

1

2

3 **Uso de Imagens Digitais Obtidas por Escâner para Determinação da**

4 **Acidez da Cachaça**

5

6

7

8

9

REIS, Josiane Amorim¹

10

josyquim@gmail.com

11

MARTINS, Valdomiro Lacerda¹

12

valdomiro@gmail.com

13

14

15

16

17

18

¹ Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia, Rua

19

Nossa Senhora do Rosário, 3863, Itacoatiara, Amazonas, Brasil

20

21

22

23

24

25 **Uso de Imagens Digitais Obtidas por Escâner para Determinação da**
26 **Acidez da Cachaça**

27

28

29 **RESUMO**

30 A cachaça é a bebida destilada obtida a partir da fermentação do mosto da cana
31 de açúcar e tem origem na cultura indígena. Atualmente o Brasil possui uma capacidade
32 instalada de produção de 1,2 bilhões de litros, mas mesmo assim apenas de 1% de sua
33 produção é exportada. Isto se deve, em parte, as exigências da qualidade desse produto
34 pelo mercado internacional. Um dos parâmetros de qualidade da cachaça é a sua acidez.
35 Comumente esse parâmetro é monitorado pela titulação potenciométrica, contudo, neste
36 trabalho é proposta uma metodologia baseada em imagem digital. Nessa metodologia as
37 componentes de cor RGB (*Red, Green e Blue*) das imagens capturadas por scanner são
38 convertidas para valores de cor e uma curva é construída registrando esses valores em
39 função do volume de titulante adicionado. O máximo na primeira derivada ou o zero na
40 segunda derivada é utilizado para estimar o parâmetro analítico e calcular o índice de
41 acidez. Após alguns ajustes no sistema de aquisição de imagens, duas amostras foram
42 submetidas para análise e os resultados obtidos foram: Amostra A (Sapupara) 0,500 e
43 Amostra B (Tropical) 0,684 g / 100mL CH₃COOH (titulação baseada em imagem
44 digital) e amostra A 0,686 e amostra B 0,624 g / 100mL CH₃COOH (titulação
45 potenciométrica).

46

47 **PALAVRAS-CHAVE**

48 Titulação; Aguardente de cana; Análises química; Métodos tecnológicos.

49 **ABSTRACT**

50 Cachaça is a distilled beverage obtained from the fermentation of wine from
51 sugar cane and has its origin in the indigenous culture. Brazil currently has an installed
52 production capacity of 1.2 billion liters, yet only 1% of its production is exported. This
53 is due, in part, the requirements of the quality of this product for the international
54 market. One of the quality parameters cachaça is its acidity. Usually this parameter is
55 monitored by potentiometric titration, however, in this work we propose a methodology
56 based on digital image. In this methodology the RGB color components (Red, Green
57 and Blue) of images captured by scanner are converted to color values and a curve is
58 constructed to record these values as a function of the volume of titrant added. The
59 maximum in the first derivative or the second derivative zero is used to estimate the
60 analytical parameter and calculating the acid. After some adjustments to the image
61 acquisition system, two samples were submitted for analysis and the results were:
62 Sample A (Sapupara) 0.500 and Sample B (Tropical) 0,684 g / 100mL CH₃COOH
63 (based on titration digital imaging) and sample A 0.686 and sample B 0.624 g / 100mL
64 CH₃COOH (potentiometric titration).

65

66

67

68

69

70

71 1. INTRODUÇÃO

72 O Brasil possui capacidade instalada de produção de cachaça de
73 aproximadamente 1,2 bilhões de litros. Atualmente, são mais de 40 mil produtores e 4
74 mil marcas. As microempresas correspondem a 99% do total de produtores. O setor da
75 Cachaça é responsável pela geração de mais de 600 mil empregos, diretos e indiretos.

76 Mesmo com uma capacidade instalada de produção de 1,2 bilhões de litros,
77 apenas de 1% da cachaça produzida anualmente é exportada. Atualmente, a cachaça é
78 exportada para mais de 60 países. Em 2011, 9,80 milhões de litros de cachaça foram
79 exportados por pouco mais de 90 empresas gerando uma receita de US\$ 17,28 milhões.
80 Dentre os principais mercados de destino estão Alemanha, Portugal, Estados Unidos e
81 França. (IBRAC, 2011)

82 A produção de cachaça pode ser dividida em quatro etapas principais: obtenção do
83 mosto, fermentação, destilação e envelhecimento. Por melhor que sejam realizadas as
84 três primeiras etapas do processo produtivo, o destilado recém obtido apresentará sabor
85 seco, ardente e um aroma não muito agradável (AQUINI, et al. 2006).

