



11ª Olimpíada Internacional Júnior de Ciências

Mendoza, Argentina

Prova Experimental

8 de dezembro de 2014



Prova experimental

REGRAS DA PROVA

1. Não é permitido o uso de qualquer outro material, exceto remédios pessoais ou aprovados pela equipe médica
2. Apenas os cadernos de prova e o material fornecido pela Organização podem ser utilizados durante a prova.
3. O uso de itens de segurança pessoal, como luvas, óculos de proteção e avental, é obrigatório ao longo de toda a Prova Experimental.
4. Você deve trabalhar de forma segura e manter os equipamentos e o ambiente de trabalho limpo e organizado.
5. Fique no local designado para você e não deixe a prova antes que o tempo disponível tenha se encerrado.
6. É proibido comer e beber durante a prova. Se necessário, chame o monitor e peça autorização para comer fora da sala de prova.
7. Se precisar ir ao banheiro, aguarde a autorização de um monitor.
8. É proibido se comunicar com outro time durante a prova. Ao realizar discussões com seus companheiros de equipe, mantenha a voz baixa. Em caso de problemas, chame um monitor.
9. Os monitores não estão autorizados a responder perguntas sobre o conteúdo da prova.
10. Um sinal sonoro indicará o encerramento do tempo de prova. Não escreva nada no Caderno de Respostas após este sinal.
11. Após a finalização da prova, o material deve ser organizado como estava antes das atividades.
12. O Caderno de Respostas (apenas uma cópia por grupo) será recolhido por um monitor diretamente no local designado para cada equipe.
12. A equipe só pode deixar a sala após a coleta de seu Caderno de Respostas pelo monitor.



Prova experimental

INSTRUÇÕES

A prova experimental é composta por duas partes independentes entre si, podendo ser realizadas simultaneamente ou em sequência. A equipe deve decidir o seu modo de trabalho de modo a otimizar o tempo de prova.

1. Cada participante deve verificar o material dado pelo monitor (lápiz, borracha, régua, calculadora).
2. Cada participante deve verificar que o material está dividido em duas partes: Caderno de Questões (com instruções experimentais e questionário) e Caderno de Respostas. Há uma versão do Caderno de Respostas amarela (a ser submetida à correção) e uma versão branca (apenas para rascunho). **Apenas o Caderno de Respostas amarelo será corrigido.**
3. Cada participante deve verificar o equipamento de proteção (luvas, óculos de proteção e avental).
4. Cada grupo deve se assegurar de ter à sua disposição toda a vidraria e os reagentes necessários para os experimentos, conforme lista de materiais fornecida.
5. Cada grupo deve indicar na página inicial do Caderno de Respostas: nome de cada membro do grupo, número dos lugares designados, país e assinaturas. Além disso, a equipe deve escrever o código do grupo e os códigos dos participantes no cabeçalho de cada página.
6. Os resultados devem ser escritos à caneta no Caderno de Respostas nos espaços designados. Resultados escritos fora destes espaços não serão considerados.
7. O tempo disponível para realizar as atividades experimentais e registrar os resultados no Cadernos de Respostas é de 4 horas. A 30 minutos e a 5 minutos do fim, um anúncio indicará o tempo remanescente. Assim que o tempo expirar, o grupo deve parar de trabalhar imediatamente e aguardar até que um monitor recolha o Caderno de Respostas.

SUGESTÕES PARA EQUIPAMENTOS DE LABORATÓRIO

Recomendação para o uso da bagueta de vidro:

Para evitar que a bagueta de vidro quebre, recomenda-se segurá-la pela parte do meio, como indicado no desenho abaixo.

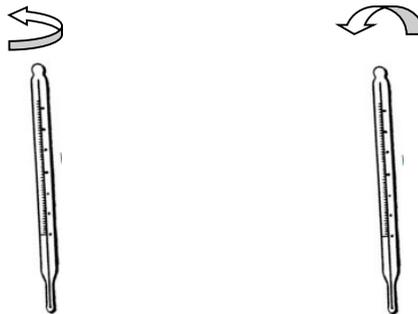


Prova experimental

Recomendação para uso do termômetro:

Para medidas de temperatura, segure o termômetro com a escala virada para você. Uma fina coluna de mercúrio pode ser observada.

Se a coluna de mercúrio não estiver evidente, mova ligeiramente o termômetro (rodando-o ou inclinando-o) até que você veja a extremidade desta coluna.



Consideração geral

Se tiver qualquer dúvida sobre o uso de um equipamento de laboratório, levante a mão para ser ajudado por um monitor.

Instruções de uso da calculadora

Como calcular $e^{-2.5}$:

1. Digite "2.5"
2. Pressione a tecla "+/-"
3. Pressione a tecla "2ndf"
4. Pressione a tecla "e^x"

Como calcular $\ln(4)$:

1. Digite "4"
2. Pressione a tecla "ln"

Prova experimental

PARTE 1: Fermentação Alcoólica da Glicose (25,0 pontos)

INTRODUÇÃO:

A fermentação alcoólica refere-se à decomposição de matéria orgânica, com rápida liberação de gás. Trata-se de um processo biológico no qual os açúcares como glicose, frutose e sacarose são transformados pelos micro-organismos para obtenção de energia. O processo metabólico pode ser realizado por leveduras, tais como *Saccharomyces cerevisiae*, sob condições anaeróbias (ausência de ar e, particularmente, oxigênio). As leveduras são micro-organismos eucarióticos classificadas no reino Fungi. São seres unicelulares sem nenhum flagelo, com formato arredondado ou oval e diâmetro entre 5 e 10 μm . Em particular, a fermentação alcoólica (assim chamada por apresentar etanol como um produto metabólico), é a base para diversas aplicações biotecnológicas, incluindo a fabricação de pães e de bebidas alcoólicas, tais quais vinho, cerveja e champagne. Hoje em dia, é também utilizada para a síntese do etanol em larga escala, que é então utilizado como biocombustível.

O fermento, que contém leveduras *Saccharomyces cerevisiae* (**Figura 1**), será utilizado neste experimento. O processo metabólico é representado pela **equação 1**. Neste processo, as células geram energia e produzem etanol ($\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{OH}$) e dióxido de carbono (CO_2) como produtos residuais. Medindo o volume de gás liberado durante o processo metabólico, o consumo de glicose e a produção de etanol podem ser estimados. Além disso, a identificação do gás produzido também pode ser confirmada.

