

## ANÁLISE EXPERIMENTAL DA QUALIDADE DO ETANOL HIDRATADO COMERCIALIZADO NA CIDADE DE CAMPINA GRANDE

João Manoel de Oliveira Neto<sup>1</sup>; Marcelo Bezerra Grilo<sup>2</sup>; Theófilo Augusto de Oliveira Rocha<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica –  
[joao\\_engmec@outlook.com](mailto:joao_engmec@outlook.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica – [griloufeg@yahoo.com.br](mailto:griloufeg@yahoo.com.br)

<sup>3</sup> Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica – [theofilorocha@gamil.com](mailto:theofilorocha@gamil.com)

### RESUMO

A qualidade do etanol no Brasil é definida por um conjunto de características físico-químicas, especificadas nas resoluções da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), sendo um vetor de suma importância no universo logístico de comercialização de combustíveis. Um dos objetivos deste estudo é construir uma avaliação sobre a qualidade do etanol comercializado no município de Campina Grande, PB. O universo pesquisado consistiu em coletar etanol do tipo hidratado nos postos de comercialização de combustível na cidade de Campina Grande. Foram pesquisados quarenta e quatro (44) postos, resultando em um espaço amostral de quarenta e uma (41) amostras. Para executar o teste na amostra, informando se a ela é conforme (C) ou não conforme (NC), foram utilizados os procedimentos indicados pela norma brasileira (NBR) da ABNT 13992:2008. A qualidade do etanol foi investigada em relação a cinco propriedades: percentual volumétrico de hidrocarboneto misturado ao etanol; valor da massa específica; teor alcoólico; aspecto visual, cor e presença de sólidos e potencial hidrogeniônico. Os testes foram realizados no Laboratório Experimental de Máquinas Térmicas (LEMT), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), entre Junho e Julho de 2015, onde nenhuma não conformidade foi constatada, comprovando excelência em qualidade do etanol, além de ser um combustível renovável, de origem nacional e menos poluente que os derivados do petróleo quando utilizado em processos de combustão.

Palavras-chave: Etanol hidratado, biocombustível, controle de qualidade.

### 1. INTRODUÇÃO

A qualidade dos combustíveis comercializados no Brasil avançou de modo significativo a partir da promulgação da Lei do Petróleo (Lei n 9.478 de 06/08/1997) e, a partir dela, a criação da Agência Nacional do Petróleo, atualmente Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP).

Este trabalho contribui para fomentar no município de Campina Grande, uma cultura

de qualidade em relação aos combustíveis que são comercializados, sendo o controle de qualidade, uma das principais atividades no interior do universo logístico, responsável pela satisfação do consumidor final.

A qualidade dos combustíveis no Brasil é definida por um conjunto de características químicas e físico-químicas, especificadas nas resoluções da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP). Estas especificações estabelecem limites para cada característica, de modo a assegurar a

qualidade de todo o combustível comercializado no país. Um combustível que não atenda aos requisitos mínimos especificados acarreta danos ao motor e a outros componentes do veículo, apresenta rendimento insatisfatório (perda de potência), aumento do consumo e prejuízos ao meio ambiente.

Motivado pelo crescimento da frota automotiva nas cidades e rodovias brasileiras e pelo respectivo aumento no consumo do etanol, faz-se necessário o controle de sua qualidade, como instrumento para garantir que a logística de distribuição e comercialização ocorra com o máximo de eficiência.

### **1.1. Justificativa**

Vários fatores externos podem interferir negativamente na logística de comercialização dos combustíveis, por isso tem-se a necessidade de um estudo de metodologias conscientes que possam extrair o máximo de eficiência do processo logístico no que diz respeito à qualidade de combustíveis comercializados.

### **1.2. Objetivo**

O objetivo geral deste trabalho é diagnosticar a qualidade do etanol hidratado comercializado no município de Campina Grande, a fim de propor um aperfeiçoamento

na logística de distribuição e comercialização desses combustíveis, tendo como meta uma máxima eficiência energética para o combustível adquirido pelo consumidor final.

## **2. METODOLOGIA**

Em parceria com o Laboratório de Combustíveis e Materiais (LACOM) com sede na UFPB, e com os recursos disponíveis no LEMT situado na UFCG, foi analisado para uma quantidade definida de estabelecimentos, o controle de qualidade do etanol hidratado comercializado nos postos de combustíveis do município de Campina Grande.

