

## EMPREGO DE CARVÃO ATIVADO E RESINAS DE TROCA IÔNICA NA REMOÇÃO DE SUBSTÂNCIAS ORGÂNICAS CONTAMINANTES DO ÁLCOOL ETÍLICO

Use of activated charcoal and ionic exchange resins to remove organic substances contaminating the ethyl alcohol

Cristiane da Cunha SALATA<sup>1</sup>

Cláudio CABELLO<sup>2</sup>

### RESUMO

Este trabalho teve por objetivo caracterizar e avaliar a atuação do sistema combinado, envolvendo carvão ativado e resinas de troca iônica na remoção de substâncias orgânicas contaminantes do álcool etílico provenientes da fermentação do amido de mandioca. Para a realização dos testes foi utilizado álcool etílico PA a 96 °GL, condutividade de 0,90  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C, acidez de 60 mg/L e teste de Barbet de 43 minutos a 15 °C. O álcool contaminado foi composto de álcool etílico aditivado de: álcoois superiores, ácidos orgânicos, éster, diol, aldeídos, cetona e éter. Ao álcool contaminado foram adicionados 2% de carvão ativado e após a isoterma de adsorção em resinas de troca iônica foi testada. A adsorção com carvão ativado foi realizada em Banho Maria na temperatura de 30 °C durante uma hora e meia e sob agitação. Já a adsorção em colunas de troca iônica ocorreu a temperatura ambiente em colunas com 93,4 cm de altura de preenchimento e diâmetro de 2,29 cm, nas vazões de 180 mL/min e 90 mL/min. Foram recolhidas amostras nos testes com carvão e com cada uma das resinas e as seguintes análises foram efetuadas: condutividade, acidez e teste de Barbet. Os valores médios para condutividade, acidez e para o teste de Barbet após a adsorção em carvão e resinas catiônica e aniônica foram respectivamente: condutividade foi de 240; 354 e 465  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 25 °C; acidez de 1.081; 1.103 e 1.062 mg/L e o teste de Barbet foi de 21; 20 e 9 minutos a 15 °C. Observou-se que a adição de 2% de carvão ativado e a permanência nas colunas de adsorção não foi suficiente para remover as substâncias orgânicas contaminantes do álcool etílico.

**Palavras-chave:** etanol de mandioca, adsorção, purificação, álcool neutro.

### SUMMARY

This work had with objective to characterize and evaluate the performance of the combined system, involving activated charcoal and ionic exchange resins in the removal of substances organic contaminating of the ethyl alcohol from the fermentation of the cassava starch. To testing

<sup>1</sup> CERAT - Fazenda Experimental Lageado – Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu / SP. Portaria I – Rua José Barbosa de Barros, 1780 – Cep: 18.610-307 – Caixa Postal: 237 - cristiane.salata@yahoo.com.br

<sup>2</sup> CERAT - Fazenda Experimental Lageado - Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP – Campus de Botucatu / SP. Portaria I – Rua José Barbosa de Barros, 1780 – Cep: 18.610-307 – Caixa Postal: 237 - dircerat@fca.unesp.br

was used ethyl alcohol PA 96 °GL, conductivity of 0.90  $\mu\text{S}/\text{cm}$  at 25 °C, acidity of 60 mg/L and Barbet test of 43 minutes at 15 °C. The contaminated alcohol was composed of ethyl alcohol additive of higher alcohols, organic acids, ester, diol, aldehydes, ketone and ether. Contaminated alcohol was added 2% activated charcoal and after the adsorption isotherm in ionic exchange resins was tested. The adsorption with activated charcoal was performed in a Water Bath at 30 °C for one hour and a half and shaking. Already adsorption ionic exchange columns occurred at room temperature on columns of 93,4 cm in filling height and diameter of 2.29 cm, for flows of 180 mL/min and 90 mL/min. Samples were collected in the tests with charcoal and with each one of the resins and the following analyses were performed: conductivity, acidity and Barbet test. The medium values for conductivity, acidity and Barbet test after the adsorption in charcoal and cation and anion resins were respectively: conductivity was 240; 354 and 465  $\mu\text{S}/\text{cm}$  to 25 °C; acidity of 1.081; 1.103 and 1.062 mg/L and the Barbet test was 21; 20 and 9 minutes to 15 °C. It was observed that the addition of 2% of activated charcoal and the permanence in the columns of adsorption was not sufficient to remove the organic substances contaminating of the ethyl alcohol.