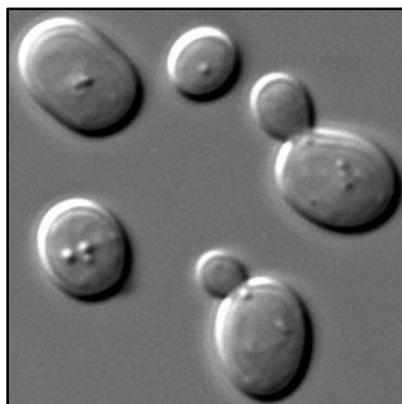
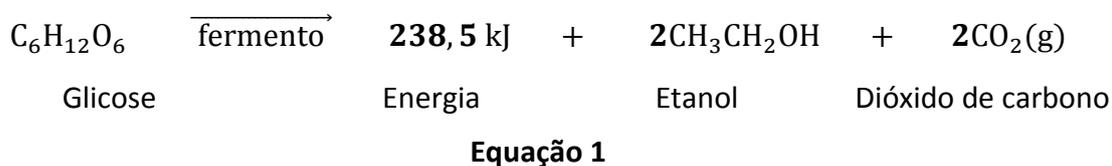


Figura 1: *Saccharomyces cerevisiae*
 (Imagem obtida por microscopia de contraste)





Prova experimental

EXPERIMENTO

Reagentes e materiais

ID #	Equipamento de segurança	Quantidade
A	Luvas de borracha	8
B	Óculos de proteção	3
C	Rolo de papel absorvente	1
D	Lixeira	2

ID #	Material para a atividade experimental	Quantidade
1	Recipiente retangular	1
2	Proveta de 1000 mL	1
3	Béquer de 250 mL	2
4	Suporte universal	1
5	Pinça de três dedos	1
6	Descanso de borracha (pad de EVA) de 15 x 15 cm	1
7	Béquer de 1000 mL	1
8	Bagueta de vidro	1
9	Termômetro, -10 °C a 150 °C	1
10	Kitasato de 1000 mL com rolha e mangueira de borracha (frasco de reação)	1
11	Cronômetro	1

ID #	Reagentes para o experimento	Quantidade
I	Água, 10 L	1
II	Solução de azul de bromotimol, 5 mL	1
III	Garrafa térmica com água quente, ~75 °C, 1 L	1
IV	Amostra de glicose, 4 g	4
V	Amostra de fermento, 50 g	2
VI	Solução saturada de Ca(OH) ₂ , 5 mL	1

PROCEDIMENTO:

A. Instruções para montagem do equipamento de medição de gás, conforme Figura 2.

Este equipamento vai ser utilizado para monitorar um dos produtos do metabolismo (gás) através da fermentação.

A.1. Despeje água até preencher metade do recipiente retangular (ID #1). Utilize a água disponível no recipiente de 10 L (ID #I) (Figura 2a).

Prova experimental

A.2. Preencha completamente a proveta (ID # 2) com a água despejada no passo A.1. Utilize o bquer de 250 mL (ID #3) (Figura 2b).

A.3. Posicione o suporte universal (ID #4) com a pinça de três dedos (ID #5) próximo ao recipiente retangular (Figura 2c).

A.4. Cubra a boca da proveta com o descanso de borracha (ID #6) e segure-o com a palma da mão (Figura 2d).

A.5. Vire a proveta de cabeça para baixo, mantendo-a fechada com o descanso de borracha.

A.6. Mergulhe a proveta no recipiente retangular e retire o descanso de borracha, conforme mostrado na Figura 2e.

Importante: A proveta deve permanecer tão cheia de água quanto possível. Um pouco de ar pode permanecer aprisionado depois de tirar o descanso de borracha, mas a quantidade deve ser a menor possível.

A.7. Fixe a proveta ao suporte universal deixando uma distância de aproximadamente 2 cm entre o fundo do recipiente retangular e a proveta, conforme mostrado na Figura 2e.

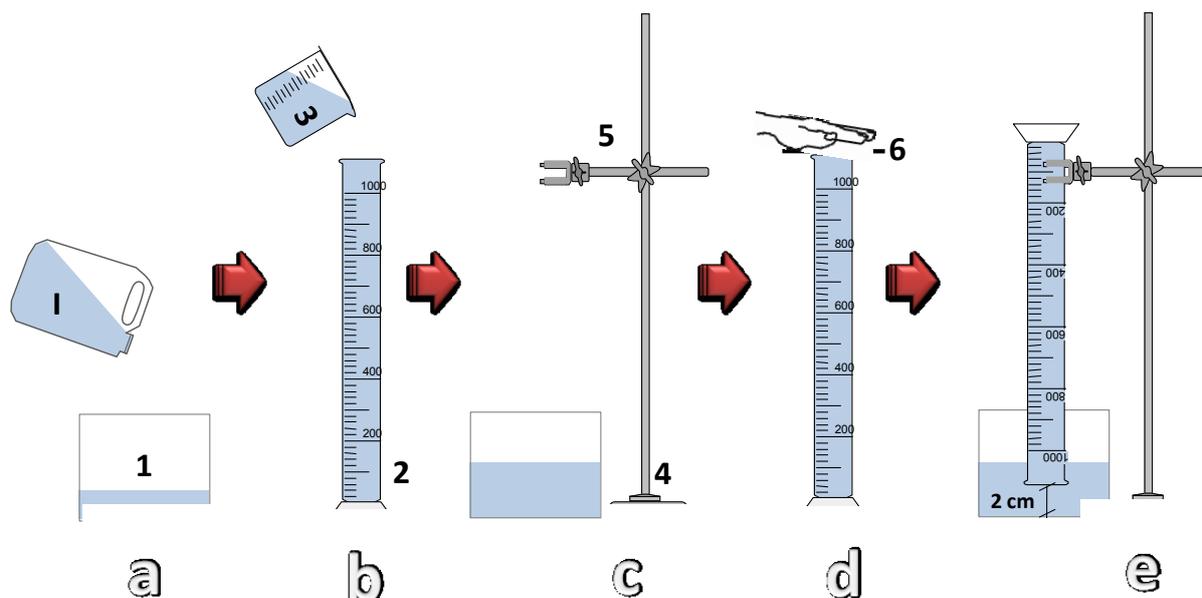


Figura 2



Prova experimental

B. Instruções para montagem do frasco de reação de fermentação, conforme Figura 3.

B.1. Prepare aproximadamente 750 mL de água à temperatura na faixa de 35-40°C no béquer de 1000 mL (ID #7). Para isso, utilize a água quente (~75 °C) fornecida na garrafa térmica de 1L (ID #III) e a água fornecida no recipiente de 10 L (ID #I). Meça a temperatura com o termômetro (ID #9) e anote a leitura no Caderno de Respostas.