### **2.1. Materiais e equipamentos utilizados**

Os materiais e equipamentos utilizados para a realização deste trabalho foram:

- 100 g de cloreto de sódio (100 g/litro de água destilada);
- 41 amostras de etanol hidratado;
- Água destilada (4 litros);
- Béquer de 100 ml graduado;
- Béquer de 250 ml graduado;
- Densímetro de vidro de escala 0,794 a 1,000 g/ml, com variação de 0,002 g/ml;

- Medidor de PH de escala 0 a 14,0 ph, com variação de 0,1ph;
- EPI's (luvas de látex, óculos de segurança, máscara, jaleco);
- 2 recipientes plásticos com capacidade de 5 litros;
- 25 frascos de vidro âmbar com capacidade de 1 litro;
- 1 caixa de isopor com capacidade de 80 litros;
- Funil;
- Lupa;
- Pipeta de plástico;
- Proveta de 100 mL graduada com boca esmerilhada;
- Proveta de 250 mL graduada com boca esmerilhada;
- Termômetro Infravermelho.

## 2.2. Caracterização experimental da pesquisa

Foram coletadas amostras de etanol hidratado comum no volume padrão de um (1) L, por envase em um recipiente plástico com capacidade de 5 litros, próprios para o uso de emergência na aquisição de combustíveis. Para seguir os procedimentos recomendados pela NBR ABNT 13992, as coletas referentes aos testes quanto a qualidade ocorreram no horário após 18:00 h, que diminui o fator evaporação de gases

“leves aromáticos”, e ameniza as perdas de gases mais voláteis.

Na sequência, as amostras coletadas foram acondicionadas em vidros âmbar (cor marrom) de um (1) L, tamponados com batoques, e etiquetadas com o código numérico para identificação da amostra referente ao posto de acordo com a relação previamente registrada no LEMT. Sendo identificados por códigos alfa numéricos de P1, P2, ....., P49.

Os vidros com as amostras coletadas foram lacrados com sacos plásticos individuais e guardados em caixas de isopor, como observado na Figura 1.

Os testes para cada amostra coletada referente ao controle de qualidade, foram realizados no LEMT, em horário noturno, entre 21:00 h e 02:00 h.



Figura 1: Material para coletas das amostras testemunhos do etanol.

Com relação ao universo dos postos de comercialização pesquisados foram quarenta e nove (49) postos na cidade de Campina Grande. Para facilitar a coleta e para uma melhor análise da logística de distribuição dos combustíveis dependendo da região onde está sendo comercializado, o mapa foi dividido em duas regiões, central e periférica, onde a região central foi delimitada quanto ao centro juntamente aos bairros que lhe fazem fronteira, e o restante foi tido como a região periférica. Para o acompanhamento dos dados de coletas, foi elaborado um formulário e registros de anotações.

### **2.3. Metodologia dos ensaios experimentais**

Os testes experimentais foram executados segundo as normas ABNT NBR 5992:2008 para a determinação da massa específica e teor alcóolico, ABNT NBR 13993:2002 para a obtenção do teor de hidrocarbonetos, e ABNT NBR 10891:2006 para a leitura do potencial hidrogeniônico (pH).

#### 2.3.1. Aspecto visual da cor e aparência da amostra no laboratório

Para observar e aferir o aspecto de cor e aparência do etanol, uma amostra foi vertida numa proveta de 500 mL, onde foi avaliada a cor, o aspecto de limpidez e a presença de sólidos em suspensão. Na Figura 2 é possível observar uma amostra límpida e isenta de sólidos em suspensão.

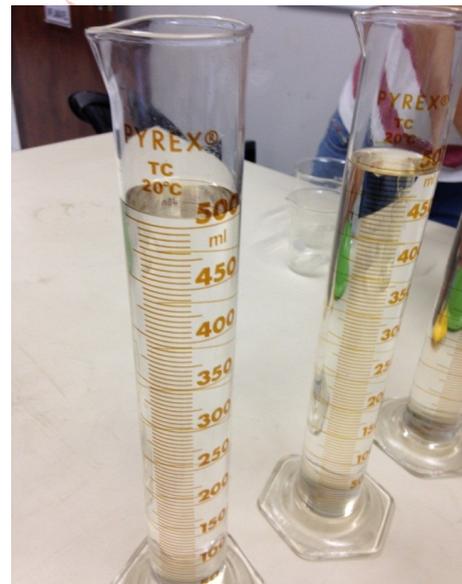


Figura 2: Amostra de etanol de aspecto límpido e isento de impurezas.