86 A legislação brasileira define bebida alcoólica como um produto refrescante ou
87 aperitivo destinada à ingestão humana no estado líquido, sem finalidade medicamentosa
88 e contendo mais de meio grau Gay-Lussac de álcool etílico. A cachaça é definida como
89 sendo uma denominação típica e exclusiva para aguardente de cana produzida no Brasil,
90 com graduação alcoólica de 38-48% em volume a 20°C [AQUARONE, 2001).

91 O aumento do consumo de cachaça de qualidade e a possibilidade de exportação
92 estão cada vez mais exigindo que seu processo de fabricação seja baseado em práticas
93 criteriosamente determinadas para obtenção de um produto mais padronizado e com
94 qualidade comprovada nos aspectos físico-químicos e sensoriais. A qualidade da

95 cachaça requer conhecimentos científicos e tecnológicos apurados, competência,
96 sensibilidade e dedicação.

97 Um dos parâmetros de qualidade da cachaça é a sua acidez. A acidez da cachaça
98 depende do controle no processo de fermentação, o tempo e a temperatura de
99 fermentação e o manejo do mosto. O aumento de oxigênio faz com que o lêvedo
100 transforme o açúcar em ácido acético em vez de etanol.

101 Embora a cachaça seja a segunda bebida alcoólica mais consumida no Brasil,
102 sua cadeia produtiva não é tecnologicamente homogênea, havendo uma busca no
103 desenvolvimento de tecnologias para aperfeiçoar e controlar a qualidade e a
104 padronização da bebida. O aprimoramento da qualidade e da padronização da cachaça é
105 essencial para que a bebida atenda aos padrões internacionais e seja aceita pelo mercado
106 externo, proporcionando condições de abertura e manutenção do mercado de
107 exportação. Além disso, proporcionaria aceitação no mercado interno pelas classes de
108 maior poder aquisitivo, as quais exigem bebida de boa qualidade (SILVA, et al. 2009).

109 Diante da necessidade, cada vez maior, do controle de qualidade de produtos
110 industrializados, a química analítica tem sido utilizada diariamente para realizar uma
111 grande variedade de análises químicas, entre elas, análises clínicas, nutricionais e para
112 controle de qualidade de alimentos e de bebidas, a exemplo da cachaça. Algumas dessas
113 análises baseiam-se na capacidade de determinadas substâncias formarem compostos
114 coloridos. Nesses casos, a medida da intensidade da cor formada permite determinar a
115 quantidade do analito na amostra. Uma vez a cor pode ser relacionada com a
116 concentração do analito, imagens capturadas por uma Scanner, WebCam ou máquina
117 fotográfica podem ser utilizadas para propósitos analíticos.

118 Uma imagem pode ser classificada como um resultado de um estímulo
119 luminoso. Quando uma fotografia ou uma cena real é observada, o olho humano associa
120 os comprimentos de onda refletidos com os padrões de cores e o cérebro humano
121 interpreta as imagens. O digitalizador de uma imagem trabalha de modo similar: a cena
122 real é capturada por um dispositivo eletrônico, tal como um scanner, e o sinal é
123 convertido em uma forma numérica. Na forma digital, as imagens podem ser
124 quantificadas, manipuladas e transformadas matematicamente usando-se programas
125 computacionais.

126 A representação de cor mais usada foi proposta por um pesquisador da Kodak
127 chamado Bryce Bayer e é conhecida como padrão Bayer. Essa representação baseia-se
128 no uso de três filtros de cores, vermelho, verde e azul, representados pelas letras R, G e
129 B (do inglês: Red, Green e Blue). A combinação das intensidades dessas componentes
130 possibilita a geração de diferentes cores. Cada componente RGB armazena uma
131 informação de 8 bits, totalizando 24 bits de cores, logo, a combinação dessas
132 componentes permite a aquisição de mais de 16 milhões ($2^8 \times 2^8 \times 2^8 = 16.777.216$) de
133 possibilidades de cores.

134 Para uma imagem digital ser a mais parecida possível com sua imagem original
135 é necessário um número adequado de *pixels*, que deve ser capaz de representar os
136 detalhes de um gráfico em uma determinada área. A capacidade de representar uma
137 imagem com exatidão é chamada de resolução. Em geral, são utilizadas três matrizes,
138 cada uma com um sensor, para armazenar as informações de uma imagem.