B.2. Rotule os béqueres de 250 ml (ID #3) como "A" e "B", respectivamente.

B.3. Prepare a **Suspensão A** e a **Solução B** com a água morna (35-40°C) obtida no passo B.1, como segue:

Suspensão A: Misture a quantidade total disponível de 50 g de fermento (ID #V) com 150 mL de água morna (35-40 ° C) no béquer de 250 mL rotulado como "A" (ID #3). Misture com a bagueta de vidro (ID #8). Complete até o volume final de 250 mL com água morna (35-40 ° C) (Figura 3a).

Solução B: Dissolva 4 g de glicose (ID #IV) com 150 mL de água morna (35-40 ° C) no béquer de 250 mL marcado como "B" (ID # 3). Misture com o bastão de vidro (ID # 8). Complete até o volume final de 250 mL com água morna (Figura 3a).

B.4. Despeje no frasco de reação (ID #10) a Suspensão **A**. Para assegurar a transferência quantitativa do fermento, lave o béquer A com uma amostra da Solução B. Não descarte os resíduos da lavagem; despeje todo o conteúdo no frasco de reação. Agite cuidadosamente a solução com movimentos circulares para a sua homogeneização. Coloque o frasco de reação sobre o descanso de borracha (ID #6), que é o mesmo que foi utilizado anteriormente (Figura 3b).

Importante: Toda a Suspensão A e a Solução B devem ser despejadas dentro do frasco de reação. Não use água adicional para a lavagem dos béqueres.

B.5. Meça a temperatura da suspensão resultante e registre na **Tabela 1.1** do Caderno de Respostas (Figura 3c).

B.6. Cubra o frasco de reação com a tampa de borracha bem afixada (Figura 3d).

Prova experimental

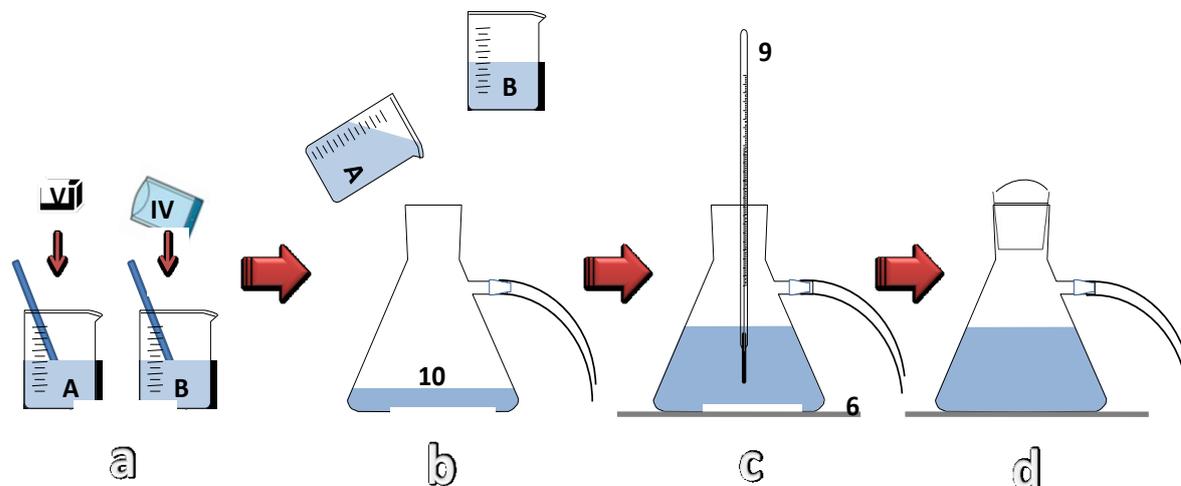


Figura 3

C. Instruções para montagem do frasco de reação de fermentação e do equipamento de medição de gás, conforme Figura 4.

C.1. Insira a extremidade livre da mangueira de borracha na proveta invertida, como mostrado na Figura 4. Ao final da montagem, a extremidade livre da mangueira deve estar na parte superior da proveta.

C.2. Agite cuidadosamente o frasco de reação com movimentos circulares, de modo a liberar o ar eventualmente preso na mangueira de borracha. Anote o nível de água da proveta no Caderno de Respostas. O nível da água após esta etapa deve ser considerado como o “ponto zero” da escala, que será utilizada para medir o volume de CO₂(g) liberado.

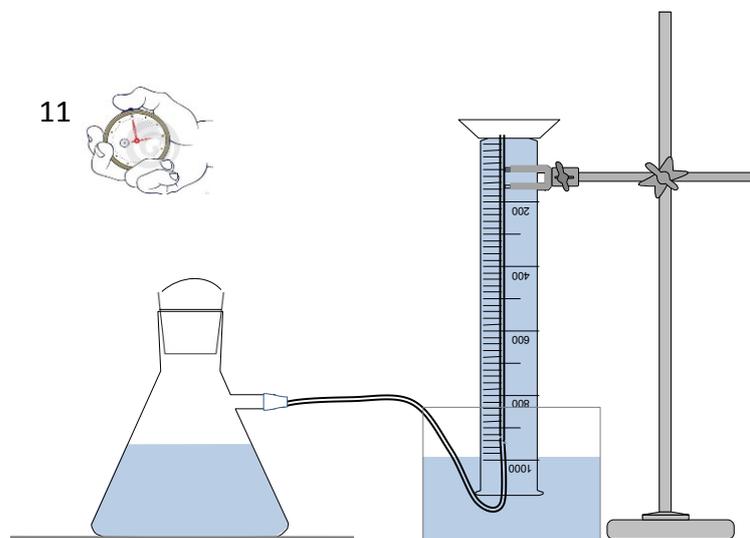


Figura 4



Prova experimental

D. Instruções para registrar os dados experimentais da fermentação.

D.1. Assim que o frasco de reação da fermentação e o equipamento de medição do gás estiverem montados (Figura 4), inicie a contagem de tempo pelo cronômetro (ID #11).

D.2. A cada 1 min, agite cuidadosamente o frasco de reação com movimentos circulares durante 5 segundos. Repita isso ao longo de todo o experimento.