Agitou-se harmonicamente a amostra de etanol no interior da proveta, de modo circular, até formar um cone centrífugo de forma a decantar a parte pesada no fundo e verificar a existência de impurezas por precipitação. Mais densa, a eventual impureza se deposita no fundo.

#### 2.3.2. Teste do potencial hidrogeniônico

Foi utilizado um medidor de pH com escala de medição entre 0 e 14, ilustrado na Figura 3. O eletrodo foi imerso em água destilada para limpeza, e posteriormente imerso na amostra de etanol para aferir a medição, que deve estar entre 6 e 8 à temperatura de 20°C.

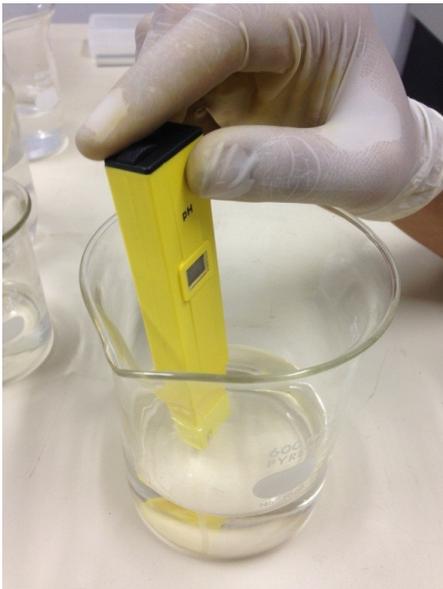


Figura 3: Medição do potencial hidrogeniônico.

### 2.3.2. Determinação da densidade específica da amostra

Neste tipo de experimento foi utilizado um densímetro com graduação entre 0,794 e 1,000 g/ml, que é a faixa esperada para o teste do etanol hidratado brasileiro. Nesse teste, a temperatura do ambiente e conseqüentemente da amostra testada é relevante e por isso no laboratório foram utilizados dois termômetros um na sala de teste e um termômetro

infravermelho. O densímetro não pode tocar nas paredes da proveta, assim como mostrado na Figura 4. O valor medido deve ser confrontado com o valor de referência indicado pela norma que é exemplificada na Tabela 1.



Figura 4: Determinação da densidade específica do etanol.

Tabela 1: Relação entre densidade específica e temperatura do etanol hidratado.

Temperatura (C°)	Densidade	
	Mínima	Máxima
20	0,8075	0,8110
20,5	0,8070	0,8105
21	0,8067	0,8100
21,5	0,8062	0,8097

22	0,8058	0,8092
22,5	0,8055	0,8087
23	0,8050	0,8083
23,5	0,8045	0,8080
24	0,8042	0,8075
24,5	0,8038	0,8070
25	0,8033	0,8067
25,5	0,8030	0,8063
26	0,8025	0,8058
26,5	0,8020	0,8055
27	0,8015	0,8050
27,5	0,8012	0,8045
28	0,8007	0,8037
28,5	0,8005	0,8037
29	0,8000	0,8033
29,5	0,7995	0,8028
30	0,7990	0,8023

### 2.3.3. Teste do teor alcóolico

O teor alcóolico do etanol hidratado estipulado pela ANP precisa ser entre 95,1 e 96 ° INPM, (unidade de medida equivalente à porcentagem de álcool na mistura). Em relação à massa alcóolica, ela precisa ter entre 92,5 e 93,8% da massa total do etanol hidratado. Sendo assim, o teor alcóolico foi medido de acordo com a massa específica, como mostrado na Tabela 4, corrigida de acordo com a temperatura do combustível (A Tabela 3 vai de 22,5° até 25° pelo fato de que foi o intervalo apresentado em todas as amostras de etanol coletadas).

Tabela 2: Relação entre a densidade específica, temperatura e teor alcóolico do etanol.