139 A digitalização de uma imagem por um scanner geralmente usa uma barra de
140 radiação que atinge a imagem, transferindo radiação suficiente para o sensor. Com a
141 reflexão da radiação, o sensor pode reconstituir e armazenar a imagem digital. A

142 resposta analítica que uma imagem gera representa os seus padrões de cores RGB, com
143 valores entre 0 e 255 de cada componente. O padrão RGB é um modelo somatório das
144 cores que usa os valores de três cores primárias para fornecer a cor exibida (GOMES, et
145 al. 2008).

146 O uso de imagens digitais para propósitos analíticos tem sido demonstrado.
147 GAIÃO et al. (2006) utilizaram imagens digitais para determinar alcalinidade total em
148 água mineral e da torneira. LYRA et al. (2009) utilizaram imagens digitais para
149 determinar lítio em antidepressivo e sódio em soro fisiológico.

150 TORRES et al. (2011) utilizaram imagens digitais para determinar acidez total
151 de vinhos. LYRA et al. (2011) utilizaram imagens digitais para determinar diclofenaco
152 de sódio e dipirona sódica em drogas injetáveis. Em todos os trabalho as imagens foram
153 capturadas por WebCam.

154 Nesse contexto, esse trabalho faz uso de imagens digitais capturadas por scanner
155 para determinar a acidez de cachaças. Os resultados serão comparados com aqueles
156 obtidos por titulação potenciométrica. O uso de metodologias baseadas em imagens
157 digitais para o controle de qualidade de produtos vem se destacando devido ao baixo
158 custo de implementação.

159

160

161 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

162 Neste trabalho a amostra de cachaça foi submetida para análise a fim de determinar
163 sua acidez. As etapas envolvidas na análise foram: Montagem do sistema de medidas,
164 Preparo das soluções amostras e Aquisição e tratamento das imagens, descritas em
165 detalhes a seguir.

166

167 **2.1. Montagem do sistema de medidas**

168 Como pode ser visto na **Figura 1**, o sistema de medida é constituído por um
169 scanner, um computador, um agitador magnético, um pHmetro e um recipiente para a
170 amostra (becker). Ao recipiente da amostra foi introduzida uma barra magnética para
171 promover a mistura da solução amostra, indicador (fenolftaleína 1 %) e titulante (NaOH
172 0,05 mol L⁻¹).

173

174 **2.2. Preparo das soluções amostras**

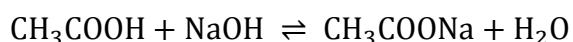
175 As soluções amostras utilizadas na titulação baseada em imagem digital foram
176 preparadas adicionando-se 25,0 mL de cachaça e 5 gotas da solução de fenolftaleína
177 1 %, previamente preparada, a um becker de 100 mL.

178

179 **2.3. Aquisição e tratamento das imagens**

180 A aquisição das imagens por scanner, utilizadas para estimar o parâmetro
181 analítico, foi realizada a cada 50 µL de NaOH 0,05 mol L⁻¹ adicionados a solução
182 amostra. Durante a titulação, as imagens foram adquiridas pelo software do fabricante
183 do scanner, HP G2710, até que volume de titulante gasto atingisse o ponto final de
184 titulação. A reação envolvida na titulação é representada a seguir.

185



186

187 As imagens adquiridas foram submetidas ao software ImagJ para obtenção dos
188 valores das componentes RGB, os quais foram convertidos para valores de cor. Os

189 valores de cor foram registrados em função dos volumes de titulante adicionados para
190 estimar o parâmetro analítico, descrito na **Seção 3**.

191

192

193 **3. RESULTADOS**

194 Para obtenção do parâmetro analítico, os valores das componentes RGB foram
195 convertidos para valores de cor pela seguinte expressão:

196

$$\text{Cor} = B + 256G + 65536R$$

197

198 Os valores de cor foram registrados em função dos volumes de titulante
199 adicionados, **Figura 2**. A curva obtida foi derivada duas vezes. O parâmetro analítico,
200 volume gasto no ponto final de titulação, foi obtido projetando o máximo da primeira
201 derivada no eixo da abscissa ou projetando o zero da segunda derivada no eixo da
202 abscissa, **Figura 3; 4 e 12; 13** respectivamente. O volume gasto no ponto final de
203 titulação foi utilizado para calcular a acidez total da cachaça.