Importante: Tenha cuidado ao agitar o frasco de reação porque a mangueira de borracha não deve sair da proveta.

Enquanto a fermentação ocorre no frasco de reação, o produto gasoso é liberado e grande parte dele é transferido através da mangueira de borracha para a coluna de água na proveta. O produto gasoso transferido se acumula na parte superior da proveta, na qual pode-se medir o volume total gerado. O acúmulo do produto gasoso será evidenciado pelo abaixamento da coluna de água na proveta. Uma fração remanescente do produto gasoso dissolve-se na solução do frasco de reação.

D.3. O volume de gás acumulado deve ser medido a cada 2 minutos e registrado na **Tabela 1.1**. Registre os dados no Caderno de Respostas durante 40 minutos.

Importante: para realizar posteriormente a reativação do processo, não pare o cronômetro.



Prova experimental

Tabela 1.1: Registro de dados da fermentação (8,5 pontos = 7,0 (dados registrados) + 1,5 (cálculo da vazão))

Temperatura inicial da água morna para preparar a Suspensão A e a Solução B:		
Temperatura inicial da suspensão A+B (dentro do frasco de reação):		
Tempo [min]	Volume de gás acumulado $V_a(t)$; [mL]	Vazão $F(t)$; [mL/min]
0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		
22		
24		
26		
28		
30		
32		
34		
36		
38		
40		

NÃO PREENCHA
ESTA TABELA



Prova experimental

E. Instruções para registro de dados experimentais da reativação da fermentação

E.1. Após 40 min de fermentação, segure firmemente o frasco de reação e aperte (estrangule) a mangueira de borracha, dobrando-a muito bem, de modo que o gás não passe por ela.

E.2. Remova a rolha de borracha do frasco de reação.

Importante: Tome cuidado! Não deixe a mangueira de borracha escorregar para fora da entrada da proveta.

E.3. Adicione a segunda amostra de glicose sólida (ID #IV) diretamente ao frasco de reação e feche-o com a rolha de borracha, garantindo que esteja bem vedado.

E.4. Libere a mangueira de borracha garantindo a passagem de gás por ela.

E.5. Agite cuidadosamente o frasco de reação com movimentos circulares por 30 segundos, para que a glicose solubilize nesta nova amostra.

Importante: Se a proveta ficar completamente vazia, ela pode ser preenchida novamente seguindo o procedimento descrito na Seção A.

E.6. A cada 1 minuto, o frasco de reação deve ser cuidadosamente agitado com movimentos circulares por 5 segundos, para que os dados sejam computados.

E.7. A cada 2 min, o volume de gases metabólicos acumulado deve ser medido e o valor anotado na **Tabela 1.2** no Caderno de Respostas.

TABELA 1.2.: Dados da reativação de fermentação (2,5 pontos = 2,0 (dados registrados) + 0,5 (cálculo da vazão))

Tempo [min]	Volume de gás acumulado $V_a(t)$; [mL]	Vazão $F(t)$; [mL/min]
42		
44		
46		
48		
50		

NÃO PREENCHA
ESTA TABELA

Prova experimental

F. Identificação do produto gasoso:

F.1. Reação com Ca(OH)_2

F.1.1. Transcorridos 10 min de estágio de reativação, tire a mangueira de borracha da proveta e mergulhe-a na solução saturada de Ca(OH)_2 (ID # VI) como mostrado na **Figura 5**.

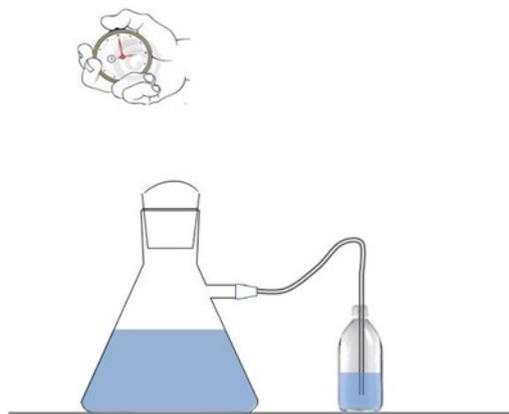


Figura 5

F.1.2. Agite cuidadosamente o frasco de reação com movimentos circulares por 60 segundos para que o produto gasoso borbulhe na solução de Ca(OH)_2 .

F.1.3. Observe se ocorre alguma mudança na solução teste (Ca(OH)_2).

Escolha a resposta correta assinalando o(s) quadrado(s) apropriado(s) no Caderno de Respostas. (0,5 ponto)

- Foi observado um precipitado branco
- Foi observado um precipitado preto
- Não foi observado um precipitado

NÃO PREENCHA ESTA
TABELA

F.1.4. Escreva no Caderno de Respostas a equação estequiométrica da reação. (0,5 ponto)

F.2. Reação com indicador azul de bromotimol.

F.2.1. Tire a mangueira de borracha da solução de Ca(OH)_2 e mergulhe-a em uma solução de azul de bromotimol (ID #II) como está mostrado na **Figura 6**.

Prova experimental

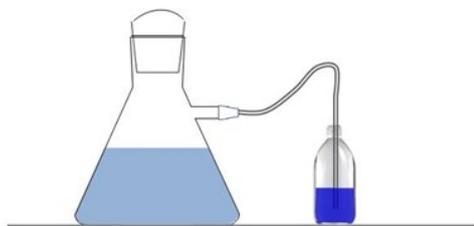


Figura 6

F.2.2. Agite cuidadosamente o frasco de reação com movimentos circulares por 60 segundos para que o produto gasoso borbulhe na solução de azul de bromotimol.

F.2.2.1. Observe se ocorre alguma mudança na solução de azul de bromotimol.

Escolha a resposta correta assinalando o(s) quadrado(s) apropriado(s) no Caderno de Respostas. (0,2 ponto)

- Foi observada cor amarela
- Foi observada cor azul
- Foi observada cor vermelha
- Foi observada cor branca

NÃO PREENCHA ESTA TABELA

F.2.2.2. O que pode ser deduzido a partir da observação da solução de azul de bromotimol?

(0,2 ponto)

- O pH aumentou
- O pH diminuiu
- O pH ficou inalterado

NÃO PREENCHA ESTA TABELA

F.2.2.3 Escreva a equação de dissociação, que explica a mudança de pH na solução com indicador. (0,6 ponto)



Prova experimental

G. Processamento e análise dos dados:

Calcule e complete os dados na **Tabela 1.1** e na **Tabela 1.2** (no Caderno de Respostas).