**Keywords:** cassava ethanol, adsorption, purification, neutral alcohol.

## INTRODUÇÃO

O álcool é um dos principais componentes das formulações dermatológicas, farmacêuticas e cosméticas, de modo que são de extrema importância sua qualidade e pureza. Segundo Viafarma (2010) não é incomum nos depararmos com problemas de formulações, bem como com reações irritativas na pele, causadas ou agravadas pelo emprego do álcool de baixa qualidade, geralmente de grau industrial.

Sabe-se que o álcool refinado de cana do mercado não apresenta um padrão satisfatório de qualidade; isto porque, via de regra, trata-se de um produto obtido a partir do melaço, um subproduto do açúcar que apresenta elevados teores de resíduos químicos. E, por outro lado, a oferta de álcool de cereal é muito pequena e de origem incerta, sendo o produto de baixa qualidade, com elevados teores de acidez e componentes voláteis (VIAFARMA, 2010).

A adsorção é um fenômeno físico-químico onde o componente em uma fase gasosa ou líquida é transferido para a superfície de uma fase sólida. Os componentes que se unem à superfície são chamados adsorvatos, enquanto que a fase sólida que retém o adsorvato é chamada adsorvente. Existem basicamente dois tipos de adsorção: a adsorção física e a adsorção química. No entanto, em certas ocasiões os dois tipos podem ocorrer simultaneamente (PUC, 2010).

Sendo que, a adsorção física ou adsorção de van der Waals, é a ligação de um adsorbato com a superfície sólida, pelas forças cujos níveis de energia são próximos daquele de condensação. E, a adsorção química é a ligação de um adsorbato com a superfície do sólido, pelas forças cujos níveis de energia se aproximam aos da própria ligação química (MUCCIACITO, 2006).

O carvão ativado é uma forma de carbono tratado para aumentar significativamente suas propriedades de adsorção, eliminando odores, mau gosto e substâncias orgânicas dissolvidas. O carvão ativado é usado nos processos em que se deseja remover determinadas substâncias de um fluido, através do fenômeno de adsorção. Eles atendem ampla e variada gama de aplicações, tais como: alimentício, bebidas, farmacêutico, químico, tratamento de ar, tratamento de água, adsorção de gases, catálise, tratamento de efluentes entre outros (MUCCIACITO, 2006).

Sua capacidade de adsorção é dependente de vários fatores, tais como: o processo de ativação a que foi submetido, granulometria, área superficial, teor de cinzas, densidade, pH, entre outros (MUSSATTO E ROBERTO, 2004 citado por OLIVEIRA E ALMEIDA, 2005).

Já as resinas de troca iônica são pequenas esferas poliméricas carregadas com hidrogênio (resinas catiônicas) ou hidroxilas (resinas aniônicas). O processo de remoção por troca iônica é simples: as resinas catiônicas trocam seus hidrogênios (H<sup>+</sup>) por cátions, como sódio, cálcio,

magnésio e as resinas aniônicas trocam suas hidroxilas (OH<sup>-</sup>) por ânions, como fluoretos, cloretos, sulfatos, bicarbonatos (OLIVEIRA E ALMEIDA, 2005).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar a atuação do sistema combinado, envolvendo carvão ativado e resinas de troca iônica (catiônica e aniônica) na remoção de substâncias orgânicas; provenientes da fermentação do amido de mandioca; contaminantes do álcool etílico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste ensaio foi utilizado álcool etílico PA a 96 °GL e com as características descritas na Tabela 1.

Três litros de álcool etílico foram aditivados com 500 ppm de álcoois superiores (amílico, iso-amílico, propílico, iso-propílico, butílico, iso-butílico e metílico); ácidos orgânicos (acético, butírico, propiônico); éster (acetato de etila); diol (monoetilenoglicol); aldeídos (acetaldeído, butiraldeído); cetona (acetona) e éter (acetal).