204

$$I_{\text{Acidez}} = \frac{V_{\text{PF}} \cdot M_{\text{NaOH}} \cdot f_{\text{NaOH}} \cdot \text{MM}_{\text{CH}_3\text{COOH}}}{10V_{\text{A}}}$$

205

206 Onde:

207 I_{Acidez} é o índice de acidez da cachaça; V_{PF} é o volume gasto de NaOH no ponto final
208 de titulação; M_{NaOH} é a concentração molar da solução de NaOH; f_{NaOH} é o fator de
209 correção da solução de NaOH; $\text{MM}_{\text{CH}_3\text{COOH}}$ é a massa molar do ácido acético e V_{A} é o
210 volume de amostra submetido para análise.

211 Para avaliar a metodologia proposto, as amostras de cachaça também foram
212 analisadas por titulação potenciométrica. Na titulação potenciométrica uma curva pH
213 versus volume de titulante é registrada, **Figuras 5 e 11**. O parâmetro analítico é
214 estimado do mesmo modo que foi feito para a metodologia baseada em imagem
215 capturada por scanner, **Figuras 6 , 7 e 11 , 13**. Os resultados obtidos com as duas
216 metodologias são apresentador na **Tabela 1**. A acidez total apresenta limite estabelecido
217 pela Instrução Normativa nº 13, de acordo com os padrões de identidade e qualidade
218 para bebidas destiladas (BRASIL, 2005).

219

220

221 **4. DISCUSSÕES**

222 Analisando as **Figuras 2, 5, 11**, observa-se similaridade entre as curvas de
223 titulação obtidas pelo método baseado em imagens capturadas por scanner com aquelas
224 obtidas por potenciométrica. Daí porque, o procedimento para obtenção do parâmetro
225 analítico ser o mesmo.

226 Os resultados obtidos e apresentados na **Tabela 1** mostram que não existe
227 diferença significativa entre os dois métodos para determinação da acidez da cachaça
228 analisada. Portanto, o método proposto mostrou-se viável para a determinação da acidez
229 de cachaça, podendo ser utilizado em análises de rotina. Outras amostras foram
230 analisadas para comparar os dois métodos do ponto de vista estatístico. Para isto foi
231 utilizado o teste F para um nível de 95 % de confiança.

232

233

234

235 **5. CONCLUSÃO**

236 Os dados mostram que não existe diferença significativa entre os dois métodos
237 para determinação da acidez da cachaça analisada. Portanto, o método proposto
238 mostrou-se viável para a determinação da acidez de cachaça, podendo ser utilizado em
239 análises de rotina.

240

241

242 **6. AGRADECIMENTOS**

243 Ao CNPq e a UFAM pelo apoio financeiro e a FAPEAM pela bolsa.

244

245

246 **7. BIBLIOGRAFIAS**

247 Asquieri, E.R., et al.,. Aguardente de jabuticaba obtida da casca e borra da fabricação de
248 fermentado de jabuticaba. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 29 (2009), 896-904.

249 Bizelli, L.C.; Ribeiro, C.A. F.; Novaes, F. V. Dupla destilação da aguardente de cana:
250 teores de acidez total e de cobre. Scientia Agrícola, 57 (2000), 623-627.

251 Brasil. Ministério da Agricultura Pecuária e do Abastecimento. Instrução Normativa n°
252 13, de 29 de junho de 2005. Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de
253 Identidade e Qualidade para Aguardente de Cana e para Cachaça.

254 Cabral, G. J., et al. Cachaça. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
255 Tecnológico, Departamento de Engenharia Química e Alimentos Florianópolis, 15
256 de Agosto de 2006.

257 Decreto nº 2314, de 04/09/1997. Regulamenta a lei Nº 8.918 de julho de 1994, sobre a
258 padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de
259 bebidas.

260 Decreto nº 4062, de 21/12/2001. Define as expressões “cachaça” e “cachaça do Brasil”
261 como indicações geográficas e dá outras providências.

262 Gaião, E. N.; Martins, V. L.; Lyra, W. S.; Almeida, L. F.; SILVA, E. C.; Araújo, M. C.
263 U. Digital image-based titrations. *Analytica Chimica Acta*, 570 (2006), 283-290.

264 Gomes, L.V. Ocorrência de Carbamato de etila e sua formação em cachaça de
265 alambique de cana-de-açúcar. Viçosa: UFV, 2006.

266 Gomes, M. S.; Trevizan, L. C.; Nóbrega, J. A. Uso de Scanner em Espectrofotometria
267 de Absorção Molecular: Aplicação em Experimento Didático Enfocando a
268 Determinação de Ácido Ascórbico. *Quim. nova*, 31 (2008), 1577-1581.