G.1. Calcule a vazão (F) do produto gasoso para cada intervalo de tempo ($\Delta t = 2$ min), conforme indicado na **Equação 2**:

$$F = \frac{V_a(t) - V_a(t - \Delta t)}{\Delta t}$$

Equação 2

Sendo:

- F: vazão do gás metabólico [ml/min]
- $V_a(t)$: Volume acumulado no tempo t [ml].

G.2. Marque no Caderno de Respostas os dados das **Tabelas 1.1** e **1.2** no papel milimetrado usando sistema de coordenadas cartesianas seguindo as orientações: (2,5 pontos)

G.2.1. **GRÁFICO A**: Volume acumulado de gás ($V_a(t)$; [ml]) vs. Tempo de Fermentação [min].

G.2.2. **GRÁFICO B**: Vazão do produto gasoso (F(t); [ml/min]) vs. Tempo de Fermentação [min]. (1,8 pontos = 1,5 (marcar pontos) + 0,3 (identificação dos estágios, conforme G.3.2.1))

G.3. Marque um "X" no instante de fermentação $t = 40$ min da curva do **GRÁFICO A**.

*A amostra inicial de glicose foi metabolizada parcialmente após 40 minutos de fermentação. A glicose não metabolizada, que permanece no frasco de reação, é chamada de "glicose residual". A glicose metabolizada foi transformada em produto gasoso (CO_2) e etanol. A maior parte do produto gasoso (CO_2) foi transferida para a proveta através da mangueira de borracha. A fração remanescente do produto gasoso (CO_2) foi dissolvida na solução. A **Figura 7** resume o processo.*

Prova experimental

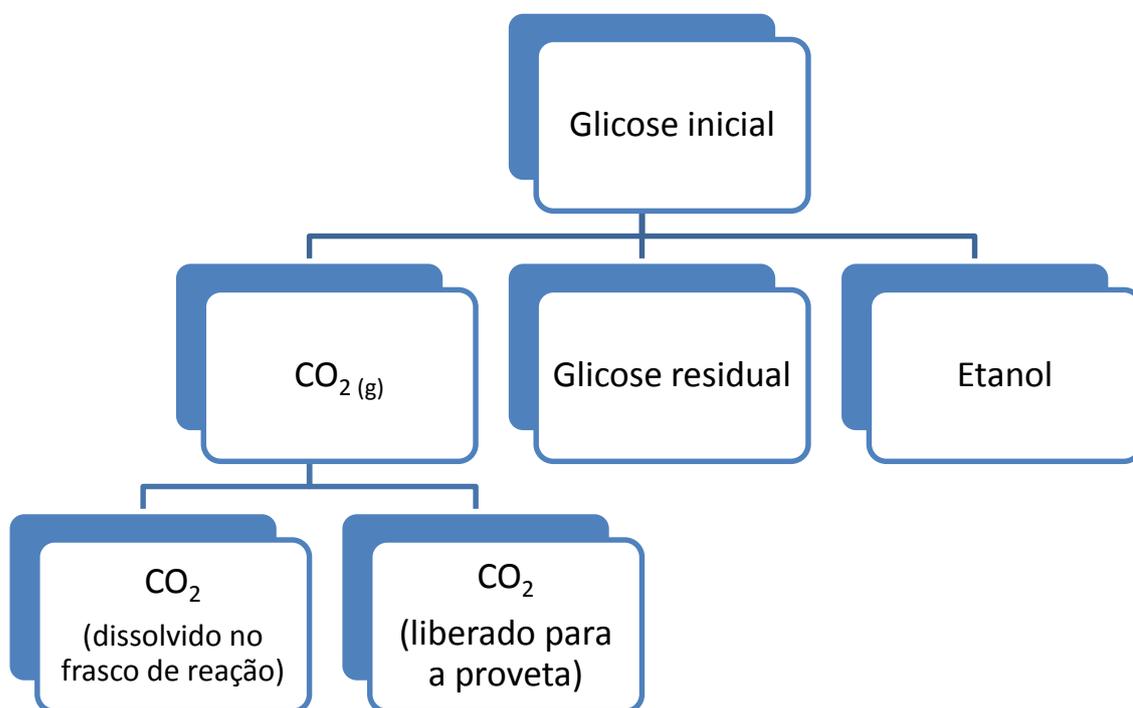


Figura 7

Faça os seguintes cálculos no Caderno de Respostas.

G.3.1. Calcule a quantidade (em gramas) de glicose metabolizada que produziu o CO₂ liberado para a proveta. Para isto, considere o volume de CO₂ acumulado em t=40 min. Use cálculos estequiométricos, a **Equação 1** e os dados a seguir: (1,0 ponto)

Elemento	Massa Atômica Relativa
C	12,010
H	1,008
O	16,000

Volume molar de CO ₂	22,4 L/mol
---------------------------------	------------



Prova experimental

G.3.2.3. Marque os dados da **Tabela 2.1** no papel milimetrado usando sistema de coordenadas cartesianas como segue: $\ln(F)$ vs. tempo [min] (**GRÁFICO C**). (1,0 ponto)

G.3.2.4. Desenhe a reta que melhor se ajusta aos pontos do **GRÁFICO C**. (1,0 ponto)

G.3.2.5. Calcule a inclinação (A) e obtenha o ponto de intersecção do eixo y com a reta ajustada (B) no **GRÁFICO C**. Anote os valores calculados na **Tabela 2.2** do Caderno de Respostas. (0,7 ponto)

Tabela 2.2: Equação linear da curva de calibração

Equação linear	
Inclinação (A)	NÃO PREENCHA ESTA TABELA
Ponto de intersecção com o eixo y (B)	

G.3.2.6. Existe um volume hipotético de CO₂ (V_h) associado à glicose residual. Este é o volume de CO₂ que poderia ser liberado dentro da proveta se a glicose residual fosse metabolizada. Este volume de CO₂ é calculado através da Equação 3. Calcule e anote o valor de V_h no Caderno de Respostas. (0,2 ponto)

$$V_h = - \frac{e^{[A \times t_h + B]}}{A}$$

Equação 3

Sendo:

- $t_h = 40$ min
- V_h : Volume hipotético de CO₂ [ml]
- A: inclinação da reta obtida na Seção G.3.2.5
- B: ponto de intersecção da reta obtido na Seção G.3.2.5