24 °C		24,5 °C		25 °C	
Densidade	Grau / INPM	Densidade	Grau / INPM	Densidade	Grau / INPM
0,8005	95,1	0,8005	94,9	0,8000	95,0
0,8010	94,9	0,8010	94,8	0,8005	94,8
0,8015	94,7	0,8015	94,6	0,8010	94,7
0,8020	94,6	0,8020	94,4	0,8015	94,4
0,8025	94,4	0,8025	94,3	0,8020	94,3
0,8030	94,3	0,8030	94,1	0,8025	94,1
0,8035	94,1	0,8035	93,9	0,8030	93,9



## II CONEPETRO

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

0,8040	93,9	0,8040	93,7	0,8035	93,7
0,8045	93,7	0,8045	93,6	0,8040	93,6
0,8050	93,5	0,8050	93,3	0,8045	93,4
0,8055	93,3	0,8055	93,2	0,8050	93,2
0,8060	93,2	0,8060	93,0	0,8055	93,0
0,8065	93,0	0,8065	92,8	0,8060	92,9
0,8070	92,8	0,8070	92,6	0,8065	92,7
0,8075	92,6	0,8075	92,5	0,8070	92,5
0,8080	92,5	0,8080	92,3	0,8075	92,3
0,8085	92,4				
22,5 °C		23,0 °C		23,5 °C	
Densidade	Grau / INPM	Densidade	Grau / INPM	Densidade	Grau / INPM
0,8020	95,0	0,8015	95,1	0,8010	95,1
0,8025	94,9	0,8020	94,9	0,8015	94,9
0,8030	94,7	0,8025	94,7	0,8020	94,7
0,8035	94,5	0,8030	94,6	0,8025	94,6
0,8040	94,3	0,8035	94,3	0,8030	94,4
0,8045	94,2	0,8040	94,2	0,8035	94,2
0,8050	94,0	0,8045	94,0	0,8040	94,1
0,8055	93,8	0,8050	93,8	0,8045	93,8
0,8060	93,6	0,8055	93,6	0,8050	93,7
0,8065	93,4	0,8060	93,4	0,8055	93,5
0,8070	93,3	0,8065	93,3	0,8060	93,3
0,8075	93,1	0,8070	93,1	0,8065	93,1
0,8080	92,9	0,8075	92,9	0,8070	92,9
0,8085	92,7	0,8080	92,8	0,8075	92,8
0,8090	92,5	0,8085	92,5	0,8080	92,6
0,8095	92,3	0,8090	92,4	0,8085	92,4

### 2.3.4. Teor de hidrocarbonetos

[www.conepetro.com.br](http://www.conepetro.com.br)

(83) 3322.3222

[contato@conepetro.com.br](mailto:contato@conepetro.com.br)

Este teor foi medido com a finalidade de verificar a presença de algum tipo de hidrocarboneto no etanol, proveniente de alguma mistura com algum derivado, como por exemplo, o armazenamento em tanques que já foram utilizados para derivados de petróleo e não foram limpos corretamente.

Foi vertido 50 mL da amostra de etanol a ser avaliada na proveta de 100 mL graduada



Figura 5: Determinação do teor de hidrocarbonetos.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de etanol coletadas não apresentaram nenhum tipo de irregularidade

com subdivisões de 1 mL com tampa e boca esmerilhadas. Em seguida, adicionar 50 mL da solução de água misturada com cloreto de sódio para amostra (NaCl – PA). A proveta foi tamponada e invertida cerca de 10 vezes, evitando-se a agitação enérgica. O procedimento é mostrado na Figura 5. Caso a amostra apresente irregularidade, está será identificada pela formação de um anel de hidrocarboneto visível a olho nu, a taxa de presença desse elemento pode ser de até 3%.

em nenhum dos testes realizados. Nos postos P18, P30 e P42 o etanol hidratado estava em falta. Todos os dados estão exemplificados na Tabela 3, com exceção dos dados referentes ao aspecto e cor e teor de hidrocarbonetos.

Tabela 3: Densidade específica, Teor alcóolico, pH e teor de hidrocarbonetos das amostras de etanol – Junho/Julho de 2015.