269 IBRAC-Instituto Brasileiro da Cachaça; QD.701 CJ.C Nº124; SALA 603 Bloco a
270 edifício centro empresarial norte - Asa Norte - Brasília/DF; CEP: 70719-903
271 ibrac@ibrac.net.

272 Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e
273 físicos para análise de alimentos. 4. ed. São Paulo: IMESP, 2005.

274 Küchler, I. L.; Silva, F. A. M. Método Potenciométrico para Determinação de Cobre em
275 Cachaça. Niterói: UFF, 24020-150.

276 Lyra, W. S.; Sanches, F. A. C.; Cunha, F. A. S.; Diniz, P. H. G. D.; Lemos, S. G.; Silva,
277 E. C.; Araújo, M. C. U. Indirect determination of sodium diclofenac, sodium
278 dipyrene and calcium gluconate in injection drugs using digital image-based
279 (webcam) flame emission spectrometric method. *Analytical Methods*, 3 (2011),
280 1975-1980.

281 Lyra, W. S.; Santos, V. B.; Dionizio, A. G. G.; Martins, V. L.; Almeida, L. F.; Gaião, E.
282 N.; Diniz, P. H. G. D.; Silva, E. C.; Araújo, M. C. U. Digital image-based flame
283 emission spectrometry. *Talanta*, 77 (2009), 1584-1589.

284 Marinho, A. V.; Rodrigues, J. P. M.; Siqueira, M. I. D. Avaliação da Acidez Volátil,
285 Teor Alcoólico e de Cobre em Cachaças Artesanais. *Goiânia*, 36 (2009), 75-93.

286 Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – MDIC, Instituto
287 Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO.
288 Portaria nº 126, de 24 de junho de 2005.

289 Silva, P.H.A.D., Faria, F. C. D. , Avaliação da intensidade de amargor e do seu
290 princípio ativo em cervejas de diferentes características e marcas comerciais,
291 *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 28(4): 902-906,out.-dez.2008.

292 Terra, J.; Rossi, A. V. Sobre o desenvolvimento da análise volumétrica e algumas
293 aplicações atuais. *Quím. Nova*, 28 (2005).

294 Tôrres, A. R.; Lyra, W. S.; Iury, S. E. A.; Andrade, R. A. N.; Silva, E. C.; Araújo, M. C.
295 U.; Gaião, e. N. A digital image-based method for determining of total acidity in red
296 wines using acid–base titration without indicator. *Talanta* 84 (2011) 601-606
297
298
299
300
301
302
303
304

305 **TABELA**

306 Tabela 1. Resultados obtidos para acidez da cachaça pelo método proposto e por
307 titulação potenciométrica.

Concentração de CH ₃ COOH (g/mL)		
Método	Amostra A	Amostra B
Imagens Digitais	5,00x10 ⁻³	6,86x10 ⁻³
Potenciométrico	6,24x10 ⁻³	7,48x10 ⁻³

308

309

310

311

312 **GRÁFICOS**

313 **Figura 1**



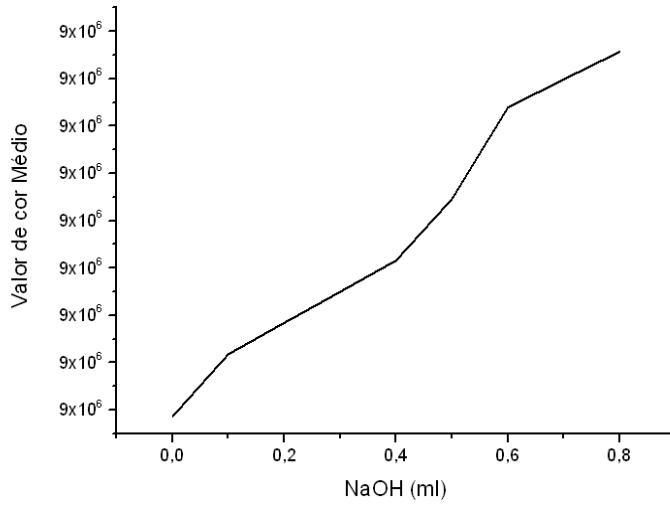
314

315 **Fig. 1.** Esquema da montagem do sistema. (a) scanner, (b) computador, (c) pHmetro, (d)

316 agitador magnético e (e) recipiente da amostra e barra magnética.