Prova experimental

G.3.2.7. Calcule estequiometricamente a massa de glicose que corresponde ao volume V_h de CO_2 . Esta quantidade de glicose é a glicose residual que está no frasco de reação. (0,4 ponto)

G.3.2.8. Calcule a **massa total de glicose** que foi fermentada durante os 40 minutos de fermentação. Calcule e anote o valor no Caderno de Respostas. (0,2 ponto)

G.3.2.9. Calcule a **massa total de CO_2 produzida** a partir da glicose consumida na Seção G.3.2.8. Anote o valor no Caderno de Respostas. (0,4 ponto)

G.3.2.10. Calcule a **massa do CO_2 liberada** para a proveta durante os 40 minutos de fermentação. Use V_a (40 min) para o cálculo. Anote o valor no Caderno de Respostas. (0,4 ponto)

G.3.2.11. Calcule a **massa de CO_2 dissolvida** no frasco de reação. Anote o valor no Caderno de Respostas. Considere que nenhum CO_2 foi dissolvido na água fora do frasco de reação durante todo o processo. (0,2 ponto)

G.3.2.12. Calcule a **solubilidade de CO_2** (em g/L) no frasco de reação. Anote o valor no Caderno de Respostas. (0,3 ponto)

G.3.3. Calcule a **quantidade de etanol (em mol)** produzida em $t=40$ min usando cálculos estequiométricos e a **Equação 1**. Faça os cálculos e anote os resultados no Caderno de Respostas. (0,4 ponto)

G.3.4. Calcule a **concentração de etanol** (em g/100 mL) resultante no frasco de reação em $t=40$ min usando a quantidade de etanol calculada previamente em G.3.3. Faça os cálculos e anote os resultados no Caderno de Respostas. (0,5 ponto)



Prova experimental

G.3.5. A taxa de produção do gás desacelerou no estágio “b” (**GRÁFICO B**) por alguma(s) da(s) razão(ões) detalhadas abaixo. Considere a concentração de álcool calculada previamente (G.3.4) e a concentração tóxica limite para o fermento, que é de 14 g/100 ml. (0,5 ponto)

Escolha a razão principal assinalando o quadrado apropriado no Caderno de Respostas.

- a. Morte da levedura do fermento
- b. Inibição do fermento devido à concentração de álcool
- c. Escassez de substrato fermentável

NÃO
PREENCHA
ESTA
TABELA



Prova experimental

PARTE 2: Determinação Refratométrica de Concentração de Sacarose (15,0 pontos)

INTRODUÇÃO:

A refratometria é um método físico para medida do índice de refração de substâncias. Dado que o índice de refração é constante para um determinado líquido a uma dada temperatura, ele pode ser utilizado para identificar substâncias, checar sua pureza e medir concentrações. Efetivamente, o índice de refração para a maioria das substâncias binárias varia linearmente com a concentração para um largo intervalo de concentrações

A indústria de alimentos e bebidas usa o índice de refração para determinar a concentração de açúcar em diferentes amostras. O instrumento usado para este propósito é chamado **refratômetro**. O índice de refração está relacionado à medida da velocidade da luz em um meio, entretanto, quando a luz passa de um meio para outro com índices de refração diferentes a trajetória da luz é desviada de seu caminho original. Este fenômeno é a base de funcionamento do refratômetro.

O índice de refração de sucos e outras bebidas é influenciado pela concentração de sólidos solúveis, os quais são fundamentalmente constituídos por sacarose. Além da sacarose, outros sólidos solúveis, tais como ácidos e sais, podem afetar esta medida. Por conseguinte, considera-se que a medida nestas amostras corresponde ao teor de sacarose, com uma precisão de cerca de 0,5%. O teor de sacarose total é expresso em graus Brix ($^{\circ}\text{Bx}$), cujas unidades são gramas de sacarose por 100 g de solução [% m/m]. Por exemplo: Um mel de 25°Bx contém 25 g de sacarose em 100 g de mel.

Neste experimento, a unidade de concentração de sacarose será (g/100mL).

PARTE EXPERIMENTAL

Reagentes e materiais

ID #	Material experimental	Quantidade
12	Refratômetro artesanal	1
13	Fonte Laser	1
14	Funil	1
15	Balão volumétrico de 50 mL	1
16	Garrafas plásticas de 125 mL	5
17	Pipeta de 25 ml	1
18	Pera Pipetadora	1
19	Caneta para marcação	1



Prova experimental

ID #	Reagentes para o ensaio experimental	Quantidade
VII	Solução inicial, 62,5g/100mL de sacarose, 100 mL	1
VIII	Pisseta	1
IX	Pipeta de Pasteur de plástico	1
X	Solução de sacarose, concentração desconhecida, 50 mL	1
XI	Solução de mel, 50 mL	1
XII	Amostra de bebida, 50 mL	1

Procedimento:

CUIDADO:

Não aponte o laser para os olhos. Use-o somente para os processos de calibração e medida. Especificações do laser: < 1 mW, vermelho.

A. Instruções para a montagem do refratômetro de acordo com a Figura 8

Este equipamento será usado para a construção de uma curva de calibração e para determinar a concentração de sacarose das amostras. O refratômetro artesanal está praticamente montado (ID #13). Somente o alinhamento do feixe de laser é necessário. Para este propósito:

A.1. Ligue a fonte de laser (ID #13) e ajeite-a sobre a base de madeira principal de modo que o feixe coincida com o centro da escala milimetrada, como mostrado na **Figura 8**.

A.2. Marque a posição correta da fonte de laser sobre a base de madeira principal usando a caneta fornecida.

A.3. Pegue a fonte de laser e retire a fita que protege a sua base adesiva. Coloque a fonte de laser na posição previamente marcada na base principal de madeira (A.2) e a pressione levemente para assegurar que ela esteja adequadamente fixada. Assegure que você colocou a fonte de laser na posição correta antes de fixá-la na base de madeira.