Tabela 1: Álcool etílico padrão a 96 °GL e com adição de contaminantes.

Álcool etílico	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ a 25 °C)	Acidez (mg/L)	teste de Barbet (minutos a 15 °C)
Padrão	0,90	60	43

As adituações ocorreram na temperatura de 20 °C, sendo que o álcool contaminado apresentou condutividade igual

a 107  $\mu\text{S/cm}$  a 25 °C, acidez 1.068 mg/L e teste de Barbet de 9 minutos a 15 °C conforme a Tabela 2.

Tabela 2: Álcool etílico padrão a 96°GL e com adição de contaminantes.

	Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C)				Acidez (mg/L)				teste de Barbet (minutos a 15 °C)			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média
<b>Álcool contaminado</b>	118	101	103	<b>107</b>	1.063	1.068	1.073	<b>1.068</b>	8	9	9	<b>9</b>

Para a remoção dos contaminantes do álcool etílico foram testados carvão ativado e resinas de troca iônica (catiônica e aniônica). Ao álcool contaminado foram adicionados 2% de carvão ativado, o mesmo foi colocado em Banho Maria na temperatura de 30 °C onde permaneceu durante uma hora e meia sob agitação. Decorrido esse tempo o álcool contaminado foi filtrado em papel de filtro e amostras foram recolhidas para análise. A seguir, foi submetido a colunas de troca iônica (catiônica e aniônica), cujo volume de preenchimento era de 384,49 cm<sup>3</sup>. A alimentação das colunas foi realizada no sentido ascendente na vazão de 180 mL/min e 90 mL/min, sendo retiradas amostras em cada uma das colunas no 6°

minuto de permanência. Nas amostras foram efetuadas as seguintes análises: condutividade, acidez segundo Copersucar (1987) e teste de Barbet de acordo com a NBR 5824 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

O mesmo sistema combinado foi utilizado com o álcool etílico padrão como testemunha, é o que mostra a Tabela 5 e 6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se os valores para condutividade, acidez e teste de Barbet para o álcool contaminado que sofreu um processo adsorptivo em carvão ativado e resinas de troca iônica nas vazões de 180 mL/min e 90 mL/min.

Tabela 3: Características do álcool contaminado após adsorção por carvão ativado, resina catiônica e resina aniônica na vazão de 180 mL/min.

Adsorvente	Condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25 °C)				Acidez (mg/L)				teste de Barbet (minutos a 15 °C)			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média
<b>Carvão ativado</b>	244	244	231	<b>240</b>	1.075	1.078	1.090	<b>1.081</b>	20	22	22	<b>21</b>
<b>Resina catiônica</b>	350	368	345	<b>354</b>	1.090	1.116	1.104	<b>1.103</b>	20	22	19	<b>20</b>
<b>Resina aniônica</b>	502	471	423	<b>465</b>	1.039	1.082	1.066	<b>1.062</b>	8	9	9	<b>9</b>

Segundo Stupiello et. al. (1972) a reação de Barbet para álcool neutro deve ser

de no mínimo 45 minutos, já a empresa Agro Industria Tarumã indica um mínimo de 40

minutos. De acordo com essas referências tanto o sistema combinado como cada um dos adsorventes em separado; o carvão

ativado e as resinas catiônicas e aniônicas; não surtiram o efeito desejado conforme mostra as Tabelas 3 e 4.

Tabela 4: Características do álcool contaminado após adsorção por carvão ativado, resina catiônica e resina aniônica na vazão de 90 mL/min.

Adsorvente	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ a 25 °C)				Acidez (mg/L)				teste de Barbet (minutos a 15 °C)			
	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	média
<b>Carvão ativado</b>	244	244	231	<b>240</b>	1.075	1.078	1.090	<b>1.081</b>	20	22	22	<b>21</b>
<b>Resina catiônica</b>	462	445	440	<b>449</b>	1.039	1.051	1.078	<b>1.056</b>	15	16	18	<b>16</b>
<b>Resina aniônica</b>	649	616	610	<b>625</b>	991	1.030	1.013	<b>1.011</b>	8	8	9	<b>8</b>

De acordo com Costa (2007) e com as especificações para álcool hidratado de cereais da empresa Agro Industria Tarumã o valor da condutividade deve ser no máximo 100  $\mu\text{S/m}$  ou 1  $\mu\text{S/cm}$  e o valor da acidez deve ser de no máximo 10 mg/L. Sendo assim os valores de condutividade e acidez encontram-se acima do valor especificado no mercado para álcool etílico neutro, pois tanto a condutividade como a acidez do álcool

etílico aumentaram com o uso dos adsorventes (carvão ativado, resina catiônica e resina aniônica) para ambas as vazões.