317

318 **Figura 2**

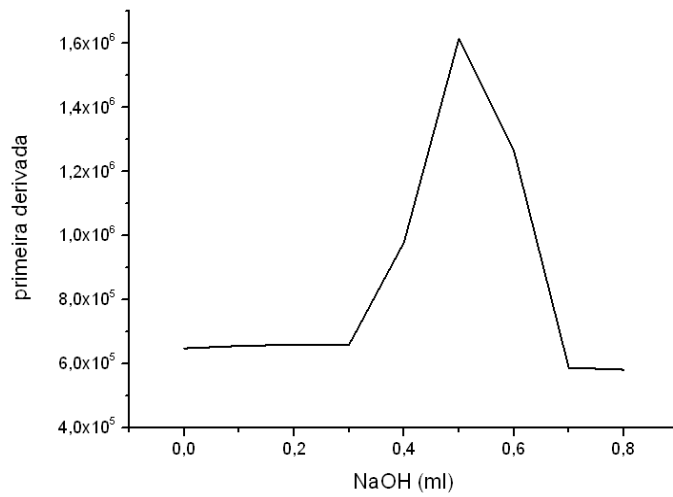


319

320 **Fig. 2.** Amostra A curva da titulação baseada em imagem digital. Valor de cor versus
321 volume de titulante adicionado.

322

323 **Figura 3**

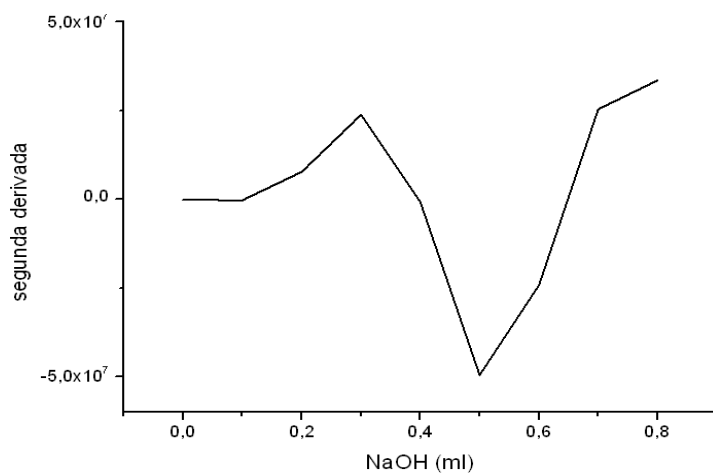


324

325 **Fig. 3.** Amostra A Primeira derivada da curva da titulação baseada em imagem digital.

326

327 **Figura 4**

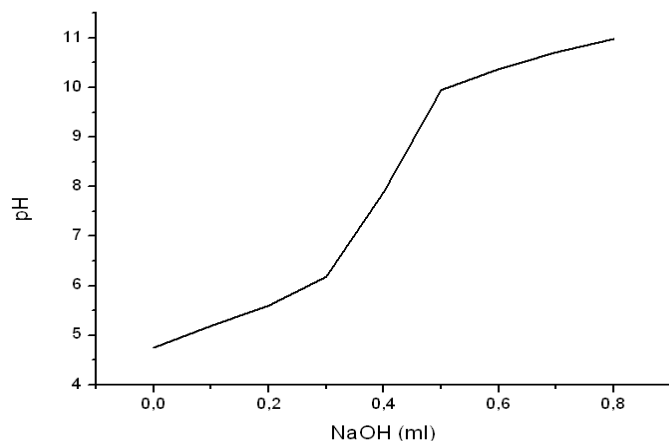


328

329 **Fig. 4.** Amostra A Segunda derivada da curva da titulação baseada em imagem digital.

330

331 **Figura 5**

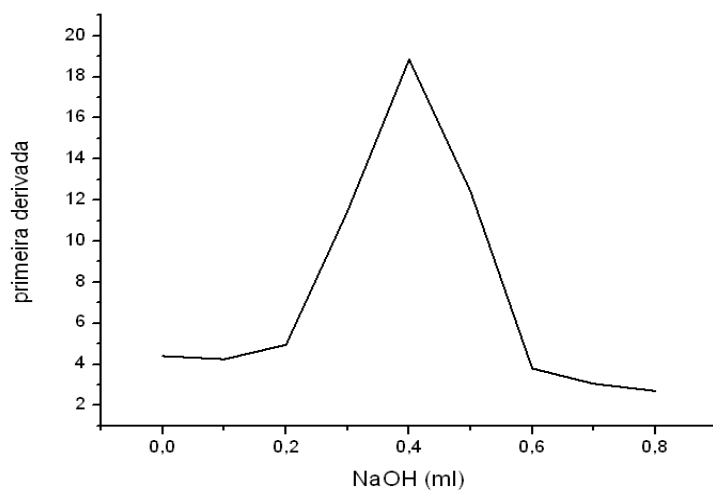


332

333 **Fig. 5.** Amostra A Curva da titulação potenciométrica. Valor de pH versus volume de
334 titulante adicionado.