Prova experimental

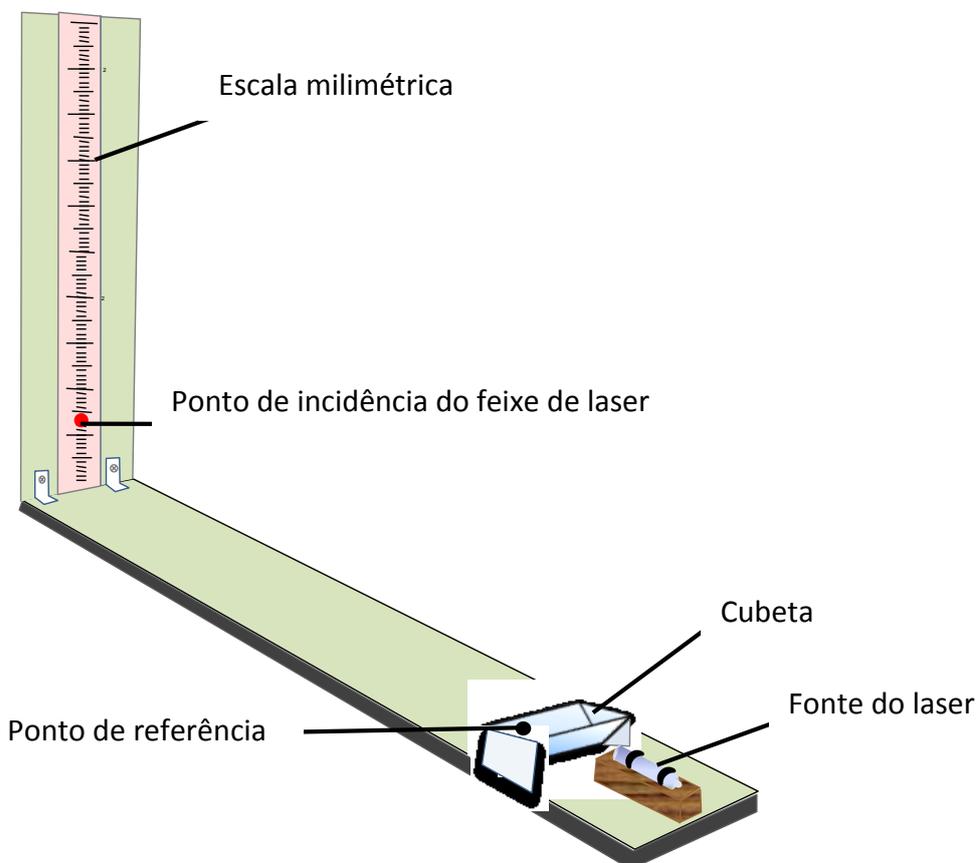


Figura 8

B. Instruções gerais para a preparação da curva de calibração:

B.1. Preparação das soluções de calibração.

B.1.1. A partir da solução inicial de sacarose (ID #VII), 5 outras soluções de sacarose precisam ser preparadas nas concentrações de 5, 10, 15, 20 e 25 g/100mL. Para fazer isso, alguns volumes da solução inicial devem ser diluídos até o volume final de 50 mL. Calcule o volume da solução inicial necessário para preparar soluções de sacarose com concentrações de 5, 10, 15, 20 e 25 g/100mL (considerando que a solução inicial de sacarose (ID #VII) tem uma concentração inicial de 62,5 g/100mL e que os volumes finais de cada solução são de 50mL. Marque os valores calculados na **Tabela 3.1** no Caderno de Respostas. (1,2 ponto)



Prova experimental

Tabela 3.1: Resumo dos dados das soluções de calibração

Identificação da Solução	Concentração Inicial [g/100mL]	Volume inicial [mL]	Concentração final [g/100mL]	Volume final [mL]
A	62,5		5	50
B	62,5	NÃO	10	50
C	62,5	PREENCHA	15	50
D	62,5	ESTA	20	50
E	62,5	TABELA	25	50

B.1.2. Prepare as diluições de sacarose calculadas na parte anterior (B.1.1) como segue.

B.1.2.1. Rotule as garrafas plásticas (ID #16) com letras de identificação A, B, C, D e E, as quais correspondem aos diferentes níveis de concentração das soluções padrão [A=5 g/100mL, B=10 g/100mL, C=15 g/100mL, D=20 g/100mL, E=25 g/100mL]. As diferentes soluções serão preparadas usando a pipeta (ID #17), a pera (ID #18) e o balão volumétrico de 50 mL (ID #15). Prepare as soluções em ordem crescente de concentração.

B.1.2.2. Pegue o volume calculado de solução de sacarose 62.5 g/100mL (ID #VII) usando a pipeta e a pera.

B.1.2.3. Transfira o volume do item anterior para o balão volumétrico de 50 mL.

B.1.2.4. Encha o balão volumétrico com a água da pisseta (ID #VIII) até quase atingir a marca de calibração. Agite levemente para homogeneizar.

B.1.2.5. Finalmente, complete o volume até a marca de calibração usando a pipeta de Pasteur de plástico (ID# IX).

B.1.2.6. Transfira as soluções para as garrafas plásticas rotuladas em B.1.2.1 (ID #16).

B.2. Coleta de dados para a curva de calibração usando o refratômetro artesanal (ID #12).

Considerações especiais para as medições:

- A cubeta deve ser completamente preenchida para as medições.
- A cubeta deve ser colocada sempre na mesma posição para as medidas. Para isso, um ponto de referência foi pintado sobre um dos lados da cubeta (**Figura 8**).
- Seque as faces externas da cubeta com papel absorvente (ID #C) antes de cada medição.



Prova experimental

Procedimentos gerais para as medições:

B.2.1. Remova a cubeta do refratômetro, esvazie-a, seque-a por dentro, devolva-a à posição original, preencha-a com a respectiva solução e seque-a do lado de fora.

B.2.2. Ligue a fonte de laser (ID #13). O feixe de laser permanece aceso enquanto você pressiona o botão.

B.2.3. Use a caneta para marcar o ponto de incidência do feixe de luz na escala milimetrada.

Procedimento geral para construir a escala de concentração.

A escala deve ser construída da menor para maior concentração de sacarose após a medida do zero da escala.

B.2.4. Determinação do ponto zero da escala: siga o procedimento descrito acima (B.2.1-B.2.3) usando água (ID# VIII) para determinar o ponto de referência (zero) da escala.

B.2.5. Determinação dos pontos da escala:

B.2.5.1. Repita o procedimento descrito acima (B.2.1-B.2.3) com a solução de sacarose "A".

B.2.5.2. Sobre a escala milimetrada, meça a distância linear entre os pontos de zero e da concentração de sacarose da solução "A".

B.2.5.3. Escreva os dados obtidos na **Tabela 3.2** no Caderno de Respostas.