Os valores das análises de condutividade, acidez e teste de Barbet para o álcool etílico padrão que passou pelo sistema combinado de adsorção nas vazões de 180 mL/min e 90 mL/min, encontram-se nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5: Características do álcool etílico padrão (testemunha) após adsorção por carvão ativado, resina catiônica e resina aniônica na vazão de 180 mL/min.

Adsorvente	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ a 25 °C)	Acidez (mg/L)	teste de Barbet (minutos a 15 °C)
<b>Carvão ativado</b>	162	62	60
<b>Resina catiônica</b>	118	62	60
<b>Resina aniônica</b>	120	62	35

Pode-se observar que; no caso do álcool etílico padrão tanto para a vazão de 180 mL/min como para 90 mL/min; o

emprego do carvão ativado e da resina catiônica melhorou o tempo do teste de Barbet a 15 °C, aumentando para 60

minutos. Porém, a resina aniônica exerceu um efeito contrário, diminuindo para 35

minutos o tempo de reação do Barbet.

Tabela 6: Características do álcool etílico padrão (testemunha) após adsorção por carvão ativado, resina catiônica e resina aniônica na vazão de 90 mL/min.

Adsorvente	Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ a 25 °C)	Acidez (mg/L)	teste de Barbet (minutos a 15 °C)
Carvão ativado	162	62	60
Resina catiônica	117	62	60
Resina aniônica	142	65	36

A Figura 1 e 2 ilustra os dados das análises de condutividade, acidez e teste de Barbet realizadas para o álcool contaminado após adsorção em carvão ativado e resinas de troca iônica. Sendo que, o valor da acidez no caso da testemunha ficou em torno de 62 mg/L.

iônica, mostrou-se ineficiente na remoção das substâncias orgânicas contaminantes do álcool etílico.

Os adsorventes, carvão ativado e a resina catiônica, apenas melhoraram o resultado do teste de Barbet, porém não apresentaram resultados satisfatórios para a condutividade e a acidez.

## CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que o sistema combinado de tratamento, envolvendo carvão ativado e resinas de troca