335

336 **Figura 6**

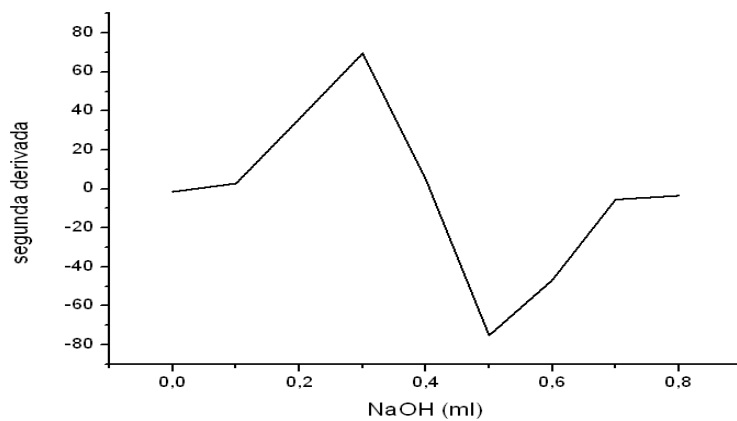


337

338 **Fig. 6.** Amostra A Primeira derivada da curva da titulação potenciométrica.

339

340 **Figura 7**

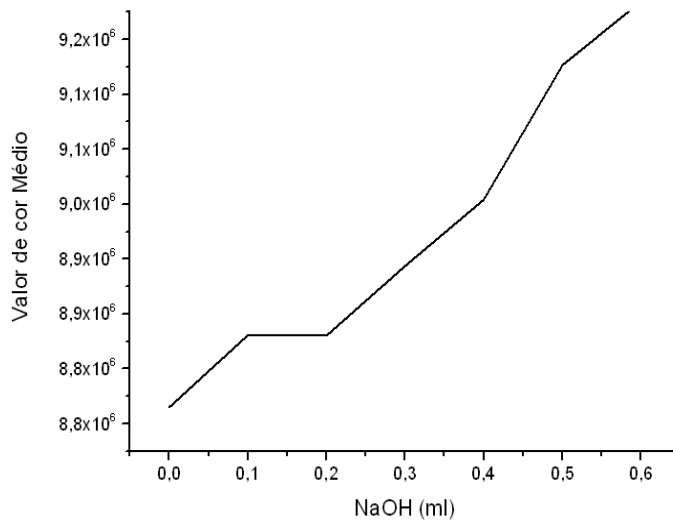


341

342 **Fig. 7.** Amostra A Segunda derivada da curva da titulação potenciométrica.

343

344 **Figura 8**

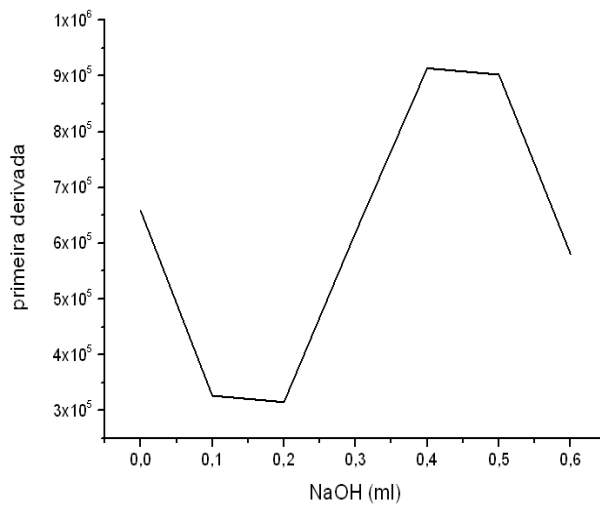


345

346 **Fig. 8.** Amostra **B** curva da titulação baseada em imagem digital. Valor de cor versus
347 volume do titulante adicionado.