B.2.5.4. Repita o procedimento descrito acima (B.2.5.1-B.2.5.3) com as outras soluções de sacarose (**B, C, D e E**).

Tabela 3.2: Dados da curva de calibração (4,0 pontos)

Nome da Solução	Concentração de Sacarose [g/100mL]	Desvio do feixe de laser em relação ao ponto zero [mm]
Água	0	0
A	5	
B	10	NÃO PREENCHA ESTA TABELA
C	15	
D	20	
E	25	

B.3. Construa o gráfico da curva de calibração (**GRÁFICO D**): (3,0 pontos)

B.3.1. Marque os dados assinalados na **Tabela 3.2** (desvio do feixe de laser em relação ao zero [mm] vs. Concentração de sacarose [g/100 mL]) usando um sistema cartesiano de coordenadas.

B.3.2. Desenhe a reta que melhor se ajusta aos pontos do **GRÁFICO D**.



Prova experimental

B.3.3. Calcule a inclinação (A) e a intersecção com o eixo y (B) da reta ajustada do **GRÁFICO D**. Anote os valores calculados na **Tabela 3.3** no Caderno de Respostas.

Tabela 3.3: Equação linear da curva de calibração

Equação linear	
Inclinação	NÃO PREENCHA ESTA TABELA
Ponto de intersecção com o eixo y	

C. Instruções para análise das amostras (ID #X, ID #XI e ID #XII):

C.1. Coleta de dados das amostras com concentração de sacarose desconhecida, com o uso do refratômetro artesanal (ID #12).

Procedimento para as medições:

C.1.1. Lave a cubeta com água (ID #VIII). Seque-a por dentro com o papel toalha fornecido.

C.1.2. Preencha a cubeta com a amostra de sacarose com concentração desconhecida (ID #X).

C.1.3. Seque o lado externo da cubeta e coloque-a na posição original para as medições.

C.1.4. Ligue o feixe de laser.

C.1.5. Com o uso da caneta, marque o ponto de incidência do feixe de luz na escala milimetrada.

C.1.6. Meça a distância entre os pontos de zero e da amostra na escala milimetrada.

C.1.7. Anote os dados obtidos na **Tabela 3.4** no Caderno de Respostas.

C.1.8. Repita o procedimento descrito (C.1.1-C.1.7) com as amostras restantes de concentração desconhecida de sacarose (ID #XI e ID #XII).

Tabela 3.4: Dados das amostras analisadas (2,1 pontos)

Amostras	Desvio [mm]
ID #X	NÃO PREENCHA
ID #XI	ESTA TABELA
ID #XII	



Prova experimental

C.2. Determine a concentração de sacarose das amostras: (2,3 pontos)

C.2.1. Determinação Gráfica:

C.2.1.1. Use o **GRÁFICO D** para determinar as concentrações das amostras X, XI e XII.

C.2.1.2. Anote os dados obtidos na **Tabela 3.5** no Caderno de Respostas.

C.2.2. Determinação analítica:

C.2.2.1. Calcule a concentração de sacarose para as amostras usando a equação linear anotada na **Tabela 3.3** e os dados anotados na **Tabela 3.4**. Escreva os cálculos no caderno de respostas.

C.2.2.2. Anote os resultados na **Tabela 3.5** no Caderno de Respostas.

C.2.3. Calcule a diferença percentual [D(%)] entre as concentrações obtidas por determinação gráfica e por determinação analítica usando a **Equação 4**. Anote os dados obtidos na **Tabela 3.5** no Caderno de Respostas.

$$D(\%) = \frac{C_G - C_A}{C_A} \cdot 100$$

Equação 4

Sendo:

C_G: Concentração de sacarose obtida graficamente

C_A: Concentração de sacarose obtida analiticamente

Tabela 3.5. Determinação gráfica e analítica da concentração de sacarose nas amostras analisadas.

Amostras	Concentração de sacarose <u>obtida graficamente</u> [g/100 mL]	Concentração de sacarose <u>obtida analiticamente</u> [g/100 mL]	Diferença percentual de concentração D [%]
ID #X		NÃO PREENCHA	
ID #XI		ESTA TABELA	
ID #XII			



Prova experimental

D. Cálculos adicionais e análise de dados da amostra XI:

D.1. Calcule a concentração original de sacarose do mel (em °Brix) usando a concentração de sacarose obtida analiticamente para a amostra de mel (ID #XI). Considere que esta amostra (ID #XI) foi preparada da seguinte forma: 16g de mel foram diluídos em água, atingindo um volume final de 100 mL. Anote os dados obtidos na **Tabela 3.6** do Caderno de Respostas. (0,3 ponto)

Tabela 3.6: Concentração da sacarose na amostra original de mel

Amostra	Concentração original de sacarose [°Brix]
ID #XI	NÃO PREENCHA ESTA TABELA

O mel precisa ter mais do que 65 °Brix para ser conservado com segurança.

D.2. Indique se a amostra de mel original apresenta concentração de sacarose adequada para ser conservada com segurança. Assinale a resposta correta com um "X" na **Tabela 3.7** do Caderno de Respostas.

Tabela 3.7: Conservação de mel em segurança (0,2 ponto)

SEGURO	INSEGURO
NÃO PREENCHA	ESTA TABELA

D.3. Calcule o desvio teórico do feixe de laser [mm] para a solução de sacarose com concentração de 8,5 g/100 mL usando dois procedimentos: a análise da representação gráfica e o cálculo analítico (B.3). Escreva os cálculos no Caderno de Respostas. Anote os resultados na **Tabela 3.8** do Caderno de Respostas. (0,5 ponto)

Tabela 3.8: Desvio teórico do feixe de laser [mm] para solução de concentração de sacarose de 8,5 g/100 mL

Cálculo	Desvio teórico do feixe de laser [mm]
Analítico	NÃO PREENCHA ESTA TABELA
Gráfico	



Prova experimental

O rótulo da embalagem da bebida analisada indica que ela contém uma concentração de sacarose de 15 ± 2 g por porção de 200 mL.

D.4. Considerando a concentração de sacarose encontrada na bebida analisada, indique se esta concentração está de acordo com a indicação do rótulo. Anote os cálculos no Caderno de Respostas. Assinale a resposta correta com um “X” na **Tabela 3.9** do Caderno de Respostas. (0,5 ponto)

Tabela 3.9: Especificação da bebida analisada de acordo com o indicado no seu rótulo

Sim	<i>NÃO PREENCHA ESTA TABELA</i>
Não	