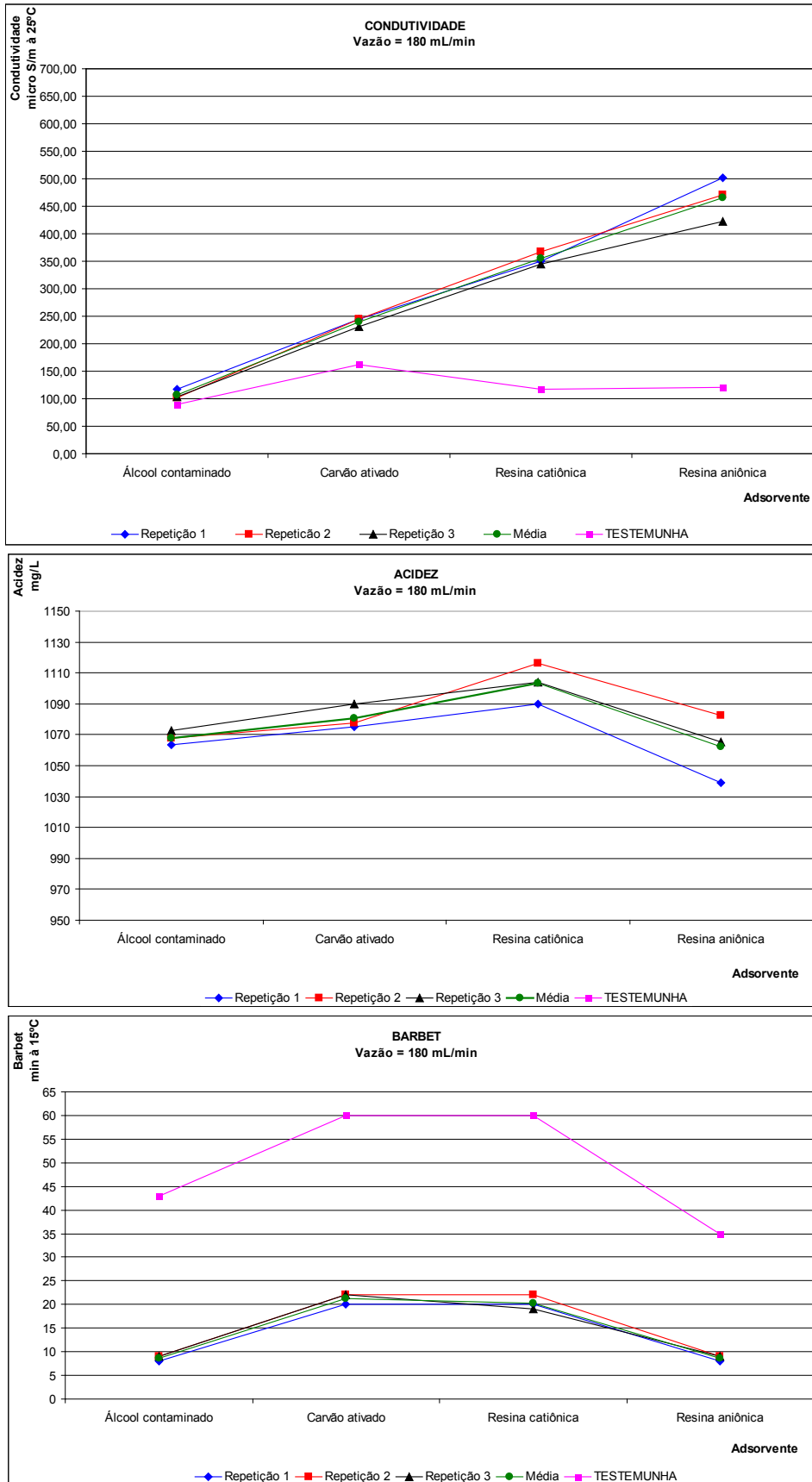


Figura 1: Gráficos das análises realizadas na vazão de 180mL/min.

