de operação suspensa ou cancelada e também sofrer a abertura de passivo ambiental.

5. CONCLUSÃO

Deste trabalho, conclui-se que:

1. O posto que não adote em suas instalações equipamentos e/ou dispositivos que promovam a minimização ou a redução de emissões fugitivas está lesando o meio ambiente e sendo lesado em suas finanças;
2. O peso total evaporado da gasolina GRID é proporcional ao aumento da temperatura;
3. A taxa de evaporação média da gasolina GRID é proporcional ao aumento da temperatura;
4. A perda de volume médio por hora da gasolina GRID é proporcional ao aumento da temperatura;

5. Em todas as temperaturas estudadas, as perdas por evaporação da gasolina GRID, estão acima do limite de perda permitido pela normas e leis nacionais. Isto pode gerar uma falsa condição de não estanqueidade, ocasionando sérios transtornos ao empreendedor;

6. Perda de ativo do posto de combustível. A perda diária, por hora, da gasolina GRID, isso levando em consideração apenas a evaporação, para a temperatura de 30 °C é de R\$ 223,26.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES e a UFRN (Universidade Federal do Rio Grande do Norte) pelo suporte financeiro concedido a esta pesquisa.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOFREH, A. G. et al. Sustainable enterprise resource planning: imperatives and research directions. *Journal of Cleaner Production*, v. 71, p. 139–147, 2014.

Dias, G. DA M. "Adequação Ambiental. Ministério Público do Estado do Rio Grande do Norte", v. 1, p. 169, 2012.

Ferreira, C. R. L.; Silva, D. C.; Lima, E. M. DE. "Diagnóstico Ambiental de um Posto Revendedor de Combustíveis (PRC) na Cidade de Natal/RN". CONEPETRO, 2015.

Mindrisz, A. C. "Avaliação da contaminação da água subterrânea de poços tubulares,

por combustíveis fósseis, no município de Santo André, São Paulo: uma contribuição à gestão ambiental." p. 254, 2006.

Katsuhiro Okamoto, Norimichi Watanabe, Yasuaki Hagimoto, Koji Miwa, Hideo Ohtani, Changes in evaporation rate and vapor pressure of gasoline with progress of evaporation, *Fire Safety Journal*, Volume 44, July 2009, p. 756-763. dx.doi.org/10.1016/j.firesaf.2009.03.004.

Oliveira, V. B. P; Gomes, P. L.; Nascimento, E. A. Estratégias ambientais em postos de combustíveis: O caso de posto de combustível ecológico. In: IV Congresso Nacional de Excelência Em Gestão. Responsabilidade Socioambiental das Organizações Brasileiras Niterói, Rio de Janeiro, Brasil. 2009.

Zhu, L; Chen, J; Liu, Y; Yu, R. G. J. Experimental analysis of the evaporation process for gasoline, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, Volume 25, November 2012, p. 916-922, dx.doi.org/10.1016/j.jlp.2012.05.002.

Petrobras Distribuidora S.A. Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ. Gasolina Comum. N° FISPQ: BR0089, versão 4, 2015.

Global Petrol Prices. Brasil - preços da gasolina: Demonstramos os preços. Disponível em: <http://pt.globalpetrolprices.com/Brazil/gasoline_prices>. Acesso: 14 jun. 2016.

Associação Brasileira De Normas Técnicas. NBR 13784: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis — Procedimento de controle de estoque dos sistemas de armazenamento subterrâneo de combustíveis (SASC). Rio de Janeiro, 2013.



II CONEPETRO

II CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA DE
PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS
IV WORKSHOP DE ENGENHARIA DE PETRÓLEO

Amato, F.; Matoso, F. (Mistura de Etanol na gasolina sobe hoje) Disponível em: <<http://g1.globo.com/economia/noticia/2015/03/mistura-de-etanol-na-gasolina-sobe-hoje.html>>. Acesso: 28 mar. 2016.



www.conepetro.com.br

(83) 3322.3222

contato@conepetro.com.br