348

349 **Figura 9**



350

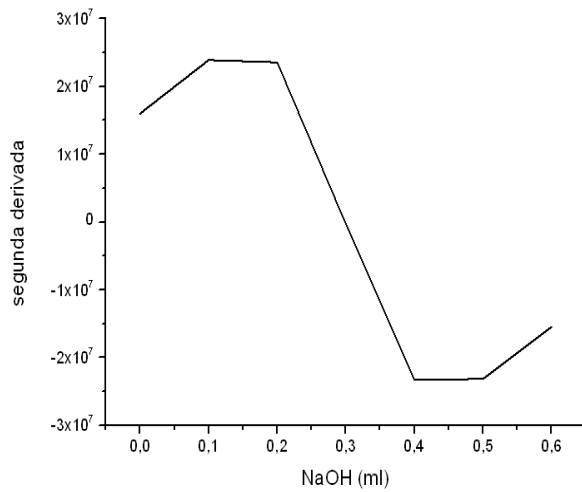
351 **Fig. 9.** Amostra **B** Primeira derivada da curva da titulação baseada em imagem digital.

352

353

354

355 **Figura 10**

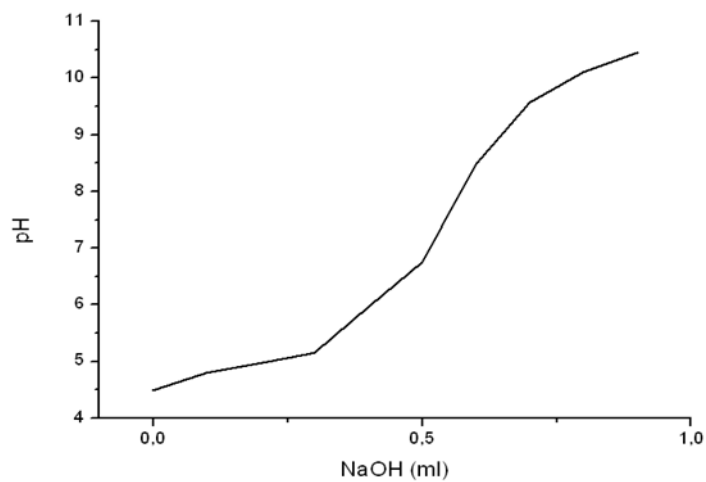


356

357 **Fig. 10.** Amostra **B** Segunda derivada da curva da titulação baseada em imagem digital.

358

359 **Figura 11**



360

361 **Fig. 11.** Amostra **B** Curva da titulação potenciométrica. Valor de pH versus volume de

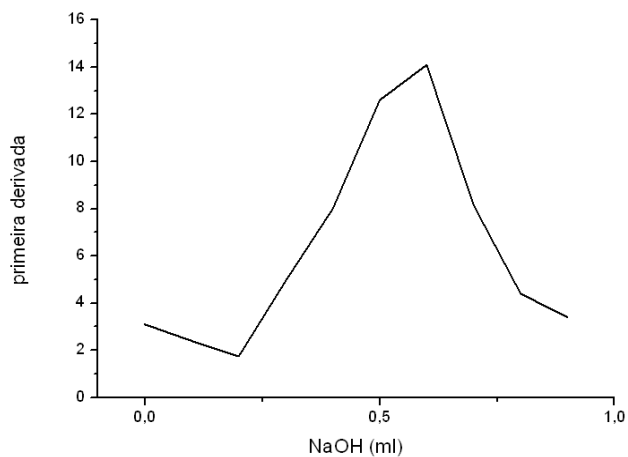
362 titulante adicionado.

363

364

365

366 **Figura 12**

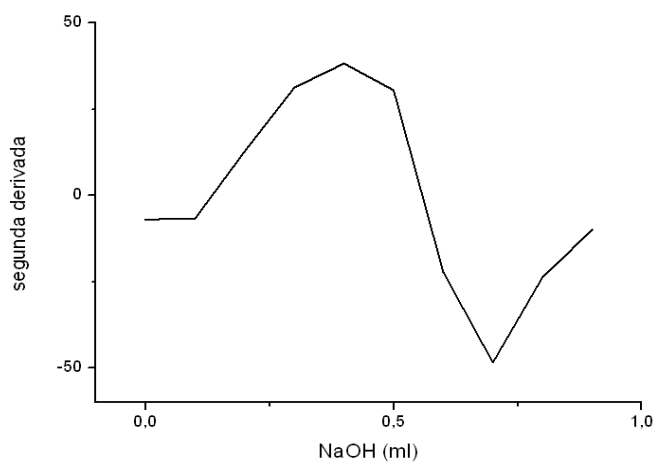


367

368 **Fig. 12.** Amostra **B** Primeira derivada da curva da titulação potenciométrica.

369

370 **Figura 13**



371

372 **Fig. 13.** Amostra **B** Segunda derivada da curva da titulação potenciométrica.

373