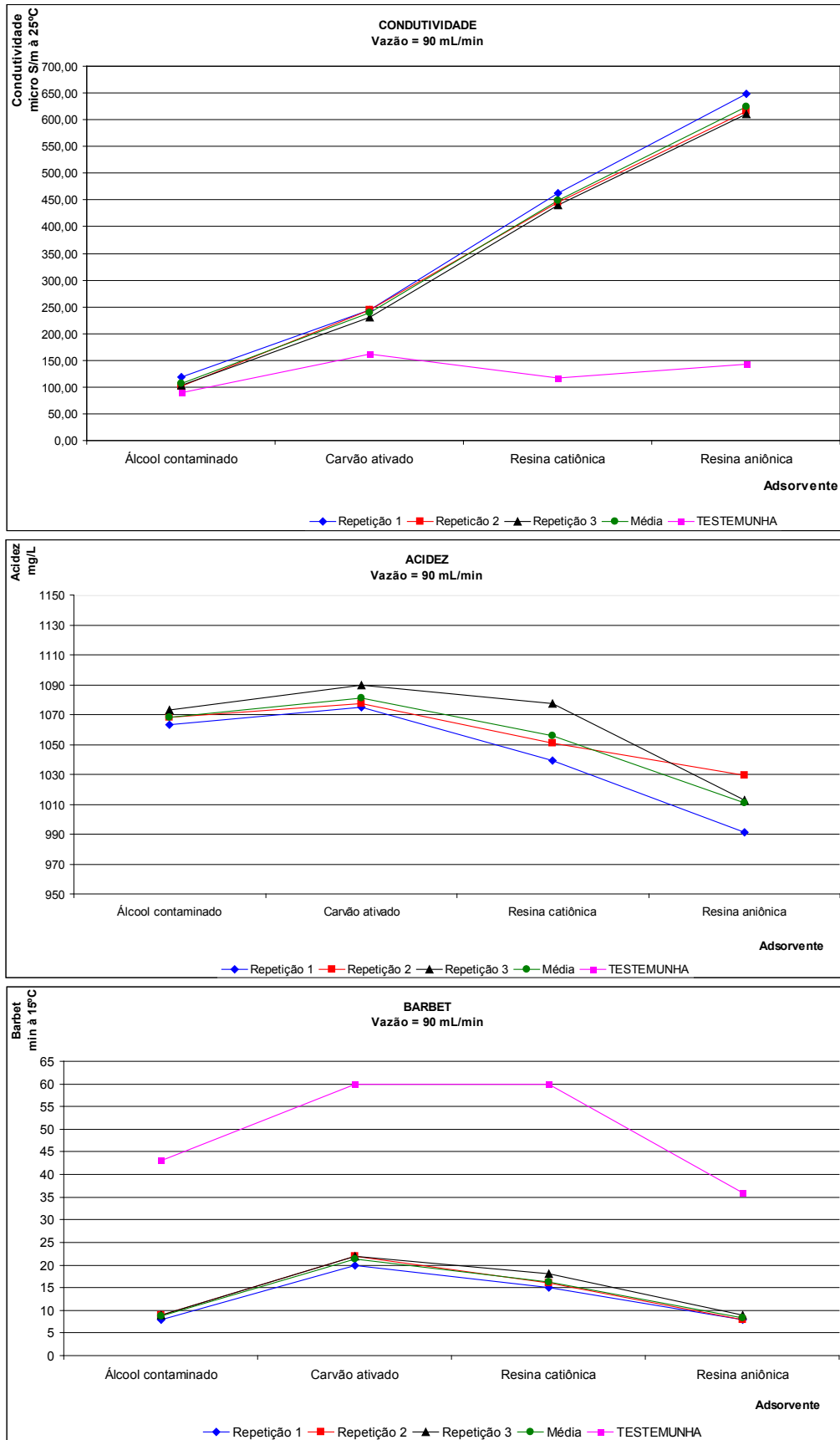


Figura 2: Gráficos das análises realizadas na vazão de 90 mL/min.



## REFERÊNCIAS

COSTA, M. G. Álcool etílico. **Serviço Brasileiro de Respostas Técnicas (SBRT).**

USP/DT (Agência USP de Inovação / Disque-Tecnologia). set. de 2007. Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt7266.pdf?PHPSESSID=ce49e752f6867b58a7512f2b7e2d07eb>>. Acesso em: 12 de maio de 2009.

MUCCIACITO, J. C. Conceitos e aplicações do carvão ativado. 22<sup>a</sup> ed. **Revista e portal meio filtrante.** setembro/outubro de 2006, ano V. Disponível em: <<http://www.meiofiltrante.com.br/materias.asp?action=detalhe&id=254>>. Acesso em: 16 de nov. 2009.

Oliveira, P. S.; Almeida, R. M. R. G. Adsorção de glicose e frutose em carvão ativo e resina de troca iônica. UNICAMP: **VI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação**

**Científica.** 2005. 6p. Disponível em: <<http://www.feq.unicamp.br/~cobeqic/tBT37.pdf>>. Acesso em: 22 de jul. 2010.

PUC. **Adsorção em carvão ativado e outros materiais.** Rio de Janeiro: Pontifícia Universidade Católica. c.3, p. 34-52. Disponível em: <[http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0511121\\_07\\_cap\\_03.pdf](http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/0511121_07_cap_03.pdf)>. Acesso em: 22 de jul de 2010. (Certificação digital nº 0511121/CA).

STUPIELLO, J. P.; BALDO, W.; MARINO, E. A. **Curso de destilação – nível operacional.** Piracicaba: Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 1972. 162p.

VIAFARMA. **Álcool do milho para uso dermatológico, cosmético e farmacêutico.** ALPURE 96. Disponível em: <[http://www.viafarmanet.com.br/conteudo/pdf/foi\\_alpure.pdf](http://www.viafarmanet.com.br/conteudo/pdf/foi_alpure.pdf)>. Acesso em: 22 de jul de 2010.