Código do Posto	Densidade (g/ml)	Teor Alcóolico (°INPM)	pH	T (°C)
P1	0,806	93,2	7,9	24,0
P2	0,806	93,2	7,9	24,0
P3	0,805	93,3	7,9	24,5
P4	0,805	93,3	7,8	25,5
P5	0,805	93,3	7,7	24,5



## II CONEPETRO

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

P6	0,806	93,3	7,8	23,5
P7	0,805	93,7	7,9	23,5
P9	0,806	93,4	7,8	23,0
P10	0,805	93,5	7,8	24,0
P11	0,806	93,4	7,7	23,0
P12	0,806	93,6	7,9	22,5
P13	0,806	93,4	7,9	23,0
P14	0,805	93,5	7,9	24,0
P15	0,804	93,4	7,7	25,
P17	0,806	93,4	7,8	23,0
P18	-	-	-	-
P19	0,805	93,3	7,8	24,5
P20	0,805	93,2	8,0	25,0
P21	0,805	93,5	8,0	24,0
P22	0,806	93,2	7,6	24,0
P23	0,806	93,4	7,7	23,0
P24	0,805	93,5	7,8	24,0
P25	0,806	93,3	7,6	22,5
P26	0,806	93,4	7,8	23,0
P28	0,806	93,3	7,9	23,5
P29	0,806	93,4	7,8	23,0
P30	-	-	-	-
P31	0,805	93,2	7,9	25,0
P32	0,806	93,4	7,7	23,0
P34	0,805	93,8	7,9	23,0
P36	0,806	93,4	7,9	23,0

P37	0,804	93,6	8,0	25,0
P38	0,805	93,5	7,8	24,0
P39	0,805	93,5	7,8	24,0
P40	0,806	93,3	7,8	23,5
P41	0,806	93,3	7,8	23,5
P42	-	-	-	-
P43	0,805	93,3	7,7	24,0
P44	0,805	93,3	7,7	24,5
P45	0,805	93,6	7,8	25,0
P46	0,804	93,4	7,8	24,0
P47	0,806	93,2	8,0	24,0
P48	0,804	93,4	7,9	25,0
P49	0,806	93,4	7,7	23,0

A partir da Tabela 3 foram construídos os gráficos das Figuras 6, 7 e 8, referentes a massa específica (g/ml), teor alcóolico (°INPM) e potencial hidrogeniônico (pH), respectivamente. Onde no gráfico da Figura 8, as linhas em vermelho limitam os valores máximo e mínimo de pH do etanol diante as condições impostas de temperatura. Quanto ao teor de hidrocarbonetos, nenhuma amostra apresentou irregularidade.



# II CONEPETRO

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

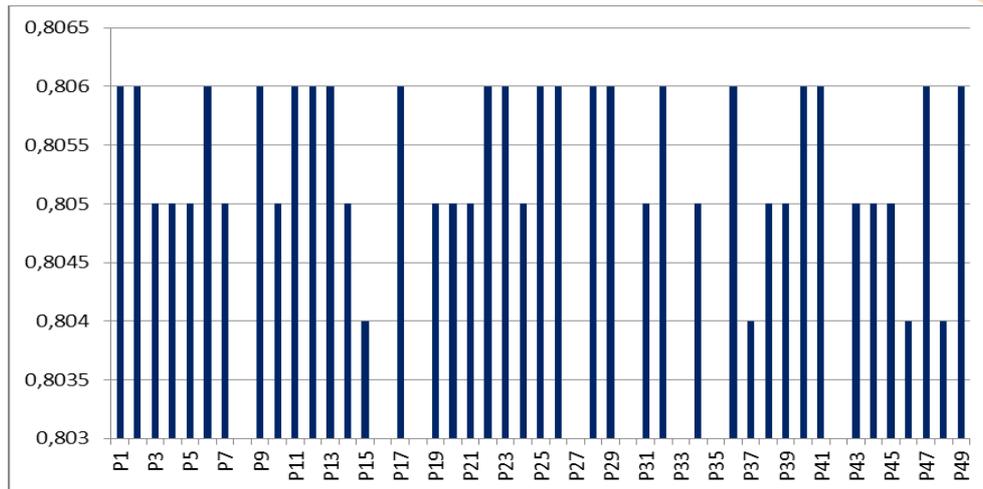


Figura 6: Densidade específica (g/ml) das amostras de etanol - Junho/Julho de 2015.

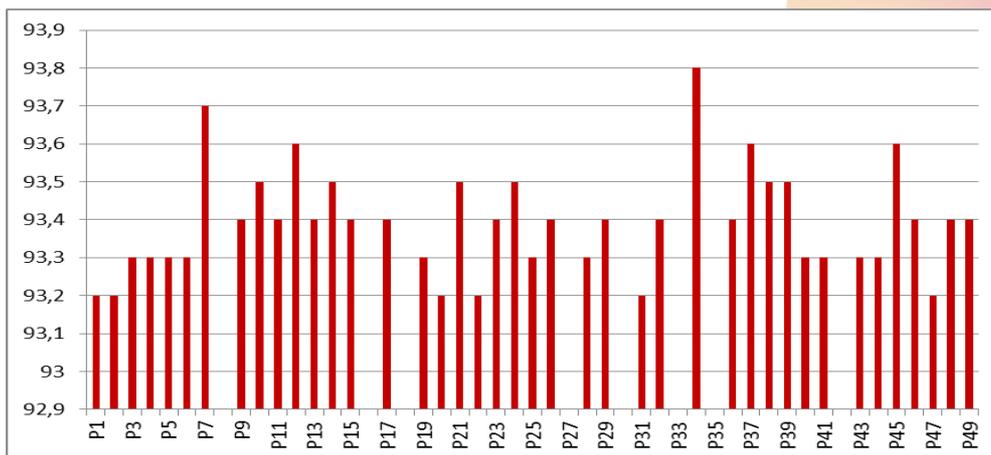


Figura 7: Teor Alcólico (°INPM) das amostras de etanol - Junho/Julho de 2015.

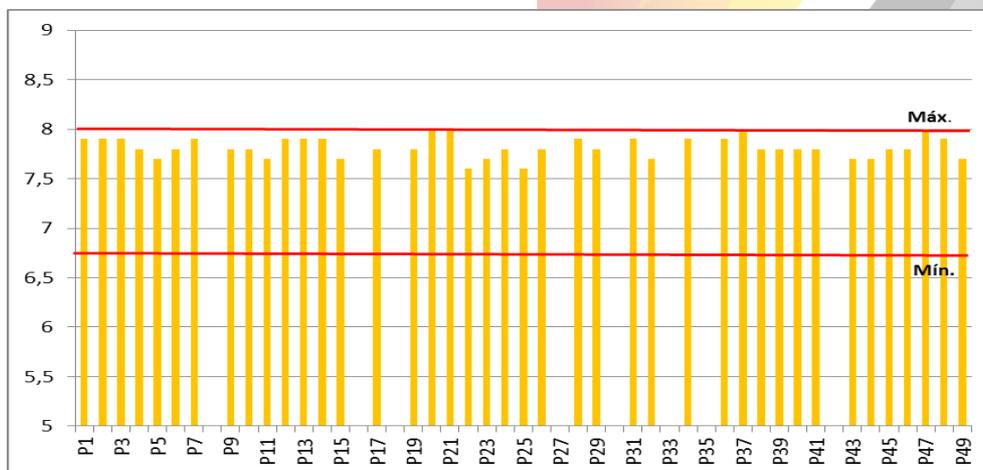


Figura 8: Potencial hidrogeniônico (pH) das amostras de etanol - Junho/Julho de 2015.

#### 4. CONCLUSÕES

Como observado nos resultados obtidos não ocorreu nenhum problema de não conformidade. Foi estabelecido um padrão máximo em qualidade para o etanol comercializado no município de Campina Grande, além de ser um biocombustível renovável, menos poluente e prejudicial ao motor que os derivados do petróleo.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <[www.anp.gov.br](http://www.anp.gov.br)>, acesso em 24 de outubro de 2014.

NBR 5992. ABNT. **Álcool etílico e suas misturas com água - Determinação do teor de álcool etílico anidro combustível (AEAC) – Método do densímetro**, Rio de Janeiro, 2008.

NBR 13992. ABNT. **Álcool etílico hidratado – Determinação do pH pelo método do potenciômetro**, Rio de Janeiro, 2006.

NBR 10547. ABNT. **Etanol combustível - Determinação da condutividade elétrica**, Rio de Janeiro, 2009.

NBR 13992. ABNT. **Etanol hidratado combustível – Determinação do teor de hidrocarbonetos pelo método da proveta**, Rio de Janeiro, 200